

PAR COURRIEL

Le 10 novembre 2025

DEMANDEUR

N/Réf. : 202510-79

**Objet : Demande d'accès à l'information**

Madame,

Nous faisons suite à votre demande d'accès à l'information reçue le 24 octobre 2025.

La recherche a permis de repérer des documents concernant votre demande qui vous sont accessibles. Vous les trouverez ci-joints. Toutefois, vous remarquerez que nous avons soustrait des renseignements, comme le permet l'article 14 de la Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels (RLRQ, c. A-2.1), ci-après Loi sur l'accès. En effet, nous avons retranché les renseignements confidentiels au sens des articles 23, 24, 53 et 54 de cette loi.

La recherche a également permis de repérer un autre document concernant votre demande. Cependant, nous vous informons que ce document n'est pas accessible suivant les articles 23, 24, 53 et 54 de la Loi sur l'accès.



Nous vous indiquons que vous pouvez demander à la Commission d'accès à l'information de réviser cette décision. Vous trouverez ci-joint une note explicative concernant l'exercice de ce recours ainsi qu'une copie des articles précités.

Veuillez agréer, Madame, l'expression de nos sentiments les meilleurs.

La responsable de l'accès à l'information,

*Original signé par*

Matilde Thérout-Lemay

p. j. : 3

***DIGUE MINE OPÉMISKA  
TRAVAUX D'URGENCE  
# 08-00395-00***

## ***TABLE DES MATIÈRES***

- 1      Rapports journaliers
- 2      Temps de la machinerie
- 3      Temps de la main-d'oeuvre
- 4      Voyages de matériaux (gravier et terre tamisée)
- 5      Liste du matériel
- 6      Factures
- 7      Photos

## TEMPS DE LA MAIN-D'ŒUVRE

| Date       | Nom                       | Titre           | Employeur                 | Heures              |
|------------|---------------------------|-----------------|---------------------------|---------------------|
|            |                           |                 |                           |                     |
|            |                           |                 |                           |                     |
| 25/06/2008 | Lorraine Ferland          | surveillante    | Consultants Aurus         | 10                  |
|            | Stéphane Fortin           | arpenteur       | Consultants Aurus         | ?                   |
|            | André Naud                | aide arpenteur  | Consultants Aurus         | ?                   |
|            |                           |                 |                           |                     |
| 26/06/2008 | Lorraine Ferland          | surveillante    | Consultants Aurus         | 13,5                |
|            | Stéphane Fortin           | arpenteur       | Consultants Aurus         | ?                   |
|            | André Naud                | aide arpenteur  | Consultants Aurus         | ?                   |
|            | Yvan Plante               | superviseur     | Const. Vald'Or            | 12                  |
|            | Jackie meunier            | journalière     | Const. Vald'Or            | 6                   |
|            | Sylvain Mercier           | journalier      | Const. Vald'Or            | 6                   |
|            |                           |                 |                           |                     |
| 27/06/2008 | Lorraine Ferland          | surveillante    | Consultants Aurus         | 13,5                |
|            | Stéphane Fortin           | arpenteur       | Consultants Aurus         | ?                   |
|            | André Naud                | aide arpenteur  | Consultants Aurus         | ?                   |
|            | Yvan Plante               | superviseur     | Const. Vald'Or            | 10,5                |
|            | Jackie meunier            | journalière     | Const. Vald'Or            | 10,5                |
|            | Sylvain Mercier           | journalier      | Const. Vald'Or            | 6                   |
|            | Patrick                   | journalier      | Const. Vald'Or            | 2,5                 |
|            |                           |                 |                           |                     |
| 28/06/2008 | Lorraine Ferland          | surveillante    | Consultants Aurus         | 13,5                |
|            | Stéphane Fortin           | arpenteur       | Consultants Aurus         | ?                   |
|            | André Naud                | aide arpenteur  | Consultants Aurus         | ?                   |
|            | Yvan Plante               | superviseur     | Const. Vald'Or            | 10,5                |
|            | Jackie meunier            | journalière     | Const. Vald'Or            | 10,5                |
|            | Sylvain Mercier           | journalier      | Const. Vald'Or            | 10,5                |
|            |                           |                 |                           |                     |
| 29/06/2008 | Lorraine Ferland          | surveillante    | Consultants Aurus         | 12                  |
|            | Stéphane Fortin           | arpenteur       | Consultants Aurus         | ?                   |
|            | André Naud                | aide arpenteur  | Consultants Aurus         | ?                   |
|            | Yvan Plante               | superviseur     | Const. Vald'Or            | 9,5                 |
|            | Patrick                   | journalier      | Const. Vald'Or            | 3,5                 |
|            | Fred Hamelin              | journalier      | Const. Vald'Or            | 1                   |
|            |                           |                 |                           |                     |
| →          | Voir fact # 1850 du 29/06 | opér. Chargeuse | Entreprises Alain Maltais | temps suppl. 6 hres |
|            |                           |                 |                           |                     |
| 30/06/2008 | Lorraine Ferland          | surveillante    | Consultants Aurus         | 12,5                |
|            | Stéphane Fortin           | arpenteur       | Consultants Aurus         | ?                   |
|            | André Naud                | aide arpenteur  | Consultants Aurus         | ?                   |
|            | Yvan Plante               | superviseur     | Const. Vald'Or            | 11,5                |
|            | Patrick                   | journalier      | Const. Vald'Or            | 4                   |
|            | Fred Hamelin              | journalier      | Const. Vald'Or            | 4                   |
|            |                           |                 |                           |                     |
|            |                           |                 |                           |                     |
|            |                           |                 |                           |                     |
|            |                           |                 |                           |                     |
|            |                           |                 |                           |                     |

## VOYAGES DE MATÉRIAUX du banc au KM 330 de la rte 113

[illegible]

## TEMPS DE LA MAIN-D'ŒUVRE

## Suite

[illegible]





# Les Entreprises Alain Maltais inc.

982, Boul. Hamel ouest,  
Chibougamau  
(Québec) G8P 2Z8

Garage : (418) 748-3373  
Bureau : (418) 748-6295

Résidence : (418) 748-8559  
Télécopieur : (418) 748-6626

- EXCAVATION
- CAMION FARDIER
- TRANSPORT DE GRAVIER
- CHARGEMENT DE BOIS EN LONGUEUR

DATE : \_\_\_\_\_

25/06/08

**NOM :**

M.R.N.

**ADRESSE :**

excavatrice 325 BL

[illegible]



**SOUS - POSTE DE CAMIONNAGE EN VRAC**  
Chibougamau-Chapais Région 08, zone 7 inc.

904, 3<sup>e</sup> Rue, Chibougamau  
(Québec) G8P 1R2

Tél.: (418) 748-6415  
Télec.: (418) 748-3513

DATE: 26 Jun 2028

CLIENT: Contestant Ver DAR MRN

ADRESSE: Entrepreneur Général

CONTRAT : 00 0-395-00

PROPRIÉTAIRE DU CAMION :  9058-9623 QUÉBEC INC.  
1223, 12<sup>E</sup> RUE

ADRESSE : \_\_\_\_\_ CHIBOUGAMAU, QC G8P 1X8  
(418) 748-6828

Vr: L 205 759: 12 rolls

TAUX : ☐ HEURE ☐ TONE / KM ☐ M<sup>3</sup> / KM

[illegible]

SIGNATURE DU CLIENT : 53-54

IMPRIMERIE NORD GRAPHIQUE



## BON DE LIVRAISON

## LES ENTREPRISES

**Gérald Ouellet inc.**

476 Rte 167 Sud, C.P. 437  
Chibougamau (Québec) G8P 2X9

Tél.: (418) 748-6588 Fax: (418) 748-3502



**EXCAVATION • TAMISAGE • CONCASSAGE • TERRASSEMENT**

DATE: 26/06/08

COMMANDÉ PAR: Construction Val Poir.

LIVRÉ À: Chopais (Sous poste)  
att Louis Charles Paizy (MRN)

[illegible]

**NEQ: 1144262228**

**T.P.S.: R111783502**

T.V.Q.: 1009353549TQ0001

6165 ✓ 53-54  
SIGNATURE DE L'ACHETEUR:

SIGNATURE DE L'ACHETEUR:

IMPRIMERIE MÉROZ: 12852



Tél.: (418) 748-6415  
Télec.: (418) 748-3513

IMPRIMERIE NORD GRAPHIQUE



Tél.: (418) 748-6415  
Télec.: (418) 748-3513

IMPRIMERIE NORD GRAPHIQUE



**CONSTRUCTION VAL-D'OR LTÉE**  
**ENTREPRENEURS GÉNÉRAUX**  
C.P. 173, 1935 3e Avenue, Val-d'Or (Québec) J9P 4P3  
Tél.: (819) 874-7272 • Fax: (819) 874-8569  
LICENCE R.B.Q. 1174-4745-35

**RAPPORT DE  
CONSTATATION**

**6753**

CLIENT: Les Consultants Divers CONTRAT NO. 000-395-00 DATE: 26-06-08

**TRAVAIL EFFECTUÉ**

*faire une digue temporaire au bassin  
de la mine*

**ÉQUIPEMENT**

| No.  | Description      | Hres |
|------|------------------|------|
| P127 | pelle Cat 325    | 8.30 |
| 458  | Chargeur Cat 936 | 8.00 |
|      |                  |      |
|      |                  |      |
|      |                  |      |
|      |                  |      |
|      |                  |      |
|      |                  |      |
|      |                  |      |
|      |                  |      |

**MAIN-D'OEUVRE**

| Nombre d'hommes | Métiers               | Hres  |
|-----------------|-----------------------|-------|
| 2               | journalière           | 12    |
| 1               | superviseur<br>canion | 9 1/2 |
|                 |                       |       |
|                 |                       |       |

**MATÉRIAUX ET AUTRES**

| Description         | Quantité |
|---------------------|----------|
| 3 rouleaux Membrane |          |
|                     |          |
|                     |          |
|                     |          |

CT 11308

Préparé par : 53-54  
Construction Val-d'Or Ltée

Vue par : 53-54  
Représentant du client

Date : 26/06/2008

copie blanche : client - copie jaune : bureau

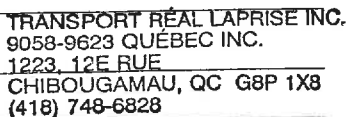


Tél.: (418) 748-6415  
Télec.: (418) 748-3513

CLIENT: MRN Catellus

RESSSE: DIGUE OPENIS RA

CONTRAT : TRANSPORT RÉAL / A PRISE INC.



PROPRIÉTAIRE DU CAMION :  1223, 12E RUE

ADRESSE: \_\_\_\_\_ (418) 748-6828

6205759 12 rows

TAUX : ☒ HEURE ☐ TONE / KM ☐ M<sup>3</sup> / KM

IMPRIMERIE NORD GRAPHIQUE



Tél.: (418) 748-6415  
Télec.: (418) 748-3513

CLIENT: Ministère Ressources Nat.

ADRESSE : \_\_\_\_\_

CONTRAT : Wioletta Chmielewska

PROPRIÉTAIRE DU CAMION: Harold St-Pierre

ADRESSE : SANIT-FACT

Vr: 12 rules

TAUX : ☒ HEURE ☐ TONE / KM ☐ M<sup>3</sup> / KM

IMPRIMERIE NORD GRAPHIQUE





## Sous-Poste de camionnage en Vrac

Chibougamau - Chapais (Zone 7) inc.

904, 3e Rue, Chibougamau  
(Québec) G8P 1R2

Tél.: (418) 748-6415  
Fax: (418) 748-3513

DATE: 27 juin 2008

CLIENT: MINISTÈRE RESOURCE NATUREL

ADRESSE:

CONTRAT: Digue mine Opémiska Chapais

PROPRIÉTAIRE DU CAMION: 9080-8130 Quin

ADRESSE: MICHEL LAPOINTE

Vr: L400100

TAUX: ☒ HEURE ☐ TONE / KM ☐ M<sup>3</sup> / KM

| NOMBRE DE VOYAGES                       | DISTANCE | NOMBRE D'HEURES | TAUX | TOTAL | SOUS-TOTAL         |
|-----------------------------------------|----------|-----------------|------|-------|--------------------|
| Transport de gravier<br>camion 10 roues |          |                 |      |       | # 77.26 hrs        |
|                                         |          |                 |      |       | T.P.S.             |
|                                         |          |                 |      |       | T.V.Q.             |
|                                         |          |                 |      |       | GRAND TOTAL        |
| 12 1/2 hrs à \$77.26                    |          |                 |      |       |                    |
|                                         |          |                 |      |       | T.P.S.: R12367835  |
|                                         |          |                 |      |       | T.V.Q.: 1006284576 |
|                                         |          |                 |      |       | 12835 ✓            |
| SIGNATURE DU CLIENT:                    |          |                 |      |       | 53-54              |



## SOUS - POSTE DE CAMIONNAGE EN VRAC

Chibougamau-Chapais Région 08, zone 7 inc.

904, 3e Rue, Chibougamau  
(Québec) G8P 1R2

Tél.: (418) 748-6415  
Télec.: (418) 748-3513

DATE: 27/06 2008

CLIENT: MRN

ADRESSE:

CONTRAT: DIGUE OPÉMISKA

PROPRIÉTAIRE DU CAMION: FORTREX TRANSPORT INC.

ADRESSE: 614, 5e Rue  
Chibougamau, QC

Vr: L340549

TAUX: ☒ HEURE ☐ TONE / KM ☐ M<sup>3</sup> / KM

| NOMBRE DE VOYAGES    | DISTANCE | NOMBRE D'HEURES | TAUX | TOTAL | SOUS-TOTAL         |
|----------------------|----------|-----------------|------|-------|--------------------|
| 12:15                |          |                 |      |       | T.P.S.             |
|                      |          |                 |      |       | T.V.Q.             |
|                      |          |                 |      |       | GRAND-TOTAL        |
| (10 Roues)           |          |                 |      |       |                    |
|                      |          |                 |      |       | T.P.S.: R12367835  |
|                      |          |                 |      |       | T.V.Q.: 1006284576 |
|                      |          |                 |      |       | 0874 ✓             |
| SIGNATURE DU CLIENT: |          |                 |      |       | 53-54              |

IMPRIMERIE NORD GRAPHIQUE

CONSTRUCTION VAL-D'OR LTÉE  
ENTREPRENEURS GÉNÉRAUX

C.P. 173, 1935 3e Avenue, Val-d'Or (Québec) J9P 4P3

Tél.: (819) 874-7272 • Fax: (819) 874-8569

LICENCE R.B.Q. 1174-4745-35

CLIENT Les Consultants Curus CONTRAT NO. 000.395.00 DATE 27-06-08

## TRAVAIL EFFECTUÉ

*faire une digue temporaire au bassin  
mine Chapais*

## ÉQUIPEMENT

| No.         | Description                                 | Hres         |
|-------------|---------------------------------------------|--------------|
| <i>P127</i> | <i>pelle Cat 326</i>                        | <i>10.30</i> |
| <i>158</i>  | <i>Chargeuse Cat 936</i>                    | <i>10.30</i> |
| <i>178</i>  | <i>Expd 10 roues<br/>livre maxtrane (2)</i> | <i>2 1/2</i> |
| <i>N75</i>  | <i>Niveluse Cat 140</i>                     | <i>5 1/2</i> |
|             |                                             |              |
|             |                                             |              |
|             |                                             |              |
|             |                                             |              |
|             |                                             |              |

## MAIN-D'OEUVRE

| Nombre<br>d'hommes | Métiers                                 | Hres          |
|--------------------|-----------------------------------------|---------------|
| <i>1</i>           | <i>journaliere</i>                      | <i>10 1/2</i> |
| <i>1</i>           | <i>...</i>                              | <i>6</i>      |
| <i>1</i>           | <i>journaliere</i>                      | <i>2 1/2</i>  |
| <i>1</i>           | <i>superviseur avec<br/>Camionnette</i> | <i>10 1/2</i> |

## MATÉRIAUX ET AUTRES

| Description | Quantité |
|-------------|----------|
|             |          |
|             |          |
|             |          |
|             |          |
|             |          |

CT 11308

53-54

Préparé par :

Construction Val-d'Or Ltée

53-54

Vue par :

Représentant du client

Date :

27-06-2008

copie blanche : client - copie jaune : bureau

DEMANDE D'ACHAT - PURCHASE ORDER

016267

À  
TO

9093-0306 Québec Inc.

CE NUMÉRO DOIT APPARAÎTRE  
SUR TOUTES FACTURES, COLIS, ETC.  
THIS NUMBER MUST APPEAR ON  
ALL INVOICES, PACKAGES, ETC.

ADRESSE  
ADDRESS

Transport C.D. (2000)

N° DE RÉQ. OU DÉP.  
REQ. NO. OR DEPT.

EXPÉDIEZ À  
SHIP TO

68, 7<sup>ième</sup> Ave, C.P. 730  
Chapais, Qc G0W 1H0

DATE

28 Juin

ADRESSE  
ADDRESS

1340597

10 RAVES

POUR  
FOR

2006

VEUILLEZ AVISER IMMÉDIATEMENT SI IMPOSSIBLE DE LIVRER AU COMPLÉT À LA DATE SPÉCIFIÉE  
PLEASE NOTIFY US IMMEDIATELY IF YOU ARE UNABLE TO SHIP COMPLETE ORDER BY DATE SPECIFIED

| QUANTITÉ<br>QUANTITY | S.V.P. LIVRER LES ARTICLES SUIVANTS<br>PLEASE SUPPLY ITEMS LISTED BELOW | PRIX<br>PRICE | MONTANT<br>AMOUNT |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------|
| 1                    | M. R. N                                                                 |               |                   |
| 2                    |                                                                         |               |                   |
| 3                    | DIGUE OPEMISKA                                                          |               |                   |
| 4                    |                                                                         |               |                   |
| 5                    | TAUX HEURE                                                              |               |                   |
| 6                    |                                                                         |               |                   |
| 7                    | TOTAL HRS                                                               |               |                   |
| 8                    | 10.5 hrs                                                                |               |                   |
| 9                    | 10.5 hrs                                                                |               |                   |
| 10                   |                                                                         |               |                   |

|                               |     |                                 |                                                        |
|-------------------------------|-----|---------------------------------|--------------------------------------------------------|
| DATE REQUISE<br>DATE REQUIRED | VIA | VEUILLEZ ENVOYER<br>PLEASE SEND | COPIE(S) DE VOTRE FACTURE<br>COPY(IES) OF YOUR INVOICE |
|                               |     | 53-54                           |                                                        |
| CONDITIONS<br>TERMS           |     | ACHETEUR - PURCHASING AGENT     |                                                        |



**Sous - poste de camionnage en vrac**  
Chibougamau-Chapais Région 08, zone 7 inc.

904, 3<sup>e</sup> Rue, Chibougamau  
(Québec) G8P 1R2

Tél.: (418) 748-6415  
Télec.: (418) 748-3513

DATE: 28-06-2008 20

CLIENT: M. R. N

ADRESSE : \_\_\_\_\_

CONTRAT: DIGUE OPÉMISSCA

TRANSPORT GA-BEAU INC

ADRESSE: CHI BOU GAMAU

Vr: L308507

TAUX : ☒ HEURE ☐ TONE / KM ☐ M<sup>3</sup> / KM 12800

[illegible]

**SIGNATURE DU CLIENT :**

IMPRIMERIE NORD GRAPHIQUE



**SOUS - POSTE DE CAMIONNAGE EN VRAC**  
Chibougamau-Chapais Région 08, zone 7 inc.

904, 3<sup>e</sup> Rue, Chibougamau  
(Québec) G8P 1R2

Tél.: (418) 748-6415  
Télec.: (418) 748-3513

DATE: 28 juin 2008

CLIENT: M. R. N.

ADRESSE: \_\_\_\_\_

ADRESSE : Digue Opémiska  
CONTRAT :

PROPRIÉTAIRE DU CAMION : Arold St-Pierre

PROPRIÉTAIRE DU CAMION : SANI-PAET

ADRESSE : \_\_\_\_\_

Vr: 12 roles

TAUX : ☐ HEURE ☐ TONE / KM ☐ M<sup>3</sup> / KM

[illegible]

SIGNATURE DU CLIENT :

IMPRIMERIE NORD GRAPHIQUE





**CONSTRUCTION VAL-D'OR LTÉE**  
**ENTREPRENEURS GÉNÉRAUX**  
C.P. 173, 1935 3e Avenue, Val-d'Or (Québec) J9P 4P3  
Tél.: (819) 874-7272 • Fax: (819) 874-8569  
LICENCE R.B.Q. 1174-4745-35

**RAPPORT DE  
CONSTATATION**

**6755**

CLIENT: Les Consultants Luvus CONTRAT NO. 00039500 DATE: 28-06-08

**TRAVAIL EFFECTUÉ**

*faire signe temporaire Terrain Mine Chapais*

**ÉQUIPEMENT**

| No.  | Description                                 | Hres        |
|------|---------------------------------------------|-------------|
| P187 | pelle cat 325 ✓                             | 10 1/2      |
| 188  | tracteur D 7 Cat 1                          | 8 1/2       |
| E178 | Camion Ford 10roue<br>voyage Membrane (A) ✓ | 2 1/2       |
| E179 | Camion Ford 10roue<br>voyage D-7            | 2 1/2       |
| L188 | chargeur 936 CAT ✓                          | 10 1/2 R.K. |
| N75  | minieuse cat 140 B ✓                        | 2           |

**MAIN-D'OEUVRE**

| Nombre d'hommes | Métiers                         | Hres   |
|-----------------|---------------------------------|--------|
| 2               | journalier                      | 10 1/2 |
| 1               | superviseur<br>avec Camionnette | 10 1/2 |

**MATÉRIAUX ET AUTRES**

| Description | Quantité |
|-------------|----------|
|             |          |
|             |          |
|             |          |
|             |          |
|             |          |

CT 11308

53-54

Préparé par : 1  
Construction Val-d'Or Ltée

Vue par : 53-54  
Représentant du client

Date : 28/06/2008

copie blanche : client - copie jaune : bureau



**SOUS - POSTE DE CAMIONNAGE EN VRAC**  
Chibougamau-Chapais Région 08, zone 7 inc.

904, 3<sup>e</sup> Rue, Chibougamau  
(Québec) G8P 1R2

Tél.: (418) 748-6415  
Télec.: (418) 748-3513

DATE: 29-06-2008 20

CLIENT: M.R.N

DRESSE: \_\_\_\_\_

CONTRAT: DIGUE OPÉMIKA

PROPRIÉTAIRE DU CAMION: GA-BEAU INC

ADRESSE: CHIBOUGAMAU

L308507

UX: ☒ HEURE ☐ TONE / KM ☐ M<sup>3</sup> / KM 12 ROUES

| NOMBRE DE VOYAGES      | DISTANCE | NOMBRE D'HEURES | TAUX | TOTAL | SOUS-TOTAL                              |
|------------------------|----------|-----------------|------|-------|-----------------------------------------|
| TRAVAIL A L'HEURE P.S. |          |                 |      |       | T.V.Q.                                  |
| TOTAL: 9 1/2 HRS       |          |                 |      |       | GRAND-TOTAL                             |
|                        |          |                 |      |       | T.P.S.: R12367835<br>T.V.Q.: 1006284576 |
|                        |          |                 |      |       | 1011                                    |
| 53-54                  |          |                 |      |       |                                         |
| SIGNATURE DU CLIENT:   |          |                 |      |       |                                         |

IMPRIMERIE NORD GRAPHIQUE



**Sous-Poste de camionnage en Vrac**  
Chibougamau - Chapais (Zone 7) inc.

904, 3<sup>e</sup> Rue, Chibougamau  
(Québec) G8P 1R2

Tél.: (418) 748-6415  
Fax: (418) 748-3513

DATE: 29 juin 2008

CLIENT: Ministère Ressource NATUREL

ADRESSE: \_\_\_\_\_

CONTRAT: Digue Mines Opémiska CHAPAI

PROPRIÉTAIRE DU CAMION: 9080-8130 OCM

ADRESSE: MICHEL LAPOINTE

Vr: L400100

TAUX: ☒ HEURE ☐ TONE / KM ☐ M<sup>3</sup> / KM

| NOMBRE DE VOYAGES                       | DISTANCE | NOMBRE D'HEURES | TAUX | TOTAL | SOUS-TOTAL                              |
|-----------------------------------------|----------|-----------------|------|-------|-----------------------------------------|
| Transport de Gravier<br>Camion 10 roues |          |                 |      |       | \$77,22                                 |
|                                         |          |                 |      |       | T.P.S.                                  |
|                                         |          |                 |      |       | T.V.Q.                                  |
|                                         |          |                 |      |       | GRAND TOTAL                             |
| 6 1/2 à 12:00 325                       |          |                 |      |       |                                         |
| 12 1/2 à 9:45 415                       |          |                 |      |       |                                         |
| 9.75 hrs à 77,22                        |          |                 |      |       |                                         |
|                                         |          |                 |      |       | T.P.S.: R12367835<br>T.V.Q.: 1006284576 |
|                                         |          |                 |      |       | 12836                                   |
| 53-54                                   |          |                 |      |       |                                         |
| SIGNATURE DU CLIENT:                    |          |                 |      |       |                                         |

IMPRIMERIE MÉROZ 15051-V8

*CD* 2000

0005

DATE: 29 June 2008

M. R. N

DIGUO OPEMISKA

L 340597

TÉL:

IMPRIMERIE MÉROZ: 16575

**T.V.Q.: 1023608029**

53-54

**TOTAL**

SIGNATURE DU CLIENT







**CONSTRUCTION VAL-D'OR LTÉE**  
**ENTREPRENEURS GÉNÉRAUX**  
C.P. 173, 1935 3e Avenue, Val-d'Or (Québec) J9P 4P3  
Tél.: (819) 874-7272 • Fax: (819) 874-8569  
LICENCE R.B.Q. 1174-4745-35

**RAPPORT DE  
CONSTATATION**

**6756**

CLIENT: Les Consultants Bures CONTRAT NO. 000-395-00 DATE: 29-06-08

**TRAVAIL EFFECTUÉ**

*Refaire digue temporaire mine Chapais*

**ÉQUIPEMENT**

| No.  | Description         | Hres  |
|------|---------------------|-------|
| P187 | pelle Cat 325 ✓     | 9 1/2 |
| T88  | tracteur Cat 0-7 ✓  | 7 1/2 |
| N-75 | niveleuse Cat 140 ✓ | 3 1/2 |
| L58  | Chargeur Cat 936 ✓  | 8 1/2 |
|      |                     |       |
|      |                     |       |
|      |                     |       |
|      |                     |       |
|      |                     |       |
|      |                     |       |

**MAIN-D'OEUVRE**

| Nombre d'hommes | Métiers                      | Hres  |
|-----------------|------------------------------|-------|
| 1               | journelier                   | 3 1/2 |
| 1               |                              | 1 hr  |
| 1               | superviseur avec camionnette | 9 1/2 |

**MATÉRIAUX ET AUTRES**

| Description | Quantité |
|-------------|----------|
|             |          |
|             |          |
|             |          |
|             |          |
|             |          |

CT 11308

Préparé par : 53-54  
Vue par : 53-54  
Représentant du client  
Date : 29/06/2008

copie blanche : client - copie jaune : bureau



- EXCAVATION
- CAMION FARDIER
- TRANSPORT DE GRAVIER
- CHARGEMENT DE BOIS EN LONGUEUR

982, Boul. Hamel ouest,  
Chibougamau  
(Québec) G8P 2Z8

Garage : (418) 748-3373  
Bureau : (418) 748-6295

Résidence : (418) 748-9559  
Télécopieur : (418) 748-6626

DATE :

30/06/08

NOM :

MR 1

ADRESSE :

LOADER 950 L

[illegible]

IMP. NORD GRAPHIQUE

**2% d'intérêt sera chargé sur tout compte passé dû.**

T.P.S.

**T.V.Q.**

**TOTAL**

SIGNATURE



**Sous-Poste de camionnage en Vrac**  
Chibougamau - Chapais (Zone 7) inc.

904, 3e Rue, Chibougamau  
(Québec) G8P 1R2

**Tél.: (418) 748-6415**  
**Fax: (418) 748-3513**

DATE:

30/66/08

20

CLIENT:

Ministre des Ressources Naturelles

ADRESSE:

CONTRAT: Digue ~~173~~ Rte 173 Or'me  
SERGE BOUCHARD

PROPRIÉTAIRE DU CAMION:

2961-7073 Quaker Inc

ADRESSE:

844 RTE 167 SUD CHIB.

 $V_{\Gamma}$ 

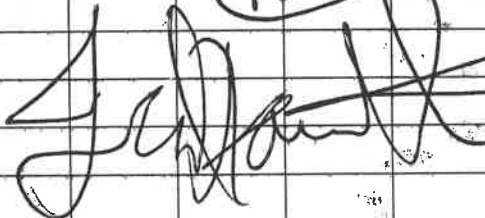
L 350004

TALIX:

☒ HEURE

 TONE / KM

☐ M<sup>3</sup> / KM

| NOMBRE DE VOYAGES                                                                     | DISTANCE | NOMBRE D'HEURES | TAUX | TOTAL | SOUS-TOTAL                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|------|-------|-----------------------------------------------------|
| 5 km monte                                                                            |          |                 |      |       |                                                     |
| 1/2 km descente                                                                       |          |                 |      |       | T.P.S.                                              |
| 1 h                                                                                   |          |                 |      |       | T.V.Q.                                              |
| 2 h                                                                                   |          |                 |      |       | GRAND TOTAL                                         |
|  |          |                 |      |       | T.P.S. R12367835<br>T.V.Q.: 1006284576<br><br>13825 |

SIGNATURE DU CLIENT:

WABIMCBI6 MCBQ7.15051-V8

**SIGNATURE DU CLIENT:**





**CONSTRUCTION VAL-D'OR LTÉE**  
**ENTREPRENEURS GÉNÉRAUX**  
C.P. 173, 1935 3e Avenue, Val-d'Or (Québec) J9P 4P3  
Tél.: (819) 874-7272 • Fax: (819) 874-8569  
LICENCE R.B.Q. 1174-4745-35

**RAPPORT DE  
CONSTATATION**

**6757**

CLIENT: Les Consultants Avenir CONTRAT NO. 000-395-00 DATE: 30-06-08

**TRAVAIL EFFECTUÉ**

*Réparation de la mine Chagnon*

**ÉQUIPEMENT**

| No.   | Description                                   | Hres   |
|-------|-----------------------------------------------|--------|
| P127  | pelle Cat 325                                 | 11 1/2 |
| 788   |                                               |        |
| 658   | LOADER 966 PA                                 | 7 1/2  |
| C-178 | CAMION 10 ROUES<br>avec son retour à Val-d'Or | 7 1/2  |
| 7-88  | tracteur Cat 07                               | 5      |
| NB    | niveleuse Cat 140E                            | 2      |
|       |                                               |        |
|       |                                               |        |

**MAIN-D'OEUVRE**

| Nombre d'hommes | Métiers                       | Hres   |
|-----------------|-------------------------------|--------|
| 1               | journalier                    | 5      |
| 1               | journalier                    | 5 1/2  |
| 1               | superviseur avec<br>Compiègne | 11 1/2 |

**MATÉRIAUX ET AUTRES**

| Description | Quantité |
|-------------|----------|
|             |          |
|             |          |
|             |          |
|             |          |
|             |          |

53-54

Préparé par :

Construction Val-d'Or Ltée

53-54

Vue par :

Représentant du client

Date :

30 JUIN 2008

CT 11308

copie blanche : client - copie jaune : bureau

476 Rte 167 Sud, C.P. 437  
Chibougamau (Québec) G8P 2X9  
Tél.: (418) 748-6588 Fax: (418) 748-3502



DATE:

ATT: Louis Charles Daisy / MRN

[illegible]

IMPRIMERIE MÉROZ: 12852





CONSTRUCTION VAL-D'OR LTÉE  
ENTREPRENEURS GÉNÉRAUX  
C.P. 173, 1935 3e Avenue, Val-d'Or (Québec) J9P 4P3  
Tél.: (819) 874-7272 • Fax: (819) 874-8569  
LICENCE R.B.Q. 1174-4745-35

RAPPORT DE  
CONSTATATION

6759

CLIENT: Les Consultants Merces CONTRAT NO. 000-395-00 DATE: 2.07.08

TRAVAIL EFFECTUÉ

*faire aménagement de la digue de la  
mine Chapais*

ÉQUIPEMENT

| No.  | Description                                  | Hres      |
|------|----------------------------------------------|-----------|
| P127 | pelle cat 325                                | 7 1/2     |
| P127 | en attente                                   | 1         |
| G179 | fordier pour<br>pelle 325 cat<br>26-06-08    | 3 hrs     |
| G179 | fordier pour chargeur<br>et rouleau 26-06-08 | 3 1/2 hrs |
| T88  | tracteur cat D-7                             | 5         |

MAIN-D'OEUVRE

| Nombre<br>d'hommes | Métiers                         | Hres  |
|--------------------|---------------------------------|-------|
| 1                  | journalier                      | 1     |
| 1                  | superviseur avec<br>Camionnette | 8 1/2 |

MATÉRIAUX ET AUTRES

| Description | Quantité |
|-------------|----------|
|             |          |
|             |          |
|             |          |
|             |          |
|             |          |

CT 11308

Préparé par : 53-54  
Construction Val d'Or Ltée  
Vue par : 53-54  
Représentant du client  
Date : 2 juillet 2008

copie blanche : client - copie jaune : bureau



*CD* 2000

0006 ✓

DATE: 3 July 2008

VENDU À: M. R. N. CONSTRUCTION VAL-D'OR

ADRESSE: DIGUE OPEMISA

**TÉL:**

IMPRIMERIE MÉROZ: 16575

**T.V.Q.: 1023608029**

**SIGNATURE DU CLIENT**

**TOTAL**









# CONSTRUCTION VAL-D'OR LTÉE ENTREPRENEURS GÉNÉRAUX

C.P. 173, 1935 3e Avenue, Val-d'Or (Québec) J9P 4P3  
Tél.: (819) 874-7272 • Fax: (819) 874-8569  
LICENCE R.B.Q. 1174-4745-35

RAPPORT DE  
CONSTATATION

6762

CLIENT: Les Consultants Devus CONTRAT NO. 000-395-00 DATE: 4-07-08

## TRAVAIL EFFECTUÉ

*Transport d'équipements de  
Chapais à Wabigoon*

## ÉQUIPEMENT

| No.  | Description                        | Hres  |
|------|------------------------------------|-------|
| C179 | fordier voyage<br>pelle Cat 325    | 2 1/2 |
| C179 | fordier voyage<br>tracteur Cat 87  | 2 1/2 |
| C179 | fordier voyage<br>chargeur Cat 936 | 2 1/2 |
|      |                                    |       |
|      |                                    |       |
|      |                                    |       |
|      |                                    |       |

## MAIN-D'OEUVRE

| Nombre<br>d'hommes | Métiers | Hres |
|--------------------|---------|------|
|                    |         |      |
|                    |         |      |
|                    |         |      |
|                    |         |      |
|                    |         |      |

## MATÉRIAUX ET AUTRES

| Description | Quantité |
|-------------|----------|
|             |          |
|             |          |
|             |          |
|             |          |
|             |          |

CT 11308

Préparé par: 53-54  
Construction Val-d'Or Ltée

Vue par: 53-54  
Représentant du client

Date: 03/07/2008

copie blanche : client - copie jaune : bureau





**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 0716

**Date** 09-07-2008

**Référence**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**IDENTIFICATION** \_\_\_\_\_



**N°** 0717

**Date** 09-07-2008

**Référence**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**IDENTIFICATION** \_\_\_\_\_

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland



N° dossier : 08-00395-00

Client : Ministère des Ressources naturelles

Nom du surveillant : Lorraine Ferland

Entrepreneur : Construction Val-d'Or



N° 0718

Date 09-07-2008

Référence

IDENTIFICATION



N° 0719

Date 09-07-2008

Référence

IDENTIFICATION

Photographies prises par : Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 0720

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 0721

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 0722

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 0723

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 0724

**Date** 09-07-2008

**Référence**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**IDENTIFICATION** \_\_\_\_\_



**N°** 0725

**Date** 09-07-2008

**Référence**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**IDENTIFICATION** \_\_\_\_\_

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland



**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 0726

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 0727

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland



**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 0728

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 0729

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Vom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 0730

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 0731

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 0732

**Date** 09-07-2008

**Référence**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**IDENTIFICATION** \_\_\_\_\_



**N°** 0733

**Date** 09-07-2008

**Référence**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**IDENTIFICATION** \_\_\_\_\_

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 0734

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 0735

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland



**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 0736

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 0737

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland



**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 0738

**Date** 09-07-2008

**Référence**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**IDENTIFICATION** \_\_\_\_\_



**N°** 0739

**Date** 09-07-2008

**Référence**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**IDENTIFICATION** \_\_\_\_\_

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

N° dossier : 08-00395-00

Client : Ministère des Ressources naturelles

Nom du surveillant :

Entrepreneur : Construction Val-d'Or



N° 0740

Date 09-07-2008

Référence

IDENTIFICATION



N° 0741

Date 09-07-2008

Référence

IDENTIFICATION

Photographies prises par : Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Vom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 0742

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 0743

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

N° dossier : 08-00395-00

Client : Ministère des Ressources naturelles

Nom du surveillant : Lorraine Ferland

Entrepreneur : Construction Val-d'Or



N° 0744

Date 09-07-2008

Référence

IDENTIFICATION



N° 0745

Date 09-07-2008

Référence

IDENTIFICATION

Photographies prises par : Lorraine Ferland



**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 0746

**Date** 09-07-2008

**Référence**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**IDENTIFICATION** \_\_\_\_\_



**N°** 0747

**Date** 09-07-2008

**Référence**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**IDENTIFICATION** \_\_\_\_\_

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland



**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Vom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 0748

**Date** 09-07-2008

**Référence**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**IDENTIFICATION** \_\_\_\_\_



**N°** 0749

**Date** 09-07-2008

**Référence**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**IDENTIFICATION** \_\_\_\_\_

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction n Val-d'Or



**N°** 0750

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 0751

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 0752

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 0753

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

N° dossier : 08-00395-00

Client : Ministère des Ressources naturelles

Vom du surveillant : Lorraine Ferland

Entrepreneur : Construction Val-d'Or



N° 0754

Date 09-07-2008

Référence

IDENTIFICATION



N° 0755

Date 09-07-2008

Référence

IDENTIFICATION

Photographies prises par : Lorraine Ferland

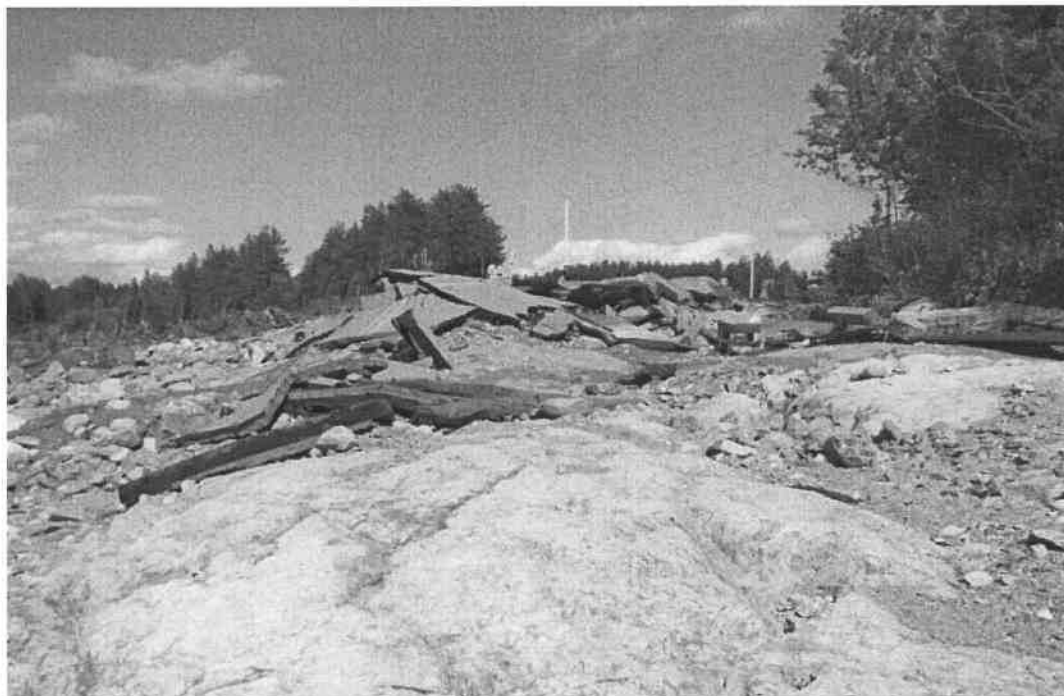


**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 0756

**Date** 09-07-2008

**Référence**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**IDENTIFICATION** \_\_\_\_\_



**N°** 0757

**Date** 09-07-2008

**Référence**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**IDENTIFICATION** \_\_\_\_\_

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland



**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Vom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 0758

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010130

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

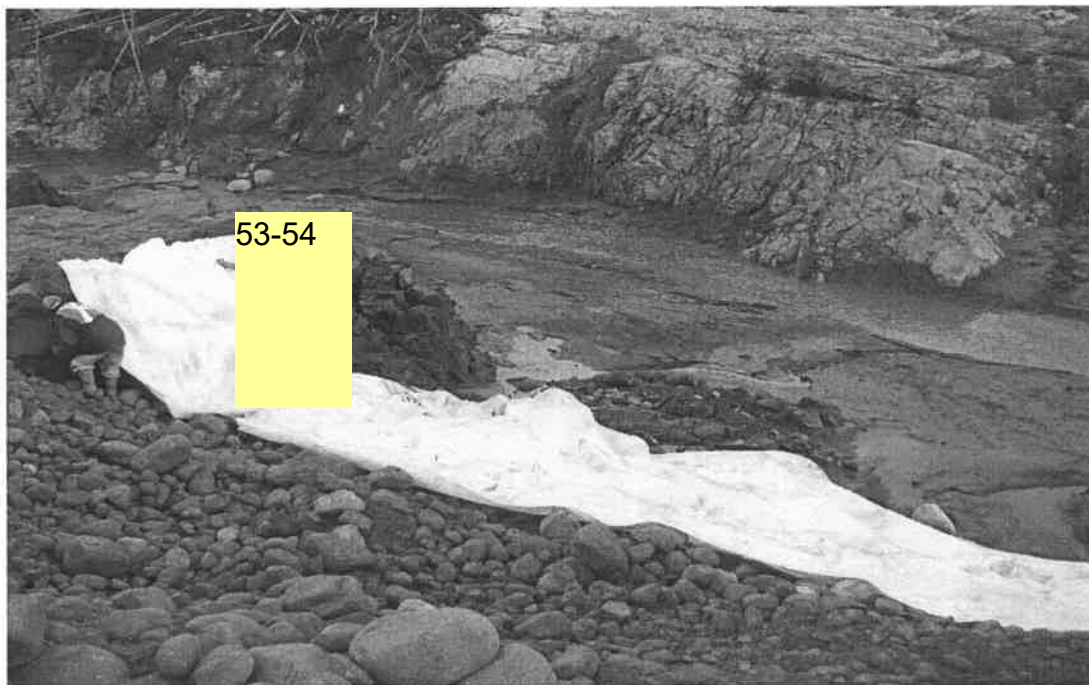
**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or

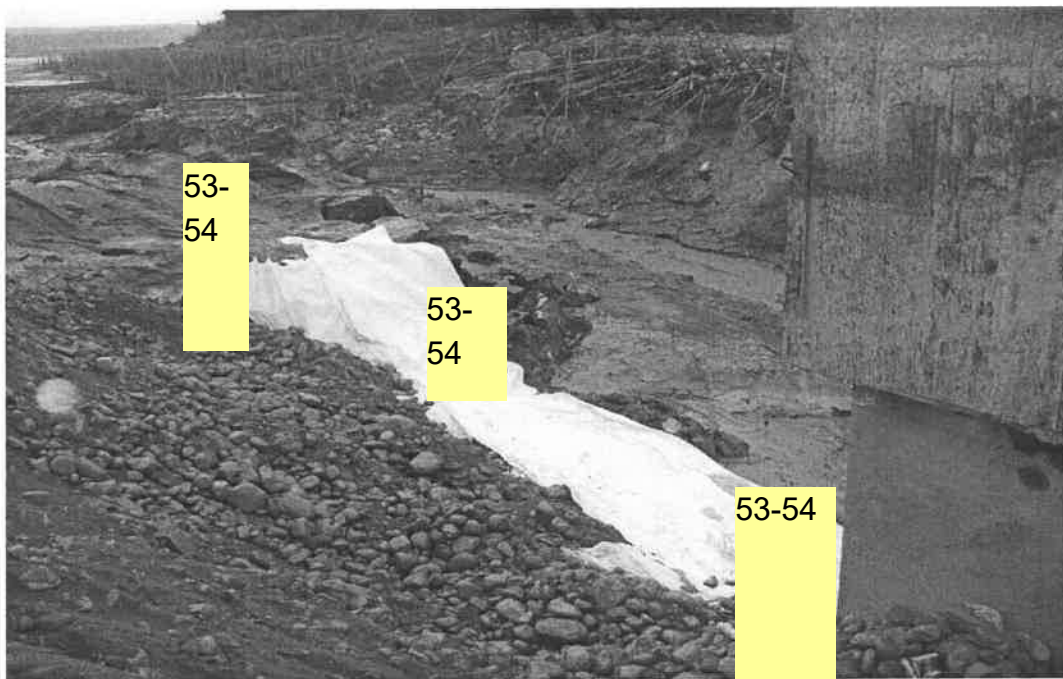


**N°** 1010131

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010132

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010133

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010134

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

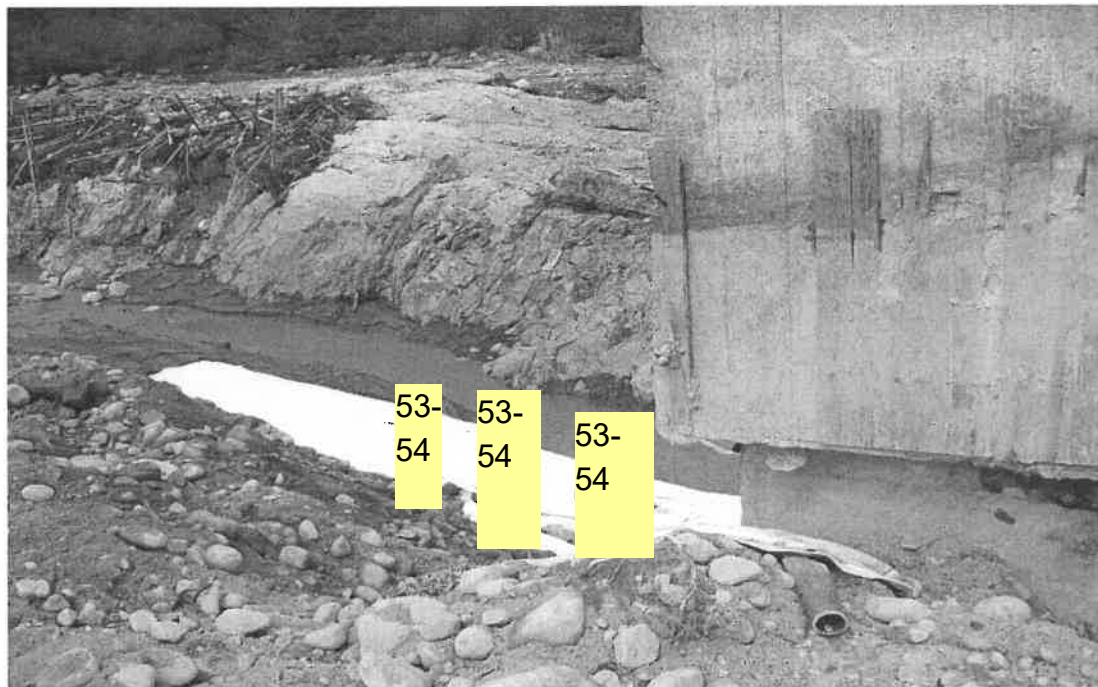


**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or

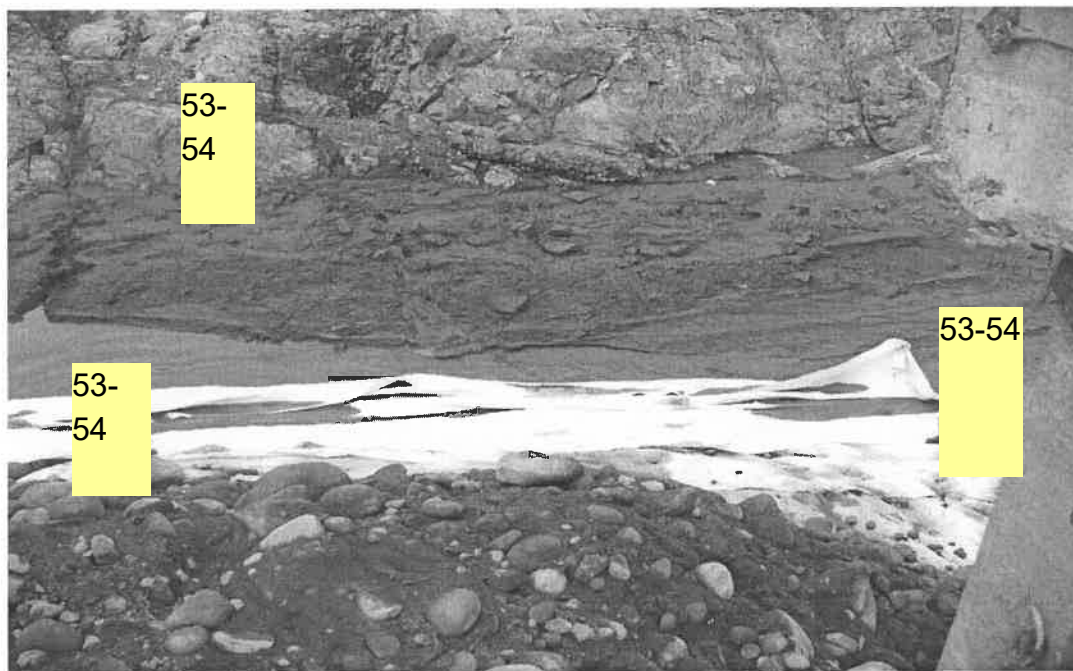


**N°** 1010135

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010136

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland



**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or

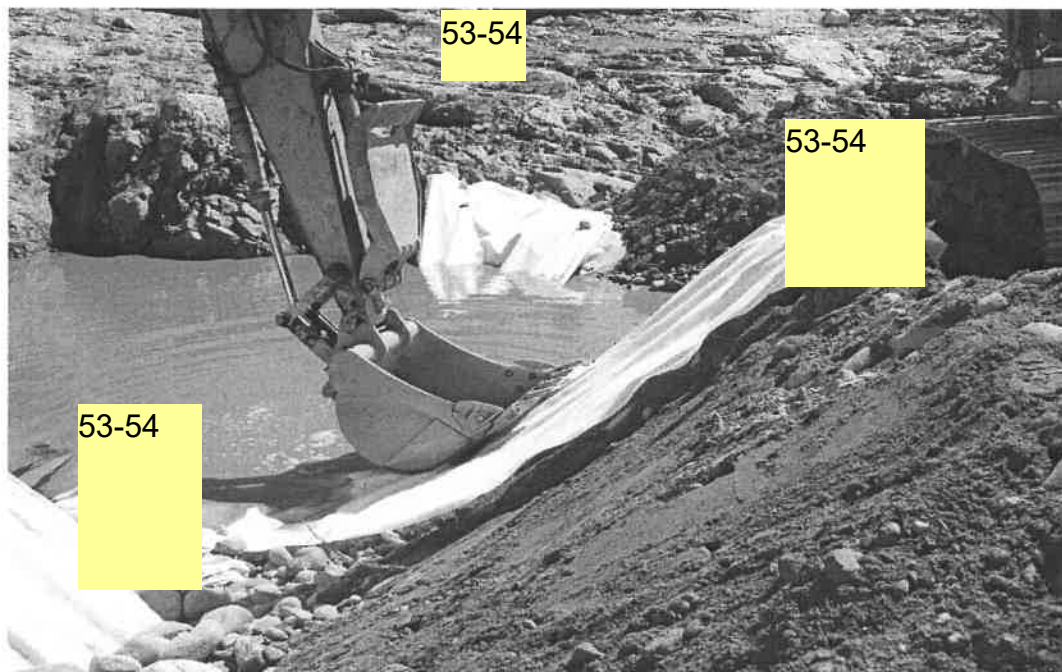


**N°** 1010137

**Date** 09-07-2008

**Référence**

## IDENTIFICATION



**N°** 1010138

**Date** 09-07-2008

**Référence**

## IDENTIFICATION

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or

**N°** 1010139

**Date** 09-07-2008

**Référence**
**IDENTIFICATION**

**N°** 1010140

**Date** 09-07-2008

**Référence**
**IDENTIFICATION**
**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010141

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010142

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland



**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or

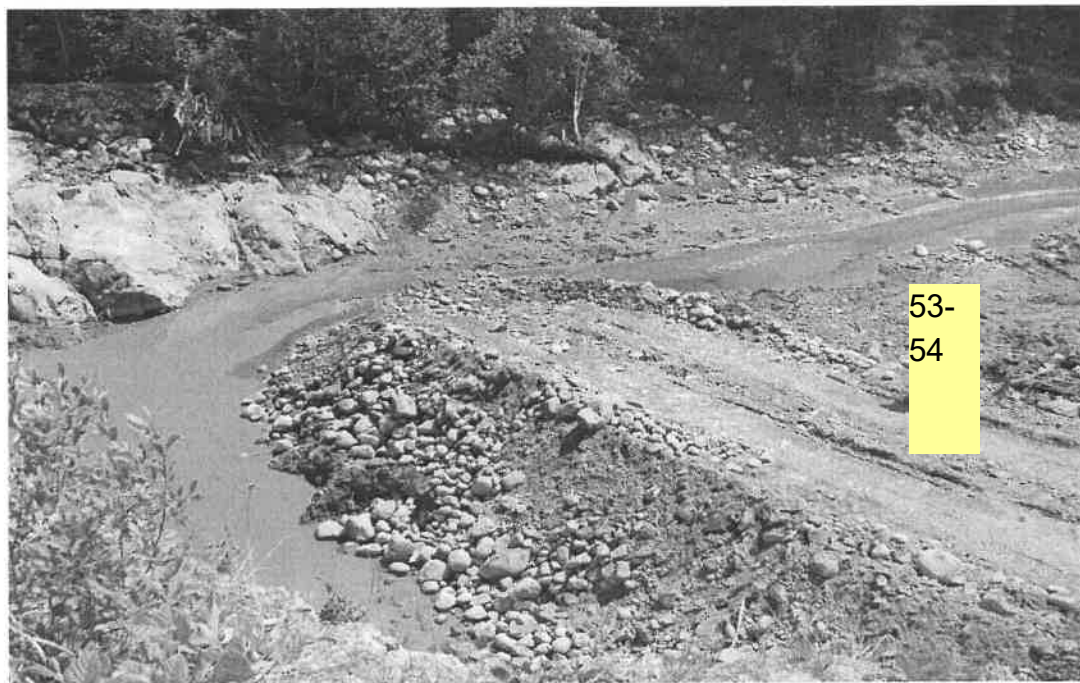


**N°** 101043

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010145

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland



**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010146

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010147

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

N° dossier : 08-00395-00

Client : Ministère des Ressources naturelles

Nom du surveillant : Lorraine Ferland

Entrepreneur : Construction Val-d'Or



N° 1010148

Date 09-07-2008

Référence

IDENTIFICATION



N° 1010149

Date 09-07-2008

Référence

IDENTIFICATION

Photographies prises par : Lorraine Ferland



**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or

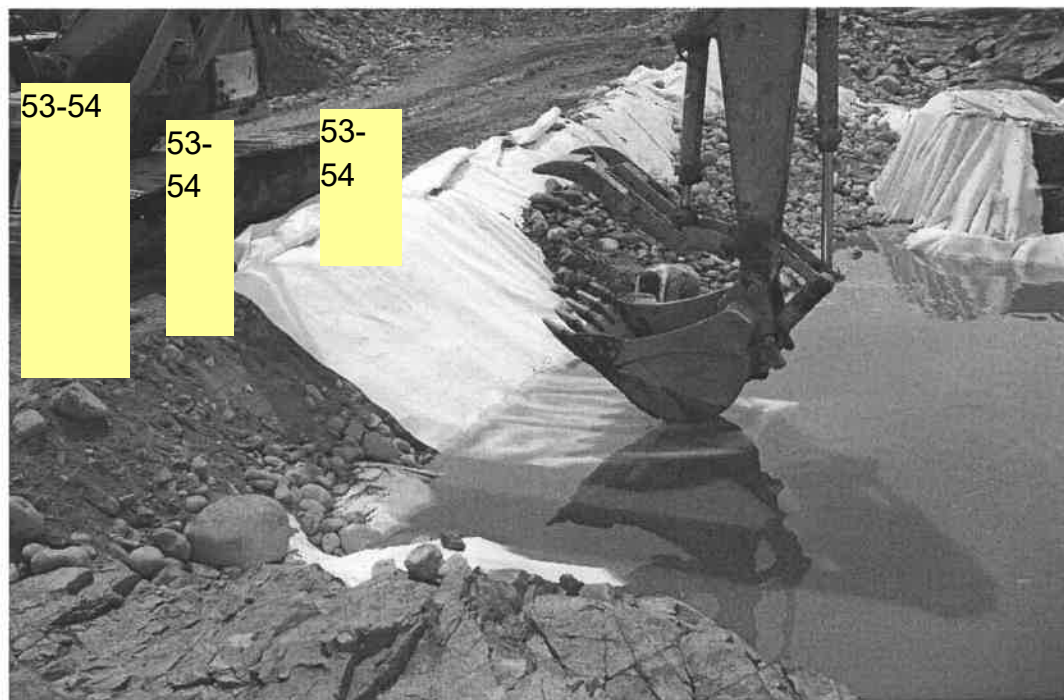


**N°** 1010150

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010151

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 101052

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010153

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland



**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010154

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010155

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

N° dossier : 08-00395-00

Client : Ministère des Ressources naturelles

Nom du surveillant : Lorraine Ferland

Entrepreneur : Construction Val-d'Or



N° 1010156

Date 09-07-2008

Référence

IDENTIFICATION



N° 1010157

Date 09-07-2008

Référence

IDENTIFICATION

Photographies prises par : Lorraine Ferland

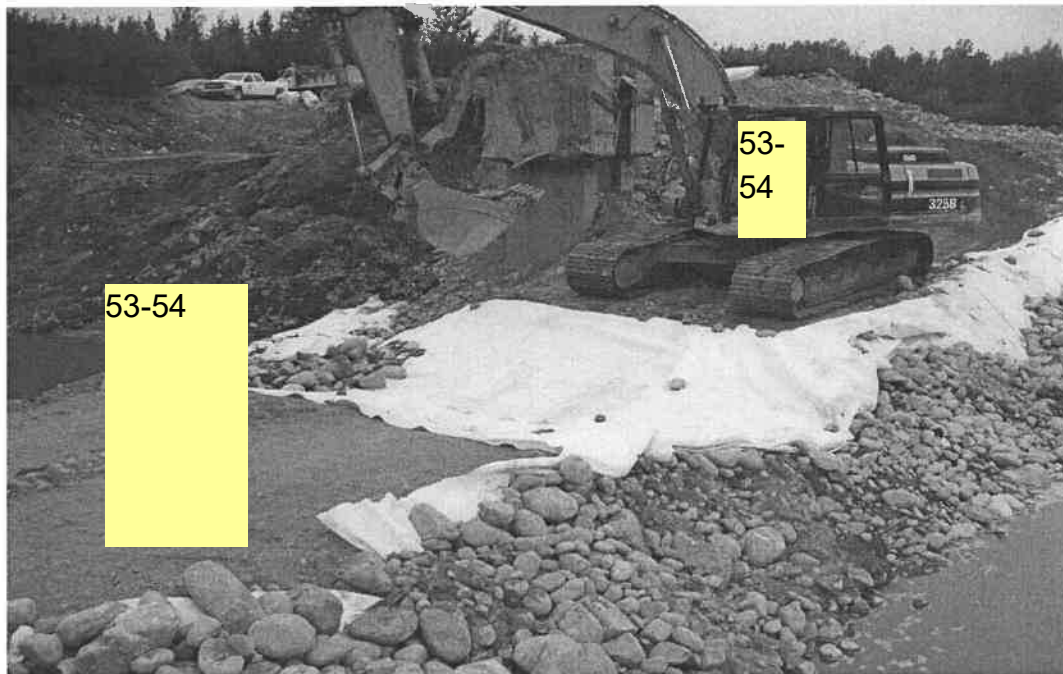


N° dossier : 08-00395-00

Client : Ministère des Ressources naturelles

Vom du surveillant : Lorraine Ferland

Entrepreneur : Construction Val-d'Or



N° 1010158

Date 09-07-2008

Référence

IDENTIFICATION



N° 1010159

Date 09-07-2008

Référence

IDENTIFICATION

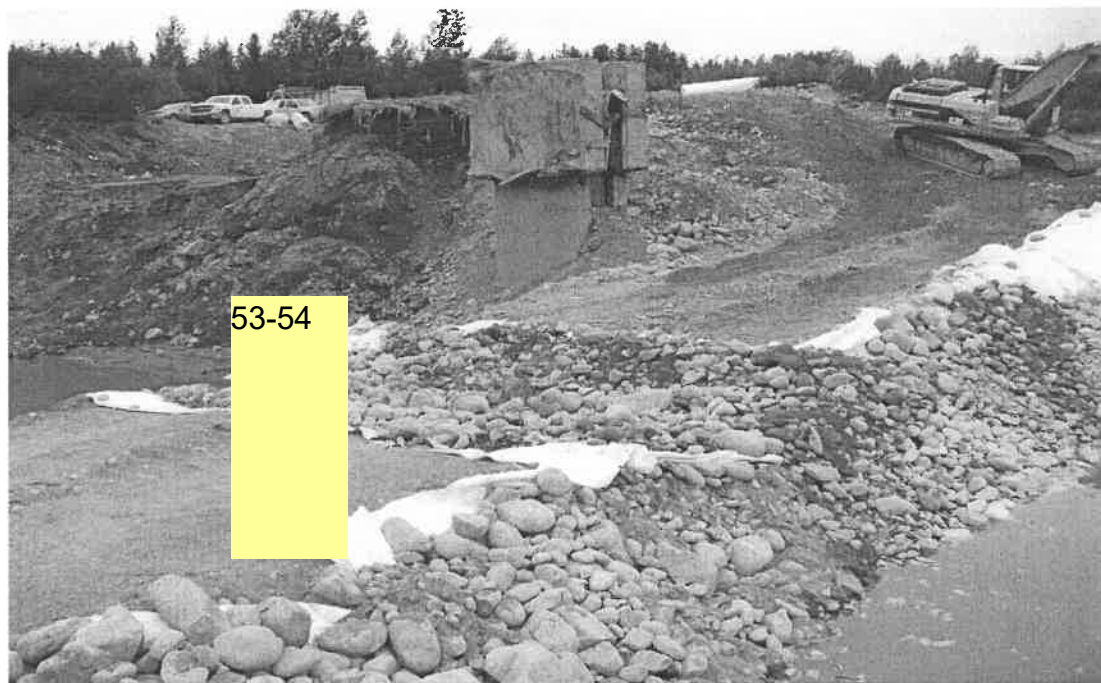
Photographies prises par : Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Vom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010160

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010161

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland



**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Vom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010162

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010163

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Vom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010164

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010165

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or

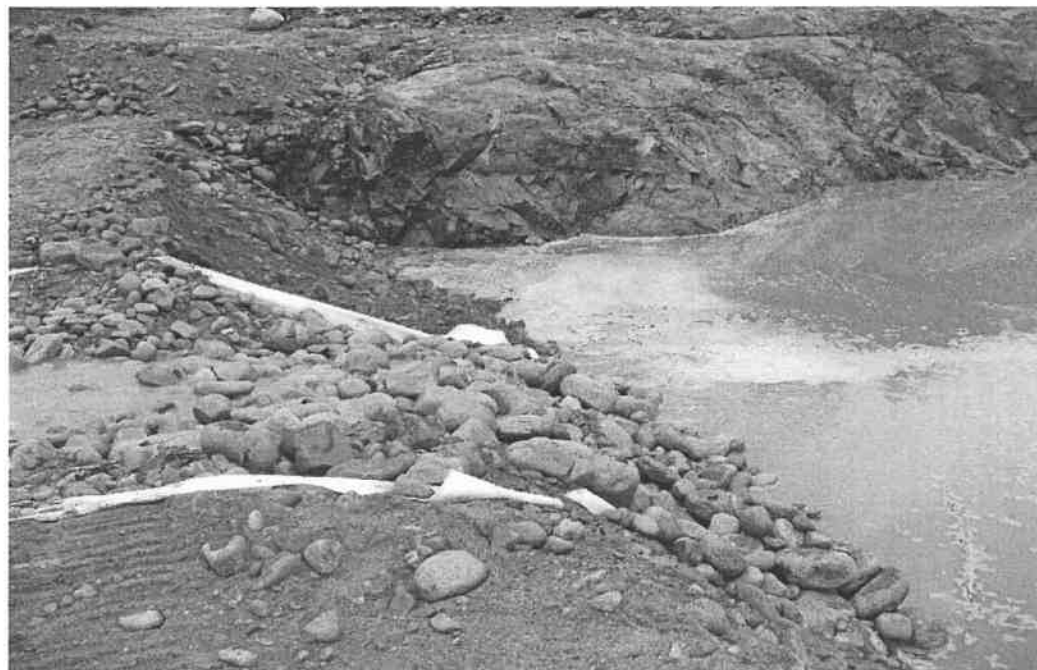


**N°** 1010166

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010167

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland



**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010168

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010169

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland



**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or

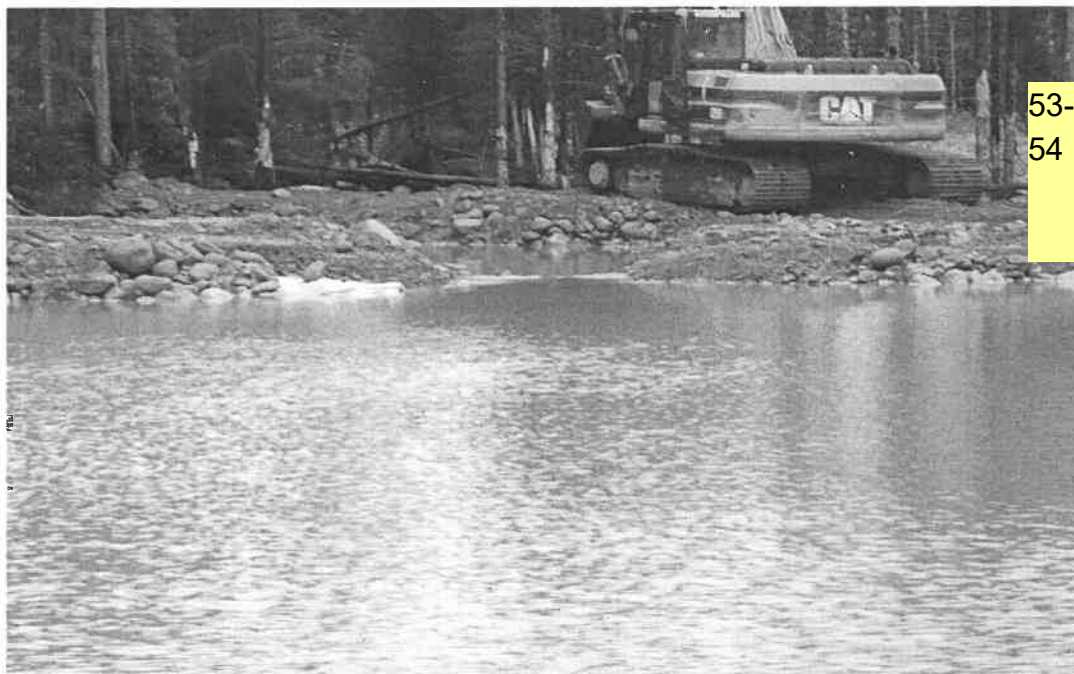


**N°** 1010170

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010171

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

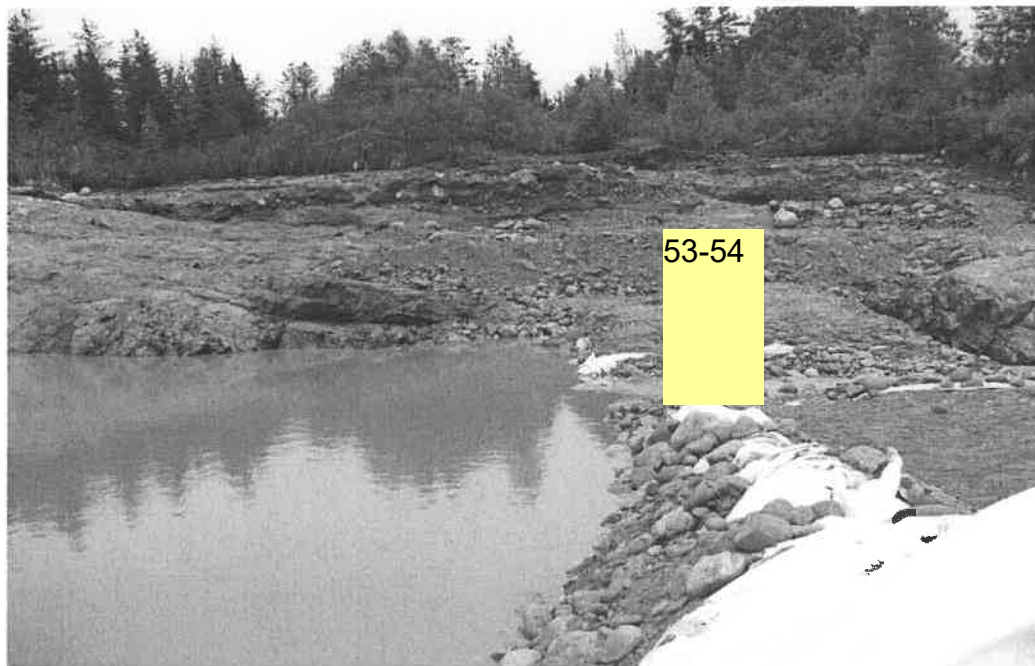
**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010172

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010173

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010174

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010175

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland



**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010176

**Date** 09-07-2008

**Référence**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**IDENTIFICATION** \_\_\_\_\_



**N°** 1010177

**Date** 09-07-2008

**Référence**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**IDENTIFICATION** \_\_\_\_\_

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland



**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or

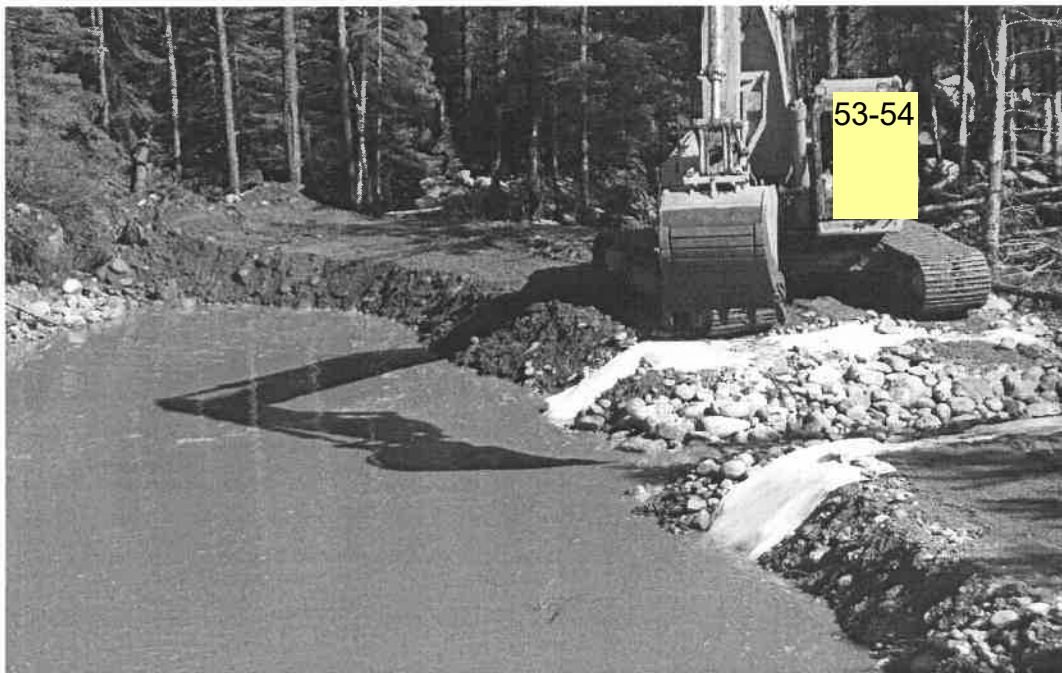


**N°** 1010178

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010179

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010180

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010181

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010182

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010183

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland



**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010184

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010185

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

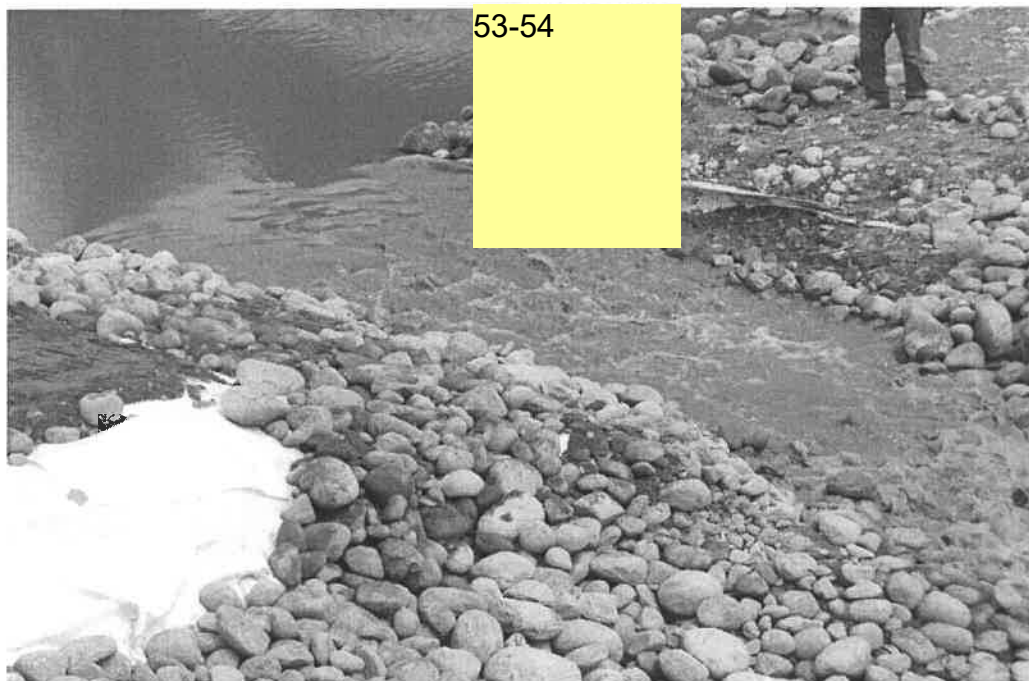


**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010186

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010187

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010188

**Date** 09-07-2008

**Référence**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**IDENTIFICATION** \_\_\_\_\_



**N°** 1010189

**Date** 09-07-2008

**Référence**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**IDENTIFICATION** \_\_\_\_\_

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

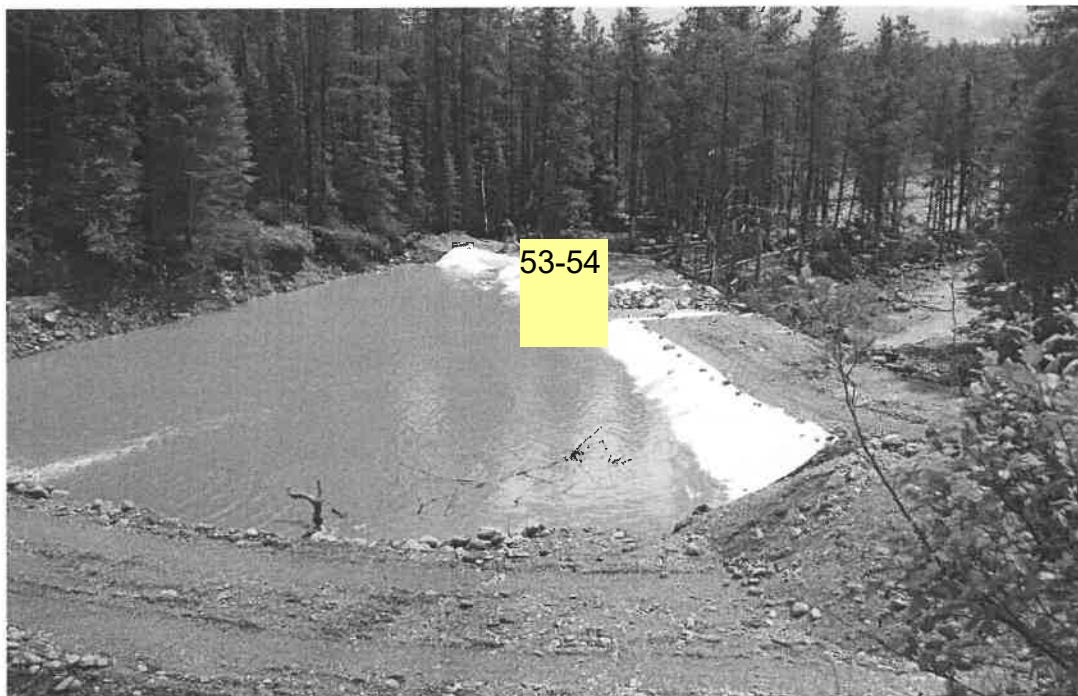


**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010190

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010191

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or

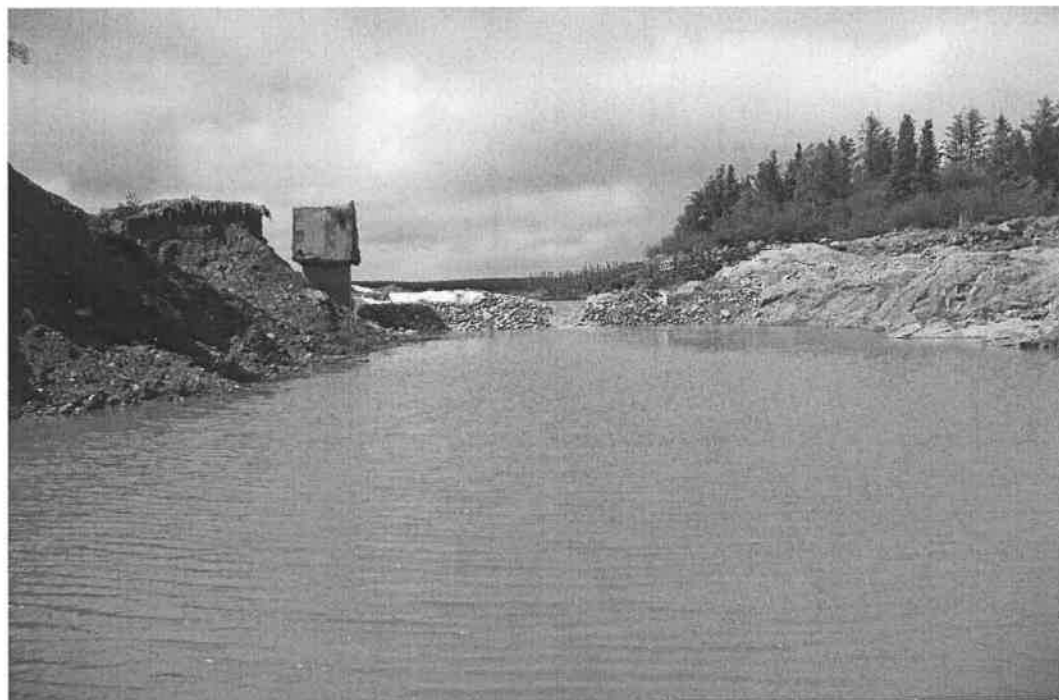


**N°** 1010192

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010193

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

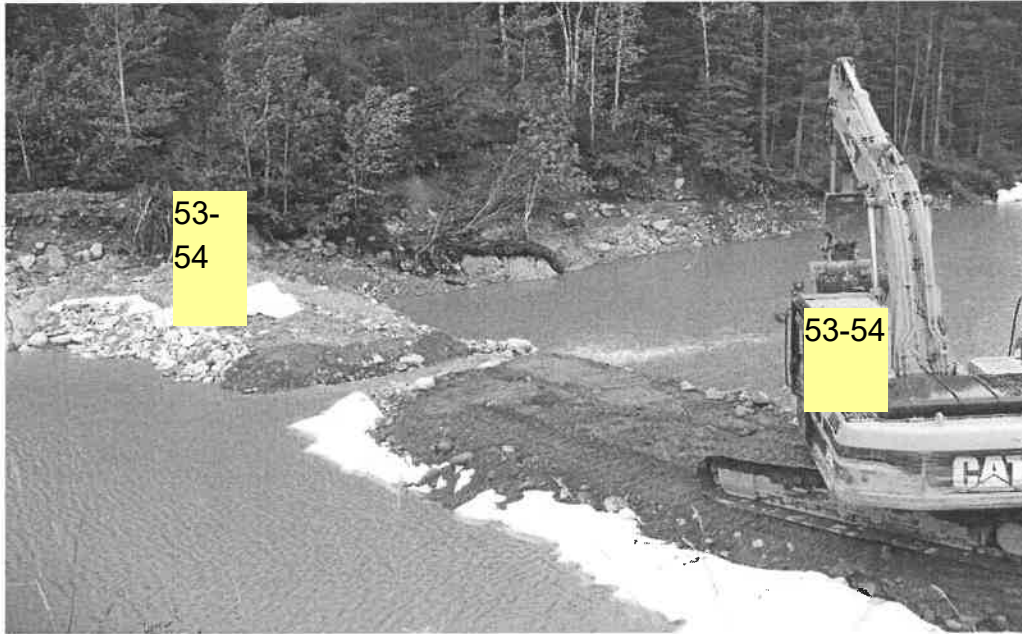


**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or

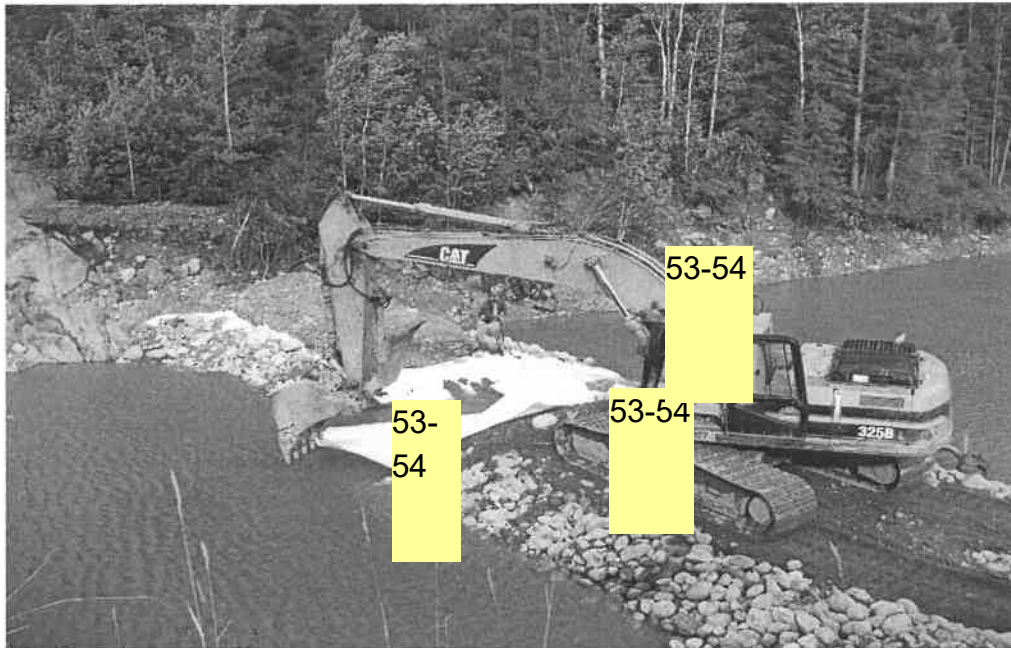


**N°** 1010194

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010195

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

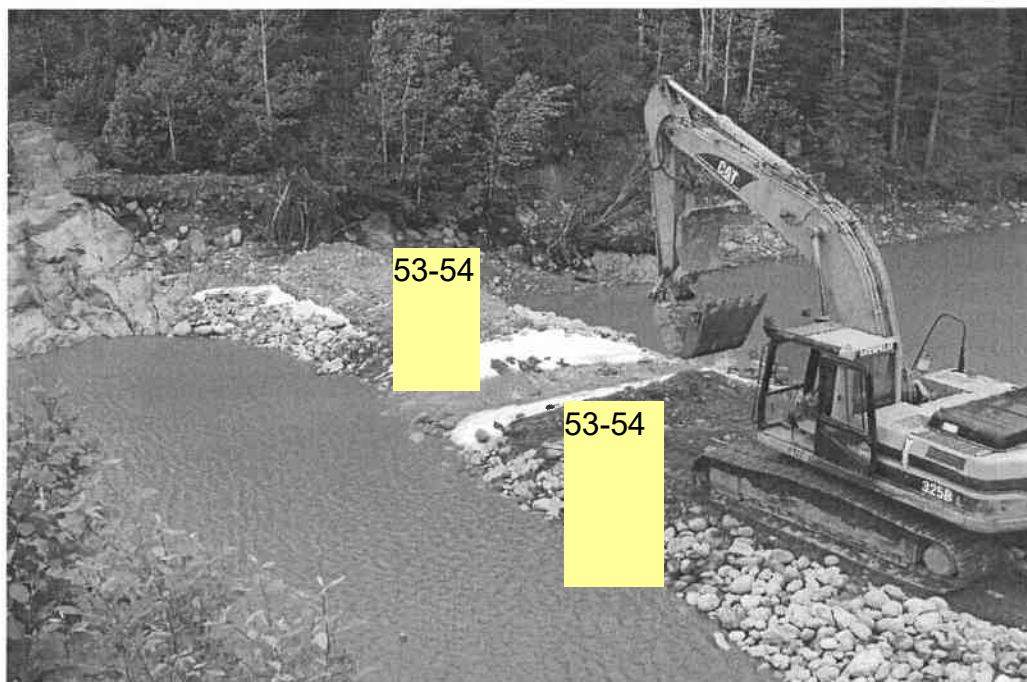
**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or

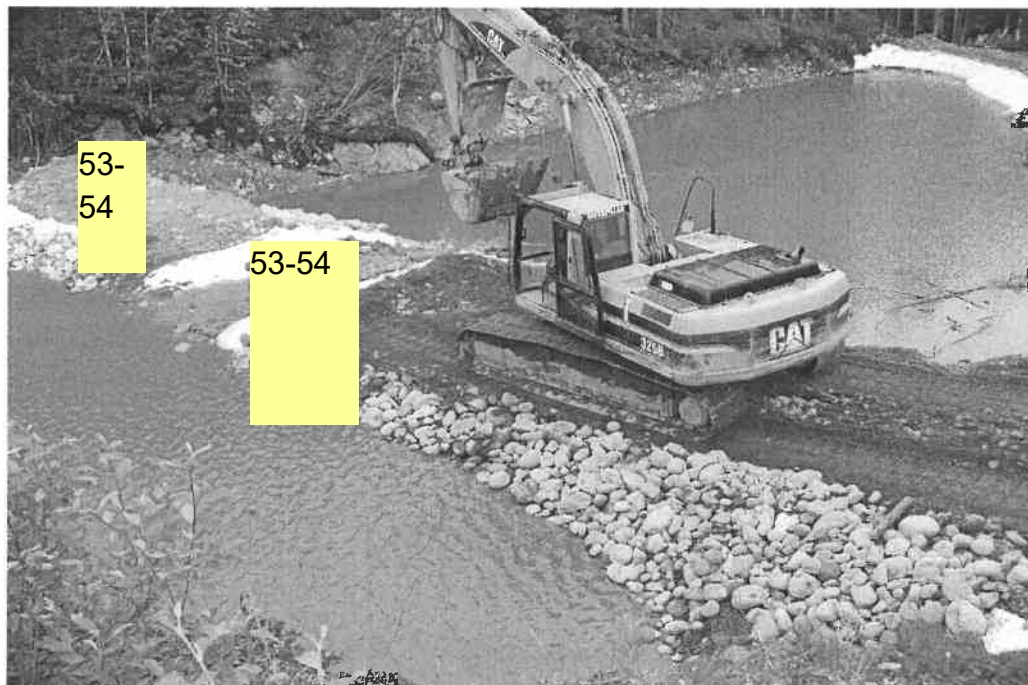


**N°** 1010196

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010197

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland



**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or

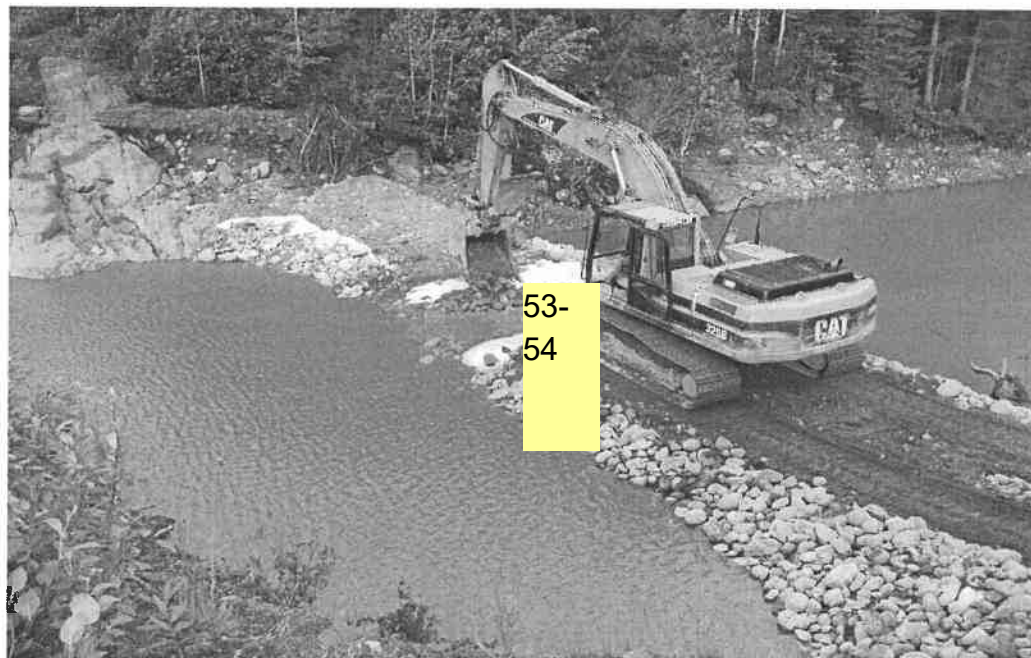


**N°** 1010198

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010199

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010200

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010201

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland



**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010202

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010203

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

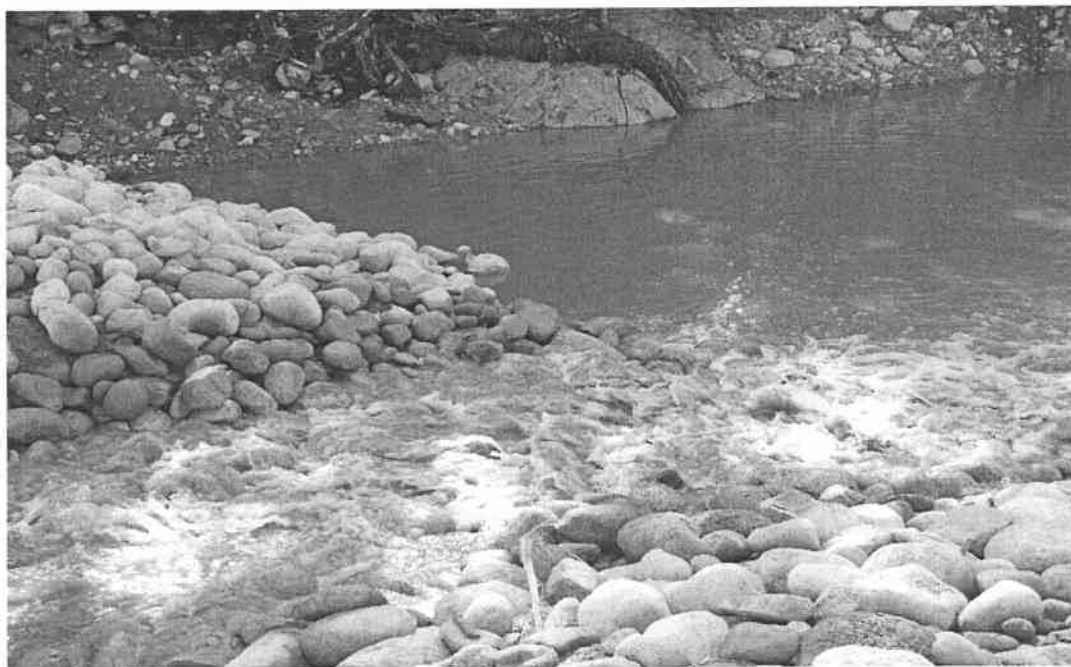
**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or

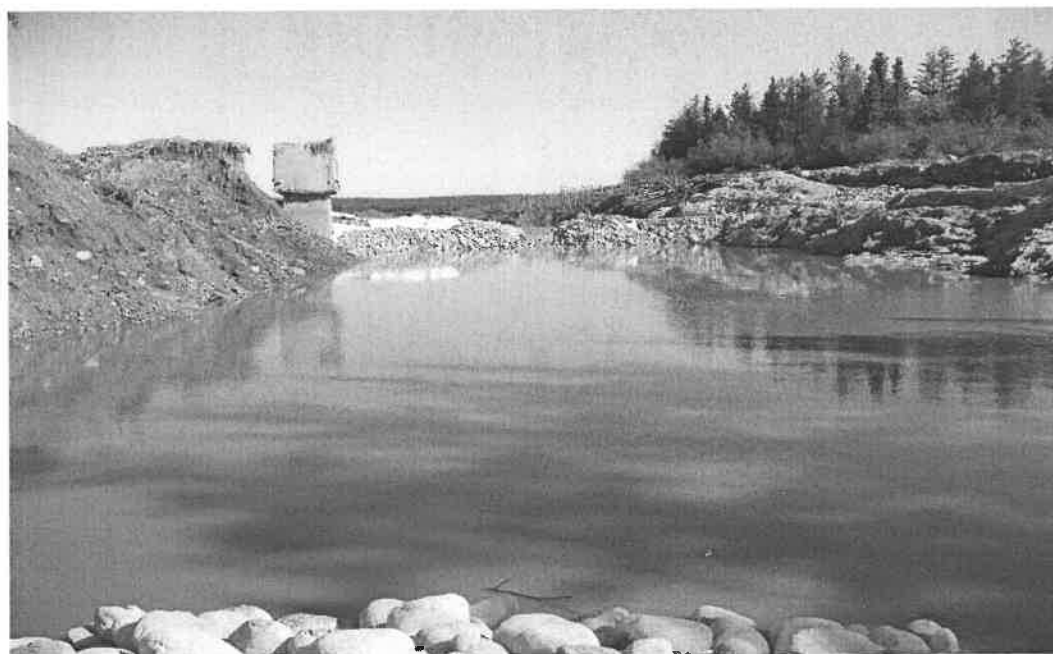


**N°** 1010204

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010205

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010206

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010207

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

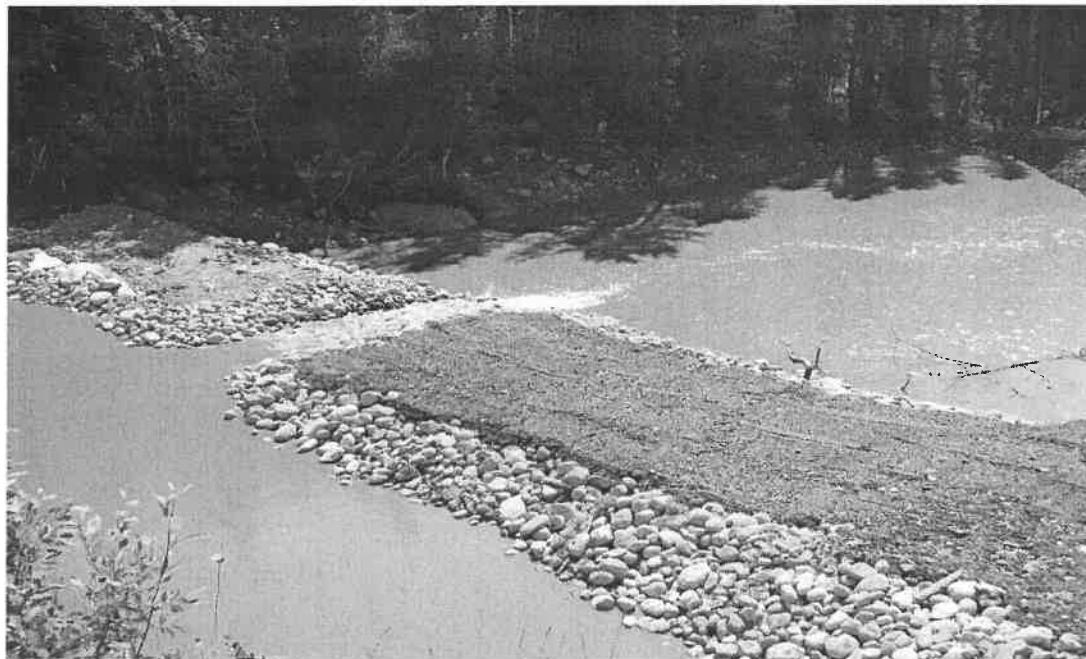


**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010208

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010209

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or

**N°** 1010210

**Date** 09-07-2008

**Référence**
**IDENTIFICATION**

**N°** 1010211

**Date** 09-07-2008

**Référence**
**IDENTIFICATION**
**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010212

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010213

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland



**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010214

**Date** 09-07-2008

**Référence**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**IDENTIFICATION** \_\_\_\_\_



**N°** 1010215

**Date** 09-07-2008

**Référence**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**IDENTIFICATION** \_\_\_\_\_

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010216

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010217

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or

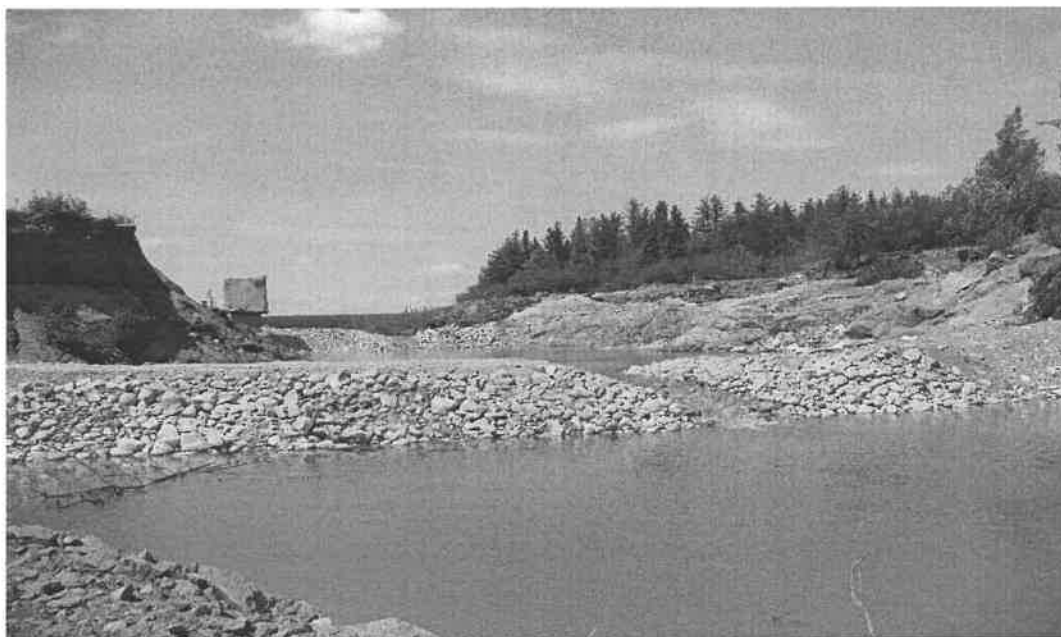


**N°** 1010218

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010219

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland



**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or

**N°** 1010220

**Date** 09-07-2008

**Référence**
**IDENTIFICATION**

**N°** 1010221

**Date** 09-07-2008

**Référence**
**IDENTIFICATION**
**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

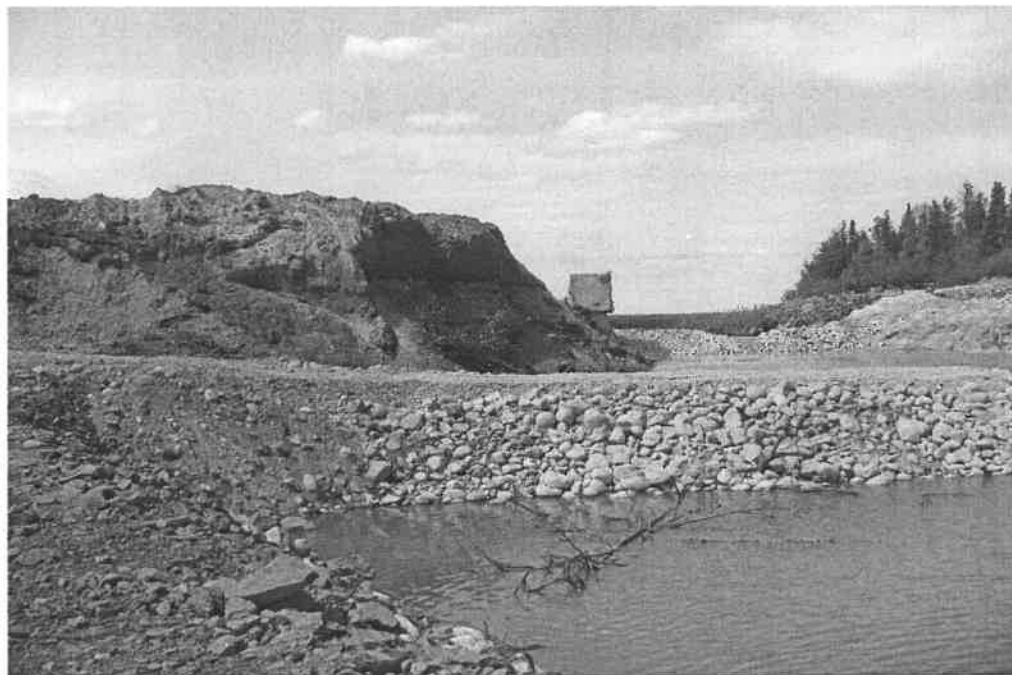
**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or

**N°** 1010222

**Date** 09-07-2008

**Référence**
**IDENTIFICATION**

**N°** 1010223

**Date** 09-07-2008

**Référence**
**IDENTIFICATION**
**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or

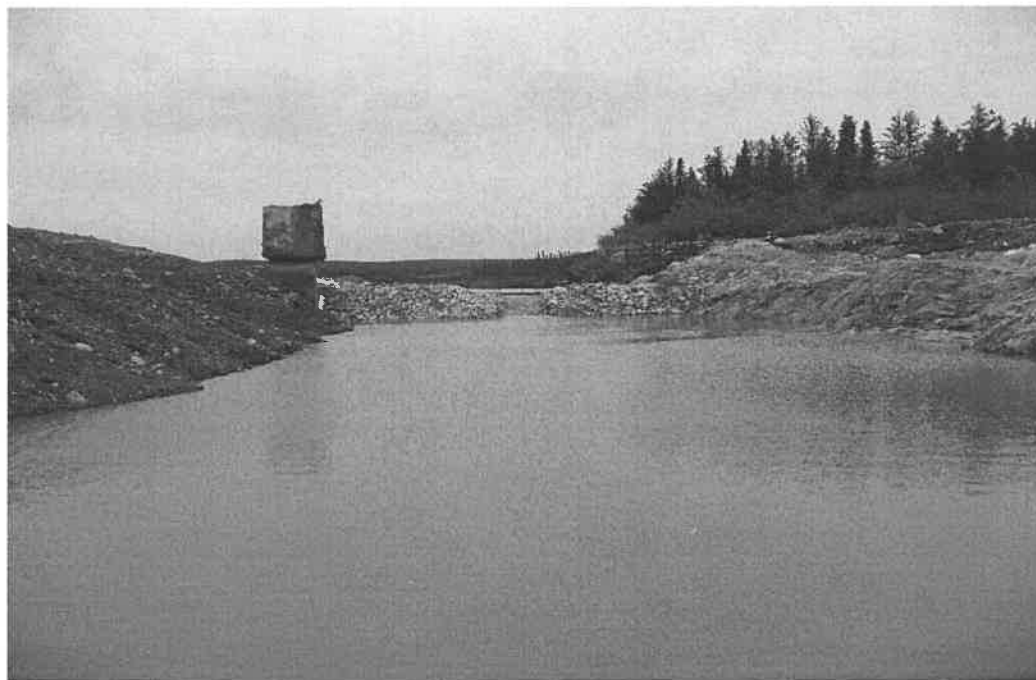


**N°** 1010224

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010225

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

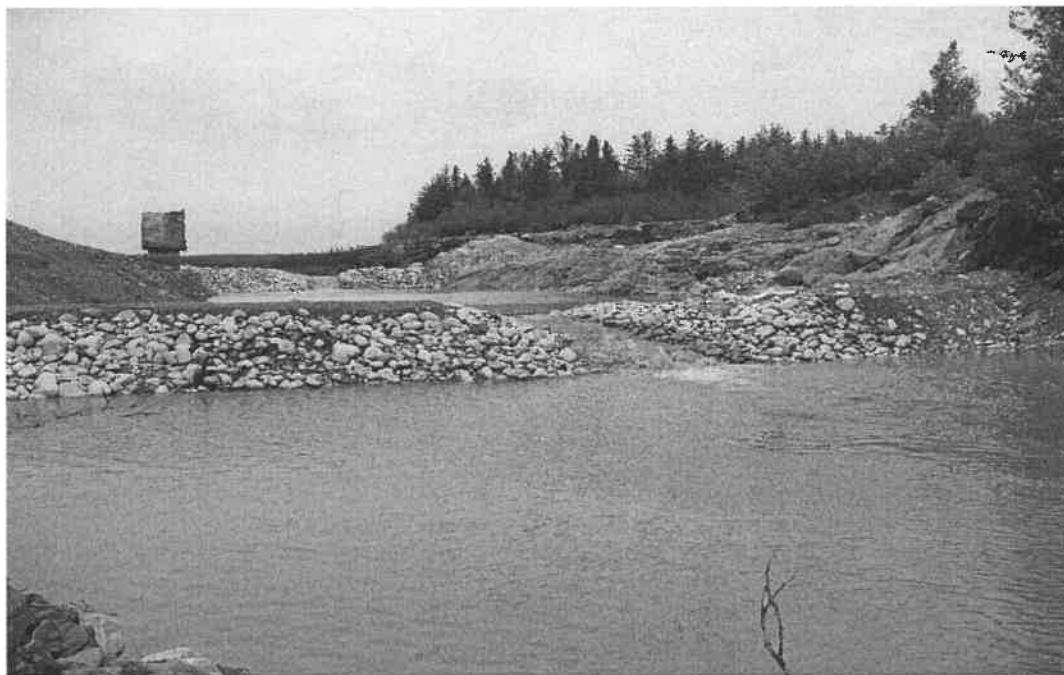


**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010226

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010227

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010228

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010229

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or

**N°** 1010230

**Date** 09-07-2008

**Référence**
**IDENTIFICATION**

**N°** 1010231

**Date** 09-07-2008

**Référence**
**IDENTIFICATION**
**Photographies prises par :** Lorraine Ferland



**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010232

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010233

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010234

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010235

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010236

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010237

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland



**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010238

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010239

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010240

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010241

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or

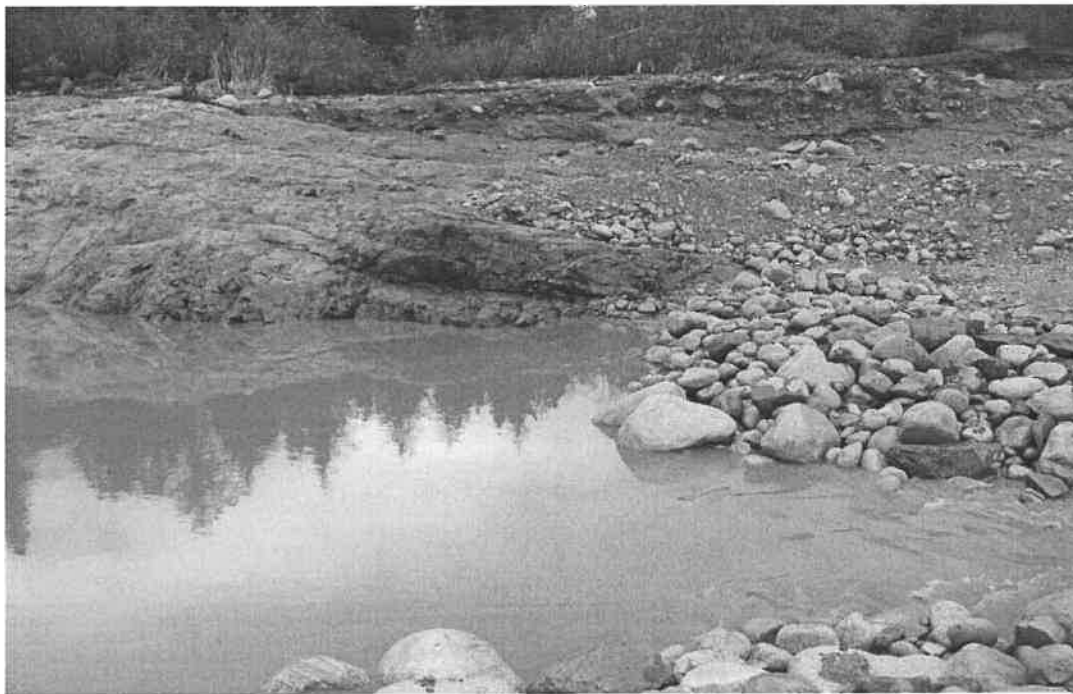


**N°** 1010242

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010243

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland



**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or

**N°** 1010244

**Date** 09-07-2008

**Référence**
**IDENTIFICATION**

**N°** 1010245

**Date** 09-07-2008

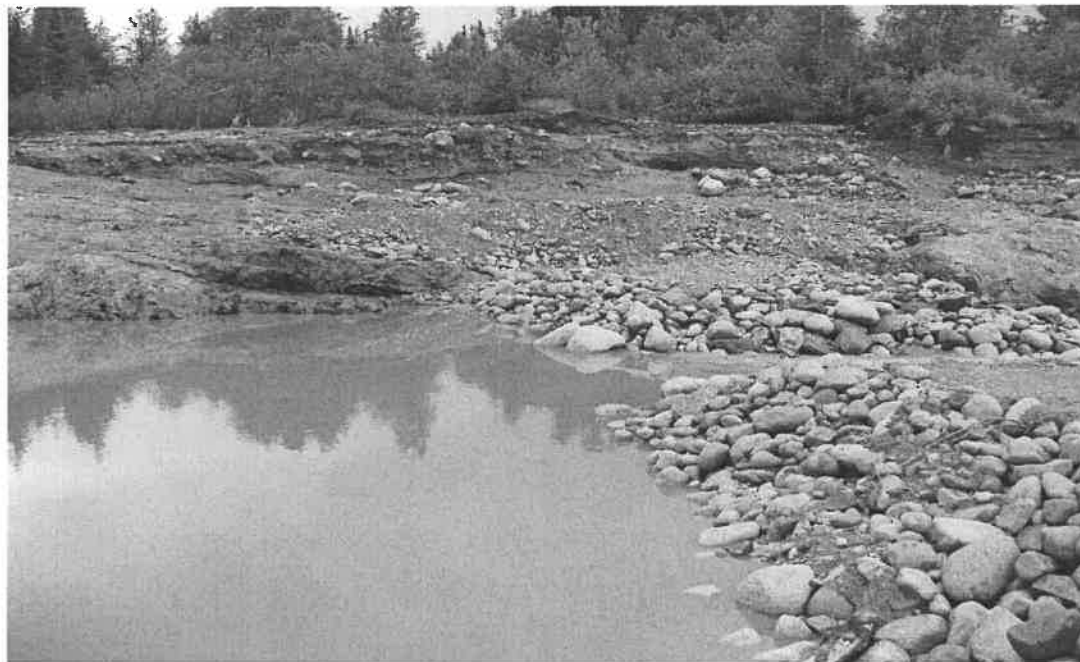
**Référence**
**IDENTIFICATION**
**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010246

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010247

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010248

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010249

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland



**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010250

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010251

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010252

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**N°**

**Date**

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010109

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010110

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

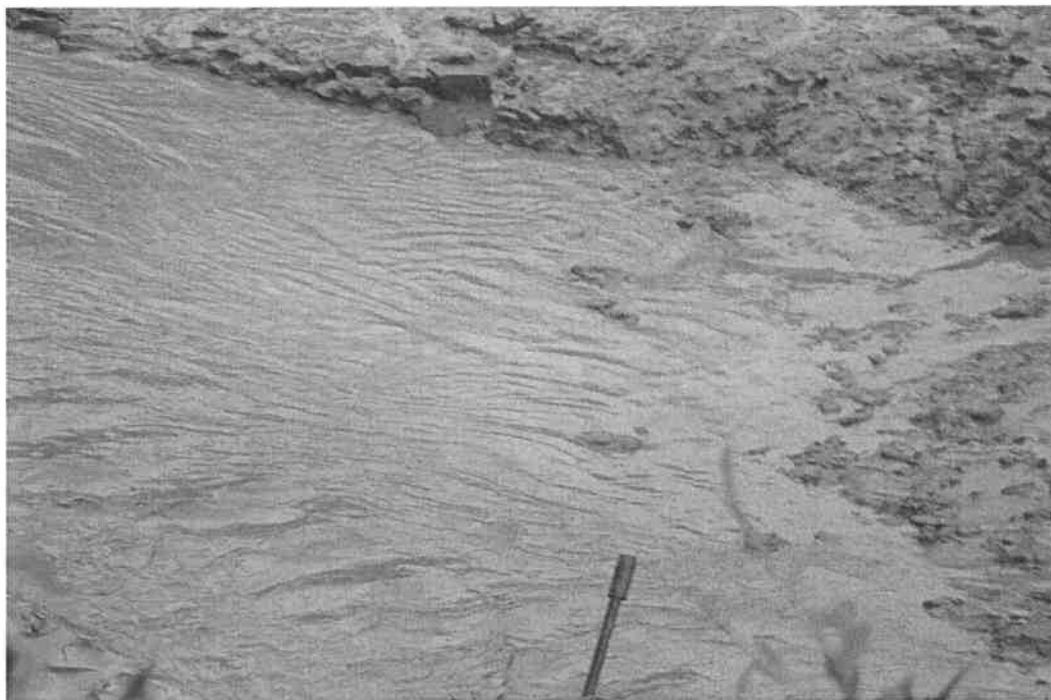


**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010111

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010112

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010113

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010114

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010115

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010116

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010117

**Date** 09-07-2008

**Référence**

---

---

---

---

---

---

---

---

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010118

**Date** 09-07-2008

**Référence**

---

---

---

---

---

---

---

---

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

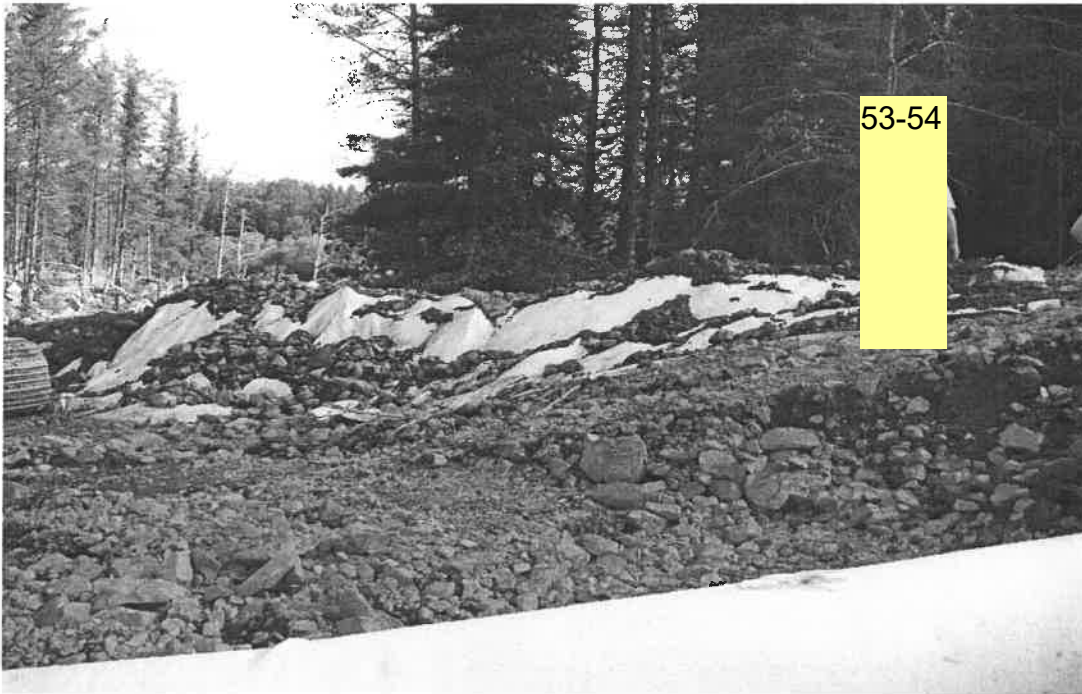


**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010119

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010120

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

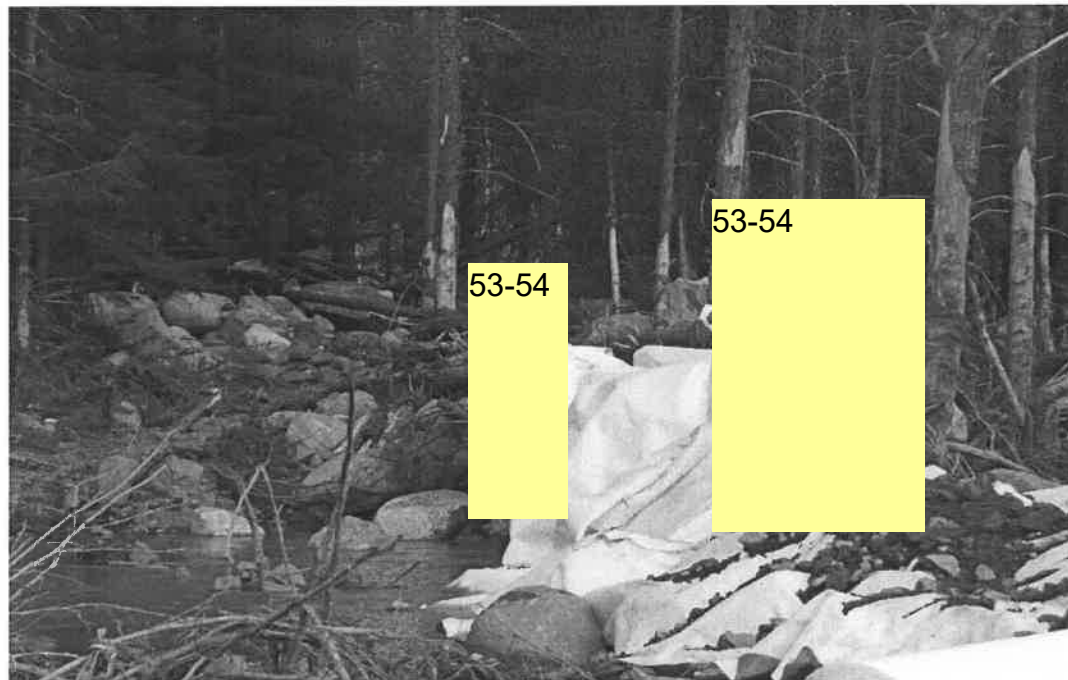
**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010121

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010122

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland



**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010123

**Date** 09-07-2008

**Référence**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**IDENTIFICATION** \_\_\_\_\_



**N°** 1010124

**Date** 09-07-2008

**Référence**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**IDENTIFICATION** \_\_\_\_\_

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010125

**Date** 09-07-2008

**Référence**

---

---

---

---

---

---

---

---

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010126

**Date** 09-07-2008

**Référence**

---

---

---

---

---

---

---

---

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland



**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010127

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**



**N°** 1010128

**Date** 09-07-2008

**Référence**

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland

**N° dossier :** 08-00395-00

**Client :** Ministère des Ressources naturelles

**Nom du surveillant :** Lorraine Ferland

**Entrepreneur :** Construction Val-d'Or



**N°** 1010129

**Date** 09-07-2008

**Référence**

---

---

---

---

---

---

---

---

**IDENTIFICATION**

**N°** \_\_\_\_\_

**Date** \_\_\_\_\_

**Référence**

---

---

---

---

---

---

---

---

**IDENTIFICATION**

**Photographies prises par :** Lorraine Ferland



**SNC • LAVALIN**

---

*Ressources naturelles  
et Faune*

**Québec** 

**Ministère des Ressources naturelles et de la Faune**

Mine Opémiska, Chapais

**RAPPORT FACTUEL  
INVESTIGATION GÉOTECHNIQUE  
BASSIN DE POLISSAGE  
MINE OPÉMISKA, CHAPAIS**

**RAPPORT FINAL – MAI 2009**







## **Table des matières**

|            |                                            |           |
|------------|--------------------------------------------|-----------|
| <b>1.0</b> | <b>INTRODUCTION .....</b>                  | <b>1</b>  |
| <b>2.0</b> | <b>MÉTHODOLOGIE D'INVESTIGATION .....</b>  | <b>3</b>  |
| 2.1        | Travaux de terrain .....                   | 3         |
| 2.1.1      | Forages conventionnels.....                | 4         |
| 2.1.2      | Arpentage .....                            | 5         |
| 2.2        | Essais en laboratoire .....                | 5         |
| <b>3.0</b> | <b>NATURE ET PROPRIÉTÉS DES SOLS .....</b> | <b>7</b>  |
| 3.1        | Digue Sud .....                            | 7         |
| 3.2        | Bassin de polissage .....                  | 7         |
| 3.2.1      | Résidus miniers .....                      | 7         |
| 3.2.2      | Dépôt naturel granulaire .....             | 8         |
| <b>4.0</b> | <b>EAU SOUTERRAINE.....</b>                | <b>9</b>  |
| <b>5.0</b> | <b>PERSONNEL .....</b>                     | <b>10</b> |

**ANNEXE A :** Rapports de sondage

**ANNEXE B :** Résultats des essais de laboratoire

### **Liste des tableaux**

|             |                                                                                       |   |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Tableau 2-1 | Résultats des essais en laboratoire (propriétés physiques des résidus miniers) .....  | 6 |
| Tableau 3-1 | Description des unités stratigraphiques rencontrées dans le bassin de polissage ..... | 7 |

### **Liste des figures**

|            |                                                                 |   |
|------------|-----------------------------------------------------------------|---|
| Figure 1-1 | Localisation de la mine Opémiska, Chapais .....                 | 2 |
| Figure 2-1 | Localisation approximative des forages .....                    | 3 |
| Figure 2-2 | Chemin d'accès aux sites de forage aménagé dans le bassin ..... | 4 |

## **1.0 INTRODUCTION**

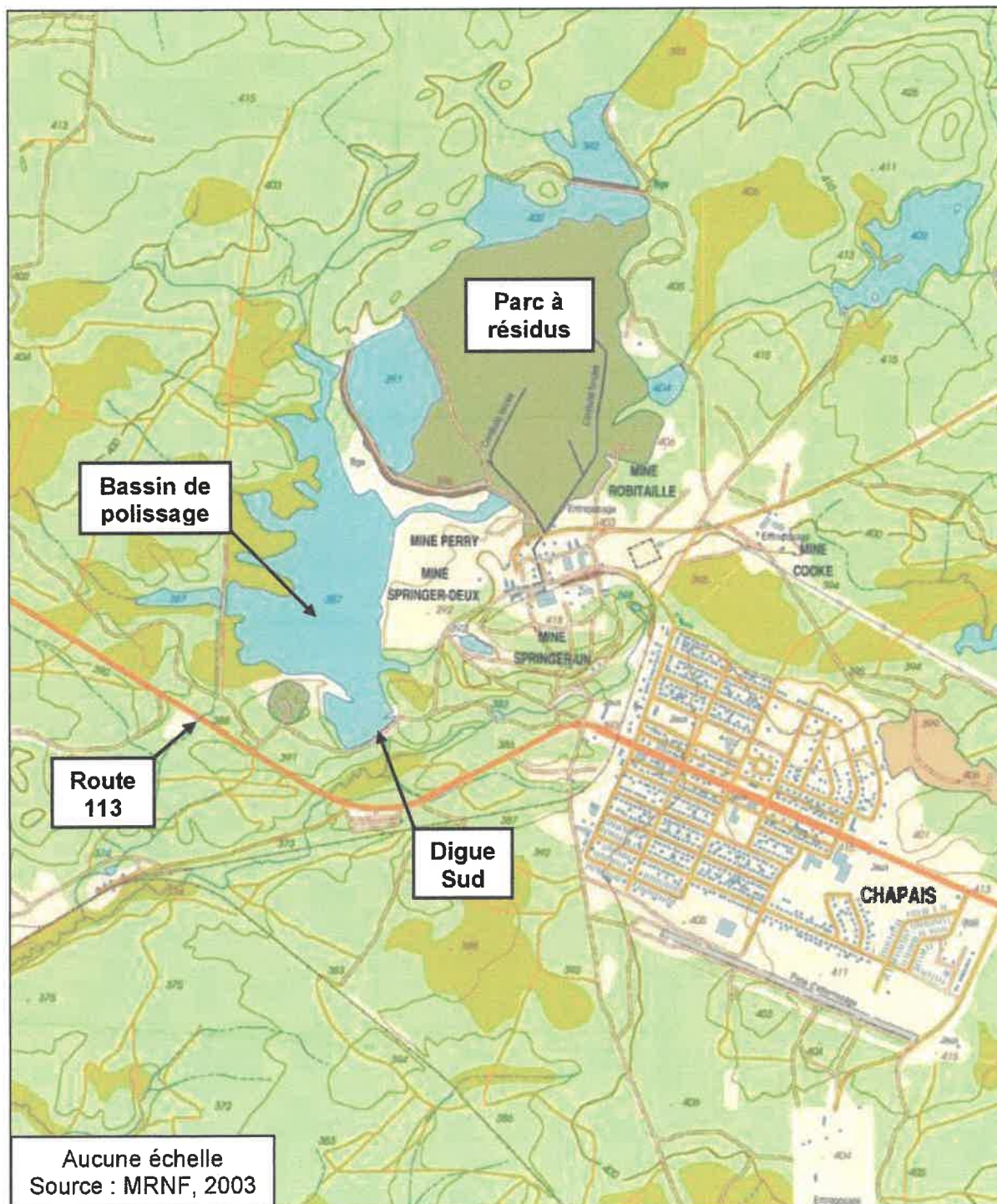
Le 23 juin 2008, la digue de rétention du bassin de polissage (digue Sud) recueillant les exfiltrations et eaux décantées des parcs à résidus de la mine Opémiska près de la ville de Chapais a cédé. Ce bris de la digue a entraîné la rupture d'une portion de la Route 113 et le transport de résidus miniers sur plus de 6 km en aval. La figure 1-1 présente la localisation du site.

SNC-Lavalin inc., division Restauration minière et services géotechniques (SLI) a été mandatée par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) pour réaliser les caractérisations géotechniques préalables à l'ingénierie détaillée des travaux de réhabilitation.

L'objectif de cette investigation est de fournir des informations géotechniques sur les résidus situés dans le bassin de polissage et sur la digue Sud, à partir de quatre forages conventionnels.

Ce rapport présente dans l'ordre, la méthode de reconnaissance utilisée, les dépôts meubles rencontrés ainsi que leurs propriétés physiques et mécaniques établies par des essais en laboratoire et, finalement, les conditions de la nappe souterraine. Les rapports de sondage sont présentés à l'annexe A tandis que les résultats des essais de laboratoire se retrouvent à l'annexe B.

Figure 1-1 Localisation de la mine Opémiska, Chapais





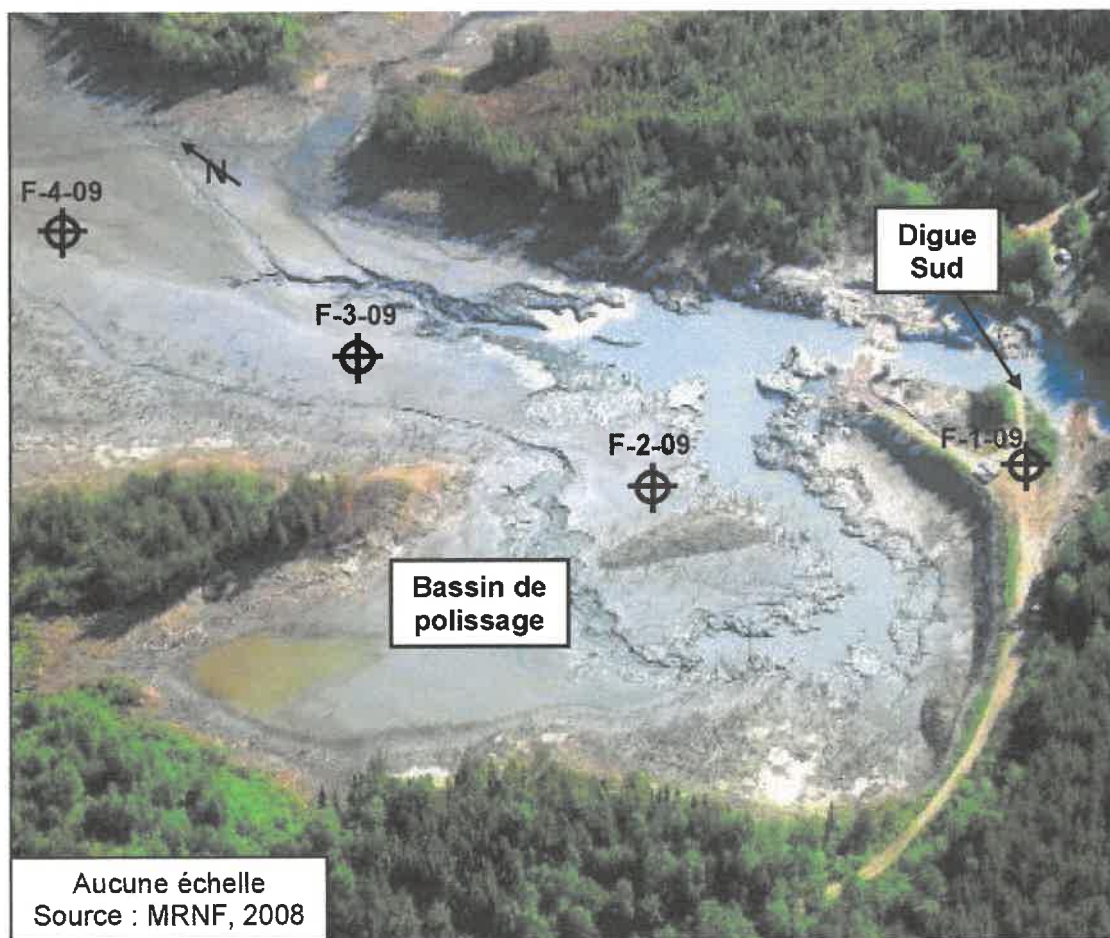
## 2.0 MÉTHODOLOGIE D'INVESTIGATION

### 2.1 Travaux de terrain

Les travaux d'investigation sur le terrain ont été réalisés le 31 mars et le 1<sup>er</sup> avril 2009 par une équipe de forage de Downing George Estate Drilling Ltd (Downing). Ces travaux de forage ont été effectués sous la supervision de M. Alain Hébert, ingénieur de SLI.

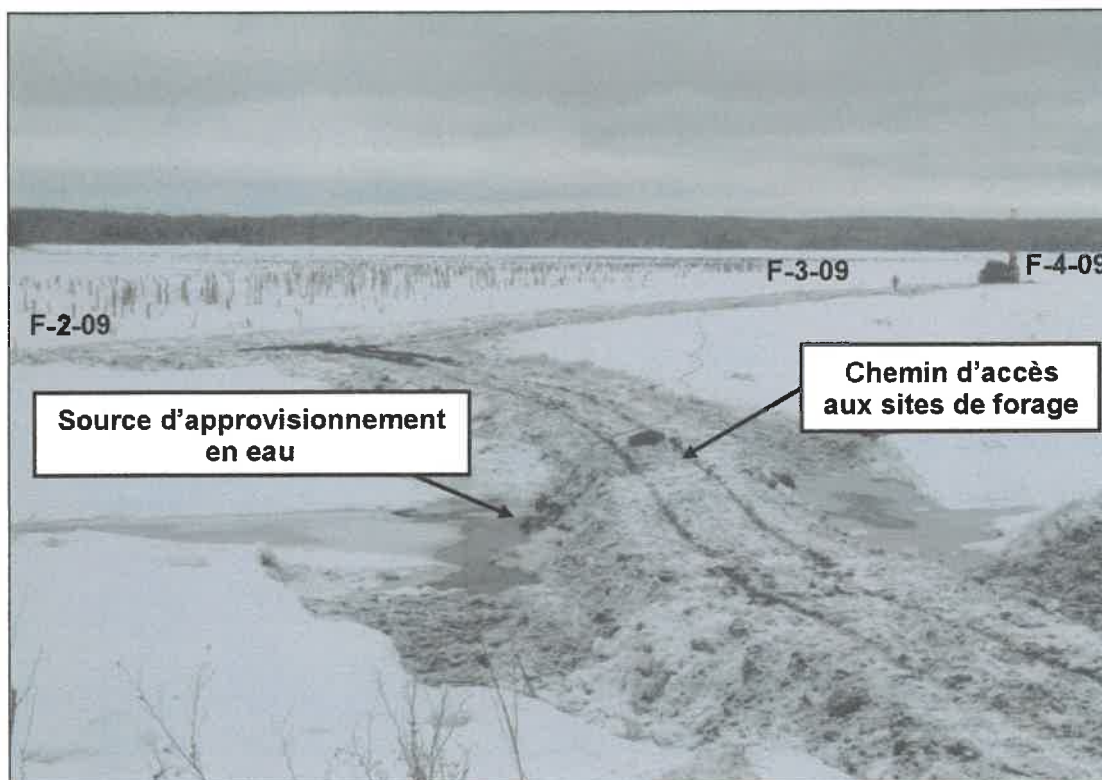
La position approximative des forages est présentée à la figure 2-1 suivante.

**Figure 2-1 Localisation approximative des forages**



Afin de pouvoir circuler avec la foreuse dans le bassin de polissage, un chemin d'accès a été aménagé en compactant un mélange de résidus miniers et de neige à l'aide d'une pelle mécanique. La figure 2-2 montre le chemin d'accès et la position approximative des forages le long de ce chemin.

**Figure 2-2 Chemin d'accès aux sites de forage aménagé dans le bassin**



### **2.1.1 Forages conventionnels**

Un total de quatre forages conventionnels a été réalisé dans le cadre de cette investigation géotechnique des résidus, soit un forage (F-1-2009) en crête de la digue Sud du bassin de polissage, et trois forages avec installation de puits d'observation (F-2-2009 à F-4-2009) dans le bassin de polissage. Ces forages ont été réalisés à l'aide d'une foreuse à tarières évidées de marque CME montée sur chenilles, laquelle était équipée de tous les accessoires requis pour le prélèvement d'échantillons de sols remaniés et intacts et pour le carottage du roc.

Le forage F-1-2009 a été avancé par rotation d'un train de tarières évidées de 200 mm de diamètre extérieur. Des échantillons remaniés ont été prélevés à l'aide d'un carottier fendu de 51 mm de diamètre extérieur à tous les 75 cm de profondeur. L'indice N de l'essai de pénétration standard a été mesuré par la même occasion, selon la procédure de la norme BNQ 2501-140.

Les forages F-2-2009 à F-4-2009 ont également été avancés par rotation d'un train de tarières évidées de 200 mm de diamètre extérieur. Des échantillons intacts et remaniés ont été prélevés à tous les 90 cm de profondeur.

Les échantillons intacts ont été récupérés à l'aide de tubes à paroi mince de type Shelby fixés à un échantillonneur à piston stationnaire de type Osterberg. Les échantillons remaniés ont été prélevés à l'aide d'un carottier fendu de 51 mm de diamètre, tout en mesurant l'indice N de l'essai de pénétration standard. Les échantillons intacts ont essentiellement été prélevés dans les résidus miniers, tandis que ceux remaniés ont été prélevés dans l'horizon de sol sous-jacent. L'eau utilisée avec l'échantillonneur à piston a été prélevée dans un ruisseau sillonnant le bassin de polissage (voir la figure 2-2 précédente).

Les puits d'observation, aménagés dans les forages F-2-2009 à F-4-2009, sont constitués d'une crépine de 51 mm de diamètre et de 1,5 m de longueur installée dans une lanterne de sable standardisé, scellée par un bouchon de bentonite.

Les rapports de forage sont joints à l'annexe A.

#### 2.1.2 Arpentage

La localisation des forages dans le plan horizontal a été réalisée à l'aide d'un GPS de poche avec une précision de  $\pm 3$  mètres. L'élévation du terrain à l'endroit des forages n'a pas été relevée. Les coordonnées approximatives des forages dans le système de référence UTM (NAD83) sont les suivantes :

- F-1-09            N 5 514 540; E 509 199
- F-2-09            N 5 514 635; E 509 152
- F-3-09            N 5 514 716; E 509 152
- F-4-09            N 5 514 793; E 509 150

L'arpentage plus précis des puits, en plan et en élévation, devrait être réalisé au printemps.

## 2.2 **Essais en laboratoire**

Les échantillons prélevés lors des travaux de terrain ont été amenés et confiés à Groupe Qualitas – Techmat, à leur bureau de Jonquière, pour la réalisation des essais en laboratoire.

La teneur en eau a été mesurée sur 12 échantillons prélevés dans les résidus miniers. Huit échantillons de résidus miniers ont également fait l'objet d'une analyse granulométrique par tamisage mécanique et sédimentométrie. Finalement, un



échantillon a été utilisé pour mesurer la densité relative des grains, tandis que les limites d'Atterberg ont été mesurées sur un autre échantillon de résidus.

Il est à noter que les échantillons obtenus étaient passablement remaniés et peu cohésifs. Les résultats des teneurs en eau et des limites d'Atterberg doivent donc être interprétés avec précaution.

Les résultats des essais en laboratoire, ainsi que certaines propriétés physiques des résidus miniers calculées à partir de ces derniers, sont présentés au tableau 2-1. Les courbes granulométriques des analyses par tamisage mécanique et sédimentométrie sont jointes à l'annexe B.



**Tableau 2-1 Résultats des essais en laboratoire (propriétés physiques des résidus miniers)**

| Forage<br>n° | Éch.<br>n° | Profondeur<br>(pi) |       | Desc. abrégée         | Granulométrie |             |                | Teneur<br>en eau<br>(%) | Indice des<br>vides<br>e ** | Poids<br>volumique<br>γ <sub>h</sub> (kN/m³) | Limite de<br>plasticité<br>w <sub>P</sub> (%) | Limite de<br>liquidité<br>w <sub>L</sub> (%) | Indice de<br>plasticité<br>I <sub>P</sub> (%) | Indice de<br>liquidité<br>I <sub>L</sub> (%) |
|--------------|------------|--------------------|-------|-----------------------|---------------|-------------|----------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|
|              |            |                    |       |                       | Sable<br>(%)  | Silt<br>(%) | Argile*<br>(%) |                         |                             |                                              |                                               |                                              |                                               |                                              |
| F-2-2009     | TS-1       | 5'0"               | 7'4"  | argile et silt        | 1,2           | 48,8        | 50,0           | 39,8                    | 1,178                       | 18,64                                        | 29,9                                          | 42,1                                         | 12,2                                          | 0,811                                        |
|              |            |                    |       | --                    | --            | --          | --             | 53,0                    | 1,569                       | 17,29                                        | --                                            | --                                           | --                                            | --                                           |
|              | TS-3       | 12'0"              | 14'4" | silt, un peu de sable | 19,4          | 68,6        | 12,0           | 25,1                    | 0,743                       | 20,84                                        | --                                            | --                                           | --                                            | --                                           |
|              |            |                    |       | --                    | --            | --          | --             | 27,2                    | 0,805                       | 20,46                                        | --                                            | --                                           | --                                            | --                                           |
| F-3-2009     | TS-1       | 5'0"               | 7'4"  | silt et argile        | 0,2           | 57,5        | 42,3           | 46,2                    | 1,368                       | 17,93                                        | non plastique                                 | --                                           | --                                            | --                                           |
|              |            |                    |       | --                    | --            | --          | --             | 77,6                    | 2,297                       | 15,64                                        | --                                            | --                                           | --                                            | --                                           |
|              | TS-2       | 8'0"               | 10'4" | silt                  | 2,3           | 91,2        | 6,5            | 45,4                    | 1,344                       | 18,01                                        | --                                            | --                                           | --                                            | --                                           |
|              |            |                    |       | --                    | --            | --          | --             | 36,7                    | 1,086                       | 19,02                                        | --                                            | --                                           | --                                            | --                                           |
|              | TS-4       | 15'0"              | 17'4" | silt, un peu de sable | 16,7          | 79,0        | 4,3            | 25,2                    | 0,746                       | 20,82                                        | --                                            | --                                           | --                                            | --                                           |
|              |            |                    |       | --                    | --            | --          | --             | 34,0                    | 1,006                       | 19,39                                        | --                                            | --                                           | --                                            | --                                           |
|              | TS-5       | 18'0"              | 20'4" | --                    | --            | --          | --             | 48,3                    | 1,430                       | 17,72                                        | --                                            | --                                           | --                                            | --                                           |
|              |            |                    |       | --                    | --            | --          | --             | 40,9                    | 1,211                       | 18,51                                        | --                                            | --                                           | --                                            | --                                           |
|              | F-4-2009   | TS-1               | 5'0"  | 7'4"                  | silt          | 0,9         | 95,1           | 4,0                     | 26,6                        | 0,787                                        | 20,56                                         | --                                           | --                                            | --                                           |
| --           |            |                    |       |                       | --            | --          | --             | 25,3                    | 0,749                       | 20,80                                        | --                                            | --                                           | --                                            | --                                           |
| TS-2         |            | 8'0"               | 10'4" | --                    | --            | --          | --             | 25,2                    | 0,746                       | 20,82                                        | --                                            | --                                           | --                                            | --                                           |
|              |            |                    |       | --                    | --            | --          | --             | 29,2                    | 0,864                       | 20,12                                        | --                                            | --                                           | --                                            | --                                           |
| TS-3         |            | 12'0"              | 14'4" | sable fin silteux     | 66,9          | 31,1        | 2,0            | 23,2                    | 0,687                       | 21,21                                        | --                                            | --                                           | --                                            | --                                           |
|              |            |                    |       | --                    | --            | --          | --             | 26,2                    | 0,776                       | 20,64                                        | --                                            | --                                           | --                                            | --                                           |
| TS-4         |            | 18'0"              | 30'4" | --                    | --            | --          | --             | 37,2                    | 1,101                       | 18,96                                        | --                                            | --                                           | --                                            | --                                           |
|              |            |                    |       | --                    | --            | --          | --             | 37,4                    | 1,107                       | 18,93                                        | --                                            | --                                           | --                                            | --                                           |
| TS-5         |            | 22'0"              | 34'4" | silt                  | 0,6           | 96,6        | 2,8            | 36,7                    | 1,086                       | 19,02                                        | --                                            | --                                           | --                                            | --                                           |
|              |            |                    |       | --                    | --            | --          | --             | 29,8                    | 0,882                       | 20,02                                        | --                                            | --                                           | --                                            | --                                           |
| TS-6         |            | 25'0"              | 27'4" | --                    | --            | --          | --             | 25,0                    | 0,740                       | 20,86                                        | --                                            | --                                           | --                                            | --                                           |
|              |            |                    |       | --                    | --            | --          | --             | 38,8                    | 1,148                       | 18,76                                        | --                                            | --                                           | --                                            | --                                           |

Notes :      \*: Argile : particules inférieures à 2 µm de diamètre.  
 --: Paramètre non analysé ou non calculé.  
 D : Densité relative des grains D<sub>r</sub> = 2,96 (forage F-3-2009, échantillon TS-5).

\*\* : Indice des vides initial calculé à partir de la relation  $e = w \times D_r$  (avec S<sub>r</sub> = 100 %).  
 $\gamma_h$  : Poids volumique humide du matériau à l'état intact, calculé à partir de la teneur en eau et de la densité relative des grains D<sub>r</sub>.

### 3.0 NATURE ET PROPRIÉTÉS DES SOLS

#### 3.1 Digue Sud

Le remblai composant la digue Sud est constitué de sable, de silt, de gravier et de cailloux en proportion variable, sur la base des observations sur le terrain. Ce remblai fait environ 4,6 mètres d'épaisseur à l'endroit du forage F-1-2009. La compacité du remblai varie de moyennement compact à compact, d'après des valeurs de l'indice N de 17 à 39 coups par 300 mm d'enfoncement obtenu à l'essai de pénétration standard.

Les sols naturels sous-jacents sont constitués également de sable, de silt, de gravier et de cailloux en proportion variable. À l'endroit du forage F-1-2009, cet horizon a été traversé sur 75 cm avant de rencontrer un refus (roc ou bloc). Les sols échantillonnés dans cet horizon étaient humides.

Aucune analyse granulométrique n'a été réalisée sur les échantillons.

#### 3.2 Bassin de polissage

Hormis la couche de neige et de résidus miniers mise en place pour former le chemin d'accès, deux unités stratigraphiques différentes ont été rencontrées dans le bassin de polissage. Il s'agit d'un horizon de résidus miniers et d'un dépôt naturel granulaire. Les profondeurs et épaisseurs des unités stratigraphiques rencontrées sont présentées au tableau 3-2, et sont décrites aux sections 3.2.1 et 3.2.2.

**Tableau 3-1 Description des unités stratigraphiques rencontrées dans le bassin de polissage**

| Nature des sols          | F-2-2009        |                  | F-3-2009        |                  | F-4-2009        |                  |
|--------------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
|                          | Profond.<br>(m) | Épaisseur<br>(m) | Profond.<br>(m) | Épaisseur<br>(m) | Profond.<br>(m) | Épaisseur<br>(m) |
| Remblai neige et résidus | 0-0,75          | 0,75             | 0-0,75          | 0,75             | 0-0,75          | 0,75             |
| Résidus miniers          | 0,75-5,80       | 5,05             | 0,75-7,50       | 6,75             | 0,75-8,25       | 7,50             |
| Dépôt naturel granulaire | 5,80-nd         | nd               | 7,50-nd         | nd               | 8,25-nd         | nd               |

##### 3.2.1 Résidus miniers

Les résidus miniers déposés dans le bassin de polissage sont en surface, exception faite du remblai composé d'un mélange de neige et de résidus mis en place pour accéder aux sites de forages. L'épaisseur de ceux-ci varie de 5 à 7,5 mètres à l'endroit des forages F-2-2009 à F-4-2009. On observe une diminution de



l'épaisseur des résidus en se rapprochant de la digue Sud. Bien que l'inverse aurait été normalement attendu, ceci est probablement le résultat du fait que le forage F-4-09 est plus près de l'axe du creux de la vallée originale que ne l'est le forage F-2-09.

La composition des résidus miniers varie sur l'épaisseur du dépôt. Sur la base des analyses granulométriques et des observations faites sur le terrain, la composition granulométrique du dépôt de résidus miniers varie de particules de taille argileuse et silteuse à du sable fin silteux. De façon générale, le silt est la fraction granulométrique la plus présente avec des pourcentages variant entre 31 et 95 %. Les proportions les plus importantes de particules de taille argileuse ont été observées dans les premiers échantillons prélevés dans les forages F-2-2009 et F-3-2009 (entre 1,5 m et 2,2 m de profondeur), avec respectivement 50,0 % et 42,3 % d'argile. Il est à noter que le premier 1,5 mètres de chacun des forages n'a pas été échantillonné en raison de la présence de gel. De l'autre côté, un échantillon (TS-3 de F-4-2009) présente une proportion de sable de l'ordre de 67 %. Les résultats des analyses granulométriques sont joints à l'annexe B.

Selon les résultats obtenus, la teneur en eau naturelle de ce dépôt de résidus miniers varie de 23,2 % à 77,6 %. Il est important de rappeler que les échantillons étaient passablement remaniés et que ces résultats doivent donc être analysés avec réserves.

Un indice de liquidité moyen ( $I_L = 0,811$  %) a été obtenu pour l'échantillon TS-1 du forage F-2-2009. Cet échantillon est le seul pour lequel les limites d'Atterberg ont pu être analysées. Une tentative a été faite sur l'échantillon TS-1 du forage F-3-2009, mais le matériau s'est avéré non plastique.

La densité relative des grains ( $D_r$ ), obtenue sur l'échantillon TS-5 du forage F-3-2009, est de 2,96.

### 3.2.2 Dépôt naturel granulaire

Sous l'horizon de résidus miniers, on retrouve le dépôt naturel granulaire, débutant entre 5,80 et 7,50 mètres de profondeur selon les forages, qui est composé d'un sable moyen à un silt sableux, avec une mince couche de matière organique au sommet.

La compacité du dépôt varie de très lâche à moyennement compact, d'après des valeurs de l'indice N de 3 à 16 coups par 300 mm d'enfoncement obtenu à l'essai de pénétration standard pour les trois forages.

#### **4.0 EAU SOUTERRAINE**

Des puits d'observation ont été installés au niveau du dépôt naturel sous-jacent aux résidus miniers, à l'endroit des trois forages réalisés dans le bassin de polissage.

Les niveaux d'eau, mesurés le 1<sup>er</sup> avril 2009, ne représentent probablement pas des niveaux stabilisés étant donné le court délai entre la réalisation des forages et la prise des mesures de niveau d'eau. Les mesures obtenues montrent des niveaux d'eau d'une profondeur allant de 1,40 à 1,75 m sous la surface des résidus.



## **5.0 PERSONNEL**

Les travaux de terrain ont été supervisés par monsieur Alain Hébert, ing., M.Sc. Le présent rapport a été préparé par monsieur Alain Hébert. Il a été revu par messieurs Nicolas Lemieux, ing., M.Sc. et Richard Maurice, ing.

N'hésitez pas à communiquer avec nous pour toute question sur le contenu de ce rapport.

Division Mines et Métallurgie  
**SNC-LAVALIN INC.**

53-54

Alain Hébert, ing., M.Sc.  
Chargé de projets

53-54

Revu par:

Nicolas Lemieux, ing., M.Sc.

53-54

Revu par:

Richard Maurice, ing.

AH/dh

### Distribution:

1 copie papier et électronique - Ministère des Ressources naturelles et de la Faune  
du Québec, Direction de la restauration des sites  
miniers

1 copie papier - SNC-Lavalin inc., division Mines et Métallurgie

## **ANNEXE A**

---

# **Rapports de forage**



PROJET : Opémiska

FORAGE : F-1-09

DOSSIER NO : 020439-8049

PAGE : 1 DE 1

SITE : Chapais

TUBAGE : Tatière

DATE DU FORAGE : 2009-03-31 AU 2009-03-31

CAROTTIER : -----

## RAPPORT DE FORAGE

NIVEAU DE RÉFÉRENCE : COORDONNÉES : N E

| ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON                       |                             | TYPE D'ÉCHANTILLONNEUR                                                        |                            | ESSAIS DE LABORATOIRE ET IN SITU |                            |                              | Scissomètre (Su) <input type="checkbox"/> intact<br>(Sur) <input type="checkbox"/> remanié<br>Cône suédois (Cu) <input type="checkbox"/> intact<br>(Cur) <input type="checkbox"/> remanié<br>Pén Dyn. - cône *-----* |                                                                                                          |
|---------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Remanié | CF Carottier fendu          | TS Tube à paroi mince (Shelby)                                                | AG Analyse granulométrique | C Consolidation                  | Pv Poids volumique (kN/m³) | e Indice des vides           |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
| <input type="checkbox"/> Non remanié        | EP Échantillonneur à piston | CD Carottier à diamants                                                       |                            |                                  |                            |                              |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
| <input type="checkbox"/> Perdu              |                             |                                                                               |                            |                                  |                            |                              |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
| <input type="checkbox"/> Carotte            |                             |                                                                               |                            |                                  |                            |                              |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
| STRATIGRAPHIE                               |                             |                                                                               | ÉCHANTILLONS               |                                  |                            | TENEUR EN EAU et LIMITES (%) |                                                                                                                                                                                                                      | PÉN. DYN. - CÔNE (coups/0.3m)<br>50 100<br>RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT NON-DRAINÉ (kPa)<br>0 25 50 75 100 |
| PROFONDEUR - m                              | NIVEAU - m<br>PROF. - m     | DESCRIPTION                                                                   | SYMBÔLE                    | NIVEAU D'EAU - m                 | TYPE ET NUMÉRO             | ÉTAT                         | RÉCUPÉRATION %                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                          |
|                                             | 2.00                        |                                                                               |                            |                                  |                            |                              |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|                                             | 0.00                        | Niveau                                                                        |                            |                                  |                            |                              |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|                                             | 0.00                        | Remblai: Sable fin à moyen avec un peu de silt, gravier et cailloux brun, sec |                            |                                  |                            |                              |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|                                             | 1                           |                                                                               |                            |                                  | CF-1                       |                              | 5                                                                                                                                                                                                                    | 26-50/2"                                                                                                 |
|                                             | 2                           |                                                                               |                            |                                  | CF-2                       |                              | 70                                                                                                                                                                                                                   | 24                                                                                                       |
|                                             | 3                           |                                                                               |                            |                                  | CF-3                       |                              | 35                                                                                                                                                                                                                   | 17                                                                                                       |
|                                             | 4                           |                                                                               |                            |                                  | CF-4                       |                              | 55                                                                                                                                                                                                                   | 39                                                                                                       |
|                                             | 4                           |                                                                               |                            |                                  | CF-5                       |                              | 10                                                                                                                                                                                                                   | 19                                                                                                       |
|                                             | 4.60                        |                                                                               |                            |                                  | CF-6                       |                              | 15                                                                                                                                                                                                                   | 48                                                                                                       |
|                                             | 4.60                        | Sable silteux un peu de gravier et cailloux brun, humide                      |                            |                                  | CF-7                       |                              | 0                                                                                                                                                                                                                    | 50/2"                                                                                                    |
|                                             | 5.35                        | FIN SUR REFUS ROC PROBABLE OU BLOC?                                           |                            |                                  |                            |                              |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|                                             | 5.35                        |                                                                               |                            |                                  |                            |                              |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|                                             | 6                           |                                                                               |                            |                                  |                            |                              |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|                                             | 7                           |                                                                               |                            |                                  |                            |                              |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|                                             | 8                           |                                                                               |                            |                                  |                            |                              |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|                                             | 9                           |                                                                               |                            |                                  |                            |                              |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|                                             | 10                          |                                                                               |                            |                                  |                            |                              |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|                                             | 11                          |                                                                               |                            |                                  |                            |                              |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|                                             | 12                          |                                                                               |                            |                                  |                            |                              |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|                                             | 13                          |                                                                               |                            |                                  |                            |                              |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|                                             | 14                          |                                                                               |                            |                                  |                            |                              |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |

Z:\007\52\N.M. GEOTECH\G01ec76\SvenM&M LOG 10lec0 WITH Legend.slv PLOTTED: 2009-05-11 16:16hrs







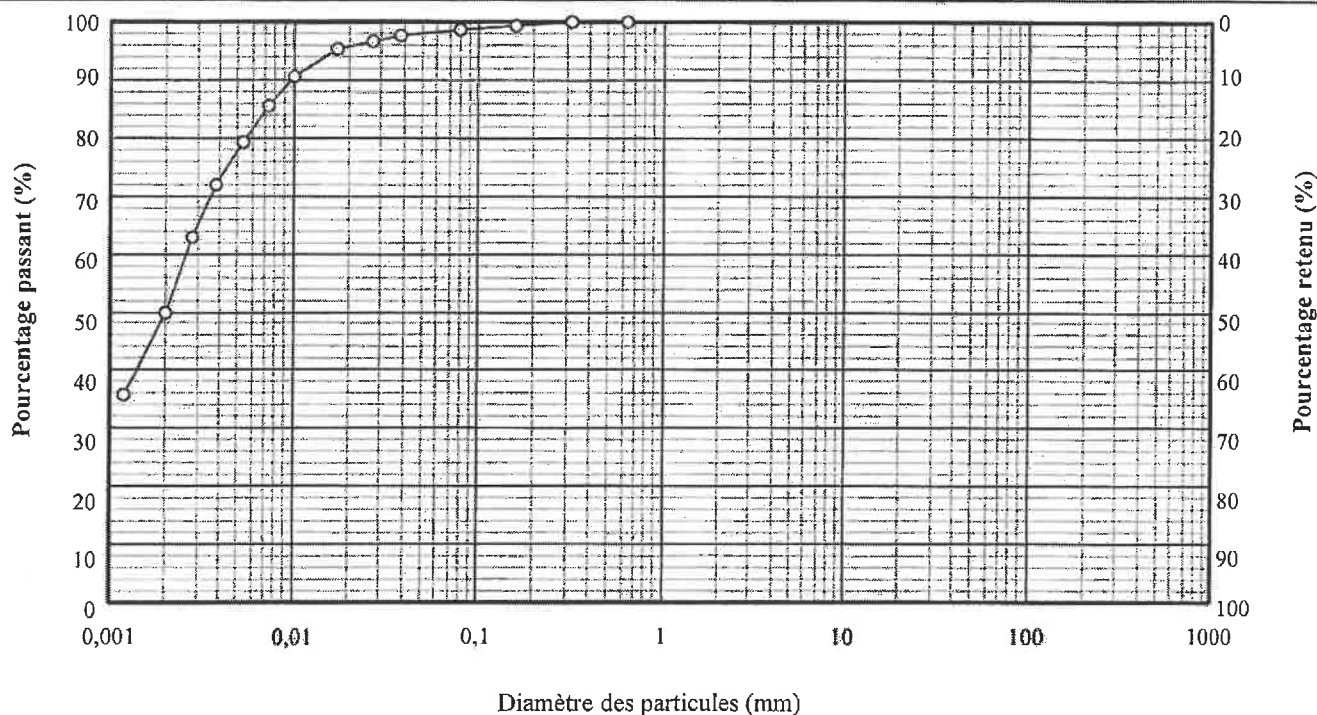
# RAPPORT DE FORAGE

[illegible]

## **Analyses granulométriques**

|               |                                                                     |                                 |             |
|---------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------|
| Projet:       | Essais en laboratoire, résidus miniers, Mine Opémiska, Chapais (Qc) | N/Dossier:                      | 9950902     |
| Site:         | Mine Opémiska.                                                      | Sondage:                        | F-02-2009   |
| Prélevé par:  | Client                                                              | le:                             | 2009-04-01  |
| Effectué par: | Pierre-Luc Bouchard, tech.                                          | le:                             | 2009-04-13  |
|               |                                                                     | Profondeur (m):                 | 1,72 à 1,82 |
|               |                                                                     | N° séquentiel d'identification: | 90166       |

| ARGILE | SILT | SABLE |       |      | GRAVIER |          | CAIL-<br>LOUX | BLOCS |
|--------|------|-------|-------|------|---------|----------|---------------|-------|
|        |      | FIN   | MOYEN | GROS | FIN     | GROSSIER |               |       |



| TABLEAUX DES RÉSULTATS   |                            |                          |                            | Caractéristiques de l'échantillon                         |       |
|--------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------|-------|
| Tamisage mécanique       |                            | Sédimentométrie          |                            | Diamètre maximal des particules (mm):                     | 0,315 |
| Diamètre<br>≥ 0,080 (mm) | Pourcentage<br>passant (%) | Diamètre<br>< 0,080 (mm) | Pourcentage<br>passant (%) | Masse totale de l'échantillon (g):                        | 32,27 |
| 0,63                     | 100,0                      | 0,0385                   | 97,8                       | Densité relative grains: <input type="checkbox"/> mesurée | 2,96  |
| 0,315                    | 100,0                      | 0,0273                   | 96,8                       | Teneur en eau à la réception (%):                         |       |
| 0,16                     | 99,4                       | 0,0174                   | 95,4                       |                                                           |       |
| 0,08                     | 98,8                       | 0,0102                   | 90,8                       |                                                           |       |
|                          |                            | 0,0073                   | 85,7                       |                                                           |       |
|                          |                            | 0,0053                   | 79,2                       |                                                           |       |
|                          |                            | 0,0038                   | 71,8                       |                                                           |       |
|                          |                            | 0,0028                   | 63,0                       |                                                           |       |
|                          |                            | 0,002                    | 50,0                       |                                                           |       |
|                          |                            | 0,0012                   | 35,7                       |                                                           |       |

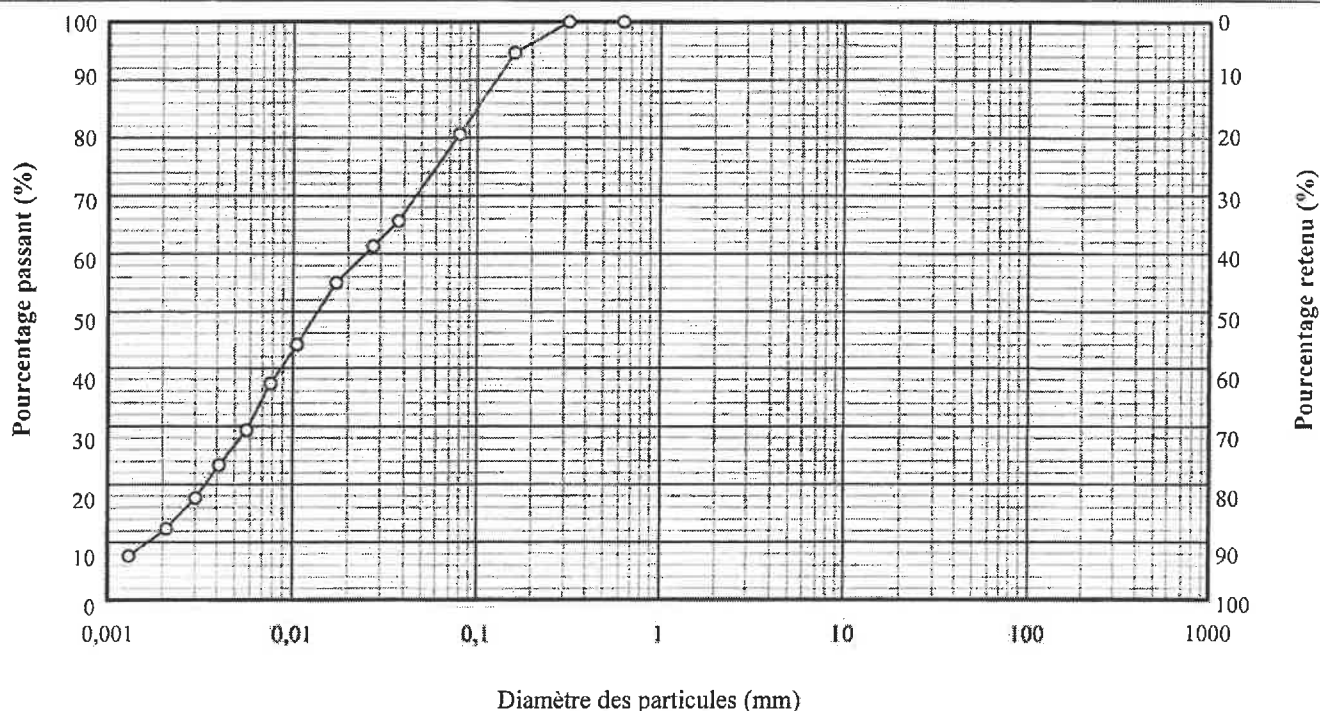
DESCRIPTION: Argile et silt gris foncé, traces de sable fin. 53-54

REMARQUES:



|               |                                                                     |          |            |                                 |             |
|---------------|---------------------------------------------------------------------|----------|------------|---------------------------------|-------------|
| Projet:       | Essais en laboratoire, résidus miniers, Mine Opémiska, Chapais (Qc) |          |            | N/Dossier:                      | 9950902     |
| Site:         | Mine Opémiska.                                                      | Sondage: | F-02-2009  | Échantillon:                    | TS-3        |
| Prélevé par:  | Client                                                              | le:      | 2009-04-01 | Profondeur (m):                 | 3,76 à 3,86 |
| Effectué par: | Pierre-Luc Bouchard, tech.                                          | le:      | 2009-04-13 | N° séquentiel d'identification: | 90167       |

| ARGILE | SILT | SABLE |       |      | GRAVIER |          | CAIL-LOUX | BLOCS |
|--------|------|-------|-------|------|---------|----------|-----------|-------|
|        |      | FIN   | MOYEN | GROS | FIN     | GROSSIER |           |       |



| TABLEAUX DES RÉSULTATS  |                            |                         |                            | Caractéristiques de l'échantillon                               |  |
|-------------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------|--|
| Tamisage mécanique      |                            | Sédimentométrie         |                            | Diamètre maximal des particules (mm): 0,315                     |  |
| Diamètre<br>≥ .080 (mm) | Pourcentage<br>passant (%) | Diamètre<br>< .080 (mm) | Pourcentage<br>passant (%) | Masse totale de l'échantillon (g): 53,48                        |  |
| 0,63                    | 100,0                      | 0,0372                  | 65,7                       | Densité relative grains: <input type="checkbox"/> :mesurée 2,96 |  |
| 0,315                   | 99,9                       | 0,0269                  | 61,2                       | Teneur en eau à la réception (%):                               |  |
| 0,16                    | 94,6                       | 0,0176                  | 54,8                       |                                                                 |  |
| 0,08                    | 80,6                       | 0,0107                  | 44,2                       |                                                                 |  |
|                         |                            | 0,0078                  | 37,5                       |                                                                 |  |
|                         |                            | 0,0057                  | 29,4                       |                                                                 |  |
|                         |                            | 0,0041                  | 23,5                       |                                                                 |  |
|                         |                            | 0,003                   | 17,6                       |                                                                 |  |
|                         |                            | 0,0021                  | 12,3                       |                                                                 |  |
|                         |                            | 0,0013                  | 7,8                        |                                                                 |  |

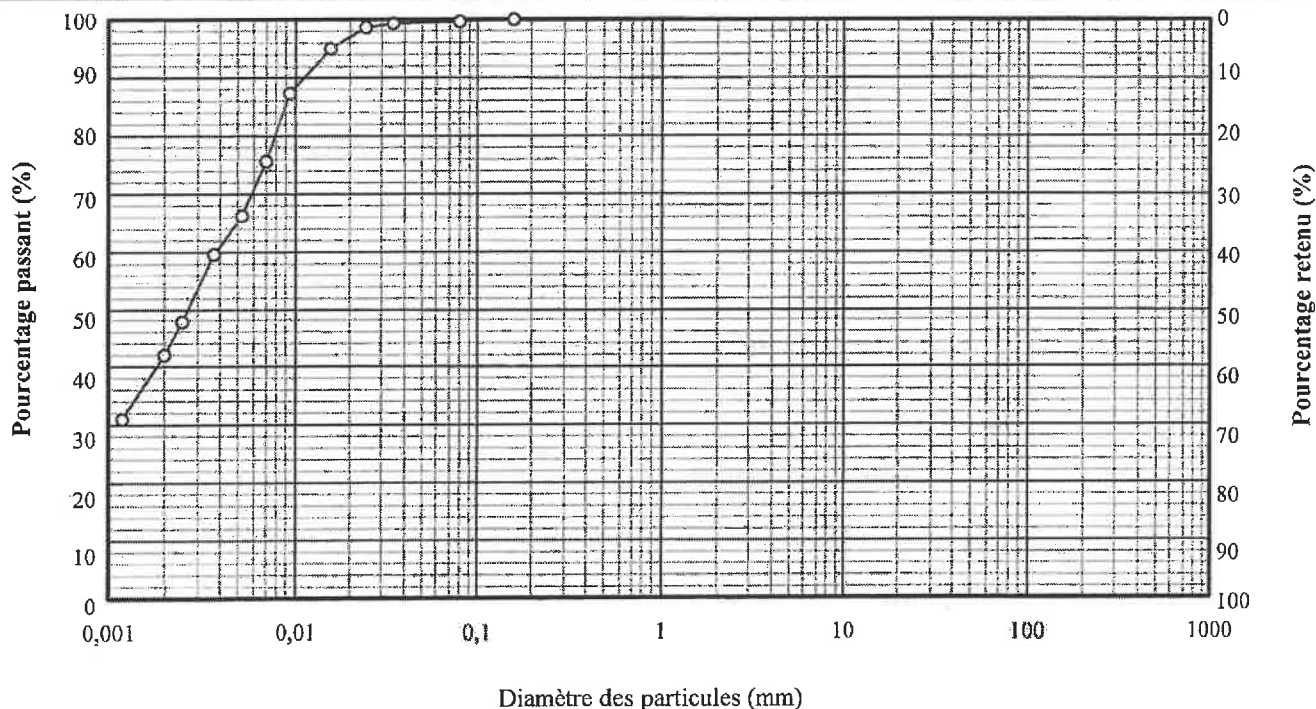
**DESCRIPTION:** Silt gris foncé, un peu de sable fin, un peu d'argile.

**REMARQUES:**

53-54

|               |                                                                     |          |            |                                 |              |
|---------------|---------------------------------------------------------------------|----------|------------|---------------------------------|--------------|
| Projet:       | Essais en laboratoire, résidus miniers, Mine Opémiska, Chapais (Qc) |          |            | N/Dossier:                      | 9950902      |
| Site:         | Mine Opémiska                                                       | Sondage: | F-03-2009  | Échantillon:                    | TS-1         |
| Prélevé par:  | Client                                                              | le:      | 2009-04-01 | Profondeur (m):                 | 1,52 à 1,82  |
| Effectué par: | Denis Potvin, tech,                                                 | le:      | 2009-04-21 | N° séquentiel d'identification: | <b>90168</b> |

| ARGILE | SILT | SABLE |       |      | GRAVIER |          | CAIL-LOUX | BLOCS |
|--------|------|-------|-------|------|---------|----------|-----------|-------|
|        |      | FIN   | MOYEN | GROS | FIN     | GROSSIER |           |       |



| TABLEAUX DES RÉSULTATS |                            |                        |                            | Caractéristiques de l'échantillon                              |  |
|------------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------|--|
| Tamisage mécanique     |                            | Sédimentométrie        |                            | Diamètre maximal des particules (mm): 0,16                     |  |
| Diamètre<br>≥.080 (mm) | Pourcentage<br>passant (%) | Diamètre<br><.080 (mm) | Pourcentage<br>passant (%) | Masse totale de l'échantillon (g): 42,46                       |  |
| 0,16                   | 100,0                      | 0,0343                 | 99,3                       | Densité relative grains: <input type="checkbox"/> mesurée 2,96 |  |
| 0,08                   | 99,8                       | 0,0243                 | 98,6                       | Teneur en eau à la réception (%):                              |  |
|                        |                            | 0,0156                 | 95,1                       |                                                                |  |
|                        |                            | 0,0094                 | 87,3                       |                                                                |  |
|                        |                            | 0,007                  | 75,7                       |                                                                |  |
|                        |                            | 0,0052                 | 66,2                       |                                                                |  |
|                        |                            | 0,0037                 | 59,5                       |                                                                |  |
|                        |                            | 0,0025                 | 47,9                       |                                                                |  |
|                        |                            | 0,002                  | 42,3                       |                                                                |  |
|                        |                            | 0,0012                 | 31,0                       |                                                                |  |

DESCRIPTION: Silt et argile gris foncé.

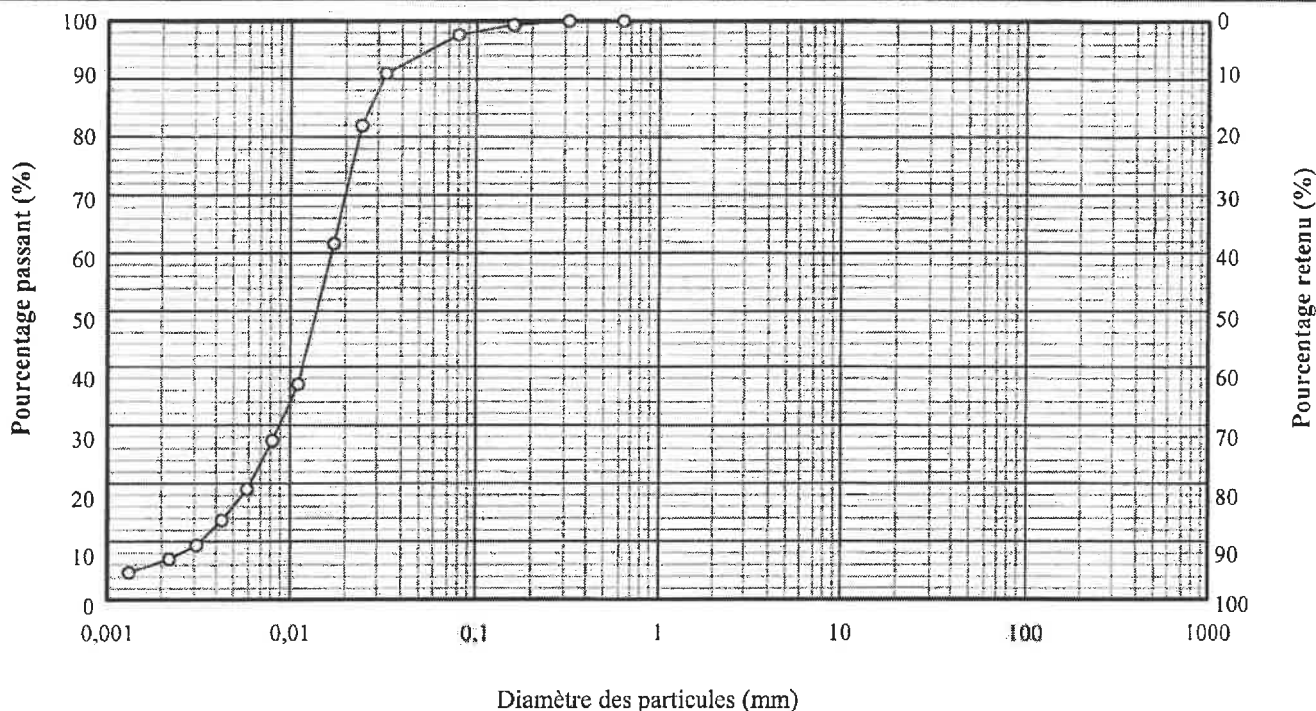
53-54

REMARQUES:



|               |                                                                     |                                 |             |
|---------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------|
| Projet:       | Essais en laboratoire, résidus miniers, Mine Opémiska, Chapais (Qc) | N/Dossier:                      | 9950902     |
| Site:         | Mine Opémiska.                                                      | Sondage:                        | F-03-2009   |
| Prélevé par:  | Client                                                              | le:                             | 2009-04-01  |
| Effectué par: | Pierre-Luc Bouchard, tech.                                          | le:                             | 2009-04-13  |
|               |                                                                     | Profondeur (m):                 | 2,84 à 2,94 |
|               |                                                                     | N° séquentiel d'identification: | 90169       |

| ARGILE | SILT | SABLE |       |      | GRAVIER |          | CAIL-LOUX | BLOCS |
|--------|------|-------|-------|------|---------|----------|-----------|-------|
|        |      | FIN   | MOYEN | GROS | FIN     | GROSSIER |           |       |



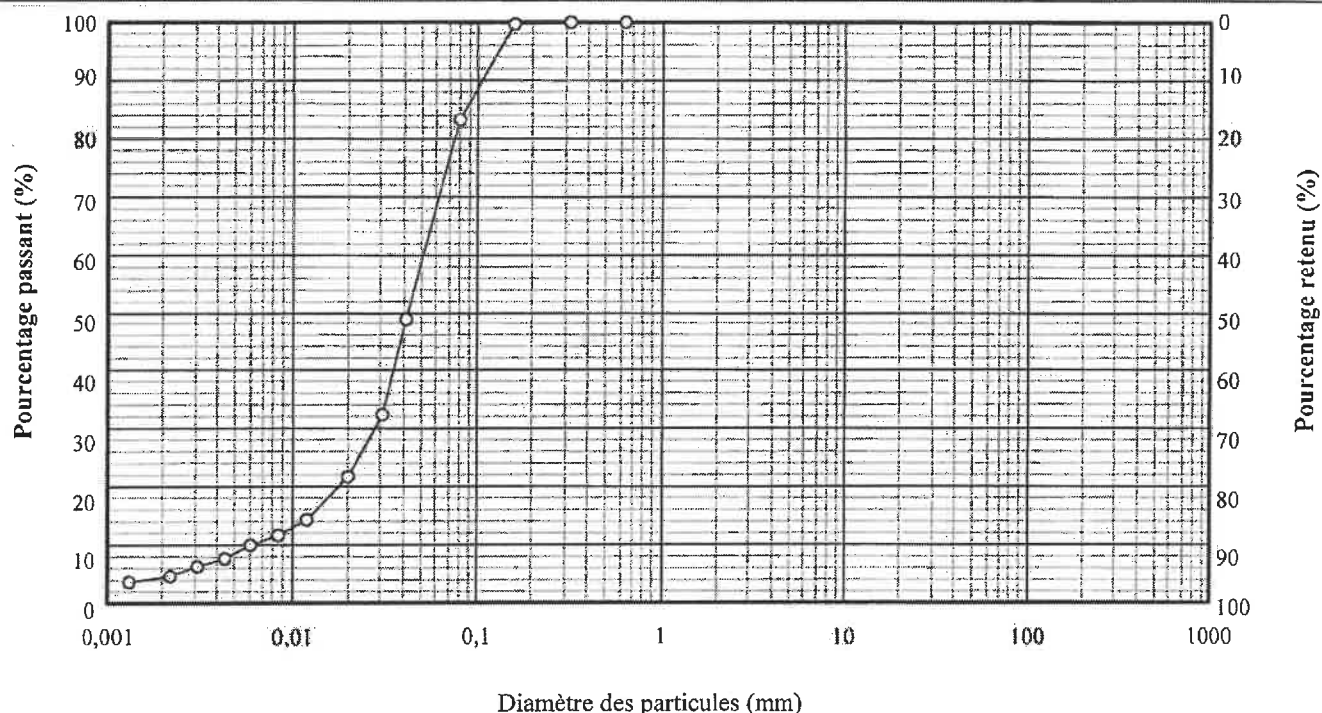
| TABLEAUX DES RÉSULTATS  |                            |                        |                            | Caractéristiques de l'échantillon           |  |
|-------------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|---------------------------------------------|--|
| Tamisage mécanique      |                            | Sédimentométrie        |                            | Diamètre maximal des particules (mm): 0,315 |  |
| Diamètre<br>≥ .080 (mm) | Pourcentage<br>passant (%) | Diamètre<br><.080 (mm) | Pourcentage<br>passant (%) | Masse totale de l'échantillon (g): 50,69    |  |
| 0,63                    | 100,0                      | 0,0329                 | 91,1                       | Densité relative grains: mesurée 2,96       |  |
| 0,315                   | 100,0                      | 0,0246                 | 82,0                       | Teneur en eau à la réception (%):           |  |
| 0,16                    | 99,3                       | 0,0173                 | 61,6                       |                                             |  |
| 0,08                    | 97,7                       | 0,0111                 | 37,2                       |                                             |  |
|                         |                            | 0,0082                 | 27,4                       |                                             |  |
|                         |                            | 0,0059                 | 19,2                       |                                             |  |
|                         |                            | 0,0043                 | 13,6                       |                                             |  |
|                         |                            | 0,0031                 | 9,4                        |                                             |  |
|                         |                            | 0,0022                 | 7,1                        |                                             |  |
|                         |                            | 0,0013                 | 4,7                        |                                             |  |

DESCRIPTION: Silt gris foncé, traces d'argile, traces de sable fin. 53-54

REMARQUES:

|               |                                                                     |                                 |             |
|---------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------|
| Projet:       | Essais en laboratoire, résidus miniers, Mine Opémiska, Chapais (Qc) | N/Dossier:                      | 9950902     |
| Site:         | Mine Opémiska.                                                      | Sondage:                        | F-03-2009   |
| Prélevé par:  | Client                                                              | le:                             | 2009-04-01  |
| Effectué par: | Pierre-Luc Bouchard, tech.                                          | le:                             | 2009-04-13  |
|               |                                                                     | Profondeur (m):                 | 4,87 à 4,97 |
|               |                                                                     | N° séquentiel d'identification: | 90170       |

| ARGILE | SILT | SABLE |       |      | GRAVIER |          | CAIL-LOUX | BLOCS |
|--------|------|-------|-------|------|---------|----------|-----------|-------|
|        |      | FIN   | MOYEN | GROS | FIN     | GROSSIER |           |       |



| TABLEAUX DES RÉSULTATS   |                            |                          |                            | Caractéristiques de l'échantillon                                         |  |
|--------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--|
| Tamisage mécanique       |                            | Sédimentométrie          |                            | Diamètre maximal des particules (mm): 0,315                               |  |
| Diamètre<br>≥ 0.080 (mm) | Pourcentage<br>passant (%) | Diamètre<br>< 0.080 (mm) | Pourcentage<br>passant (%) | Masse totale de l'échantillon (g): 51,31                                  |  |
| 0.63                     | 100.0                      | 0.0408                   | 48.7                       | Densité relative grains: <input checked="" type="checkbox"/> mesurée 2,96 |  |
| 0.315                    | 100.0                      | 0.0308                   | 32.3                       | Teneur en eau à la réception (%):                                         |  |
| 0.16                     | 99.6                       | 0.0202                   | 21.9                       |                                                                           |  |
| 0.08                     | 83.3                       | 0.012                    | 14.3                       |                                                                           |  |
|                          |                            | 0.0086                   | 11.7                       |                                                                           |  |
|                          |                            | 0.0061                   | 10.2                       |                                                                           |  |
|                          |                            | 0.0044                   | 7.6                        |                                                                           |  |
|                          |                            | 0.0031                   | 6.4                        |                                                                           |  |
|                          |                            | 0.0022                   | 4.7                        |                                                                           |  |
|                          |                            | 0.0013                   | 3.8                        |                                                                           |  |

53-54

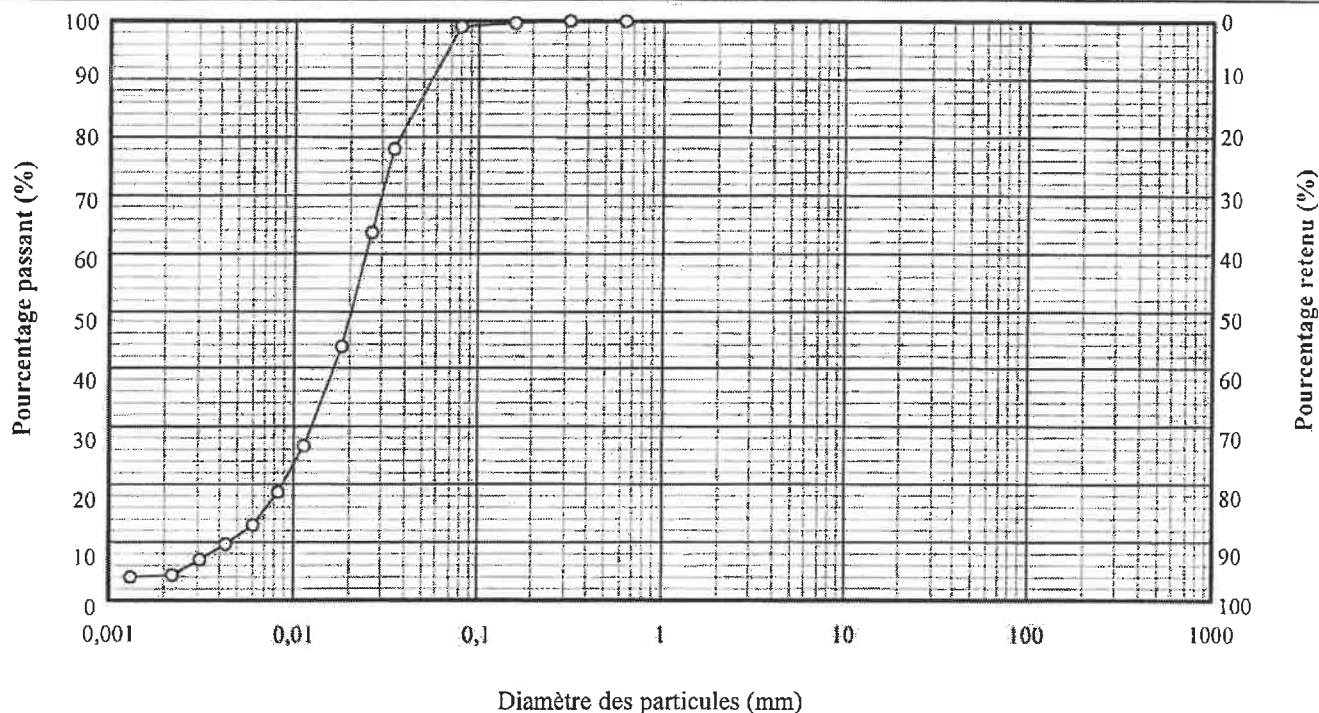
DESCRIPTION: Silt gris foncé, un peu de sable, traces d'argile.

REMARQUES:



|               |                                                                     |                                 |             |
|---------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------|
| Projet:       | Essais en laboratoire, résidus miniers, Mine Opémiska, Chapais (Qc) | N/Dossier:                      | 9950902     |
| Site:         | Mine Opémiska.                                                      | Sondage:                        | F-04-2009   |
| Prélevé par:  | Client                                                              | le:                             | 2009-03-31  |
| Effectué par: | Pierre-Luc Bouchard, tech.                                          | le:                             | 2009-04-13  |
|               |                                                                     | Profondeur (m):                 | 1,82 à 1,92 |
|               |                                                                     | N° séquentiel d'identification: | 90172       |

| ARGILE | SILT | SABLE |       |      | GRAVIER |          | CAIL-LOUX | BLOCS |
|--------|------|-------|-------|------|---------|----------|-----------|-------|
|        |      | FIN   | MOYEN | GROS | FIN     | GROSSIER |           |       |



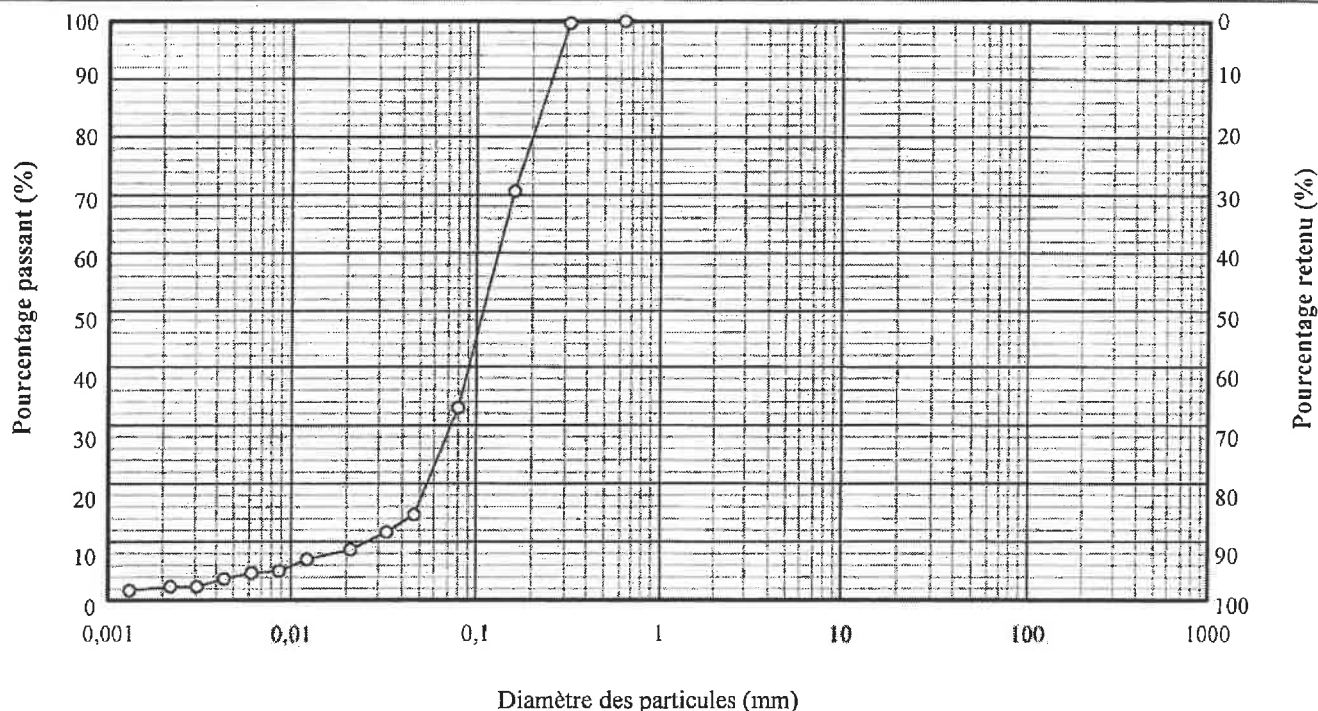
| TABLEAUX DES RÉSULTATS |                            |                        |                            | Caractéristiques de l'échantillon                         |       |
|------------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------|-------|
| Tamisage mécanique     |                            | Sédimentométrie        |                            | Diamètre maximal des particules (mm):                     | 0,315 |
| Diamètre<br>≥.080 (mm) | Pourcentage<br>passant (%) | Diamètre<br><.080 (mm) | Pourcentage<br>passant (%) | Masse totale de l'échantillon (g):                        | 53,09 |
| 0.63                   | 100,0                      | 0.0348                 | 78,0                       | Densité relative grains: <input type="checkbox"/> mesurée | 2,96  |
| 0.315                  | 100,0                      | 0.0267                 | 63,6                       | Teneur en eau à la réception (%):                         |       |
| 0.16                   | 99,6                       | 0.0185                 | 43,9                       |                                                           |       |
| 0.08                   | 99,1                       | 0.0115                 | 26,8                       |                                                           |       |
|                        |                            | 0.0084                 | 18,6                       |                                                           |       |
|                        |                            | 0.0061                 | 13,0                       |                                                           |       |
|                        |                            | 0.0043                 | 9,6                        |                                                           |       |
|                        |                            | 0.0031                 | 7,0                        |                                                           |       |
|                        |                            | 0.0022                 | 4,5                        |                                                           |       |
|                        |                            | 0.0013                 | 3,9                        |                                                           |       |

 DESCRIPTION: Silt gris foncé, traces d'argile, traces de sable fin. **53-54**

REMARQUES:

|               |                                                                     |                                 |             |
|---------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------|
| Projet:       | Essais en laboratoire, résidus miniers, Mine Opémiska, Chapais (Qc) | N/Dossier:                      | 9950902     |
| Site:         | Mine Opémiska,                                                      | Sondage:                        | F-04-2009   |
| Prélevé par:  | Client                                                              | le:                             | 2009-03-31  |
| Effectué par: | Pierre-Luc Bouchard, tech.                                          | le:                             | 2009-04-14  |
|               |                                                                     | Profondeur (m):                 | 3,96 à 4,06 |
|               |                                                                     | N° séquentiel d'identification: | 90174       |

| ARGILE | SILT | SABLE |       |      | GRAVIER |          | CAIL-LOUX | BLOCS |
|--------|------|-------|-------|------|---------|----------|-----------|-------|
|        |      | FIN   | MOYEN | GROS | FIN     | GROSSIER |           |       |



| TABLEAUX DES RÉSULTATS   |                            |                          |                            | Caractéristiques de l'échantillon                              |  |
|--------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------|--|
| Tamisage mécanique       |                            | Sédimentométrie          |                            | Diamètre maximal des particules (mm): 0,315                    |  |
| Diamètre<br>≥ 0,080 (mm) | Pourcentage<br>passant (%) | Diamètre<br>< 0,080 (mm) | Pourcentage<br>passant (%) | Masse totale de l'échantillon (g): 47,69                       |  |
| 0,63                     | 100,0                      | 0,0466                   | 14,7                       | Densité relative grains: <input type="checkbox"/> mesurée 2,96 |  |
| 0,315                    | 99,5                       | 0,0333                   | 11,6                       | Teneur en eau à la réception (%):                              |  |
| 0,16                     | 70,6                       | 0,0212                   | 8,8                        |                                                                |  |
| 0,08                     | 33,1                       | 0,0124                   | 6,9                        |                                                                |  |
|                          |                            | 0,0088                   | 5,0                        |                                                                |  |
|                          |                            | 0,0062                   | 4,7                        |                                                                |  |
|                          |                            | 0,0044                   | 3,8                        |                                                                |  |
|                          |                            | 0,0031                   | 2,5                        |                                                                |  |
|                          |                            | 0,0022                   | 2,2                        |                                                                |  |
|                          |                            | 0,0013                   | 1,6                        |                                                                |  |

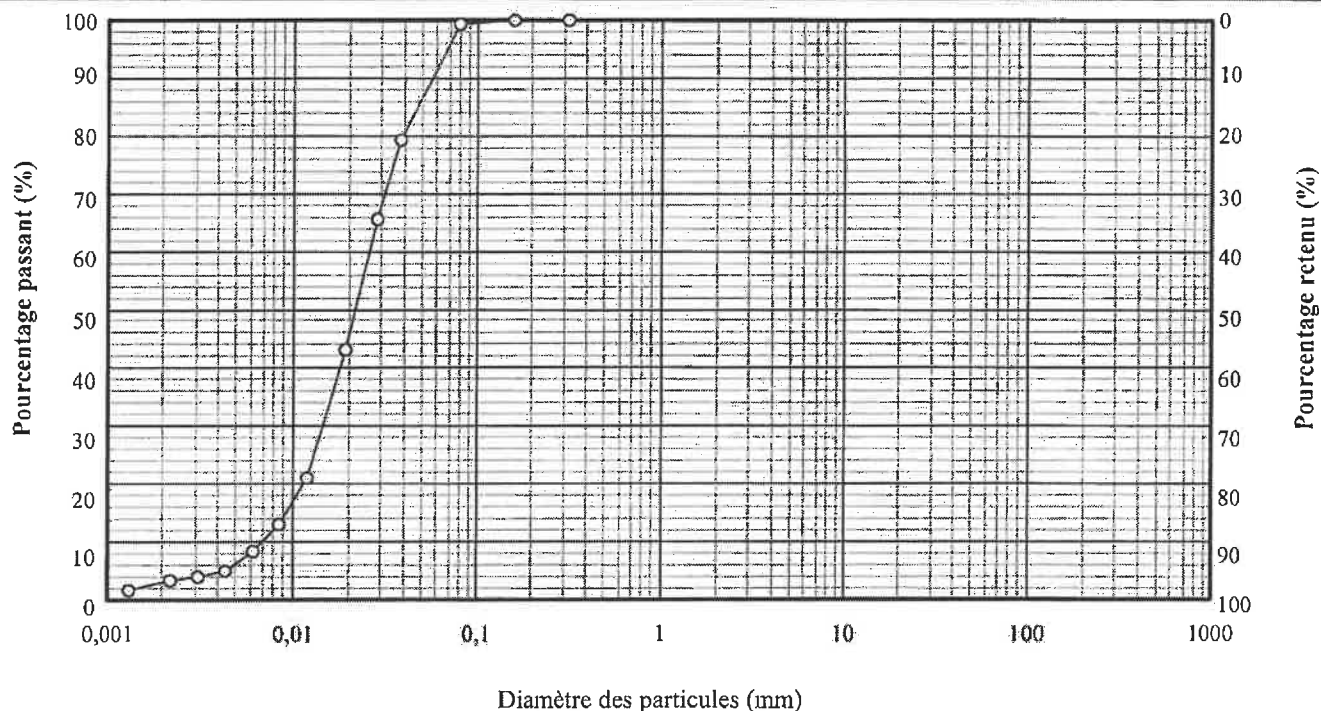
**DESCRIPTION:** Sable fin silteux gris foncé, traces d'argile.

**53-54**
**REMARQUES:**



|               |                                                                     |                                 |             |
|---------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------|
| Projet:       | Essais en laboratoire, résidus miniers, Mine Opémiska, Chapais (Qc) | N/Dossier:                      | 9950902     |
| Site:         | Mine Opémiska.                                                      | Sondage:                        | F-04-2009   |
| Prélevé par:  | Client                                                              | le:                             | 2009-03-31  |
| Effectué par: | Pierre-Luc Bouchard, tech.                                          | le:                             | 2009-04-14  |
|               |                                                                     | Profondeur (m):                 | 7,01 à 7,11 |
|               |                                                                     | N° séquentiel d'identification: | 90176       |

| ARGILE | SILT | SABLE |       |      | GRAVIER |          | CAIL-<br>LOUX | BLOCS |
|--------|------|-------|-------|------|---------|----------|---------------|-------|
|        |      | FIN   | MOYEN | GROS | FIN     | GROSSIER |               |       |



| TABLEAUX DES RÉSULTATS   |                            |                          |                            | Caractéristiques de l'échantillon                    |  |
|--------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------|--|
| Tamisage mécanique       |                            | Sédimentométrie          |                            | Diamètre maximal des particules (mm): 0,16           |  |
| Diamètre<br>≥ 0,080 (mm) | Pourcentage<br>passant (%) | Diamètre<br>< 0,080 (mm) | Pourcentage<br>passant (%) | Masse totale de l'échantillon (g): 40,67             |  |
| 0,315                    | 100,0                      | 0,0383                   | 79,4                       | Densité relative grains: $\sqrt{\quad}$ mesurée 2,96 |  |
| 0,16                     | 100,0                      | 0,0285                   | 65,4                       | Teneur en eau à la réception (%):                    |  |
| 0,08                     | 99,4                       | 0,0194                   | 43,0                       |                                                      |  |
|                          |                            | 0,012                    | 21,0                       |                                                      |  |
|                          |                            | 0,0086                   | 12,9                       |                                                      |  |
|                          |                            | 0,0062                   | 8,5                        |                                                      |  |
|                          |                            | 0,0044                   | 5,1                        |                                                      |  |
|                          |                            | 0,0031                   | 4,0                        |                                                      |  |
|                          |                            | 0,0022                   | 3,3                        |                                                      |  |
|                          |                            | 0,0013                   | 1,8                        |                                                      |  |

DESCRIPTION: Silt gris foncé, traces d'argile, traces de sable fin. 53-54

REMARQUES:



**SNC • LAVALIN**

---

*Ressources naturelles  
et Faune*

**Québec** 

**Ministère des Ressources naturelles et de la Faune**

Direction de la restauration des sites miniers

**DEMANDE DE CERTIFICAT D'AUTORISATION**

**TRAVAUX CORRECTEURS REQUIS SUITE À LA RUPTURE  
DE LA DIGUE SUD DU BASSIN DE POLISSAGE DE LA MINE  
OPÉMISKA À CHAPAIS**

**VERSION FINALE – AOÛT 2009**





## TABLE DES MATIÈRES

|                                                                                              | <u>PAGE</u> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1. INTRODUCTION .....                                                                        | 1           |
| 1.1 Contexte .....                                                                           | 1           |
| 1.2 Objectif du document .....                                                               | 2           |
| 2. RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX .....                                                             | 3           |
| 2.1 Identification du demandeur .....                                                        | 3           |
| 2.2 Titre du projet faisant l'objet de la demande .....                                      | 3           |
| 2.3 Lieu de réalisation du projet .....                                                      | 3           |
| 2.4 Certificat de la municipalité .....                                                      | 4           |
| 2.5 Décision de la commission de protection du territoire agricole du Québec .....           | 4           |
| 3. DESCRIPTION DU PROJET .....                                                               | 6           |
| 3.1 Objectifs et nature des travaux correcteurs .....                                        | 6           |
| 3.2 Nettoyage et réaménagement du ruisseau Slam .....                                        | 7           |
| 3.2.1 Critères de nettoyage .....                                                            | 8           |
| 3.2.2 Contrôle des travaux de nettoyage .....                                                | 9           |
| 3.3 Reprofilage, recouvrement et végétalisation du lit de l'ancien bassin de polissage ..... | 9           |
| 3.4 Ouvrage de dérivation des eaux en amont de l'ancien bassin de polissage ...              | 10          |
| 3.5 Achèvement du bassin de sédimentation mis en place à l'hiver 2008-2009 ...               | 11          |
| 3.6 Construction d'un nouveau bassin de sédimentation .....                                  | 11          |
| 3.7 Démantèlement de la tour de décantation désaffectée .....                                | 11          |
| 3.8 Échéancier des travaux .....                                                             | 11          |
| 4. REJETS DE CONTAMINANTS À L'ENVIRONNEMENT .....                                            | 12          |
| 4.1 Mesures de mitigation .....                                                              | 12          |
| 4.2 Programme de suivi environnemental pendant les travaux .....                             | 13          |
| 4.3 Programme de suivi environnemental après les travaux .....                               | 14          |
| 5. ATTESTATION DU DEMANDEUR .....                                                            | 15          |



**LISTE DES ANNEXES**

- ANNEXE A - Certificat de la Ville de Chapais
- ANNEXE B - Rapport de conception des travaux correcteurs (SNC-Lavalin inc., août 2009)
- ANNEXE C - Carte des stations d'échantillonnage – Suivi environnemental du ruisseau Slam

**LISTE DES FIGURES**

- Figure 2-1 Plan de localisation des travaux .....5



## **1. INTRODUCTION**

La présente demande de certificat d'autorisation est soumise au ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) en vertu de l'article 22 de la *Loi sur la Qualité de l'Environnement* (L.R.Q., c. Q-2). Elle porte sur la réalisation de travaux correcteurs rendus nécessaires suite à la rupture d'une digue du bassin de polissage de l'ancien site minier Opémiska situé à Chapais.

### **1.1 Contexte**

Le site minier Opémiska est situé à environ un kilomètre à l'ouest de la municipalité de Chapais et à quelques centaines de mètres au nord de la route 113 qui relie la région de Chapais et l'Abitibi. Entre 1953 et 1991, la mine a été exploitée afin d'y extraire du cuivre, de l'or et un peu d'argent. Après la fin des activités d'exploitation, le site a été restauré de 1991 à 1995 et a fait l'objet d'une libération. Cette libération fait en sorte que le site est maintenant sous la responsabilité du MRNF.

Jusqu'en juin 2008, le système en place pour la gestion des résidus miniers était composé de deux parcs à résidus et d'un bassin de polissage. Ce bassin, d'une superficie approximative de 40 hectares, avait pour but de capter les particules fines contenues dans les eaux décantées et les exfiltrations des parcs à résidus, avant leur rejet dans le milieu récepteur.

Le 23 juin 2008, la digue de rétention située dans la partie aval du bassin (digue Sud) a cédé sous l'effet de précipitations intenses. Il a été estimé que plus d'un million de mètres cubes d'eau entraînant un volume de résidus miniers de l'ordre de 50 000 mètres cubes se sont déversés dans le ruisseau Slam. Cet écoulement soudain a emporté la route 113 sur environ 100 mètres, coupant le lien entre la région de Chapais et l'Abitibi. Des résidus miniers ont été emportés dans le ruisseau Slam jusqu'à sa jonction avec la rivière Obatogamau, environ 8 km en aval. Étant donné l'ampleur du déversement, des résidus miniers se sont également déposés sur les rives du ruisseau Slam et dans les plaines inondables qui le bordent.

Suite à cet incident, des travaux d'urgence ont été réalisés à l'été 2008 dans le but de contrôler l'écoulement des résidus miniers toujours présents dans le bassin de polissage. Ces travaux ont consisté à construire trois digues temporaires afin de retenir les résidus entraînés par les eaux de surface et de précipitations s'écoulant sur le lit du bassin de polissage. Un bassin de sédimentation supplémentaire a



également été construit entre l'ancienne digue et la route 113, afin de capter le maximum de sédiments possible lors de la fonte des neiges du printemps 2009.

Enfin, des travaux de caractérisation du ruisseau Slam ont été effectués en novembre 2008 afin d'obtenir un portrait de l'étendue de la présence de résidus miniers dans le ruisseau Slam et sur ses rives.

## **1.2 Objectif du document**

Le présent document constitue une demande de certificat d'autorisation. Il a été préparé par la division Restauration minière et Services géotechniques de SNC-Lavalin pour le compte du MRNF. L'objectif du document est essentiellement d'obtenir l'autorisation du MDDEP préalablement à la réalisation des travaux correcteurs décrits à la section 3. À cette fin, il contient l'ensemble des informations qui permettront au MDDEP d'analyser la demande.



## **2. RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX**

### **2.1 Identification du demandeur**

#### Promoteur du projet

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec  
Direction de la restauration des sites miniers  
880, chemin Sainte-Foy, 4<sup>e</sup> étage  
Québec (Québec)  
G1S 4X4

#### Personne responsable du projet

Monsieur Marc Houde, ing., M.Sc.

Téléphone: (418) 627-6292 poste 5614  
Télécopieur: (418) 643-3803

Courriel : [marc.houde@mrnf.gouv.qc.ca](mailto:marc.houde@mrnf.gouv.qc.ca)

#### Signataire de la demande

Madame Johanne Cyr, directrice

Téléphone: (418) 627-6292 poste 5608  
Télécopieur: (418) 643-3803

Courriel : [johanne.cyr@mrnf.gouv.qc.ca](mailto:johanne.cyr@mrnf.gouv.qc.ca)

### **2.2 Titre du projet faisant l'objet de la demande**

Toute référence au projet devrait se faire en utilisant l'appellation suivante :

*TRAVAUX CORRECTEURS REQUIS SUITE À LA RUPTURE DE LA  
DIGUE SUD DU BASSIN DE POLISSAGE DE LA MINE OPÉMISKA À  
CHAPAIS.*

### **2.3 Lieu de réalisation du projet**

Le territoire visé par les travaux correcteurs proposés se divise en deux secteurs, soit :

- ☐ Le secteur de l'ancien bassin de polissage où des travaux sont proposés sur toute la surface du lit du bassin, à l'endroit où la digue Sud a cédé, de même que sur les terrains situés immédiatement à l'ouest et au nord du bassin;
- ☐ Un tronçon du ruisseau Slam d'environ 2,4 kilomètres de longueur, compris entre la digue Sud du bassin de polissage et la ligne de transport d'électricité d'Hydro-Québec.

Les coordonnées géodésiques correspondant approximativement au centre de ces secteurs de travaux sont les suivantes :

- ☐ Pour le secteur du bassin :      205 837 E      5 517 634 N
- ☐ Pour le secteur du ruisseau :    204 930 E      5 516 433 N

Ces coordonnées se réfèrent à la projection MTM, NAD83, Zone 8 et sont exprimées en mètres. La figure 2-1 montre la position relative de ces secteurs.

Une partie des travaux correcteurs proposés seront effectués dans le lit et sur les rives du ruisseau Slam, de même que dans les secteurs avoisinants où des résidus miniers se sont déposés lors du déversement. En conséquence, le projet sera réalisé dans une zone inondable.

Selon l'information obtenue, la majeure partie des terrains sur lesquels des travaux sont proposés appartiennent au MRNF. Il est cependant possible que certaines voies de circulation et leurs emprises respectives soient la propriété du ministère des Transports du Québec (MTQ).

## **2.4 Certificat de la municipalité**

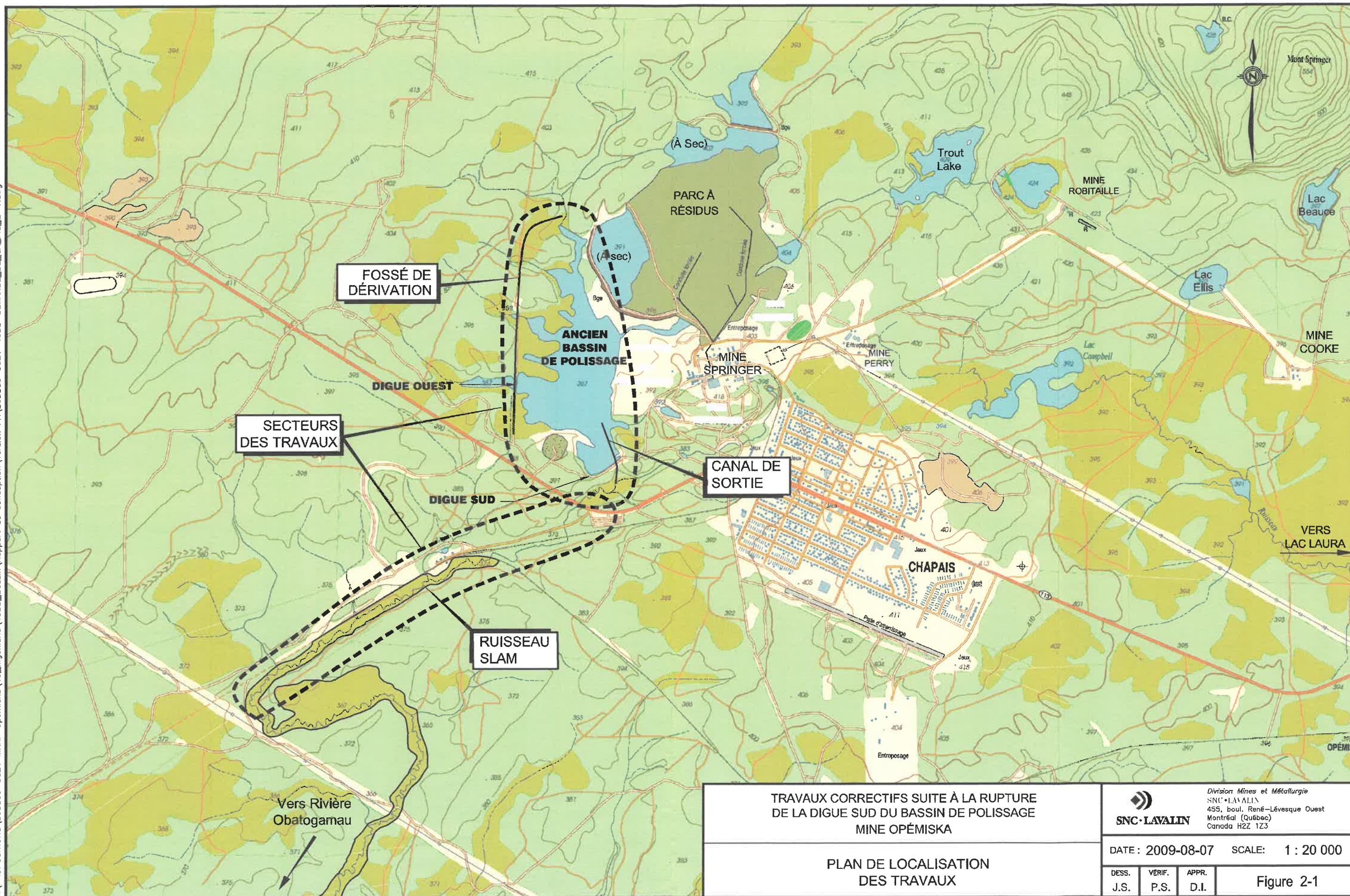
Le certificat de la Ville de Chapais, attestant que le projet ne contrevient à aucun règlement municipal, est présenté à l'**Annexe A**.

## **2.5 Décision de la commission de protection du territoire agricole du Québec**

Le projet n'est pas situé dans une zone agricole au sens de la *Loi sur la Protection du territoire et des activités agricoles*.



S:\PROPOSITIONS\865866-9021 MRNF Opémiska\40\_Ingénierie\Rapport de conception\40DD\_Dessin\Rapport de conception\40DD-DEMANDE\_DE\_CA\_FIG\_2-1.dwg





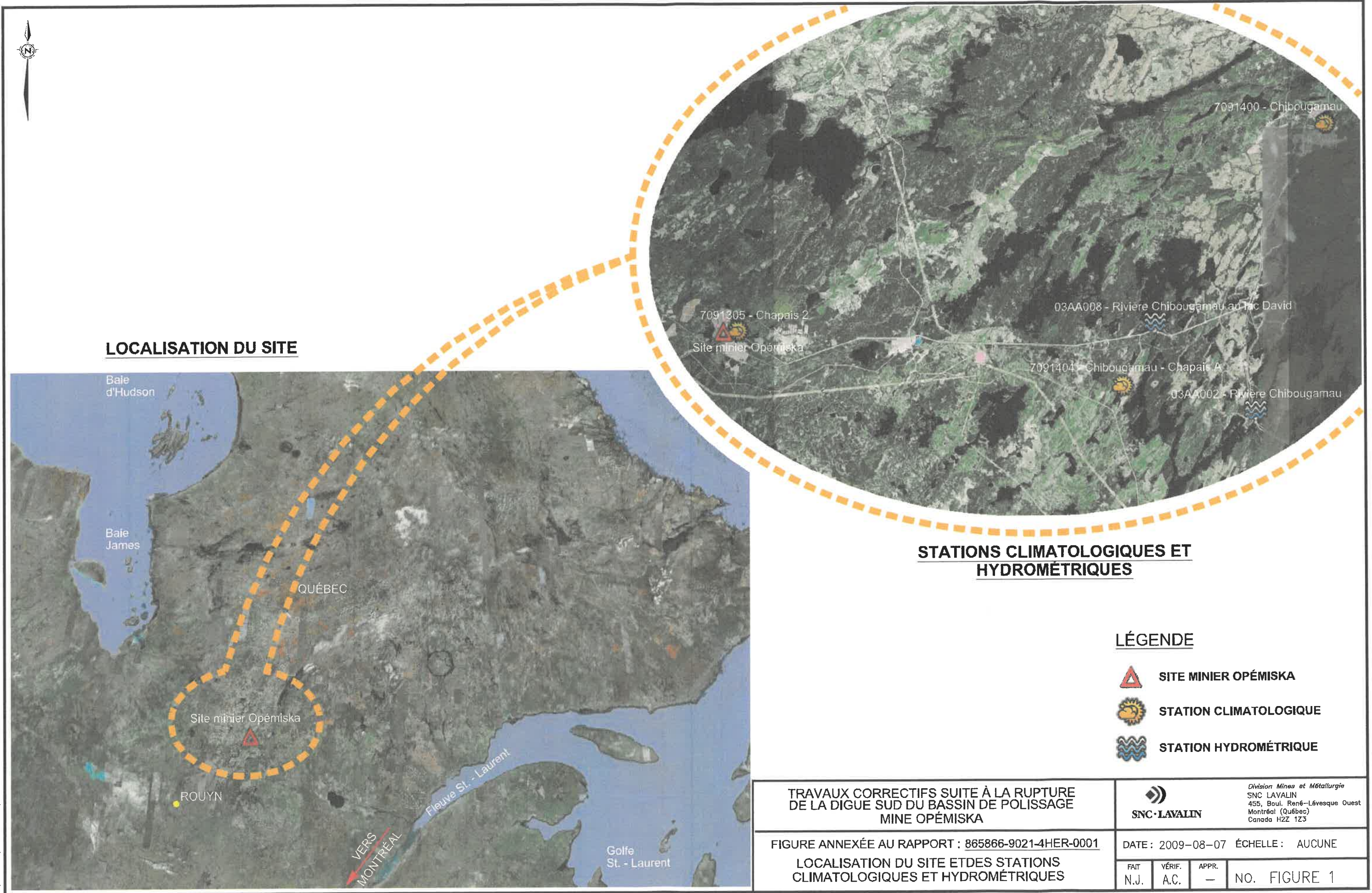
# B Bassins versants du site



**SNC • LAVALIN**



Z:\000752\865866-AC\FIGURES ANNEXÉES AU RAPPORT 865866-9021-4HER-0001\865866-FIGURE 1.dwg





### **3. DESCRIPTION DU PROJET**

La présente section décrit sommairement les différents éléments des travaux correcteurs proposés. Les informations fournies sont suffisamment détaillées pour permettre de bien comprendre le but et la nature des ouvrages. Cependant, elles ne comprennent pas de détails de conception. Ces détails sont plutôt présentés dans le rapport de conception qui se trouve à l'**Annexe B**. C'est également dans le rapport de conception que l'on retrouve les plans des ouvrages proposés.

#### **3.1 Objectifs et nature des travaux correcteurs**

L'objectif fondamental des travaux correcteurs proposés est de stabiliser les résidus miniers exposés suite à la rupture de la digue Sud du bassin de polissage afin de limiter leur mobilisation. Plus spécifiquement, le projet a pour but de récupérer les résidus miniers qui ont été déversés dans le ruisseau Slam, de les retourner sur le lit de l'ancien bassin de polissage et de stabiliser l'ensemble des résidus présents à cet endroit. Le projet ne prévoit pas de reconstruire la digue du bassin de polissage, éliminant ainsi les risques associés à ce type d'ouvrage.

Afin d'atteindre ces objectifs, les travaux comprendront les éléments suivants :

- ☐ Le nettoyage et le réaménagement d'une partie du ruisseau Slam;
- ☐ Le reprofilage, le recouvrement et la végétalisation du lit de l'ancien bassin de polissage;
- ☐ Un ouvrage de dérivation des eaux de surface en amont de l'ancien bassin de polissage;
- ☐ L'achèvement du bassin de sédimentation construit en amont de la route 113 lors des travaux d'urgence réalisés en 2008;
- ☐ La construction d'un nouveau bassin de sédimentation;
- ☐ Le démantèlement de la tour de décantation désaffectée.

Ces différents éléments sont décrits dans les sections suivantes.

Il est important de mentionner que le concept général du projet a déjà été présenté au MDDEP à l'automne 2008. Par ailleurs, les travaux correcteurs proposés ont été soumis à l'analyse d'un groupe d'experts indépendants lors de la phase d'ingénierie détaillée. Le groupe était formé de M. Michel Aubertin, ing., Ph.D. (Chaire industrielle CRSNG Polytechnique-UQAT), M. Normand Tassé, ing., Ph.D. (INRS –

Eau, Terre et Environnement) et M. John Molson, ing., Ph.D. (Université Laval), tous reconnus pour leur expertise dans le domaine de la gestion des résidus miniers. Suite à une consultation des documents d'ingénierie et à une visite des lieux, chacun des experts a émis des commentaires et recommandations qui ont été pris en compte pour la conception des travaux.

### **3.2 Nettoyage et réaménagement du ruisseau Slam**

Les travaux de nettoyage et de réaménagement seront réalisés dans le lit et aux abords du ruisseau Slam, sur un tronçon compris entre la route 113 et la ligne de transport d'électricité située environ 2,4 km plus loin en direction sud-ouest (voir figure 2-1). La délimitation de cette zone d'intervention a été faite de manière à optimiser le gain environnemental qui sera réalisé par le biais des travaux. La zone a donc été définie en considérant les facteurs suivants :

- ☐ Selon les observations faites sur le terrain, la zone retenue est celle où l'on retrouve la plus grande quantité de résidus miniers, matériaux de remblais et autres débris déposés aux abords du ruisseau;
- ☐ C'est également la zone dans laquelle la végétation est la plus affectée (arbres arrachés, cassés ou déracinés, végétation dépérissante) et qui bénéficierait le plus de travaux de réaménagement;
- ☐ Les experts qui ont révisé les travaux proposés sont d'avis que la récupération des résidus le long du ruisseau devrait être limitée, compte tenu qu'une partie de ces résidus se trouvent à des endroits où le couvert végétal est abondant et en santé, et où le risque de remobilisation est faible;
- ☐ La section du ruisseau Slam comprise entre la ligne de transport d'électricité et la rivière Obatogamau est bordée principalement de milieux humides. La récupération des résidus dans cette section serait vraisemblablement plus dommageable que bénéfique;
- ☐ La zone retenue est relativement facile d'accès. Des travaux de nettoyage plus en aval nécessiteraient un déboisement important et la construction de chemins d'accès;
- ☐ Les risques de remobilisation des résidus sont plus faibles dans les secteurs plus en aval où la végétation n'a pas été affectée. La végétation favorise la rétention des résidus déposés au sol;



- Bien que l'évaluation des caractéristiques géochimiques des résidus de la mine Opémiska soit toujours en cours, les premiers résultats obtenus et le fait que ces mêmes résidus soient exposés à l'air depuis plusieurs dizaines d'années dans les parcs à résidus de la mine, suggèrent qu'ils ne sont pas générateurs de drainage acide;
- Un programme de suivi de la qualité des eaux du ruisseau Slam est présentement en cours. Les données recueillies dans le cadre de ce programme permettront de suivre l'impact potentiel des résidus qui seront laissés en place.

Les travaux de nettoyage consisteront à enlever les débris (morceaux de ponceau, béton bitumineux, poteaux, arbres et arbustes déracinés, etc.) et à excaver les résidus miniers emportés lors de la rupture de la digue. Les travaux d'excavation seront effectués à l'aide d'équipements adaptés aux conditions du terrain. Les matériaux excavés comprendront des résidus miniers, mais également des sols naturels provenant du ruisseau et des terrains adjacents, ainsi qu'une certaine quantité de matériaux de remblai. Ces remblais proviennent de la digue elle-même ainsi que d'autres infrastructures endommagées telles que la route 113 et la voie ferrée. Tous ces matériaux seront transportés par camion vers l'ancien bassin de polissage où ils seront utilisés comme matériaux de remblais ou de recouvrement dans la partie sud du bassin.

Dans le but de faciliter les travaux de nettoyage, l'eau du ruisseau sera détournée vers un canal de dérivation temporaire qui sera aménagé le long de l'ancienne voie ferrée. Ceci permettra de minimiser la quantité d'eau présente dans le lit du ruisseau pendant les travaux.

Enfin, les secteurs qui auront été excavés seront végétalisés en utilisant des méthodes adaptées aux conditions du terrain.

La section 5.5 du rapport de conception fournit plus de détails sur la manière dont les travaux de nettoyage et de réaménagement du ruisseau seront réalisés.

### 3.2.1 Critères de nettoyage

Afin de maximiser la quantité de résidus récupérés tout en limitant les impacts négatifs des travaux, les résidus seront excavés jusqu'au sol naturel sous-jacent, incluant déboisement ou débroussaillage, dans les zones où le dépérissement des végétaux est observé et dans les zones périphériques aux travaux où la densité du couvert végétal arbustif et arborescent est faible (recouvrement éparé inférieur à 30 %). Dans le cas des arbres, l'état de santé (feuillage affecté sur 30 % et plus de



la couronne) et la taille (diamètre des tiges > 15 cm) seront également considérés pour délimiter l'aire de coupe et d'enlèvement des résidus.

### 3.2.2 Contrôle des travaux de nettoyage

Des activités de contrôle seront réalisées au cours des travaux afin de s'assurer que le nettoyage du ruisseau Slam sera fait de façon adéquate. En plus de la surveillance des travaux qui sera effectuée par du personnel qualifié, des échantillons de sols seront prélevés sur les surfaces nettoyées. Ces échantillons composés seront prélevés à raison de deux (2) échantillons par hectare, puis acheminés à un laboratoire accrédité où ils seront analysés pour déterminer leur contenu en métaux (aluminium, argent, cadmium, cobalt, cuivre, étain, fer, molybdène, nickel et zinc). Ces paramètres de contrôle ont été choisis en fonction des caractéristiques géochimiques des résidus miniers déversés.

Dans l'éventualité où un résultat d'analyse montrerait un résultat plus proche d'un résidu minier que d'un sol naturel, la surface visée serait surexcavée jusqu'à l'obtention de résultats comparables à un sol naturel.

Le prélèvement et la conservation des échantillons seront effectués conformément aux pratiques décrites dans le *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales* (cahiers 1 et 5) préparé par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. De plus, l'ensemble de ces activités de contrôle seront soumises à un programme d'AQ/CQ standard afin d'assurer la validité des résultats obtenus.

### 3.3 **Reprofilage, recouvrement et végétalisation du lit de l'ancien bassin de polissage**

Les travaux correcteurs proposés sur le lit de l'ancien bassin de polissage consistent à :

- ☐ Réparer le ravinement et les chenaux causés par la vidange rapide du bassin lors de la rupture de la digue Sud et canaliser les eaux de ruissellement;
- ☐ Mettre en place un couvert végétal afin de stopper l'érosion et le transport des résidus vers le ruisseau Slam;
- ☐ Aménager un canal de sortie à l'endroit de l'ancienne digue Sud pour évacuer l'eau de ruissellement du bassin de polissage et de ses affluents.

Les chenaux creusés dans les résidus miniers seront remblayés avec un matériau tout-venant, puis enrochés. Les matériaux excavés provenant du nettoyage le long du



ruisseau Slam seront utilisés comme matériaux de recouvrement dans la partie sud du bassin de polissage, tel que montré sur le dessin 865866-9021-4GDD-0002. Le profilage final sera réalisé de manière à diriger les eaux de ruissellement vers le canal de sortie qui sera construit dans la partie aval de l'ancien bassin. Des chemins d'accès temporaires pourront être aménagés si la machinerie lourde n'est pas en mesure de circuler sur les résidus du bassin de polissage pour mettre en place le matériau tout-venant et l'enrochement. Ces travaux pourront également être réalisés au début du gel du sol pour faciliter la circulation.

Le couvert végétal sera mis en place par ensemencement. Dans les parties centrale et amont du bassin, il est proposé de réaliser cet ensemencement directement dans les résidus miniers. Des essais d'ensemencement auront lieu au préalable afin d'identifier le mélange de semences approprié et de vérifier le succès de la reprise végétale sur ces sections de sédiments fins. Dans la partie aval du bassin qui fera l'objet d'un recouvrement, l'ensemencement sera effectué sur l'ensemble de la surface et des rangs de fagots seront intégrés dans les zones plus sensibles au ruissellement et au ravinement. Ces travaux seront réalisés à l'été 2010.

Le canal de sortie qui sera aménagé dans la partie aval du bassin favorisera l'évacuation des eaux de ruissellement tout en limitant l'érosion dans cette section plus en pente du terrain. Le canal aura la capacité d'évacuer un débit de pointe correspondant à une crue ayant une période de récurrence de 100 ans.

Les détails concernant les travaux qui seront réalisés sur le lit de l'ancien bassin de polissage sont présentés à la section 5.3 du rapport de conception.

### **3.4 Ouvrage de dérivation des eaux en amont de l'ancien bassin de polissage**

Les résidus miniers présents à l'endroit de l'ancien bassin de polissage seront stabilisés par reprofilage, recouvrement et végétalisation. Afin de limiter les risques d'érosion et d'entraînement des résidus une fois stabilisés, il est prévu de construire un ouvrage de dérivation des eaux de surface qui s'écoulent présentement dans l'ancien bassin. Cet ouvrage sera constitué d'un canal et d'une berme et longera les côtés nord et ouest du bassin. Les eaux qui seront interceptées par ce canal de dérivation seront redirigées vers le ruisseau Slam, en aval de l'ancien bassin. Le canal sera dimensionné de manière à permettre l'écoulement d'un débit de pointe correspondant à une crue ayant une période de récurrence de 100 ans.

Les détails concernant la position et la conception du canal de dérivation sont présentés à la section 5.2 du rapport de conception.

Il est projeté de construire ce canal de dérivation au début du projet afin de limiter l'apport d'eau pendant les travaux qui auront lieu sur le lit de l'ancien bassin de polissage.

### **3.5 Achèvement du bassin de sédimentation mis en place à l'hiver 2008-2009**

Dans le cadre des travaux d'urgence qui ont suivi la rupture de la digue du bassin de polissage, un bassin de sédimentation a été construit à l'hiver 2008-2009 entre la digue qui a cédé et la route 113. Dans le cadre des travaux correcteurs proposés, ce bassin de sédimentation sera achevé. Les travaux consisteront essentiellement à reprofiler les pentes du bassin, à excaver les résidus miniers accumulés dans et aux abords du bassin et à végétaliser le secteur. Les détails concernant ces travaux sont présentés à la section 5.4 du rapport de conception.

### **3.6 Construction d'un nouveau bassin de sédimentation**

En plus de celui construit lors des travaux d'urgence réalisés en 2008, un nouveau bassin de sédimentation sera mis en place environ 2,4 km plus en aval sur le ruisseau Slam. Ce bassin sera construit dès le début des travaux et aura pour fonction de capter les sédiments qui pourraient être entraînés lors des travaux de nettoyage et d'aménagement qui seront réalisés en amont. Ce nouveau bassin permettra également de limiter l'entraînement de sédiments vers la rivière Obatogamau lors de crues futures, puisqu'il sera laissé en place à la fin des travaux.

Les détails concernant la position et la conception de ce bassin de sédimentation sont présentés sur le dessin 865866-9021-4GDD-0005 annexé au rapport de conception.

### **3.7 Démantèlement de la tour de décantation désaffectée**

La tour de décantation désaffectée située juste en amont de la digue Sud sera démantelée. Les débris de démolition seront acheminés vers un site autorisé, en conformité avec les exigences de la Ville de Chapais.

### **3.8 Échéancier des travaux**

Selon l'échéancier prévu, les travaux correcteurs débuteront à l'automne 2009 et se termineront à l'automne 2010. Il n'est pas prévu de travailler pendant la période hivernale.

#### **4. REJETS DE CONTAMINANTS À L'ENVIRONNEMENT**

Les travaux correcteurs proposés dans le cadre de ce projet sont essentiellement des travaux de nettoyage et de terrassement qui seront réalisés sur le lit de l'ancien bassin de polissage ou à proximité de celui-ci, de même que le long du ruisseau Slam. Compte tenu de leur nature, ces travaux sont susceptibles de provoquer la mise en suspension et l'entraînement de sédiments dans les cours d'eau en aval. Puisque ces sédiments sont constitués en partie de résidus miniers, il en résulterait une augmentation des concentrations de matières en suspension (MES) et de métaux dans les cours d'eau touchés. Dans le but de limiter ces rejets, des mesures de mitigation et un programme de suivi environnemental seront mis en œuvre.

##### **4.1 Mesures de mitigation**

Les mesures de mitigation qui seront mises en œuvre avant et durant les travaux visent d'abord à réduire l'apport d'eau sur les sites de travail afin de limiter l'entraînement de sédiments en aval. Elles permettront également de capter les sédiments qui pourraient être mis en suspension malgré tout. Les mesures de mitigations proposées sont les suivantes:

- ☐ Le nouveau canal de dérivation qui longera les côtés ouest et nord de l'ancien bassin de polissage sera construit dès le début des travaux. Ceci permettra d'intercepter les eaux de surface non affectées qui proviennent du bassin versant situé au nord-ouest et qui coulent présentement sur le lit du bassin. Elles seront redirigées vers le ruisseau Slam plus en aval. Cette mesure réduira sensiblement les venues d'eau pendant les travaux qui seront réalisés sur le lit du bassin de polissage et dans le ruisseau Slam;
- ☐ Un fossé de dérivation temporaire sera construit le long de la voie ferrée afin de minimiser l'écoulement d'eau dans le ruisseau Slam pendant les travaux de nettoyage qui y seront faits;
- ☐ Dans la mesure du possible, ces ouvrages de dérivation seront construits en progressant de l'aval vers l'amont afin d'éviter de travailler dans l'eau;
- ☐ Des trappes à sédiments et/ou des digues filtrantes seront construites en amont des ponceaux pour prévenir le colmatage;
- ☐ Le bassin de sédimentation construit à l'hiver 2008-2009 sera conservé afin de favoriser le captage des sédiments qui pourraient sortir de l'ancien bassin de polissage. Ce bassin de sédimentation se trouve entre la digue Sud et la route 113;



- Le nouveau bassin de sédimentation sera mis en place dès le début des travaux afin de capter les sédiments qui pourraient être transportés malgré les mesures précédentes. Ce bassin sera situé sur le ruisseau Slam, en aval de tous les secteurs où des travaux seront réalisés. Il sera conservé après les travaux.

Au besoin, des mesures de mitigation additionnelles pourront être appliquées, notamment la mise en place de barrières à sédiments en aval des zones de travail.

#### **4.2 Programme de suivi environnemental pendant les travaux**

Un programme de suivi environnemental sera mis en œuvre durant la période des travaux et comportera deux volets.

Le premier volet portera sur la surveillance des travaux de nettoyage du ruisseau Slam et de ses abords. Il aura pour objectif de s'assurer que la récupération des résidus miniers sera faite conformément aux critères de nettoyage établis. Ce volet a déjà été décrit à la section 3.2.2.

Le second volet portera sur la surveillance de la qualité des eaux du ruisseau Slam en aval des zones d'intervention. Il permettra de contrôler l'efficacité des mesures de mitigation décrites à la section précédente. Pour ce volet, il est proposé de mettre à profit le programme de suivi de la qualité des eaux que le MRNF a déjà entrepris suite à la rupture de la digue Sud à l'été 2008. Ce programme comprend le prélèvement hebdomadaire des eaux du ruisseau à quatre endroits dans la zone comprise entre l'ancienne digue Sud et la ligne de transport d'Hydro-Québec (stations B, C, D et F), ainsi que celui des eaux de la rivière Obatogamau en aval (station E). Le programme comprend également l'échantillonnage, aux deux semaines, des eaux du ruisseau et de la rivière Obatogamau à deux nouvelles stations situées à proximité de la jonction de ces deux cours d'eau (stations G et H)<sup>1</sup>. À ceci s'ajoute le prélèvement occasionnel des eaux de surface en amont de l'ancien bassin de polissage (station Amont). La figure présentée à l'**Annexe C** montre la position des différentes stations d'échantillonnage qui font actuellement partie de ce programme<sup>2</sup>. Les échantillons prélevés sont soumis à des analyses afin d'en déterminer le pH, la conductivité et la dureté, ainsi que les concentrations en MES, arsenic, cuivre, fer, nickel, plomb et zinc. Les résultats de ces analyses sont

---

<sup>1</sup> La station G est située sur la rivière Obatogamau, en amont de la jonction avec le ruisseau Slam. Quant à la station H, elle se trouve sur le ruisseau Slam immédiatement en amont du point de mélange avec la rivière Obatogamau.

<sup>2</sup> La station A montrée sur la figure de l'**Annexe C** ne fait plus partie du programme de suivi.



comparés aux exigences applicables à un effluent final telles que définies dans la *Directive 019 sur l'industrie minière* du MDDEP.

Certaines de ces stations seront utiles pour suivre l'impact potentiel des travaux correcteurs sur le milieu récepteur. C'est le cas de la station D qui correspond approximativement à la sortie du nouveau bassin de sédimentation qui constituera la mesure de mitigation la plus en aval du secteur des travaux.

Durant la période des travaux de 2009, ces stations continueront d'être échantillonnées aux fréquences mentionnées précédemment. Il faut toutefois préciser que les stations situées à l'intérieur des zones où des travaux seront exécutés pourraient devoir être déplacées ou retirées temporairement du programme, si elles ne sont plus accessibles ou disponibles en raison des travaux. C'est notamment le cas des stations B, C et F qui se trouvent sur la section du ruisseau Slam où seront exécutés des travaux de nettoyage pendant lesquels l'eau empruntera un fossé de dérivation temporaire. La station « Amont » située dans la partie nord de l'ancien bassin de polissage pourrait elle aussi devoir être déplacée en raison des travaux. Afin qu'elle corresponde à l'effluent du nouveau bassin de sédimentation, la station D pourrait être déplacée légèrement. Quant à la station E et les nouvelles stations G et H, elles se trouvent toutes en aval des secteurs des travaux et ne devraient pas être affectées. Le programme de suivi sera interrompu au cours de l'hiver. La fréquence d'échantillonnage pourra être modifiée en 2010 en fonction de la nature des travaux qui devront être complétés et des résultats antérieurs du suivi. Toute modification de la fréquence d'échantillonnage serait d'abord soumise à l'approbation du MDDEP.

En plus du programme de suivi décrit ci-dessus, il est proposé de mesurer la turbidité des eaux à la sortie du nouveau bassin de sédimentation quotidiennement. Ces mesures seront effectuées par le surveillant de chantier. Elles permettront d'assurer un suivi plus serré entre les échantillonnages et d'appliquer des mesures correctives plus rapidement si l'impact des travaux devient trop important.

#### **4.3 Programme de suivi environnemental après les travaux**

Lorsque les travaux correcteurs auront été complétés, le MRNF poursuivra le programme de suivi des eaux déjà en vigueur. Ce programme pourra être ajusté en fonction de l'évolution des conditions observées sur le terrain et conditionnellement à l'approbation du MDDEP.



**SNC • LAVALIN**

---

**5. ATTESTATION DU DEMANDEUR**

Je certifie que tous les renseignements mentionnés dans la présente demande sont exacts.

Original signé

Johanne Cyr, directrice  
Ministère des Ressources naturelles et de la Faune  
Direction de la restauration des sites miniers

13 Août 09  
Date

## **ANNEXE A**

### **Certificat de la Ville de Chapais**



À être rempli par le greffier ou le secrétaire-trésorier

Nom de la municipalité

Ville de Chapais

Nom du demandeur

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la restauration des sites miniers

Titre du projet

Travaux correcteurs suite à la rupture de la digue sud du bassin de polissage au site minier Opémiska

Description du projet

Les travaux consistent à récupérer les résidus miniers qui se sont déposés le long du ruisseau Slam, à les retourner dans le bassin de polissage et à stabiliser les résidus présents à cet endroit. Le bassin ne sera pas reconstruit. La stabilisation des résidus sur le lit du bassin de polissage sera réalisée par recouvrement et/ou végétalisation. Un canal de dérivation sera construit en amont du bassin.

Localisation cadastrale du projet (lots, rang, cadastre) ou coordonnées géographiques

MTM, NAD83, zone 8 205837mE, 5517634mN (bassin) et 204930 mE, 5516433 mN (ruisseau Slam)

Zonage municipal

35-CN Conservation

Zonage agricole au sens de la *Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles*

Oui Non

☐ ☒

Services fournis par la municipalité

Oui Non

Aqueduc

☐ ☒

Domestique

Pluvial

Unitaire

Aucun

Égouts

☐

☐

☐

☒

Le projet comprend-t-il l'installation de dispositifs pour le traitement des eaux usées ?

Oui Non

☐ ☒

Si oui, la municipalité s'oppose-t-elle à la délivrance de l'autorisation pour l'installation de ces dispositifs ?

Oui Non

☐ ☐

J'atteste avoir pris connaissance du projet présenté par le demandeur du certificat d'autorisation ou de l'autorisation et j'atteste ce qui suit

La réalisation du projet ne contrevient à aucun règlement municipal

☒

Ou

La réalisation du projet contrevient au(x) règlement(s) municipal(aux) suivant(s)

☐

SCEAU DE LA MUNICIPALITÉ

Laurent Levasseur

Original signé

Signature

2009-08-05

Date



**SNC • LAVALIN**

---

## **ANNEXE B**

### **Rapport de conception des travaux correcteurs (SNC-Lavalin inc., août 2009)**



**SNC • LAVALIN**

---

*Ressources naturelles  
et Faune*

**Québec** 

## **Ministère des Ressources naturelles et de la Faune**

Direction de la restauration des sites miniers

### **RAPPORT DE CONCEPTION DES TRAVAUX CORRECTIFS SUITE À LA RUPTURE DE LA DIGUE SUD DU BASSIN DE POLISSAGE DE LA MINE OPÉMISKA**

**RAPPORT FINALE – AOÛT 2009**





## **Table des matières**

|            |                                                                               |           |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.0</b> | <b>INTRODUCTION.....</b>                                                      | <b>1</b>  |
| 1.1        | Mise en contexte .....                                                        | 1         |
| 1.2        | Mandat .....                                                                  | 1         |
| 1.3        | Objectifs des travaux correctifs .....                                        | 3         |
| <b>2.0</b> | <b>DESCRIPTION DU SITE .....</b>                                              | <b>4</b>  |
| 2.1        | Conditions existantes .....                                                   | 4         |
| 2.1.1      | Digue Ouest .....                                                             | 4         |
| 2.1.2      | Bassin de polissage .....                                                     | 6         |
| 2.1.3      | Bassin de sédimentation en amont de la route 113 .....                        | 10        |
| 2.1.4      | Ruisseau Slam .....                                                           | 11        |
| 2.2        | Caractérisation des résidus miniers .....                                     | 16        |
| 2.2.1      | Caractéristiques géochimiques .....                                           | 16        |
| 2.2.2      | Caractéristiques géotechniques .....                                          | 17        |
| 2.3        | Qualité des eaux de surface.....                                              | 18        |
| <b>3.0</b> | <b>BASES DE CONCEPTION.....</b>                                               | <b>19</b> |
| <b>4.0</b> | <b>GESTION DES EAUX.....</b>                                                  | <b>20</b> |
| <b>5.0</b> | <b>DESCRIPTION DES TRAVAUX CORRECTIFS.....</b>                                | <b>21</b> |
| 5.1        | Préparation du site et gestion des eaux durant les travaux.....               | 22        |
| 5.2        | Travaux de dérivation des eaux au nord-ouest du bassin de polissage.....      | 23        |
| 5.2.1      | Fossé de dérivation .....                                                     | 23        |
| 5.2.2      | Capacité du ponceau de la route 113.....                                      | 25        |
| 5.3        | Travaux au bassin de polissage .....                                          | 25        |
| 5.3.1      | Réparation du ravinement et canalisation des eaux de ruissellement .....      | 25        |
| 5.3.2      | Végétalisation .....                                                          | 26        |
| 5.3.3      | Canal de sortie du bassin de polissage.....                                   | 26        |
| 5.3.4      | Autres travaux .....                                                          | 27        |
| 5.4        | Travaux au bassin de sédimentation en amont de la route 113.....              | 27        |
| 5.4.1      | Reprofilage du bassin.....                                                    | 27        |
| 5.4.2      | Végétalisation.....                                                           | 28        |
| 5.4.3      | Capacité des ponceaux de la route 113 .....                                   | 29        |
| 5.5        | Travaux de nettoyage du ruisseau Slam.....                                    | 29        |
| 5.5.1      | Aménagement d'un fossé de dérivation temporaire .....                         | 29        |
| 5.5.2      | Aménagement du chemin de service .....                                        | 30        |
| 5.5.3      | Excavation des résidus .....                                                  | 30        |
| 5.5.4      | Végétalisation de la zone des travaux.....                                    | 31        |
| 5.6        | Bassin de sédimentation en aval des travaux dans le secteur du ruisseau ..... | 32        |
| 5.7        | Sources d'emprunts .....                                                      | 32        |





|     |                                                                                                                |    |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.8 | Protection contre l'érosion durant la période entre les travaux de terrassement et ceux de végétalisation..... | 32 |
| 6.0 | CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....                                                                             | 33 |
| 7.0 | PERSONNEL.....                                                                                                 | 34 |
| 8.0 | BIBLIOGRAPHIE.....                                                                                             | 35 |

**ANNEXE A :** Sommaire des bases de conception  
(Note technique n° 865866-9021-40EC-0001-00)

**ANNEXE B :** Hydrologie du bassin du ruisseau Slam  
(Note technique n° 865866-9021-4HER-0001-00)

**ANNEXE C :** Conception hydraulique des cours d'eau dans le bassin du ruisseau Slam  
(Note technique n° 865866-9021-4HER-0002-00)

**ANNEXE D :** Dessins des travaux correctifs

### **Liste des figures**

|              |                                                                            |    |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1-1:  | Localisation du site minier Opémiska, Chapais .....                        | 2  |
| Figure 2-1:  | Secteur de la digue Ouest .....                                            | 5  |
| Figure 2-2:  | Vue aérienne de la digue Ouest .....                                       | 5  |
| Figure 2-3:  | Secteur du bassin de polissage .....                                       | 6  |
| Figure 2-4:  | Vue aérienne du bassin de polissage après la rupture de la digue Sud ..... | 7  |
| Figure 2-5:  | Brèche dans la digue Sud .....                                             | 7  |
| Figure 2-6:  | Érosion des résidus dans le bassin de polissage .....                      | 8  |
| Figure 2-7:  | Travaux d'urgence – Été 2008 .....                                         | 8  |
| Figure 2-8:  | Digues et bassins de sédimentation temporaires .....                       | 9  |
| Figure 2-9:  | Premier bassin de sédimentation temporaire .....                           | 9  |
| Figure 2-10: | Secteur du bassin de sédimentation avant sa construction.....              | 10 |

|              |                                                                          |    |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 2-11: | Bassin de sédimentation.....                                             | 11 |
| Figure 2-12: | Secteur du ruisseau Slam faisant l'objet des travaux correctifs .....    | 12 |
| Figure 2-13: | Portion du ruisseau Slam en aval de la route 113 .....                   | 13 |
| Figure 2-14: | Impacts sur le ruisseau Slam.....                                        | 14 |
| Figure 2-15: | Voie ferrée endommagée .....                                             | 15 |
| Figure 5-1:  | Végétalisation du fossé de dérivation .....                              | 24 |
| Figure 5-2:  | Végétalisation du bassin de sédimentation en amont de la route 113 ..... | 28 |
| Figure 5-3:  | Végétalisation du haut fond dans le bassin de sédimentation.....         | 28 |
| Figure 5-4:  | Végétalisation du ruisseau – section à plus fort courant .....           | 31 |

### **Liste des dessins (Annexe D)**

|                              |                                                          |
|------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Dessin 865866-9021-4GDD-0001 | Plan général des travaux correctifs                      |
| Dessin 865866-9021-4GDD-0002 | Fossé de dérivation au nord-ouest du bassin de polissage |
| Dessin 865866-9021-4GDD-0003 | Travaux correctifs au bassin de polissage                |
| Dessin 865866-9021-4GDD-0004 | Travaux correctifs dans le ruisseau Slam                 |
| Dessin 865866-9021-4GDD-0005 | Bassin de sédimentation en aval des travaux              |



## **1.0 INTRODUCTION**

### **1.1 Mise en contexte**

Le site minier Opémiska, accessible par la route 113 reliant Chapais à Senneterre, est localisé à environ un kilomètre à l'ouest de la municipalité de Chapais, dans le territoire de la Baie-James, Comté d'Ungava (voir la figure 1-1). La mine a été en opération de 1953 à 1991 et les métaux extraits étaient le cuivre, l'or et un peu d'argent. Le site actuel comporte deux parcs à résidus et un bassin de polissage. Le site a été restauré de 1991 à 1995 et a fait l'objet d'une libération. Cette libération implique que le site est maintenant sous la responsabilité du ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF).

Le 23 juin 2008, la digue à l'exutoire du bassin de polissage a cédé (digue Sud). Il a été estimé que plus d'un million de mètres cubes d'eau emportant un volume de résidus miniers de l'ordre de 50 000 mètres cubes se sont déversés dans le ruisseau Slam. Un panache de résidus en suspension a visiblement atteint la rivière Obatogamau située à environ 8 km en aval du bassin de polissage.

Cet écoulement soudain a emporté la route 113 sur environ 100 mètres, coupant le lien entre les régions de Chibougamau-Chapais et de l'Abitibi.

Des travaux d'urgence ont été effectués à l'été 2008 afin de stabiliser l'écoulement et réduire l'érosion des résidus miniers contenus dans le bassin de polissage.

### **1.2 Mandat**

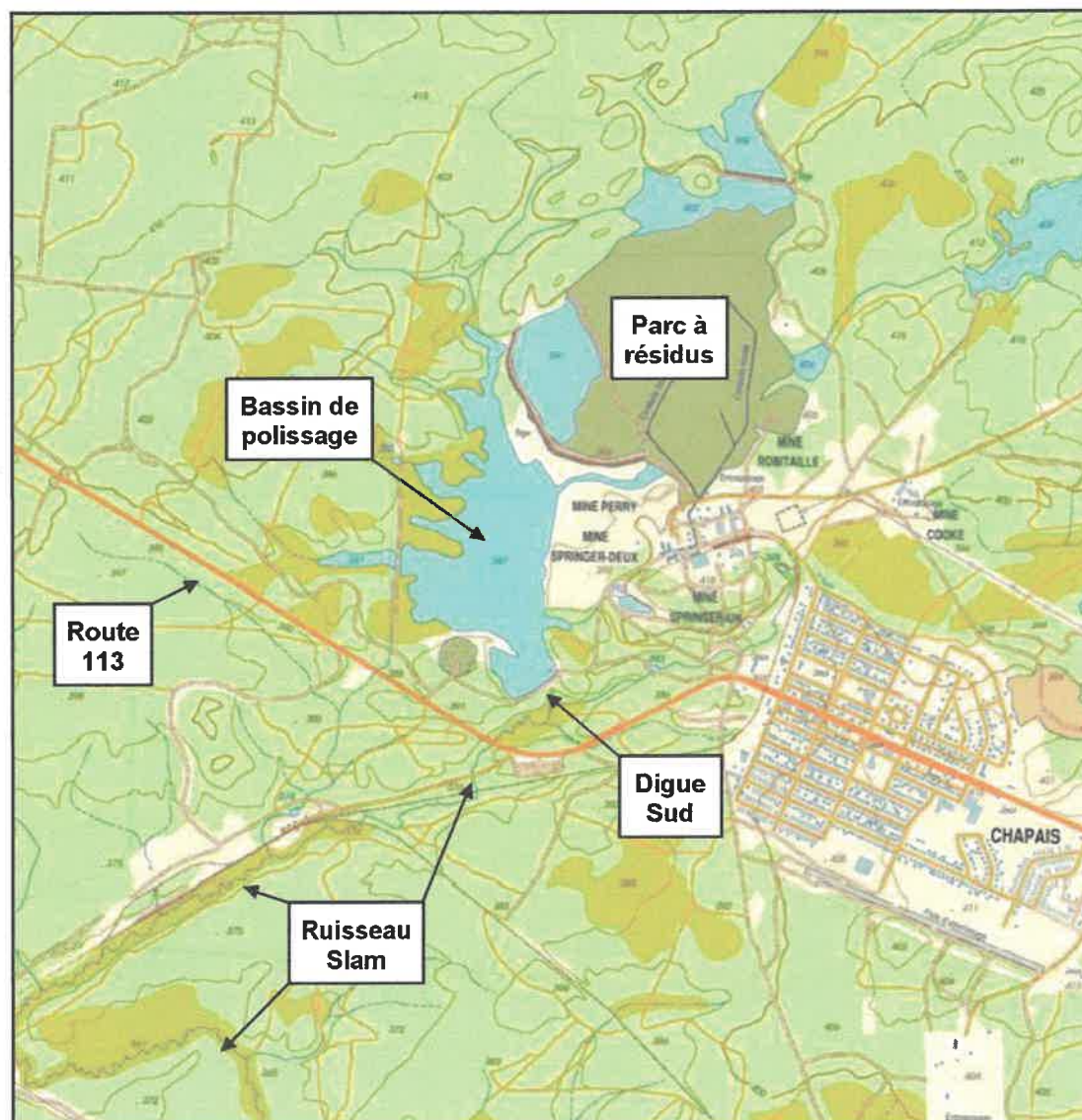
Le mandat consiste à fournir les services d'ingénierie nécessaires pour l'élaboration des travaux correctifs suite à la rupture de la digue Sud du bassin de polissage du site minier Opémiska, la conception des plans et devis, la préparation des documents d'appel d'offres, la demande de certificat d'autorisation, la surveillance des travaux et la rédaction d'un rapport final incluant les plans tels que construits.

Le concept général des travaux a déjà été élaboré par SNC-Lavalin inc. (SLI)<sup>1</sup>, approuvé par le MRNF et présenté au ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP). Les travaux d'ingénierie partent donc de ce point et viennent préciser les détails, les quantités et les méthodes de construction devant mener à la mise en œuvre du concept.

---

<sup>1</sup> SNC-Lavalin, août 2008. *Mesures correctives proposées suite à la rupture de la digue retenant les résidus miniers de la mine Opémiska à Chapais.*

**Figure 1-1: Localisation du site minier Opémiska, Chapais**



La zone de travail du présent mandat est séparée en deux grands secteurs soient :

- Une superficie d'environ 65 hectares sur le site minier Opémiska;
- Un tronçon d'une longueur d'environ deux kilomètres dans le ruisseau Slam situé entre la digue qui a cédé et la rivière Obatogamau.





### **1.3 Objectifs des travaux correctifs**

L'objectif fondamental de l'ensemble du projet est d'effectuer des travaux correctifs permettant de stabiliser les résidus miniers afin de limiter leur mobilisation.

Les objectifs spécifiques découlant du concept général comprennent notamment :

- La récupération optimale des résidus et des matériaux granulaires qui se sont répandus dans le secteur amont du ruisseau Slam et le réaménagement du ruisseau dans ce secteur;
- La stabilisation des résidus dans la partie amont du bassin de polissage en minimisant l'érosion par la canalisation des eaux de ruissellement et l'implantation d'un couvert végétal;
- Le recouvrement de la partie aval du bassin de polissage avec les matériaux excavés et l'implantation d'un couvert végétal;
- La déviation d'une partie de l'eau provenant du bassin versant en amont du bassin de polissage;
- Le contrôle de la migration des résidus le long du ruisseau Slam.



## **2.0 DESCRIPTION DU SITE**

### **2.1 Conditions existantes**

Les conditions au site ont sensiblement changé suite à la rupture de la digue Sud du bassin de polissage. De plus, des travaux d'urgence ont été réalisés à l'été 2008<sup>2</sup> et à l'hiver 2008-2009. Ils avaient pour objectifs de stabiliser l'écoulement et réduire l'érosion des résidus miniers contenus dans le bassin de polissage.

Pour les besoins de la description des conditions existantes, le site des travaux projetés peut être divisé selon les quatre secteurs suivants :

- Digue Ouest;
- Bassin de polissage;
- Bassin de sédimentation en amont de la route 113;
- Ruisseau Slam (de la route 113 à la ligne électrique).

Ces secteurs font l'objet d'une brève description des conditions actuelles dans les sous-sections suivantes.

#### **2.1.1 Digue Ouest**

Tel qu'illustré à la figure 2-1, la digue Ouest s'étend sur environ 700 m de long selon un axe nord-sud. Avant la rupture de la digue Sud, la digue Ouest retenait l'eau dans le bassin de polissage sur une longueur d'environ 100 m et favorisait la formation d'un plan d'eau d'une superficie de l'ordre d'un hectare à l'ouest de celle-ci. Depuis le bris de la digue Sud, la digue Ouest ne contribue qu'à dériver les eaux de ruissellement provenant du côté ouest de la digue.

Un fossé, longeant la digue sur son côté ouest, draine une partie du bassin versant ouest et achemine les eaux de ruissellement vers le ruisseau Slam plus loin en aval, via un ponceau sous la route 113 notamment. Ce fossé est encombré de végétation et de plusieurs barrages de castors. Ce secteur n'a subi aucun changement suite à la rupture de la digue, mis à part le fait que la digue Ouest retient maintenant de l'eau du côté ouest uniquement. La figure 2-2 montre une photographie aérienne de la digue Ouest à l'endroit où elle retient un bassin d'eau à l'ouest.

---

<sup>2</sup> SNC-Lavalin, août 2008. *Description des travaux de mesure d'urgence.*

Figure 2-1: Secteur de la digue Ouest

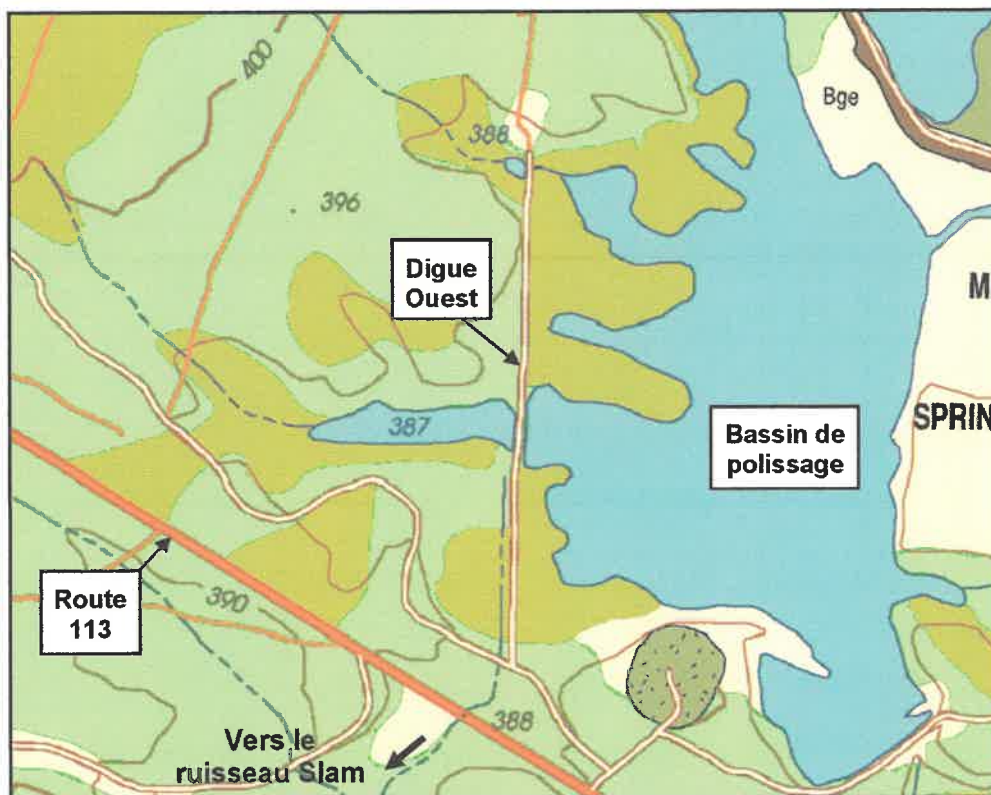
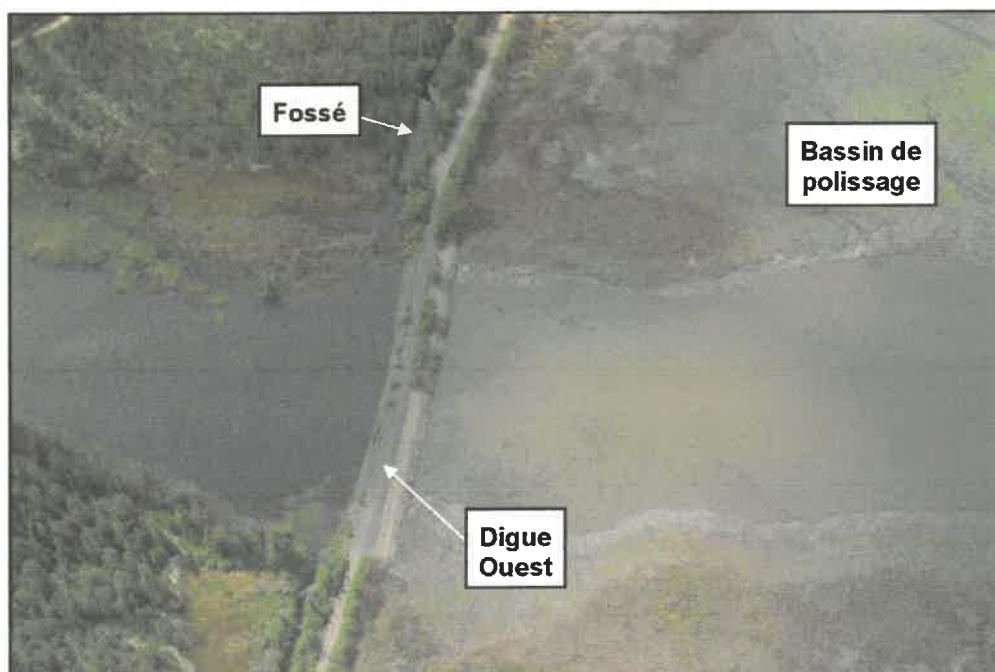


Figure 2-2: Vue aérienne de la digue Ouest

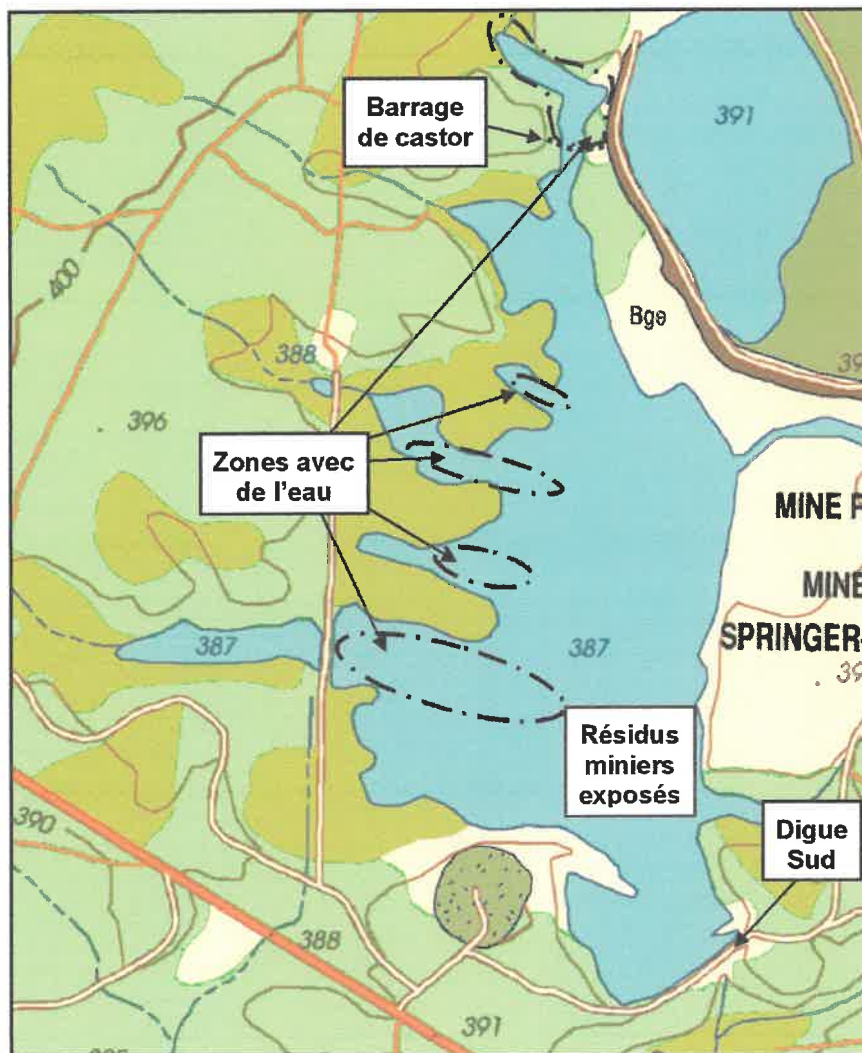




### 2.1.2 Bassin de polissage

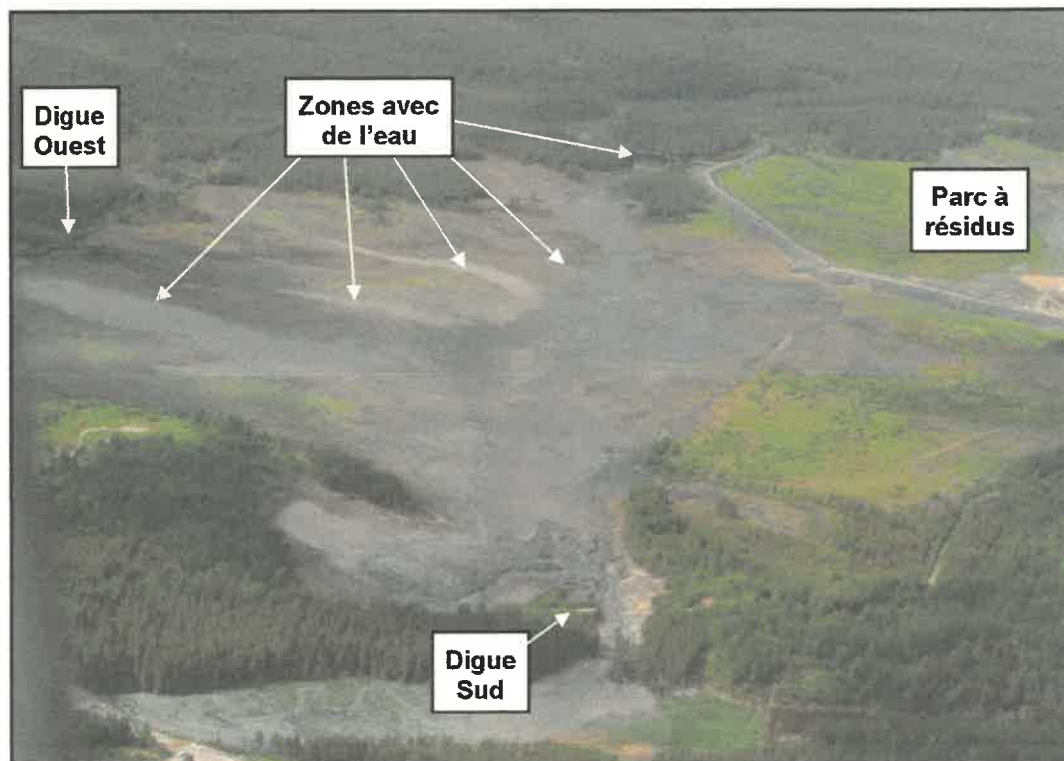
Le bassin de polissage occupait une superficie inondée de l'ordre de 40 hectares, telle qu'illustrée sur la plus récente carte topographique au 1:20 000 disponible (voir figure 2-3). La rupture de la digue Sud fait en sorte que les résidus miniers déposés dans ce bassin sont maintenant exposés, à l'exception des cinq zones toujours inondées identifiées approximativement à la figure 2-3 et visible sur la figure 2-4. De ces cinq zones, les quatre plus au sud sont le résultat de dépressions topographiques, tandis que celle au nord est due, à tout le moins en partie, à un barrage de castors. Une végétation aquatique était présente sur une partie du bassin avant la vidange de ce dernier. Cette végétation est maintenant morte.

Figure 2-3: Secteur du bassin de polissage





**Figure 2-4: Vue aérienne du bassin de polissage après la rupture de la digue Sud**



La figure 2-5 montre la brèche dans la digue Sud quelques jours après que la rupture soit survenue.

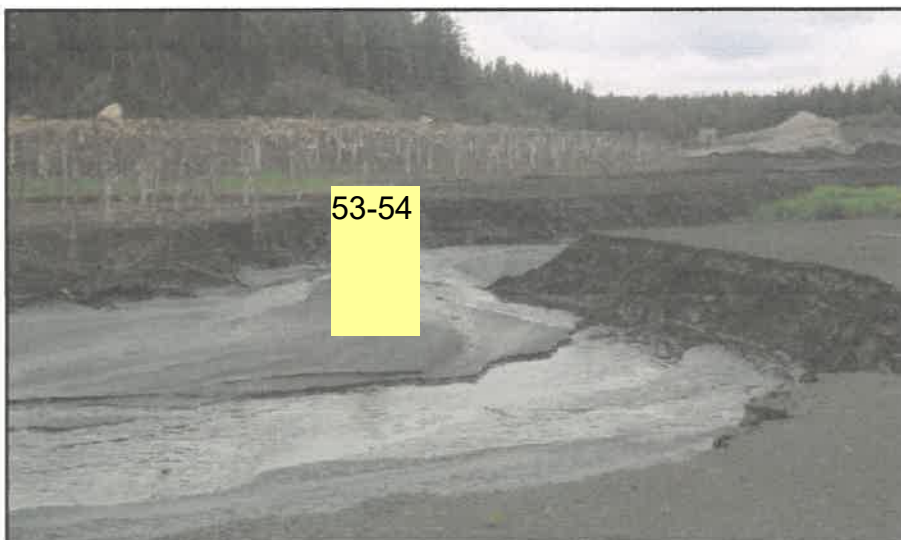
**Figure 2-5: Brèche dans la digue Sud**



De nombreuses crevasses et chenaux d'érosion se sont formés dans les résidus, principalement dans le secteur sud du bassin, mais également dans le secteur nord. Ces crevasses atteignaient quelques mètres de profondeur dans le secteur sud, mais l'aménagement des digues temporaires dans le cadre des travaux d'urgence réalisés à

l'été 2008 a fait en sorte que ces crevasses se sont en partie remplies et elles présentent un dénivelé de l'ordre du mètre présentement. Des crevasses dans le secteur nord atteignent également jusqu'à un mètre de profondeur. Des chenaux se sont formés par érosion régressive jusqu'à chacune des zones demeurées inondées. La figure 2-6 montre un chenal d'érosion dans le secteur sud du bassin.

**Figure 2-6: Érosion des résidus dans le bassin de polissage**



Les travaux d'urgence effectués à l'été 2008 ont consisté en l'aménagement de trois digues temporaires afin de réduire l'entraînement des particules fines contenues dans le bassin de polissage en créant deux bassins de sédimentation, en plus d'une zone de sédimentation dans le bassin de polissage en amont de la première digue temporaire. Les figures 2-7 et 2-8 présentent les aménagements mis en place lors de ces travaux.

**Figure 2-7: Travaux d'urgence – Été 2008**

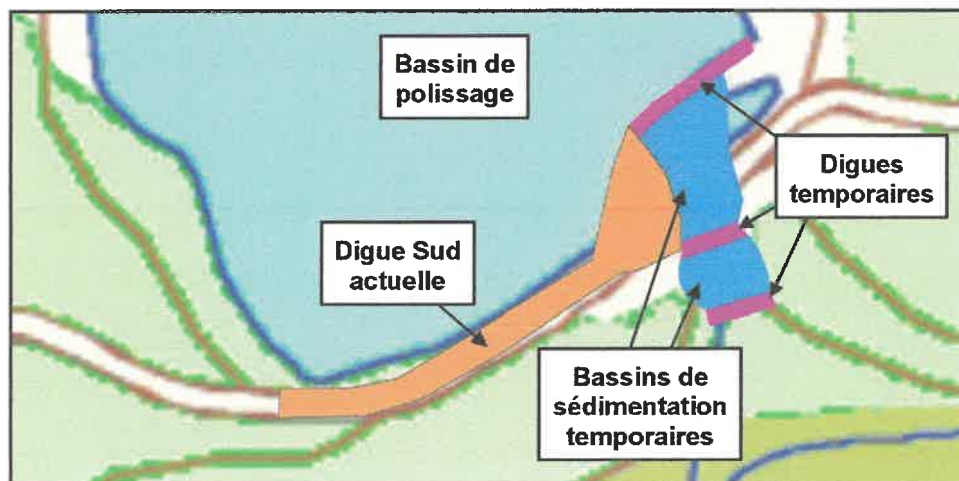


Figure 2-8: Dignes et bassins de sédimentation temporaires



La figure 2-9 montre le premier bassin de sédimentation temporaire rempli de résidus miniers.

Figure 2-9: Premier bassin de sédimentation temporaire





### 2.1.3 Bassin de sédimentation en amont de la route 113

Un bassin de sédimentation supplémentaire a été construit à l'hiver 2008-2009 entre la dernière digue temporaire et la route 113 afin de permettre de capter le maximum de résidus possible lors de la fonte des neiges au printemps 2009. Celui-ci n'est pas temporaire. Il sera conservé dans le cadre des travaux correctifs.

Avant la rupture de la digue Sud, ce secteur était marécageux et constituait le début du ruisseau Slam. En plus de l'eau provenant du bassin de polissage, deux affluents convergent vers ce secteur. Le premier draine le secteur situé au nord-est qui correspond à la zone du principal chevalement sur puits de la mine (Springer n° 1), tandis que le second est l'effluent des eaux usées de la municipalité de Chapais. La figure 2-10 montre le secteur quelques jours suivants la rupture de la digue Sud du bassin de polissage. La présence de résidus miniers et de matériaux ayant constitués la digue Sud est clairement observable.

**Figure 2-10: Secteur du bassin de sédimentation avant sa construction**

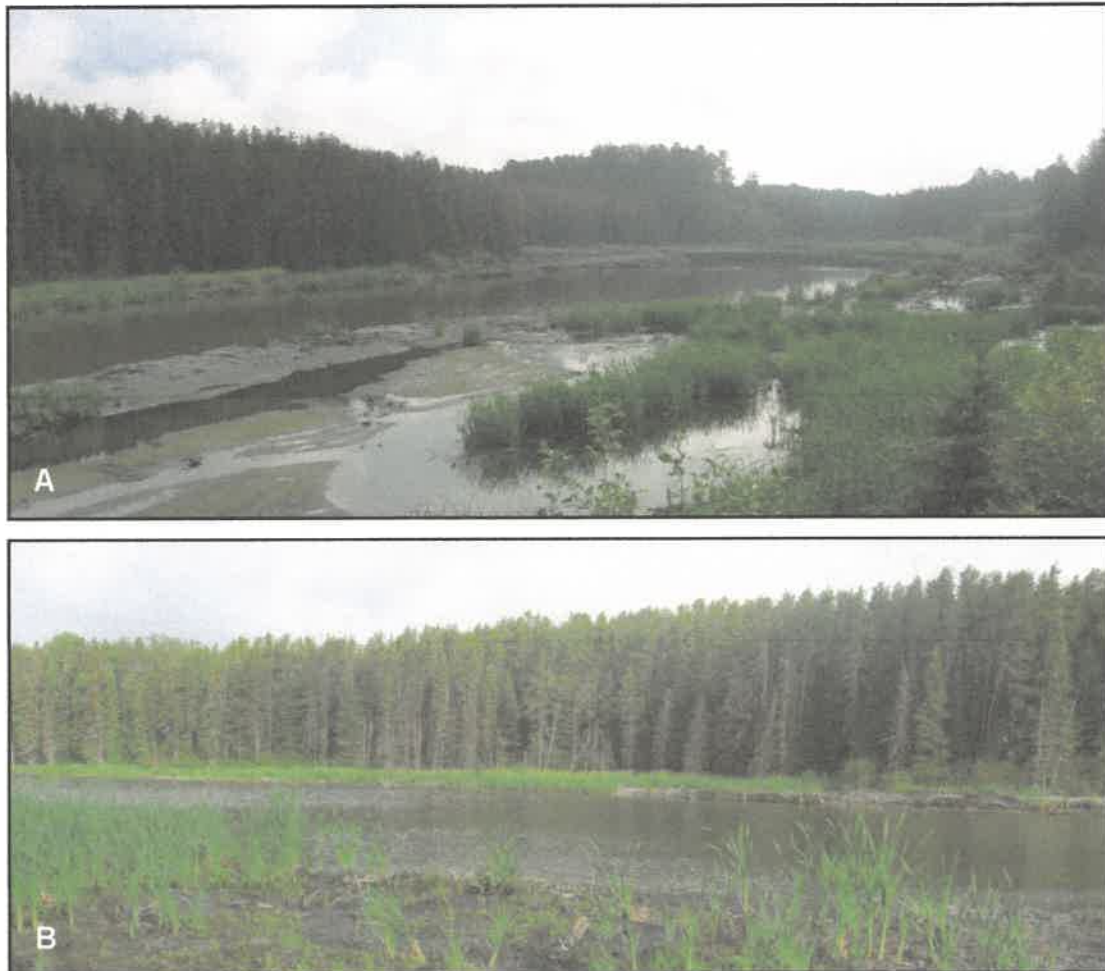


Le bassin de sédimentation aménagé couvre une superficie d'environ un hectare et a une profondeur de l'ordre d'un mètre. Une bordure d'environ 10 mètres a été laissée intacte autour du bassin, entre ce dernier et les zones boisées. Le déblai provenant de l'excavation du bassin de sédimentation a été entassé dans le bassin de polissage, en bordure de la digue Sud.



La figure 2-11 montre deux photographies du bassin de sédimentation prises à l'été 2009.

**Figure 2-11: Bassin de sédimentation**



#### 2.1.4 Ruisseau Slam

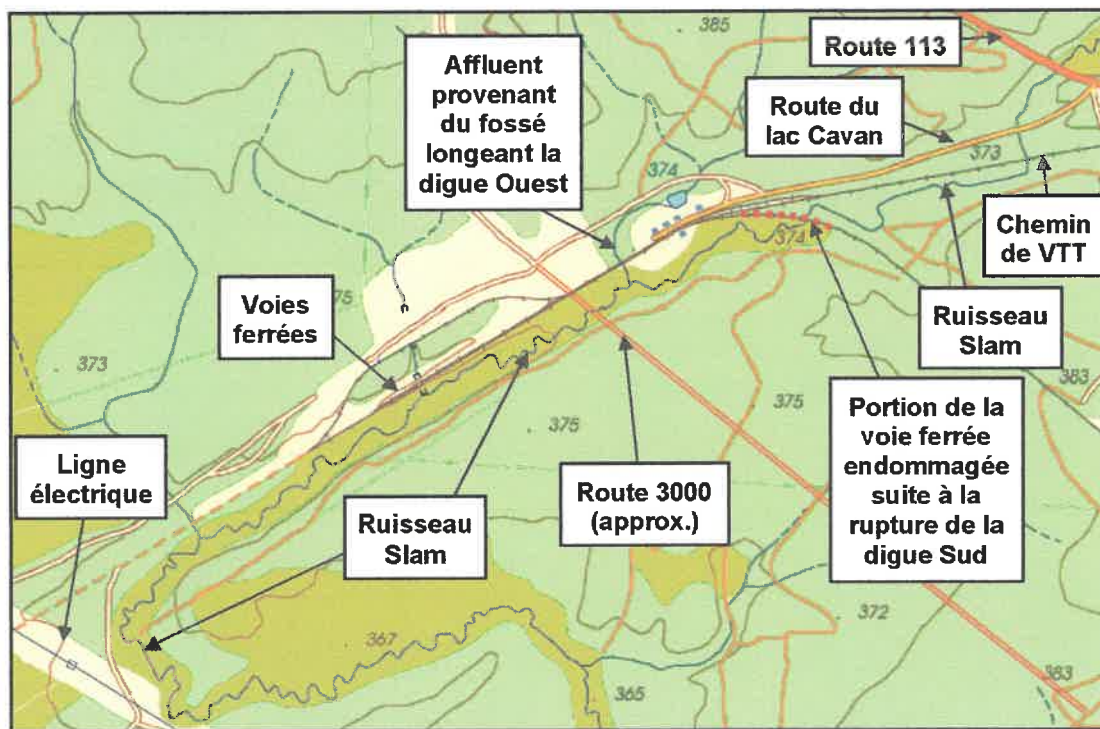
Le ruisseau Slam s'écoule sur une distance d'environ 8 kilomètres entre le bassin de polissage de la mine Opémiska et la rivière Obatogamau. Selon les informations disponibles, ce cours d'eau n'est pas verbalisé. Le terme "Slam" vient de l'allemand "Schlamm" qui signifie boue et est un terme commun pour désigner les résidus miniers fins.

Le ruisseau Slam est un cours d'eau à méandres coulant en milieu forestier. Il est bordé d'une aulnaie continue d'une largeur de l'ordre de 75 m. Il présente une faible pente,

des vitesses d'écoulement de faibles à moyennes et un substrat constitué principalement de sable et de limon<sup>3</sup>.

La portion du ruisseau Slam qui fera l'objet de travaux correctifs s'étend de la route 113 jusqu'à la ligne électrique située environ 2,4 km plus loin en direction sud-ouest<sup>4</sup>. La figure 2-12 localise cette portion du ruisseau Slam et les principaux éléments du secteur.

**Figure 2-12: Secteur du ruisseau Slam faisant l'objet des travaux correctifs**



Cette portion du ruisseau est traversée par quatre infrastructures. La première de ces infrastructures est la route menant au lac Cavan qui croise le ruisseau environ 150 m en aval de la route 113, suivi d'un chemin pour VTT et motoneiges quelques 60 m plus loin. Une voie ferrée, endommagée lors de l'événement, traverse le ruisseau environ 700 m en aval de la route 113, puis la route 3000 croise également le ruisseau à environ 500 m de la voie ferrée.

La portion du ruisseau entre la route 113 et la route menant au lac Cavan a reçu la majorité des matériaux de remblais emportés de la route 113. Les résidus miniers sont

<sup>3</sup> Tecsalt, décembre 2008. *Caractérisation du ruisseau Slam à la suite de la rupture de la digue du bassin de polissage de l'ancienne mine Opémiska à Chapais*

<sup>4</sup> La partie en amont de la route 113 est maintenant un bassin de sédimentation, tel que discuté précédemment.

principalement localisés plus en aval dans le cours d'eau. La figure 2-13 montre l'état de cette portion du ruisseau Slam.

**Figure 2-13: Portion du ruisseau Slam en aval de la route 113**

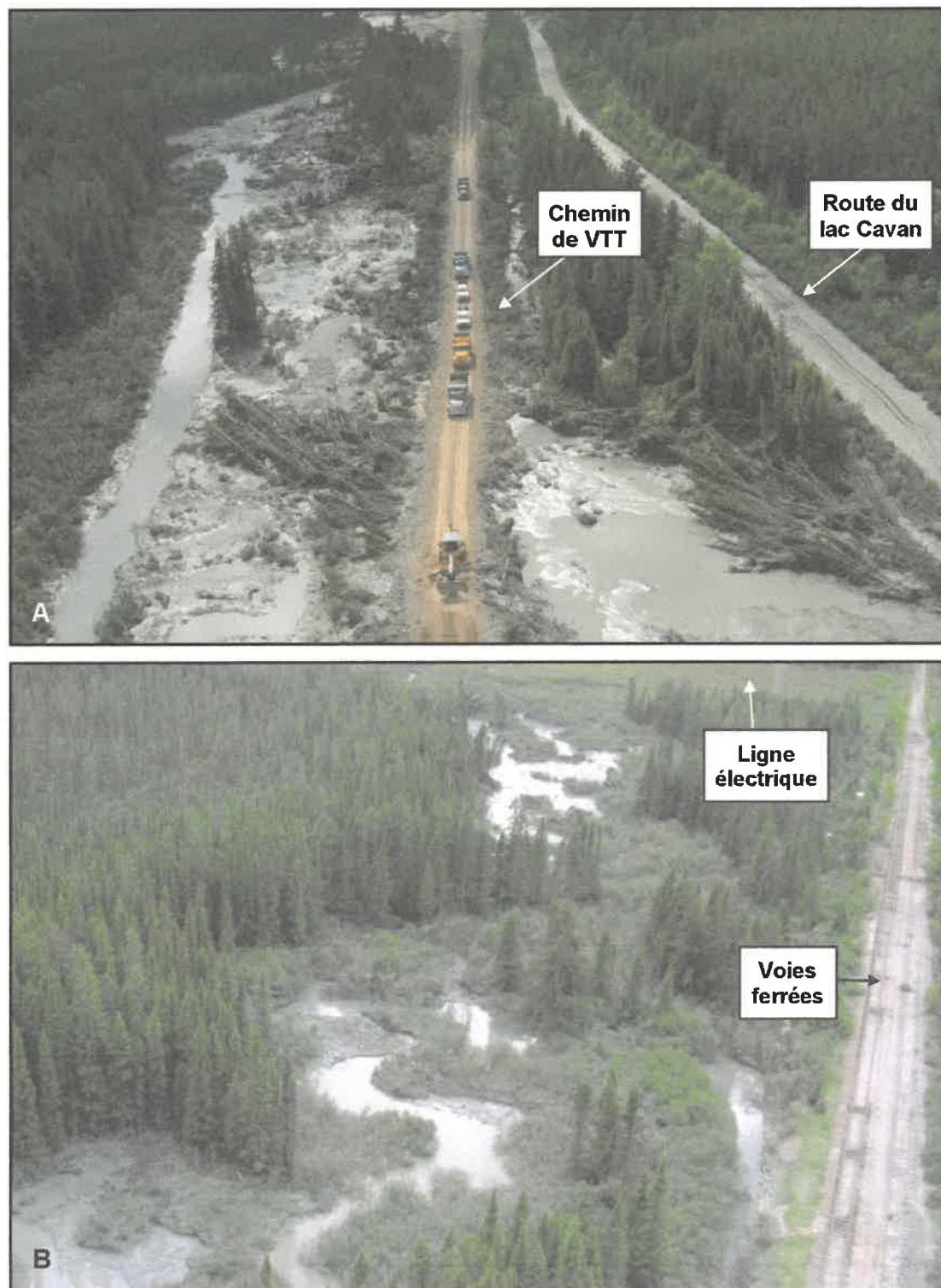


Des résidus miniers sont présents en épaisseur variable tout au long du ruisseau. Ils sont observables dans le ruisseau principal, dans les embranchements non raccordés, sur les berges, à travers les aulnes et dans les zones boisées. Les épaisseurs varient de quelques millimètres à plus de 30 centimètres selon les endroits.

Les impacts du coup d'eau sur la végétation diminuent en fonction de la distance de la route 113. La végétation a été pratiquement toute arrachée entre la route 113 et le chemin pour VTT. Par la suite, des arbres matures ont été déracinés jusqu'à quelques centaines de mètres passés la route 3000. Finalement la végétation sur la dernière portion du ruisseau Slam visée par les travaux correctifs semble avoir été peu affectée par l'événement.

La figure 2-14 présente un aperçu des impacts sur le ruisseau Slam. La photographie A montre la portion à proximité du chemin de VTT tandis que la photographie B montre plutôt le secteur immédiatement en amont de la ligne électrique.

Figure 2-14: Impacts sur le ruisseau Slam







Des travaux de caractérisation ont été effectués en novembre 2008<sup>5</sup> afin d'obtenir un portrait de l'étendue de la présence de résidus miniers dans le ruisseau Slam. Cette caractérisation a été effectuée sur la portion du ruisseau entre la route 3000 et la rivière Obatogamau. Ces travaux ont permis notamment de conclure que l'épaisseur des résidus miniers est variable le long du cours d'eau et que cette épaisseur dépend davantage des conditions d'écoulement (bras mort, pente plus forte, etc.) que de la distance du bassin de polissage.

La voie ferrée traversant le ruisseau Slam a été sévèrement endommagée. Une grande partie du remblai s'est déposée en aval. La figure 2-15 illustre la situation à l'endroit du passage de la voie ferrée.

**Figure 2-15: Voie ferrée endommagée**



Finalement, des débris tels que du béton bitumineux, des éléments de ponceaux, des dormants et des poteaux sont présents à quelques endroits le long du ruisseau.

---

<sup>5</sup> Tecsult, décembre 2008. *Caractérisation du ruisseau Slam à la suite de la rupture de la digue du bassin de polissage de l'ancienne mine Opémiska à Chapais.*



## 2.2 Caractérisation des résidus miniers

### 2.2.1 Caractéristiques géochimiques

Une première campagne de caractérisation<sup>6</sup> des résidus miniers contenus dans le bassin de polissage de la mine Opémiska, réalisée suite au bris de la digue, a permis de prélever et d'analyser quatre échantillons pour :

- Des essais de lixiviation (TCLP, SPLP et CTEU-9) ;
- Des essais statiques du potentiel de génération d'acide (PGA) ;
- Certains métaux et métalloïdes, d'autres composés inorganiques et pour les hydrocarbures pétroliers C<sub>10</sub> à C<sub>50</sub> (HPC<sub>10</sub>-C<sub>50</sub>).

Les résultats de lixiviation obtenus pour ces quatre échantillons montrent que ces résidus miniers du bassin de polissage ne sont pas des résidus miniers à risques élevés selon la *Directive 019 sur l'industrie minière* (Directive 019) du MDDEP. Ces résidus miniers sont lixiviables pour le cuivre avec les essais TCLP<sup>7</sup> et SPLP<sup>8</sup>. Certains échantillons sont aussi lixiviables pour l'aluminium, le nickel, le cadmium, le chrome et le manganèse.

Les résultats des essais PGA réalisés sur les échantillons de résidus indiquent qu'ils se classent dans la zone incertaine quant au potentiel de génération d'acide. Dans cette situation des essais cinétiques sont requis pour statuer définitivement sur le potentiel de génération d'acide des résidus. Cependant, le fait que ces résidus miniers sont exposés à l'air et à l'eau depuis 40 ans dans les parcs à résidus et qu'ils ne produisent pas de drainage minier acide, permet de conclure que ces résidus sont non générateurs d'acidité. Les essais cinétiques viendront probablement confirmer cette conclusion.

Les résidus miniers prélevés lors de la caractérisation de 2008 présentent des concentrations en cuivre, qui dépassent le critère C de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* (PPSRTC) du MDDEP pour le cuivre<sup>9</sup>. L'aluminium et le fer dépassent le critère B. D'autres métaux et métalloïdes totaux

---

<sup>6</sup> SNC-Lavalin, août 2008. *Impacts environnementaux causés par la rupture de la digue retenant les résidus miniers de la mine Opémiska à Chapais.*

<sup>7</sup> Lixiviation pour l'évaluation de la mobilité des espèces inorganiques selon la méthode EPA 1311 : *Toxicity Characteristic Leaching Procedure.*

<sup>8</sup> Lixiviation pour simuler les pluies acides selon la méthode EPA 1312 : *Synthetic Precipitation Leaching Procedure.*

<sup>9</sup> Il n'y a pas de critères pour l'aluminium et le fer dans cette Politique.



dépassent les critères A de la PPSRTC, soient l'argent, le cadmium, le cobalt, l'étain, le molybdène, le nickel et le zinc. Les concentrations de tous les autres composés inorganiques analysés ne dépassent pas les critères A de la PPSRTC.

Afin de confirmer que les résidus miniers du bassin de polissage sont non générateurs de drainage minier acide, et cela conformément aux exigences du MDDEP, une seconde campagne de caractérisation<sup>10</sup> a été effectuée en juillet 2009. Un nombre représentatif d'échantillons, pour le bassin de polissage, a été prélevé et analysé pour des essais statiques (EPA-600 et des essais de lixiviation (TCLP et SPLP). Suite à l'interprétation de ces résultats, deux essais cinétiques ont été débutés sur les échantillons les plus réactifs. Une analyse minéralogique sera également réalisée pour la compréhension des résultats des essais.

Les essais statiques et de lixiviations présentent des résultats similaires à ceux obtenus lors de la première campagne réalisée en 2008. Les résultats de l'analyse minéralogique et des essais cinétiques ne seront disponibles qu'en décembre 2009 seulement.

#### 2.2.2 Caractéristiques géotechniques

Les quatre échantillons de résidus miniers prélevés dans le cadre de l'étude sur les impacts environnementaux réalisés en août 2008 ont fait l'objet d'une analyse granulométrique. Les résultats montrent des résidus présentant la granulométrie d'un silt argileux.

Une investigation géotechnique des résidus dans le secteur sud du bassin de polissage a été effectuée en avril 2009 au moyen de forages<sup>11</sup>. Ces travaux dans le secteur sud du bassin ont permis de constater que l'épaisseur de résidus variait de 5 à 7,5 mètres à l'endroit des forages. La composition des résidus miniers varie sur l'épaisseur du dépôt. Sur la base des analyses granulométriques et des observations faites sur le terrain, la composition granulométrique du dépôt de résidus miniers varie de particules de taille argileuse et silteuse à du sable fin silteux. De façon générale, le silt est la fraction granulométrique la plus présente avec des pourcentages variant entre 31 et 95 %.

---

<sup>10</sup> SNC-Lavalin, août 2009. *Travaux correctifs – Mine Opémiska, Géochimie des résidus miniers.*

<sup>11</sup> SNC-Lavalin, mai 2009. *Rapport factuel investigation géotechnique, bassin de polissage, mine Opémiska, Chapais.*



### 2.3 Qualité des eaux de surface

Une campagne de caractérisation<sup>12</sup> des eaux de surface, suite à la rupture de la digue Sud le 23 juin 2008, a été réalisée moins d'une semaine après l'événement. Les échantillons instantanés prélevés lors de cette campagne ont été analysés pour leur contenu en arsenic, en cuivre, en fer, en nickel, en plomb, en zinc, en cyanures totaux, en matières en suspension (MES) et pour le pH. De ces paramètres et pour les échantillons prélevés le long du ruisseau Slam, seuls les MES ont présenté des concentrations supérieures à l'exigence au point de déversement de l'effluent final de la Directive 019.

Du 14 juillet au 1<sup>er</sup> septembre 2008, le MRNF a effectué un suivi de la qualité des eaux de surface à l'endroit de trois points d'échantillonnage (sortie de la 3<sup>e</sup> digue temporaire en aval du bassin de polissage, dans le ruisseau Slam à l'intersection de la route 3000 et dans la rivière Obatogamau) et ce pour les paramètres identifiés pour l'effluent final selon la Directive 019. Les résultats d'analyse montrent un dépassement de la concentration moyenne acceptable durant cette période pour les MES aux deux points d'échantillonnage dans le ruisseau Slam. La concentration moyenne acceptable pour le fer est également régulièrement dépassée au point de contrôle intermédiaire et occasionnellement juste en aval de la digue Sud. Finalement, la concentration moyenne acceptable pour le cuivre a été dépassée à deux reprises au point d'échantillonnage à proximité de la digue Sud. Aucun dépassement n'a été observé au point d'échantillonnage de la rivière Obatogamau pour les paramètres suivis en 2008.

Depuis le 23 avril 2009, le MRNF poursuit le suivi de la qualité des eaux de surface dans le bassin de polissage<sup>13</sup>, le long du ruisseau Slam et dans la rivière Obatogamau. Des dépassements de la concentration moyenne acceptable en MES et en fer sont observés régulièrement aux points d'échantillonnage du bassin de polissage et du ruisseau Slam. Ceux-ci présentent également des dépassements occasionnels pour le cuivre. Aucun dépassement n'est observé au point d'échantillonnage de la rivière Obatogamau pour les paramètres suivis jusqu'à maintenant en 2009.

---

<sup>12</sup> SNC-Lavalin, août 2008. *Impacts environnementaux causés par la rupture de la digue retenant les résidus miniers de la mine Opémiska à Chapais.*

<sup>13</sup> Non échantillonné à partir du 20 mai 2009.





### **3.0 BASES DE CONCEPTION**

Les bases de conception qui sont utilisées pour le développement du concept retenu par le MRNF au niveau de l'ingénierie détaillée du projet ont été définies au début du mandat. Des critères et éléments de conception ont été définis pour les quatre disciplines techniques du projet, soient la géotechnique<sup>14</sup>, la gestion des eaux, la géochimie et la végétalisation.

La note technique n° 865866-9021-40EC-0001-00 intitulée *Sommaire des bases de conception* présente ces critères et éléments de conception. Cette dernière est jointe à l'**Annexe A** du présent rapport.

---

<sup>14</sup> Incluant les aspects environnementaux tels que l'émission de matières en suspension notamment.



#### 4.0 GESTION DES EAUX

La gestion des eaux est basée sur les données hydrologiques, dont les valeurs de pluie statistique pour différentes durées, tirées de la note technique sur l'hydrologie du bassin du ruisseau Slam jointe à l'Annexe B (note technique n° 865866-9021-4HER-0001-00). Les différents ouvrages hydrauliques permanents tels que fossés de dérivation, ponceaux, canal de sortie et bassins de sédimentation faisant partie des travaux correctifs sont conçus afin de permettre le passage de la crue d'un événement pluvieux d'une fréquence d'occurrence de 1 :100 ans. Les ouvrages hydrauliques temporaires tels que le fossé de dérivation temporaire du ruisseau Slam et les ponceaux qui s'y rattachent sont conçus pour permettre le passage de la crue d'un événement pluvieux d'une fréquence d'occurrence de 1 :2 ans. La conception des différents ouvrages hydrauliques est décrite plus en détail dans la note technique sur la conception hydraulique des cours d'eau dans le bassin du ruisseau Slam jointe à l'**Annexe C** (note technique n° 865866-9021-4HER-0002-00).



## 5.0 DESCRIPTION DES TRAVAUX CORRECTIFS

Tel que mentionné précédemment, le concept général des travaux avait déjà été élaboré par SLI à l'été 2008<sup>15</sup>, approuvé par le MRNF et présenté au MDDEP. Les travaux d'ingénierie partent donc de ce point et viennent préciser les détails et les méthodes de construction afin de mettre en œuvre le concept.

Dans le cadre des travaux d'ingénierie détaillée, le concept des travaux correctifs a été soumis à une revue par des experts indépendants<sup>16</sup>. Les experts ayant acceptés de participer à cette revue ont été M. Michel Aubertin de l'École Polytechnique, M. Normand Tassé de l'INRS Eau, Terre et Environnement et M. John Molson de l'Université Laval.

Les experts ont effectué une visite du site avec des responsables de SLI, du MRNF et du MDDEP. Ils ont ensuite produit des avis techniques avec leurs commentaires et recommandations. De façon globale, les experts considèrent que les travaux correctifs proposés sont appropriés.

Parmi les points saillants de leurs commentaires, notons que les trois réviseurs sont d'avis que les travaux de récupération des résidus miniers le long du ruisseau Slam doivent être limités (non invasifs) compte tenu du contexte où se trouvent ces résidus (couvert végétal abondant et en santé, relative inertie des résidus). De plus, ils soulignent tous la nécessité d'obtenir plus d'informations sur la géochimie des résidus (essais cinétiques, analyses minéralogiques) afin de pouvoir mieux évaluer les impacts potentiels. Des essais additionnels ont été réalisés et d'autres sont actuellement en cours tels que spécifiés précédemment à la section 2.2.1. Finalement, deux des réviseurs mentionnent qu'un programme de suivi des travaux correctifs devrait être mis en place. Un programme de suivi sera défini dans le cadre de la demande de CA.

Les sections suivantes présentent les travaux par secteur, de l'amont vers l'aval. Les Dessins des travaux correctifs proposés sont joints à l'**Annexe D**.

---

<sup>15</sup> SNC-Lavalin, août 2008. *Mesures correctives proposées suite à la rupture de la digue retenant les résidus miniers de la mine Opémiska à Chapais.*

<sup>16</sup> SNC-Lavalin, août 2009. *Travaux correctifs – Mine Opémiska, Revue des experts.*



## **5.1 Préparation du site et gestion des eaux durant les travaux**

Les travaux préparatoires et la gestion des eaux durant les travaux correctifs au site de la mine Opémiska comprendront, sans s'y limiter, les éléments suivants :

- Déboisement dans les zones indiquées sur les Dessins. La limite des zones de déboisement sera précisée lors des travaux:
  - Emprise des chemins temporaires à aménager par l'entrepreneur pour accéder aux ouvrages et aux aires de travail;
  - Emprise du futur fossé de dérivation nord-ouest, en particulier dans la partie nord;
  - Zone en aval de la digue Sud. À cet endroit le remblai de la digue a recouvert le pied de plusieurs arbres. Ces derniers seront coupés et récupérés;
  - Emprise du fossé de dérivation temporaire dans le secteur du ruisseau Slam;
  - Emprise du bassin de sédimentation à aménager à proximité de la ligne électrique;
  - Secteurs boisés affectés par les résidus le long du ruisseau Slam, entre la route 113 et la ligne électrique.
- Délimitation des zones d'intervention de manière à assurer la protection de la végétation localisée en bordure des travaux.
- Aménagement de chemins temporaires par l'entrepreneur. Ces chemins seront approuvés par le Maître d'œuvre avant leur construction pour minimiser les impacts sur l'environnement. Ils seront démantelés à la fin des travaux, si nécessaire.
- Récupération de la terre végétale présente en surface des zones d'intervention et conservation temporaire de cette dernière pour être réutilisée sur les surfaces aménagées.
- Réaménagement des accès temporaires et des zones perturbées lors des travaux de terrassement de façon à restaurer les conditions initiales de drainage et naturalisés à l'aide d'un ensemencement et de plantations.
- Gestion des eaux de ruissellement, durant toute la durée des travaux, à l'aide de fossés de dérivation temporaires, de ponceaux ou par pompage pour maintenir les excavations à sec et faciliter le nettoyage de certains secteurs (aménagement du canal de sortie, nettoyage du ruisseau Slam, aménagement du bassin de sédimentation en aval et autres secteurs, si requis).





- Mise en place de différentes mesures de protection contre l'érosion et pour le contrôle des sédiments durant les travaux afin de limiter l'apport de matières en suspension (MES) dans le ruisseau Slam et la rivière Obatogamau :
  - Avant le début des travaux, un bassin de sédimentation sera aménagé dans le ruisseau Slam à proximité de la ligne électrique en aval des travaux correctifs. Ce bassin sera maintenu après les travaux;
  - Construction de trappes à sédiments et/ou de digues filtrantes en amont des ponceaux pour prévenir le colmatage;
  - Aménagement de barrières à sédiments (digue filtrante ou rideau de turbidité) en aval des zones d'intervention;
  - Le bassin de sédimentation aménagé à l'hiver 2008-2009 en amont de la route 113 servira également comme mesure de protection pour les travaux à réaliser au bassin de polissage.

## **5.2 Travaux de dérivation des eaux au nord-ouest du bassin de polissage**

Les travaux de dérivation consistent à minimiser les venues d'eau dans le bassin de polissage de la mine Opémiska dans le but de prévenir l'érosion du couvert végétal à mettre en place sur les résidus du bassin.

### **5.2.1 Fossé de dérivation**

Les eaux de ruissellement en tête du bassin de polissage seront captées par un fossé de dérivation tel qu'indiqué au dessin 865866-9021-4GDD-0002.

Le fossé de dérivation dirigera les eaux de ruissellement, provenant du bassin versant situé au nord du bassin de polissage, du nord vers le sud jusqu'à la route 113 sur une longueur d'environ 1 600 mètres. Puisque la topographie est relativement plane dans ce secteur, le fossé profitera de la présence d'une plaine d'étalement du côté ouest, ce qui permet un certain laminage de la crue de conception, autant lors d'une pluie estivale que lors de la fonte des neiges au printemps.

Le fossé de dérivation sera aménagé dans l'emprise du chemin au nord-ouest du bassin de polissage puis en bordure de la digue Ouest et dans l'emprise du fossé existant. Le fossé a été conçu de façon à évacuer un débit de pointe correspondant à une crue d'une fréquence d'occurrence de 1 :100 ans. Le fossé entre les chaînages 0+034 et 0+922 aura une pente longitudinale de 0,6 % sur une longueur d'environ 890 mètres avec une largeur au radier de 2,5 mètres, des pentes latérales de 3H : 1V maximum pour favoriser l'implantation de végétaux et une profondeur minimale de 2 mètres. À partir du chaînage 0+922, la pente longitudinale du fossé sera relativement plane (0,1 %) sur une longueur de 670 mètres avec une largeur au radier de 3,5 mètres et des pentes latérales

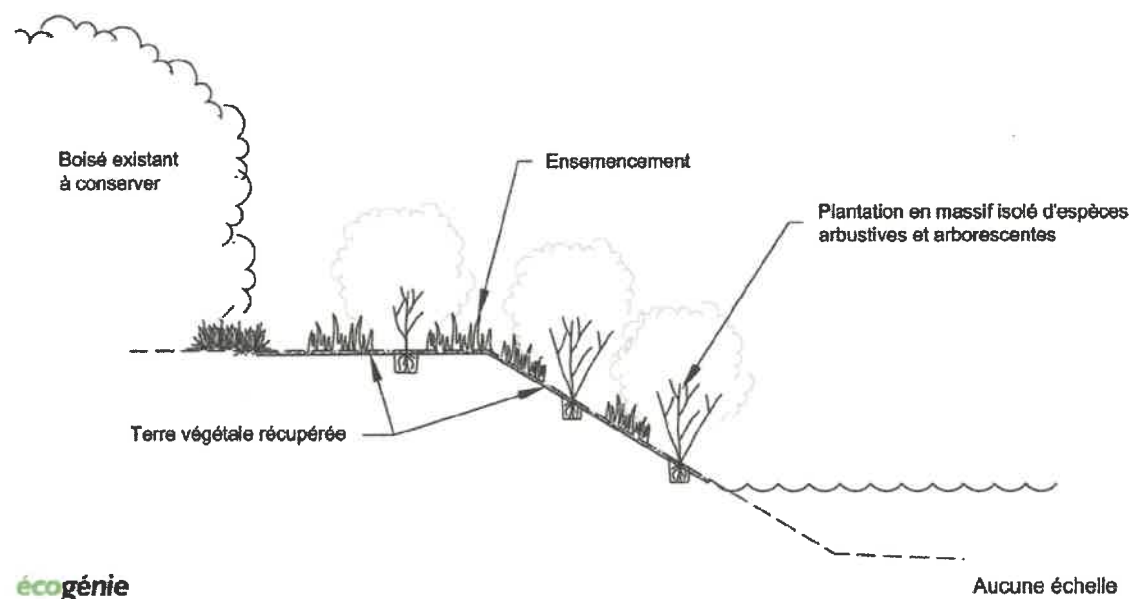
de 2H : 1V. Dans la partie nord du fossé, les déblais d'excavation seront disposés en bordure de ce dernier pour créer une berme du côté est afin d'éviter un débordement dans le bassin de polissage. Les travaux sur l'autre partie du fossé viseront essentiellement à nettoyer et profiler le fossé existant en respectant les dimensions ci-haut mentionnées.

Une partie du fossé de dérivation sera végétalisée pour minimiser l'érosion des talus. Les travaux de végétalisation seront réalisés à l'été 2010, au cours de la période d'été. Un ensemencement sera effectué sur l'ensemble des pentes exondées et des plantations de massifs d'arbustes et d'arbres seront mises en place de façon à couvrir environ 15 % de la surface totale d'aménagement. Les massifs seront disposés en alternance d'une rive à l'autre. Afin d'éviter une érosion prématurée des talus avant l'été, il est prévu d'installer des matelas de fibre naturelle (voir section 5.8). Pour la partie située entre le plan d'eau en aval de la digue Ouest et la route 113, un enrochement de protection 100-200 mm sera mis en place sur le fond et les parois du fossé.

La vue en plan, le profil longitudinal et des coupes-types du fossé de dérivation sont montrés au dessin 865866-9021-4GDD-0002. La figure 5-1 présente les travaux de végétalisation type.

L'axe du fossé de dérivation et la pente longitudinale seront précisés lors des travaux selon la topographie réelle retrouvée sur le terrain.

**Figure 5-1: Végétalisation du fossé de dérivation**





### **5.2.2 Capacité du ponceau de la route 113**

Le fossé de dérivation dirigera les eaux jusqu'à la route 113 qui est actuellement équipée d'un ponceau aménagé à l'aide d'un tuyau de tôle ondulée galvanisée (TTOG) de 900 mm de diamètre à cet endroit.

Selon les calculs hydrauliques<sup>17</sup>, la capacité de ce ponceau est insuffisante pour évacuer la crue de conception du fossé de dérivation, d'une fréquence d'occurrence de 1:100 ans. L'augmentation du bassin versant se drainant vers ce ponceau ainsi que l'amélioration de l'efficacité de drainage du fossé de dérivation nécessiteraient une revue de la conception du ponceau. Le MTQ a été avisé de la situation.

### **5.3 Travaux au bassin de polissage**

Les travaux au bassin de polissage consistent en les éléments suivants :

- Réparer le ravinement et les chenaux causés par la vidange rapide du bassin lors de la rupture de la digue Sud et canaliser les eaux de ruissellement;
- Mise en place d'un couvert végétal au bassin de polissage afin de prévenir l'érosion et le transport des résidus vers le ruisseau Slam;
- Aménager un canal de sortie à la digue Sud pour évacuer sécuritairement l'eau de ruissellement du bassin de polissage et de ses affluents.

#### **5.3.1 Réparation du ravinement et canalisation des eaux de ruissellement**

Les chenaux principaux formés dans les résidus miniers en amont de la digue Sud seront remblayés avec un matériau tout-venant puis un enrochement 100-200 mm dans la partie supérieure. L'eau provenant de ces chenaux sera dirigée vers le canal de sortie du bassin de polissage pour en permettre l'écoulement de l'eau.

Quant aux chenaux de faible profondeur situés dans la partie amont du bassin, ils seront également remblayés et reprofilés de la même façon.

Les chenaux à remblayer sont indiqués sur les dessins 865866-9021-4GDD-0002 et 0003.

Des chemins d'accès temporaires pourront être aménagés si la machinerie lourde n'est pas en mesure de circuler sur les résidus du bassin de polissage pour mettre en place le

---

<sup>17</sup> SNC-Lavalin, août 2009. *Travaux correctifs – Mine Opémiska, Conception hydraulique des cours d'eau dans le bassin du ruisseau Slam.*



matériau tout-venant et l'enrochement. Ces travaux pourront être également réalisés au début du gel du sol pour faciliter la circulation.

### 5.3.2 Végétalisation

Des essais d'ensemencement seront réalisés à l'automne 2009 sur des petites surfaces du bassin de polissage qui n'ont pas été perturbées par le bris de la digue et qui ne feront pas l'objet d'un recouvrement (parties centrale et amont du bassin). Ces essais permettront de vérifier le mélange approprié de semences et d'amendements et le succès de la reprise végétale sur ces sections de sédiments fins.

Dans la partie du bassin de polissage qui fera l'objet d'un rechargement avec les résidus et d'un recouvrement, un ensemencement sera effectué sur l'ensemble de la surface et des rangs de fagots seront intégrés dans les zones plus sensibles au ruissellement et au ravinement (sections centrale et aval reprofilées).

### 5.3.3 Canal de sortie du bassin de polissage

Le canal de sortie doit être capable d'évacuer le débit de pointe de conception correspondant à une crue d'une fréquence d'occurrence de 1 :100 ans.

Les différents éléments des travaux à réaliser pour l'aménagement du canal de sortie sont résumés ci-dessous :

- Excavation de résidus et de matériau tout-venant dans l'emprise du canal de sortie;
- Mise en place d'un géotextile de séparation entre les résidus en place et l'enrochement 100-200 mm dans la première partie du canal;
- Mise en place d'enrochement de protection 150-300 mm au fond et sur les parois du canal dans sa partie plus abrupte (4 %). Au besoin, une zone de transition d'enrochement 100-200 mm sera mise en place entre le matériau en place et l'enrochement de protection pour satisfaire les critères de filtres. Un géotextile sera mis en place également si nécessaire;
- Reprofilage du parement est de la digue Sud avec une pente 4H : 1V ainsi que le profilage du parement aval de la digue;

La largeur prévue au radier du canal de sortie sera variable (2 à 10 m), les pentes longitudinales seront de l'ordre de 1 à 4 % et les pentes latérales seront de 2H : 1V. Une partie du parement est du canal sera profilée selon l'affleurement rocheux présent sur le côté est.

La vue en plan, le profil longitudinal et les coupes-types du canal de sortie sont montrés au dessin 865866-9021-4GDD-0003.





#### **5.3.4 Autres travaux**

Le barrage de castors observé en tête du bassin de polissage au nord sera démantelé.

La tour de décantation située en amont de la digue Sud sera démantelée et tous les matériaux seront mis en rebut dans un site autorisé pour ce type de débris.

La tour de décantation sera dégagée jusqu'à une profondeur d'environ 1,5 m sous le terrain existant. Au besoin, l'intérieur de la tour sera bétonné en partie pour obstruer l'ouverture de l'ancienne conduite de décantation puis remblayé jusqu'au niveau existant en utilisant un matériau tout-venant. Ce remblai sera mis en place avec un minimum de compactage afin de réduire les tassements subséquents.

#### **5.4 Travaux au bassin de sédimentation en amont de la route 113**

Un bassin de sédimentation a déjà été aménagé à l'hiver 2008-2009 en amont de la route 113. Les travaux consistent donc essentiellement à reprofiler les pentes du bassin, à enlever les résidus accumulés dans ce secteur et à végétaliser le secteur pour assurer la prise de végétation. Les travaux sont illustrés au dessin 865866-9021-4GDD-0003.

##### **5.4.1 Reprofilage du bassin**

Les travaux de reprofilage seront concentrés sur le côté sud du bassin de sédimentation, à l'endroit du fossé de dérivation et du chemin d'accès aménagés lors des travaux à l'hiver 2008-2009. Ils consisteront en les éléments suivants :

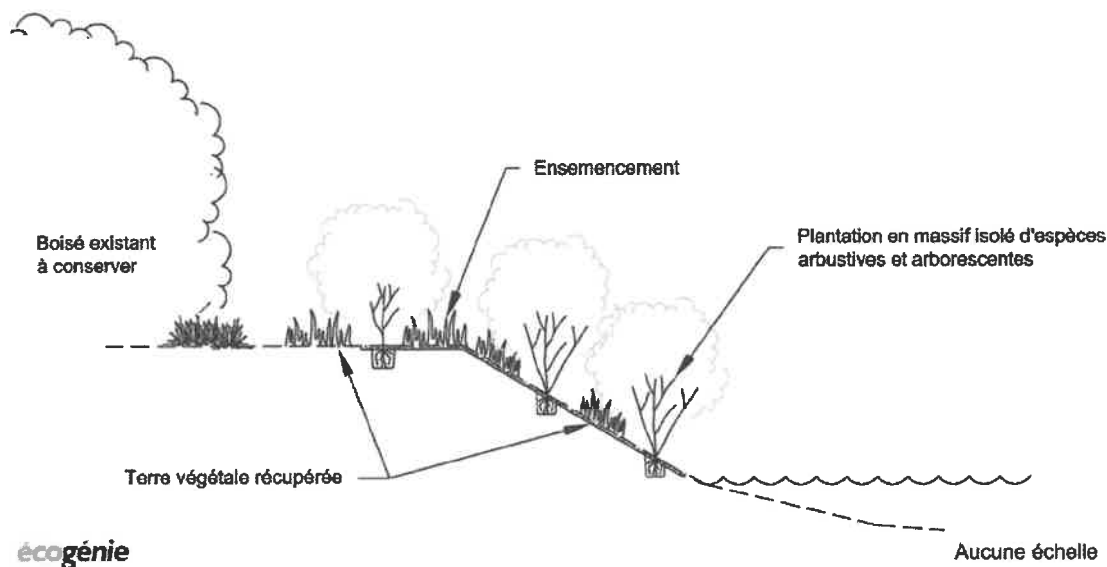
- Démanteler le fossé de dérivation temporaire aménagé lors des travaux de l'an passé et diriger l'eau provenant de l'étang et des eaux usées de la municipalité de Chapais vers l'extrémité est du bassin de sédimentation;
- Reprofiler le parement sud du bassin de sédimentation jusqu'à la limite du boisé avec des pentes douces;
- Nettoyer le boisé affecté suite à la rupture de la digue Sud du bassin de polissage;
- Excaver les résidus en surface, en particulier à proximité de la route 113.

#### 5.4.2 Végétalisation

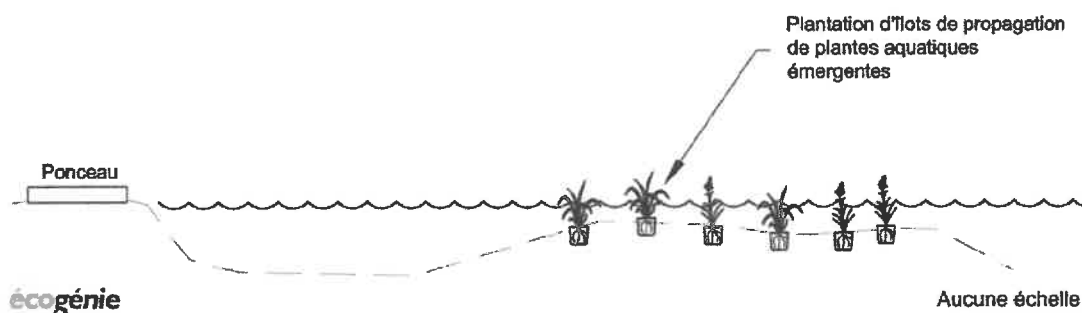
Les travaux de végétalisation prévus au bassin de sédimentation sont les suivants :

- Ensemencement des sections non ennoyées et plantation de massifs d'arbustes et d'arbres sur environ 15 % de la surface de la partie supérieure des pentes riveraines pour les secteurs où des travaux de nettoyage auront lieu (voir la figure 5-2);
- Aménagement d'un haut fond dans la section aval du bassin et plantation de quenouilles disposées en îlots de propagation (massifs de quelques dizaines de plants). Le haut fond sera profilé de façon à favoriser une diffusion et une filtration de l'écoulement dans la section de quenouilles (voir la figure 5-3).

**Figure 5-2: Végétalisation du bassin de sédimentation en amont de la route 113**



**Figure 5-3: Végétalisation du haut fond dans le bassin de sédimentation**





#### **5.4.3 Capacité des ponceaux de la route 113**

Deux ponceaux ont été installés au travers de la route 113 suite à la rupture de la digue, un ponceau préfabriqué en béton dont le diamètre moyen est de 1 200 mm et un autre ponceau (tuyau Big-O ondulé) d'un diamètre de 900 mm.

Selon les calculs hydrauliques<sup>18</sup>, bien que le bassin versant sera réduit en raison de l'aménagement du fossé de dérivation au nord-ouest du bassin de polissage, le débit de pointe drainé vers les ponceaux de la route 113 augmentera puisque les eaux de ruissellement ne profiteront plus de l'effet de laminage de crue et d'emmagasinement temporaire au bassin de polissage.

La capacité de ces ponceaux est donc insuffisante pour évacuer la crue de conception des ouvrages, d'une fréquence d'occurrence de 1 :100 ans. La perte de l'effet de laminage à l'ancien bassin de polissage nécessiterait une revue de la conception de ces ponceaux. Le MTQ a été avisé de la situation.

#### **5.5 Travaux de nettoyage du ruisseau Slam**

Les travaux dans le secteur du ruisseau Slam consistent en les éléments suivants :

- Aménager un fossé de dérivation temporaire pour faciliter les travaux de nettoyage du ruisseau;
- Aménager un chemin de service le long du chemin de fer;
- Excaver les résidus le long du ruisseau Slam selon les critères d'intervention, incluant l'enlèvement des débris végétaux et des autres débris;
- Végétaliser les secteurs excavés.

##### **5.5.1 Aménagement d'un fossé de dérivation temporaire**

Un fossé de dérivation temporaire sera aménagé pour faciliter les travaux d'excavation des résidus dans le ruisseau Slam en aval du chemin pour VTT, tel qu'indiqué au dessin 865866-9021-4GDD-0004.

Ce fossé permettra la dérivation des eaux du ruisseau Slam sur une distance d'environ 2 440 mètres. La section amont de ce fossé sera aménagée en bordure du chemin de VTT actuel, pour ensuite longer la voie ferrée, parallèlement au ruisseau Slam. Le fossé

---

<sup>18</sup> SNC-Lavalin, août 2009. *Travaux correctifs – Mine Opémiska, Conception hydraulique des cours d'eau dans le bassin du ruisseau Slam.*



a été conçu afin de dériver un débit de pointe correspondant à une crue d'une fréquence d'occurrence de 1 :2 ans avec une pente longitudinale de l'ordre de 0,1 à 0,5 %, une largeur au radier de 2 mètres, des pentes latérales de 2H : 1V maximum et une profondeur minimale de 2 mètres. Les déblais d'excavation du fossé, qui sont exempts de résidus miniers, seront disposés en bordure de ce dernier pour atteindre les dimensions voulues du fossé. Les matériaux excavés contenant des résidus seront transportés vers la zone de recouvrement dans le secteur sud du bassin de polissage.

Une digue temporaire sera aménagée dans le ruisseau Slam pour dériver les eaux vers le fossé de dérivation temporaire. Elle aura une hauteur minimale de 2 m et sera protégée avec une géomembrane et de l'enrochement 150-300 mm. Le ruisseau Slam sera surexcavé en amont de la digue temporaire afin de réduire les vitesses à l'approche de la digue. Cette digue sera démantelée à la fin des travaux de végétalisation.

Il est à noter qu'une fois que le bassin de sédimentation situé en aval des travaux sera construit (voir section 5.6), le fossé de dérivation temporaire sera redirigé vers ce bassin, tel qu'illustré au dessin 865866-9021-4GDD-0005.

La vue en plan, le profil longitudinal et une coupe-type du fossé de dérivation temporaire sont montrés au dessin 865866-9021-4GDD-0004. L'axe définitif du fossé de dérivation temporaire et la pente longitudinale seront précisés lors des travaux selon la topographie et les conditions réelles retrouvées sur le terrain.

#### **5.5.2 Aménagement du chemin de service**

Un chemin de service sera aménagé au sud du chemin de fer pour les besoins des travaux, tel qu'indiqué au dessin 865866-9021-4GDD-0004. Il aura une largeur de 5 mètres et permettra la circulation en boucle avec la route du lac Cavan. Certains ponceaux existants seront rallongés, si requis.

#### **5.5.3 Excavation des résidus**

Le nettoyage du ruisseau Slam sera réalisé dans les zones identifiées au dessin 865866-9021-4GDD-0004. Ce nettoyage sera réalisé selon les critères suivants :

- Enlèvement des débris divers (morceaux de ponceau, béton bitumineux, poteaux, etc.).
- Enlèvement des débris végétaux (arbres et arbustes déracinés).
- Excavation des résidus miniers, jusqu'au sol naturel sous-jacent, (et déboisement ou débroussaillage) dans les zones où le dépérissement des végétaux est observé et où la densité du couvert végétal arbustif et arborescent est faible (recouvrement éparse inférieur à 30 %). Dans le cas des arbres, l'état de santé (feuillage affecté



sur 30 % et plus de la couronne) et la taille (diamètre des tiges > 15 cm) seront également considérés pour délimiter l'aire de déboisement et d'enlèvement des résidus.

Les travaux de nettoyage du ruisseau seront dirigés et supervisés par un surveillant de chantier. Les déblais d'excavation du ruisseau Slam seront mis en place dans la zone en amont de la digue Sud, tel qu'indiqué précédemment à la section 5.3.

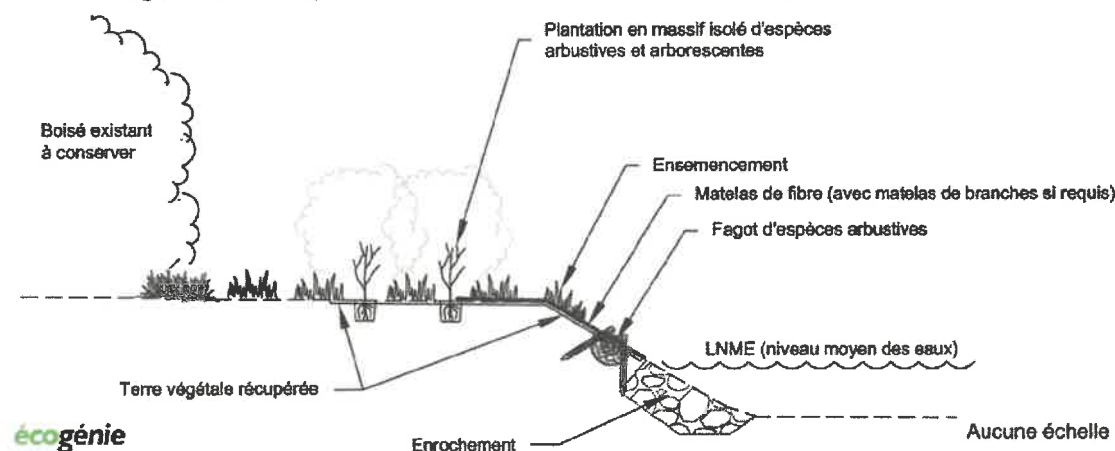
Il est à noter qu'il n'y aura aucune intervention au niveau du chemin de fer. Dans l'attente d'une réponse du Canadien National (CN) à savoir s'il est propriétaire de ce tronçon ferroviaire<sup>19</sup>, aucune intervention ne sera effectuée sur ces voies ferrées.

#### 5.5.4 Végétalisation de la zone des travaux

Dans la section du ruisseau où la pente est faible, la berge et la zone de plaine inondable touchée par les travaux seront ensemencées. Des massifs d'arbustes et d'arbres seront plantés dans le haut de talus.

Dans les sections de plus forte pente ou plus exposées au courant, une approche mixte de stabilisation (enrochement et végétaux) sera appliquée, particulièrement dans les sections concaves du cours d'eau (voir la figure 5-4). L'enrochement protégera la base des talus jusqu'au niveau moyen des eaux. La partie supérieure de la pente sera ensuite protégée à l'aide d'un fagot et d'un matelas de branches disposés immédiatement au haut de l'enrochement et par la plantation d'arbustes et d'arbres et l'ensemencement de l'ensemble des surfaces dégagées.

**Figure 5-4: Végétalisation du ruisseau – section à plus fort courant**



<sup>19</sup> Démarche effectuée par le MRNF.



## **5.6 Bassin de sédimentation en aval des travaux dans le secteur du ruisseau**

Un bassin de sédimentation sera aménagé en aval des travaux, tel qu'illustré au dessin 865866-9021-4GDD-0005.

Le fond du bassin sera aménagé 2 mètres sous le radier du ruisseau Slam. Sa base aura des dimensions de 25 m par 25 m et remontera jusqu'au terrain naturel avec des pentes de 2:1. Le détail de la conception hydraulique est présenté dans la note technique jointe à l'*Annexe C*.

Dans le secteur du bassin de sédimentation, le fossé de dérivation temporaire comportera deux tronçons distincts permettant d'acheminer les eaux en aval ou en amont du bassin. Avant et pendant la construction du bassin, les eaux du fossé de dérivation temporaire s'écouleront dans le ruisseau Slam en aval du bassin, tandis qu'une fois sa construction terminée, elles seront dirigées en amont afin de s'écouler dans ce dernier.

Les sections non ennoyées du bassin de sédimentation feront l'objet d'un ensemencement sur toute la surface aménagée et d'une plantation de massifs d'arbustes et d'arbres sur environ 15 % de la surface de la partie supérieure des pentes riveraines.

## **5.7 Sources d'emprunts**

Les sources d'emprunts potentiels pour les matériaux requis pour les différents secteurs des travaux sont le remblai de la digue Sud et le remblai du chemin fer (portion emportée suite au bris de la digue Sud) situé le long de la route du lac Cavan. D'autres bancs d'emprunts pourront être utilisés au besoin si le volume de matériau disponible est insuffisant ou si le calibre du matériau ne satisfait pas les critères de conception.

## **5.8 Protection contre l'érosion durant la période entre les travaux de terrassement et ceux de végétalisation**

Les zones à risque d'érosion seront recouvertes avec un matelas de fibre naturelle. Les courbes concaves et les berges des sections de plus forte pente du ruisseau et du fossé de dérivation sont notamment susceptibles d'entraîner des sédiments dans le milieu aquatique. Les matelas de fibre et les nattes de coir pourront être conservés en place lors de la végétalisation (ensemencement et plantation). Ils pourront également contribuer à la fixation d'armatures végétales comme des matelas de branches.



## **6.0 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS**

Le 23 juin 2008, la digue à l'exécutoire du bassin de polissage a cédé (digue Sud). Il a été estimé que plus d'un million de mètres cubes d'eau emportant un volume de résidus miniers de l'ordre de 50 000 mètres cubes se sont déversés dans le ruisseau Slam. La vidange du bassin de polissage a fait en sorte que les résidus miniers contenus dans ce dernier sont maintenant exposés et sujets à l'érosion.

Les travaux correctifs ont pour objectif de récupérer de façon optimale<sup>20</sup> les résidus et des matériaux granulaires qui se sont répandus dans le secteur amont du ruisseau Slam, de réaménager le ruisseau dans ce secteur, de stabiliser les résidus du bassin de polissage à l'aide d'un recouvrement granulaire partiel et d'un couvert végétal, de dévier une partie de l'eau provenant du bassin versant en amont du bassin de polissage et de contrôler la migration des résidus le long du ruisseau Slam.

Le concept général des travaux avait déjà été élaboré par SLI, approuvé par le MRNF et présenté au MDDEP. Ce rapport de conception présente donc l'ingénierie détaillée des travaux correctifs proposés. Étant donné la nature des travaux dans le milieu naturel, plusieurs indications et précisions seront données sur le terrain lors de leur réalisation et certains ajustements devront être apportés.

Nous recommandons de mettre en place un programme de suivi et d'inspection des aménagements qui seront réalisés dans le cadre de ces travaux correctifs afin de s'assurer qu'ils maintiennent leur efficacité et d'en permettre l'entretien si requis.

---

<sup>20</sup> En termes de gain environnemental réalisé suite aux travaux de nettoyage.



## **7.0 PERSONNEL**

Le présent rapport a été préparé par messieurs Nicolas Lemieux, ing., M.Sc. et Alain Hébert, ing., M.Sc., ainsi que par M. Ghislain Verreault, biologiste d'Écogénie inc., pour les éléments sur les travaux de végétalisation. Il a été revu par monsieur Denis Isabel, ing., Ph.D., FIC.

Division Restauration minière et Services géotechniques  
Mines et Métallurgie Mondiales  
**SNC-LAVALIN INC.**

53-54

Nicolas Lemieux, ing., M.Sc.  
Chargé de projet

53-54

Alain Hébert, ing., M.Sc.  
Chargé de projet

53-54

Denis Isabel, ing., Ph.D., FIC  
V-P, Opérations, Québec

NL/AH/dh

### Distribution:

- 1 copie papier - Ministère des Ressources naturelles et de la Faune
- 1 copie électronique - Ministère des Ressources naturelles et de la Faune
- 1 copie papier - SNC-Lavalin inc., division Mines et Métallurgie





## 8.0 BIBLIOGRAPHIE

Les documents suivants ont servi à la réalisation de ce rapport:

Commission Toponymique du Québec, 1987. *Répertoire toponymique du Québec : 1987*, 1900 p.

L'Association canadienne des barrages, 2007. *Directives pour la sécurité des barrages – 2007*, 82 p.

L'Association minière du Canada, septembre 1998. *Un guide de gestion des parcs à résidus miniers*.

Ministère de l'Environnement, novembre 2001. *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*.

Ministère de l'Environnement, mai 2003. *Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai*. Direction des politiques du secteur industriel.

Ministère des Ressources naturelles, 1997. *Guide et modalités de préparation du plan et exigences générales en matière de restauration des sites miniers au Québec*.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, avril 2005. *Directive 019 sur l'industrie minière*. ENV/2005/0120.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, août 2008. *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales : Cahier 5 - échantillonnage des sols*. Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 59 p., 3 annexes.

Multilab Direct, septembre 2008. Certificats d'analyse chimique. N<sup>os</sup> C-51215 à C-51218.

SNC-Lavalin, août 2008. *Impacts environnementaux causés par la rupture de la digue retenant les résidus miniers de la mine Opémiska à Chapais*. Note technique n° 020183-1000-4GER-0001-00.

SNC-Lavalin, août 2008. *Description des travaux de mesure d'urgence*. Rapport final n° 020183-1000-4GER-0003-PB.

SNC-Lavalin, août 2008. *Mesures correctives proposées suite à la rupture de la digue retenant les résidus miniers de la mine Opémiska à Chapais*. Note technique n° 020183-1000-4GER-0002-00.



SNC-Lavalin, mai 2009. *Rapport factuel investigation géotechnique, bassin de polissage, mine Opémiska, Chapais*. Rapport final n° 865866-9029-40ER-0001-00.

SNC-Lavalin, juillet 2009. *Travaux correctifs – Mine Opémiska, Sommaire des bases de conception*. Note technique n° 865866-9021-40EC-0001-00.

SNC-Lavalin, juillet 2009. *Travaux correctifs – Mine Opémiska, Revue des experts*. Note technique n° 865866-9021-40ER-0001-00.

SNC-Lavalin, août 2009. *Travaux correctifs – Mine Opémiska, Hydrologie du bassin du ruisseau Slam*. Note technique n° 865866-9021-4HER-0001-00.

SNC-Lavalin, août 2009. *Travaux correctifs – Mine Opémiska, Conception hydraulique des cours d'eau dans le bassin du ruisseau Slam*. Note technique n° 865866-9021-4HER-0002-00.

SNC-Lavalin, août 2009. *Travaux correctifs – Mine Opémiska, Géochimie des résidus miniers*. Note technique n° 865866-9021-4EER-0001-00.

Tecsult, décembre 2008. *Caractérisation du ruisseau Slam à la suite de la rupture de la digue du bassin de polissage de l'ancienne mine Opémiska à Chapais*. Rapport final n° 05-17855-0010.

A

## Sommaire des bases de conception



**SNC • LAVALIN**

|                                                                                                           |                                                                                      |                                                    |            |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------|------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Sommaire des bases de conception</b> | Préparé par : A. Hébert<br>Révisé par : R. Maurice |            |      |
|                                                                                                           |                                                                                      | Rév                                                | Date       | Page |
|                                                                                                           | 865866-9021-40EC-0001                                                                | 00                                                 | 20-juil-09 | I    |

**Titre du document :** **SOMMAIRE DES BASES DE CONCEPTION**

**Client :** **MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE**

**Projet :** **TRAVAUX CORRECTIFS SUITE À LA RUPTURE DE LA DIGUE SUD DU BASSIN DE POLISSAGE DE LA MINE OPÉMISKA**



*Préparé par :* Alain Hébert, ing., M.Sc.

53-54

*Révisé par :* Richard Maurice, ing.

53-54

*Approuvé par :* Client      Johanne Cyr, M.Sc.

Original signé



|                                                                                                           |                                                                                      |                                                    |            |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------|------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Sommaire des bases de conception</b> | Préparé par : A. Hébert<br>Révisé par : R. Maurice |            |      |
|                                                                                                           |                                                                                      | Rév                                                | Date       | Page |
|                                                                                                           | 865866-9021-40EC-0001                                                                | 00                                                 | 20-juil-09 | II   |

#### LISTE DES RÉVISIONS APPORTÉES AU DOCUMENT

| Révision |      |      |              | Pages<br>révisées | Remarques                                       |
|----------|------|------|--------------|-------------------|-------------------------------------------------|
| #        | Par  | Rév. | Date         |                   |                                                 |
| PA       | A.H. | R.M. | 10-juil-2009 |                   | Émis pour commentaires (interne)                |
| PB       | A.H. | R.M. | 16-juil-2009 |                   | Émis pour commentaires et approbation du client |
| 00       | A,H, | R.M. | 20-juil-2009 |                   | Émission finale                                 |
|          |      |      |              |                   |                                                 |
|          |      |      |              |                   |                                                 |
|          |      |      |              |                   |                                                 |
|          |      |      |              |                   |                                                 |

|                                                                                                           |                                                                                      |                                                    |            |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------|------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Sommaire des bases de conception</b> | Préparé par : A. Hébert<br>Révisé par : R. Maurice |            |      |
|                                                                                                           |                                                                                      | Rév                                                | Date       | Page |
|                                                                                                           | 865866-9021-40EC-0001                                                                | 00                                                 | 20-juil-09 | III  |

## TABLE DES MATIÈRES

|                                           | <b>Page</b> |
|-------------------------------------------|-------------|
| 1.0 GÉNÉRALITÉS .....                     | 1           |
| 1.1 Objectif .....                        | 1           |
| 1.2 Références .....                      | 1           |
| 2.0 OBJECTIFS DU MRNF .....               | 2           |
| 2.1 Contexte et problématique .....       | 2           |
| 2.2 Zone de travail .....                 | 3           |
| 2.3 Objectifs .....                       | 3           |
| 3.0 CRITÈRES ET BASES DE CONCEPTION ..... | 4           |

## ANNEXES

Annexe A : Critères de conception géotechniques et environnementaux (N° 865866-9021-4GEC-0001)

Annexe B : Critères pour la gestion des eaux (N° 865866-9021-4HEC-0001)

Annexe C : Critères de conception géochimiques (N° 865866-9021-4EEC-0001)

Annexe D : Critères de conception pour la végétalisation (N° 865866-9021-4VEC-0001)

|                                                                                                           |                                                                                      |                                                    |            |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------|--------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Sommaire des bases de conception</b> | Préparé par : A. Hébert<br>Révisé par : R. Maurice |            |        |
|                                                                                                           |                                                                                      | Rév                                                | Date       | Page   |
|                                                                                                           | 865866-9021-40EC-0001                                                                | 00                                                 | 20-juil-09 | 1 de 4 |

## 1.0 GÉNÉRALITÉS

### 1.1 Objectif

L'objectif de ce document est d'établir les bases de conception qui seront utilisées pour le développement du concept retenu par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) au niveau de l'ingénierie détaillée du projet. Ce document regroupe les notes techniques sur les critères de conception pour les quatre disciplines techniques du projet (géotechnique, gestion des eaux, géochimie et végétalisation), produites et révisées par les responsables respectifs.

### 1.2 Références

Ce sommaire des bases de conception est élaboré sur la base des informations contenues dans les documents suivants :

- Ministère des Ressources naturelles, 1997. *Guide et modalités de préparation du plan et exigences générales en matière de restauration des sites miniers au Québec.*
- L'Association minière du Canada, septembre 1998. *Un guide de gestion des parcs à résidus miniers.*
- Ministère de l'Environnement, novembre 2001. *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés.*
- Ministère de l'Environnement, mai 2003. *Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai.* Direction des politiques du secteur industriel.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, avril 2005. *Directive 019 sur l'industrie minière.* ENV/2005/0120.
- L'Association canadienne des barrages, 2007. *Directives pour la sécurité des barrages – 2007*, 82 p.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, août 2008. *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales : Cahier 5 - échantillonnage des sols.* Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 59 p., 3 annexes.
- SNC-Lavalin, août 2008. *Impacts environnementaux causés par la rupture de la digue retenant les résidus miniers de la mine Opémiska à Chapais.* Note technique n° 020183-1000-4GER-0001-00.
- SNC-Lavalin, août 2008. *Mesures correctives proposées suite à la rupture de la digue retenant les résidus miniers de la mine Opémiska à Chapais.* Note technique n° 020183-1000-4GER-0002-00.

|                                                                                                           |                                                                                      |                                                    |            |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------|--------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Sommaire des bases de conception</b> | Préparé par : A. Hébert<br>Révisé par : R. Maurice |            |        |
|                                                                                                           |                                                                                      | Rév                                                | Date       | Page   |
|                                                                                                           | 865866-9021-40EC-0001                                                                | 00                                                 | 20-juil-09 | 2 de 4 |

- SNC-Lavalin, août 2008. *Description des travaux de mesure d'urgence*. Rapport final n° 020183-1000-4GER-0003-PB.
- SNC-Lavalin, août 2008. *Mesures correctives proposées suite à la rupture de la digue retenant les résidus miniers de la mine Opémiska à Chapais*. Note technique n° 020183-1000-4GER-0002-00.
- Multilab Direct, septembre 2008. Certificats d'analyse chimique. N<sup>os</sup> C-51215 à C-51218.
- Tecsalt, décembre 2008. *Caractérisation du ruisseau Slam à la suite de la rupture de la digue du bassin de polissage de l'ancienne mine Opémiska à Chapais*. Rapport final n° 05-17855-0010.
- SNC-Lavalin, mai 2009. *Rapport factuel investigation géotechnique, bassin de polissage, mine Opémiska, Chapais*. Rapport final n° 865866-9029-40ER-0001-00.
- *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)*, 1999, ch. 33.
- *Loi sur la qualité de l'environnement*, L.R.Q., c. Q-2.
- *Loi sur la sécurité des barrages* (L.R.Q., c. S-3.1.01) *et son règlement* (c. S-3.1.01, r.1).
- *Loi sur les mines*, L.R.Q., c. M-13.1.

## 2.0 OBJECTIFS DU MRNF

### 2.1 Contexte et problématique

Le site minier Opémiska, accessible par la route 113, est localisé à environ un kilomètre à l'ouest de la municipalité de Chapais. La mine a été en opération de 1953 à 1991 et les métaux extraits étaient le cuivre, l'or et un peu d'argent. Le site actuel comporte deux parcs à résidus et un bassin de polissage. Le site a été restauré de 1991 à 1995 et a fait l'objet d'une libération. Cette libération implique que le site est maintenant sous la responsabilité du MRNF.

Le 23 juin 2008, la digue à l'exécutoire du bassin de polissage a cédé (digue sud). Il a été estimé que plus d'un million de mètres cubes d'eau emportant un volume de résidus miniers de l'ordre de 50 000 mètres cubes se sont déversés dans le ruisseau Slam. Un panache de résidus en suspension a visiblement atteint la rivière Obatogamau située à environ 8 km en aval du bassin de polissage.

Cet écoulement soudain a emporté la route 113 sur environ 100 mètres, coupant le lien entre les régions de Chibougamau-Chapais et de l'Abitibi.

Des travaux d'urgence ont été effectués à l'été 2008 afin de stabiliser l'écoulement et réduire l'érosion des résidus miniers contenus dans le bassin de polissage. Ces travaux ont consisté à construire trois digues temporaires afin de réduire l'entraînement des particules fines contenues dans le bassin de polissage. De plus, un bassin de sédimentation supplémentaire a été construit



|                                                                                                           |                                                                                      |                                                    |            |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------|--------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Sommaire des bases de conception</b> | Préparé par : A. Hébert<br>Révisé par : R. Maurice |            |        |
|                                                                                                           |                                                                                      | Rév                                                | Date       | Page   |
|                                                                                                           | 865866-9021-40EC-0001                                                                | 00                                                 | 20-juil-09 | 3 de 4 |

à l'hiver 2008-2009 entre l'ancienne digue et la route 113 afin de permettre de capter le maximum de sédiments possible lors de la fonte des neiges au printemps 2009.

Une évaluation de l'impact environnemental causé par la rupture de la digue, spécifiquement sur la qualité de l'eau qui se déverse du bassin de polissage et sur les résidus miniers transportés en aval du bassin a été réalisée à l'été 2008.

Des travaux de caractérisation du ruisseau Slam ont été effectués en novembre 2008 afin d'obtenir un portrait de l'étendue de la présence de résidus miniers dans le ruisseau Slam.

Finalement, une investigation géotechnique des résidus dans le secteur sud du bassin de polissage a été effectuée en avril 2009 au moyen de forages.

## 2.2 Zone de travail

La zone de travail du présent mandat est séparée en deux sites soit :

- Une superficie d'environ 65 hectares sur le site minier Opémiska;
- Une longueur d'environ huit kilomètres dans le ruisseau Slam situé entre la digue qui a cédé et la rivière Obatogamau.

## 2.3 Objectifs

L'objectif fondamental de l'ensemble du projet est d'effectuer des travaux correctifs permettant de stabiliser les résidus miniers afin de limiter leur mobilisation.

Les objectifs spécifiques découlant du concept général précédemment approuvé par le MRNF et présenté au MDDEP comprennent notamment :

- La récupération optimale des résidus et des matériaux granulaires qui se sont répandus dans le secteur amont du ruisseau Slam et le réaménagement du ruisseau dans ce secteur. Cette récupération sera optimale en terme de gain environnemental réalisé suite aux travaux de nettoyage;
- La stabilisation des résidus dans la partie amont du bassin de polissage en minimisant l'érosion par la canalisation des eaux de ruissellement et l'implantation d'un couvert végétal;
- Le recouvrement de la partie aval du bassin de polissage avec les matériaux excavés et l'implantation d'un couvert végétal;
- La déviation d'une partie de l'eau provenant du bassin versant en amont du bassin de polissage;
- Le contrôle de la migration des résidus le long du ruisseau Slam.

|                                                                                                           |                                                                                      |                                                    |            |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------|--------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Sommaire des bases de conception</b> | Préparé par : A. Hébert<br>Révisé par : R. Maurice |            |        |
|                                                                                                           |                                                                                      | Rév                                                | Date       | Page   |
|                                                                                                           | 865866-9021-40EC-0001                                                                | 00                                                 | 20-juil-09 | 4 de 4 |

### 3.0 CRITÈRES ET BASES DE CONCEPTION

Tel que mentionné en introduction, les critères de conception pour les quatre disciplines techniques du projet sont joints en annexe dans des documents distincts :

- Annexe A : Critères de conception géotechniques et environnementaux;
- Annexe B : Critères de gestion des eaux;
- Annexe C : Critères de conception géochimiques;
- Annexe D : Critères de conception pour la végétalisation.

Ces notes techniques ont été révisées par les chefs de discipline de la division Restauration minière et Services géotechniques, Mines et Métallurgie Mondiales, ou par une personne désignée par ces derniers. Les critères de conception pour la végétalisation ont été révisés par le chargé de projet végétalisation d'Écogénie.

A

# Critères de conception géotechniques et environnementaux



**SNC • LAVALIN**

|                                                                                                           |                                                                                                              |                                                               |            |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------|------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Critères de conception géotechniques et environnementaux</b> | Préparé par : A. Hébert/N. Lemieux<br>Révisé par : R. Maurice |            |      |
|                                                                                                           |                                                                                                              | Rév                                                           | Date       | Page |
|                                                                                                           | 865866-9021-4GEC-0001                                                                                        | 00                                                            | 20-juil-09 | I    |

**Titre du document :** CRITÈRES DE CONCEPTION GÉOTECHNIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX

**Client :** MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE

**Projet :** TRAVAUX CORRECTIFS SUITE À LA RUPTURE DE LA DIGUE SUD DU BASSIN DE POLISSAGE DE LA MINE OPÉMISKA



*Préparé par :* Alain Hébert, ing., M.Sc.

53-54

*et :* Nicolas Lemieux, ing., M.Sc.

53-54

*Révisé et approuvé par :* Richard Maurice, ing.

53-54



|                                                                                                           |                                                                                                              |  |                                                               |            |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------|------------|------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Critères de conception géotechniques et environnementaux</b> |  | Préparé par : A. Hébert/N. Lemieux<br>Révisé par : R. Maurice |            |      |
|                                                                                                           |                                                                                                              |  | Rév                                                           | Date       | Page |
|                                                                                                           | 865866-9021-4GEC-0001                                                                                        |  | 00                                                            | 20-juil-09 | II   |

#### LISTE DES RÉVISIONS APPORTÉES AU DOCUMENT

| Révision |      |      |              | Pages révisées | Remarques                        |
|----------|------|------|--------------|----------------|----------------------------------|
| #        | Par  | Rév. | Date         |                |                                  |
| PA       | A.H. | R.M. | 10-juil-2009 |                | Émis pour commentaires (interne) |
| PB       | A.H. | R.M. | 16-juil-2009 |                | Émis pour commentaires (client)  |
| 00       | A.H. | R.M. | 20-juil-2009 |                | Émission finale                  |
|          |      |      |              |                |                                  |
|          |      |      |              |                |                                  |
|          |      |      |              |                |                                  |
|          |      |      |              |                |                                  |

|                                                                                                           |                                                                                                                        |                                                               |            |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------|------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Critères de conception géotechniques et</b><br><b>environnementaux</b> | Préparé par : A. Hébert/N. Lemieux<br>Révisé par : R. Maurice |            |      |
|                                                                                                           |                                                                                                                        | Rév                                                           | Date       | Page |
|                                                                                                           | 865866-9021-4GEC-0001                                                                                                  | 00                                                            | 20-juil-09 | III  |

## TABLE DES MATIÈRES

|                                                                   | <b>Page</b> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1.0 INTRODUCTION.....                                             | 1           |
| 2.0 CODES, LOIS ET RÈGLEMENTS APPLICABLES .....                   | 1           |
| 3.0 CRITÈRES DE CONCEPTION GÉOTECHNIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX..... | 2           |

|                                                                                                           |                                                                                                                        |                                                               |            |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------|--------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Critères de conception géotechniques et</b><br><b>environnementaux</b> | Préparé par : A. Hébert/N. Lemieux<br>Révisé par : R. Maurice |            |        |
|                                                                                                           |                                                                                                                        | Rév                                                           | Date       | Page   |
|                                                                                                           | 865866-9021-4GEC-0001                                                                                                  | 00                                                            | 20-juil-09 | 1 de 2 |

## 1.0 INTRODUCTION

Cette note technique présente les critères de conception spécifiquement rattachés aux aspects géotechniques et environnementaux du projet de travaux correctifs suite à la rupture de la digue sud du bassin de polissage de la mine Opémiska. Les critères de conception liés aux autres disciplines techniques (gestion des eaux, géochimie et végétalisation) impliquées dans le projet font l'objet de notes techniques spécifiques.

Ces notes techniques sur les critères de conception spécifiques sont regroupées dans le sommaire des bases de conception du projet. Ce dernier décrit notamment le contexte et la problématique du projet, définit la zone de travail et présente les objectifs du ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF). Ces éléments ne seront donc pas repris dans la présente note technique.

## 2.0 CODES, LOIS ET RÈGLEMENTS APPLICABLES

Le parc à résidus de la mine Opémiska et ses aménagements connexes (dont l'ancien bassin de polissage) sont des installations de gestion de résidus miniers visées entre autres par la *Directive 019 sur l'industrie minière* (Directive 019). La Directive 019 soutient l'application de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (L.R.Q., c. Q-2), plus particulièrement la section IV et les articles 20 et 22 portant sur l'interdiction de contaminer, sur l'obligation d'obtenir un certificat d'autorisation (CA) du ministre avant d'entreprendre un projet pouvant générer des conséquences environnementales et sur les renseignements à fournir lors d'une demande de CA. La Directive 019 est un texte d'orientation qui précise les attentes du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) pour les projets miniers nécessitant l'obtention d'un CA.

Les travaux et aménagements correctifs développés dans le cadre de ce mandat doivent être conformes aux codes, lois et règlements suivants, lorsqu'applicables :

- Loi sur la qualité de l'environnement (L.R.Q., c. Q-2), notamment la section IV.
- Directive 019 sur l'industrie minière (MDDEP, avril 2005).
- Loi sur les mines (L.R.Q., c. M-13.1).
- Loi sur la sécurité des barrages (L.R.Q., c. S-3.1.01) et son règlement (c. S-3.1.01, r.1).
- Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999).
- Guide de gestion des parcs à résidus miniers (Association minière Canada, septembre 1998).

|                                                                                                           |                                                                                                              |                                                               |            |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------|--------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Critères de conception géotechniques et environnementaux</b> | Préparé par : A. Hébert/N. Lemieux<br>Révisé par : R. Maurice |            |        |
|                                                                                                           |                                                                                                              | Rév                                                           | Date       | Page   |
|                                                                                                           | 865866-9021-4GEC-0001                                                                                        | 00                                                            | 20-juil-09 | 2 de 2 |

- Guide et modalités de préparation du plan et exigences générales en matière de restauration des sites miniers au Québec (MRNF, 1997).
- Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (c. Q-2, r.17.3).
- Règlement sur les carrières et sablières (c. Q-2, r.2).

### 3.0 CRITÈRES DE CONCEPTION GÉOTECHNIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX

Des critères de base doivent être établis pour le développement du concept. Ces critères sont essentiels pour mieux orienter les concepteurs et connaître les limites à respecter quant à la conception des ouvrages à aménager.

Les critères de conception géotechniques et environnementaux qui seront utilisés dans le présent mandat sont énumérés ci-dessous. À noter que ceux-ci peuvent-être modifiés quelque peu en cours de route lors du développement des concepts à privilégier. Le cas échéant, c'est-à-dire si des changements sont adoptés, une révision du présent document sera émise.

Les critères ou éléments de base suivants sont donc considérés dans l'élaboration des travaux correctifs :

#### Éléments à considérer :

- Environ 50 000 m<sup>3</sup> de résidus miniers se sont répandus en aval du bassin de polissage suite à la rupture de la digue sud ;
- Les résidus de la mine Opémiska sont non générateurs de drainage minier acide et peu lixiviables en métaux (à valider avec la caractérisation géochimique).

#### Critères à rencontrer :

- Contrôler le transport de sédiments ou de résidus durant les travaux correctifs ;
- Récupérer les résidus épanchés de façon optimale en terme de gain environnemental ;
- Utiliser le remblai des aménagements rendus inutiles (ex. : reste de la digue sud, remblai de la voie ferrée) comme matériau de recouvrement ;
- Minimiser l'impact des castors dans le secteur du bassin de polissage, notamment à l'endroit de la digue ouest ;
- Les pentes doivent permettre de minimiser l'érosion du recouvrement ;
- Le matériau de recouvrement doit permettre la végétalisation ;
- Favoriser l'utilisation de végétaux pour stabiliser et contrôler l'érosion ;
- L'entretien et le suivi requis suite aux travaux correctifs doivent être minimisés.



# B Critères de gestion des eaux



**SNC • LAVALIN**

|                                                                                                           |                                                                                       |                                                 |            |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Critères pour la gestion des eaux</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : D. Damov |            |      |
|                                                                                                           |                                                                                       | Rév                                             | Date       | Page |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HEC-0001                                                                 | 00                                              | 20-juil-09 | I    |

**Titre du document :** CRITÈRES POUR LA GESTION DES EAUX

**Client :** MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE

**Projet :** TRAVAUX CORRECTIFS SUITE À LA RUPTURE DE LA DIGUE SUD DU BASSIN DE POLISSAGE DE LA MINE OPÉMISKA



*Préparé par :* Annie Caron, ing., M. Ing.

53-54

*Révisé et approuvé par :* Daniel Damov, ing., M. Sc.

53-54

|                                                                                                           |                                                                                       |  |                                                 |            |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------|------------|------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Critères pour la gestion des eaux</b> |  | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : D. Damov |            |      |
|                                                                                                           |                                                                                       |  | Rév                                             | Date       | Page |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HEC-0001                                                                 |  | 00                                              | 20-juil-09 | II   |

#### LISTE DES RÉVISIONS APPORTÉES AU DOCUMENT

| Révision |      |      |            | Pages<br>révisées | Remarques                        |
|----------|------|------|------------|-------------------|----------------------------------|
| #        | Par  | Rév. | Date       |                   |                                  |
| PA       | A.C. | D.D. | 10-juil-09 |                   | Émis pour commentaires (interne) |
| PB       | A.C. | D.D. | 16-juil-09 |                   | Émis pour commentaires (client)  |
| PC       | A.C. | D.D. | 16-juil-09 | 2 de 2            | Émis pour commentaires (client)  |
| 00       | A.C. | D.D. | 20-juil-09 |                   | Émission finale                  |
|          |      |      |            |                   |                                  |
|          |      |      |            |                   |                                  |
|          |      |      |            |                   |                                  |

|                                                                                                           |                                                                                       |                                                 |            |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Critères pour la gestion des eaux</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : D. Damov |            |      |
|                                                                                                           |                                                                                       | Rév                                             | Date       | Page |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HEC-0001                                                                 | 00                                              | 20-juil-09 | III  |

## TABLE DES MATIÈRES

|                                                                              | <b>Page</b> |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1.0 GÉNÉRALITÉS .....                                                        | 1           |
| 1.1 Réglementations, codes, normes et directives .....                       | 1           |
| 2.0 CRITÈRES DE CONCEPTION HYDRAULIQUES .....                                | 2           |
| 2.1 Critères pour les digues et les étangs .....                             | 2           |
| 2.2 Critères pour les canaux de dérivation, les fossés et les ponceaux ..... | 2           |

## LISTE DES TABLEAUX

|             |                                                                   |   |
|-------------|-------------------------------------------------------------------|---|
| Tableau 1-1 | Outils légaux et lignes directrices pour la gestion des eaux..... | 1 |
|-------------|-------------------------------------------------------------------|---|



|                                                                                                           |                                                                                       |                                                 |            |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|--------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Critères pour la gestion des eaux</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : D. Damov |            |        |
|                                                                                                           |                                                                                       | Rév                                             | Date       | Page   |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HEC-0001                                                                 | 00                                              | 20-juil-09 | 1 de 2 |

## 1.0 GÉNÉRALITÉS

Cette note technique présente les critères de conception spécifiquement rattachés aux aspects de gestion des eaux dans le cadre du projet de travaux correctifs suite à la rupture de la digue sud du bassin de polissage de la mine Opémiska. Les critères de conception liés aux autres disciplines techniques (géotechnique, géochimie et végétalisation) impliquées dans le projet font l'objet de notes techniques spécifiques.

Ces notes techniques sur les critères de conception spécifiques sont regroupées dans le sommaire des bases de conception du projet. Ce dernier décrit notamment le contexte et la problématique du projet, définit la zone de travail et présente les objectifs du ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF). Ces éléments ne seront donc pas repris dans la présente note technique.

Les critères pour la gestion des eaux sont basés sur le cadre légal applicable et sur l'information recueillis lors des études effectuées par SNC-Lavalin depuis juin 2008. Les critères concernent les structures hydrauliques impliquées dans la gestion des eaux.

### 1.1 Réglementations, codes, normes et directives

La gestion des eaux s'effectuera en accord avec les réglementations, les codes, les normes et les directives énumérés dans le Tableau 1-1 :

**Tableau 1-1 Outils légaux et lignes directrices pour la gestion des eaux**

| Outils légaux ou directives                                                                                                                  | Références                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <b>Québec</b>                                                                                                                                |                                           |
| <i>Directive 019 sur l'industrie minière</i>                                                                                                 | MDDEP, avril 2005                         |
| <i>Loi sur la sécurité des barrages (LSB)</i>                                                                                                | S-3.1.01                                  |
| <i>Règlement sur la sécurité des barrages</i>                                                                                                | S-3.1.01, r.1                             |
| <i>Guide et modalité de préparation du plan de restauration et exigences générales en matière de restauration de sites miniers au Québec</i> | MRNF, 1997                                |
| <b>Fédérale et/ou autres</b>                                                                                                                 |                                           |
| <i>Directives pour la sécurité des barrages - 2007</i>                                                                                       | Association canadienne des barrages (ACB) |
| <i>Un guide de gestion des parcs à résidus miniers - 1998</i>                                                                                | Association minière du Canada             |

|                                                                                                           |                                                                                       |                                                 |            |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|--------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Critères pour la gestion des eaux</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : D. Damov |            |        |
|                                                                                                           |                                                                                       | Rév                                             | Date       | Page   |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HEC-0001                                                                 | 00                                              | 20-juil-09 | 2 de 2 |

## 2.0 CRITÈRES DE CONCEPTION HYDRAULIQUES

Les structures hydrauliques nécessaires à la gestion des eaux incluent des étangs, des digues de dérivation, des déversoirs, des canaux de dérivation, des fossés et des ponceaux.

Afin de permettre une certaine adaptation aux changements climatiques, les structures hydrauliques seront conçues de façon conservatrice. Ainsi, ces structures pourront, dans une certaine mesure, résister à des événements sévères même au-delà des conditions de conception.

### 2.1 Critères pour les digues et les étangs

Les étangs, les digues de dérivation et les déversoirs associés seront conçus afin d'être en mesure de laminer la crue d'un événement pluvieux d'une fréquence d'occurrence de 1 :100 ans. De plus, les digues devront avoir une revanche minimale de 0,6 mètre sous les conditions de conception.

Il est à noter que les digues retenant des résidus miniers, à moins qu'elles ne croisent un ruisseau mentionné dans le *Répertoire toponymique du Québec* ou dans l'un de ses suppléments, ne sont pas couvertes par la *Loi sur la sécurité des barrages*.

### 2.2 Critères pour les canaux de dérivation, les fossés et les ponceaux

Le système de collecte des eaux de surface inclut les canaux de dérivation, les fossés et les ponceaux. Les critères suivants sont proposés pour ces infrastructures :

- Les canaux de dérivation et les fossés seront conçus afin d'être en mesure de contenir un événement pluvieux d'une fréquence d'occurrence de 1 :100 ans avec une revanche minimale de 0,3 mètre.
- Les ponceaux seront conçus afin d'être en mesure de laminer la crue d'un événement pluvieux d'une fréquence d'occurrence de 1 :100 ans avec un niveau amont (mesuré à partir du radier d'entrée) ne dépassant pas 1,5 fois la hauteur du ponceau.

Les travaux effectués sur les canaux de dérivation, fossés et ponceaux nouveaux ou existants nécessiteront un certificat d'autorisation.

### 2.3 Critères pour les ouvrages de dérivation provisoire

Dans le cas de canaux de dérivation provisoire des eaux de ruissellement durant les travaux de construction, ces derniers seront conçus afin d'être en mesure de contenir un événement pluvieux d'une fréquence d'occurrence de 1 :2 ans avec une revanche minimale de 0,3 mètre.

# C Critères de conception géochimiques



**SNC • LAVALIN**

|                                                                                                           |                                                                                         |                                                    |            |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------|------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Critères de conception géochimiques</b> | Préparé par : M. Paradis<br>Révisé par : D. Isabel |            |      |
|                                                                                                           |                                                                                         | Rév                                                | Date       | Page |
|                                                                                                           | 865866-9021-4EEC-0001                                                                   | 00                                                 | 20-juil-09 | I    |

**Titre du document :** CRITÈRES DE CONCEPTION GÉOCHIMIQUES

**Client :** MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE

**Projet :** TRAVAUX CORRECTIFS SUITE À LA RUPTURE DE LA DIGUE SUD DU BASSIN DE POLISSAGE DE LA MINE OPÉMISKA



*Préparé par :* Martine Paradis, ing., M.Sc.

53-54

*Révisé et approuvé par :* Denis Isabel, ing., Ph.D., FIC.

53-54



|                                                                                                           |                                                                                         |  |                                                    |            |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------|------------|------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Critères de conception géochimiques</b> |  | Préparé par : M. Paradis<br>Révisé par : D. Isabel |            |      |
|                                                                                                           |                                                                                         |  | Rév                                                | Date       | Page |
|                                                                                                           | 865866-9021-4EEC-0001                                                                   |  | 00                                                 | 20-juil-09 | II   |

#### LISTE DES RÉVISIONS APPORTÉES AU DOCUMENT

| Révision |      |      |              | Pages<br>révisées | Remarques                        |
|----------|------|------|--------------|-------------------|----------------------------------|
| #        | Par  | Rév. | Date         |                   |                                  |
| PA       | M.P. | D.I. | 10-juil-2009 |                   | Émis pour commentaires (interne) |
| PB       | M.P. | D.I. | 16-juil-2009 |                   | Émis pour commentaires (client)  |
| 00       | M.P. | D.I. | 20-juil-2009 |                   | Émission finale                  |
|          |      |      |              |                   |                                  |
|          |      |      |              |                   |                                  |
|          |      |      |              |                   |                                  |
|          |      |      |              |                   |                                  |

|                                                                                                           |                                                                                         |                                                    |            |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------|------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Critères de conception géochimiques</b> | Préparé par : M. Paradis<br>Révisé par : D. Isabel |            |      |
|                                                                                                           |                                                                                         | Rév                                                | Date       | Page |
|                                                                                                           | 865866-9021-4EEC-0001                                                                   | 00                                                 | 20-juil-09 | III  |

## TABLE DES MATIÈRES

|                                                 | <b>Page</b> |
|-------------------------------------------------|-------------|
| 1.0 INTRODUCTION.....                           | 1           |
| 2.0 CODES, LOIS ET RÈGLEMENTS APPLICABLES ..... | 1           |
| 3.0 CRITÈRES DE CONCEPTION .....                | 2           |
| 4.0 RÉFÉRENCE .....                             | 4           |

|                                                                                                           |                                                                                         |                                                    |            |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------|--------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Critères de conception géochimiques</b> | Préparé par : M. Paradis<br>Révisé par : D. Isabel |            |        |
|                                                                                                           |                                                                                         | Rév                                                | Date       | Page   |
|                                                                                                           | 865866-9021-4EEC-0001                                                                   | 00                                                 | 20-juil-09 | 1 de 4 |

## 1.0 INTRODUCTION

Cette note technique présente les critères de conception spécifiquement rattachés aux aspects géochimiques des résidus miniers du projet de travaux correctifs suite à la rupture de la digue sud du bassin de polissage de la mine Opémiska. Les critères de conception liés aux autres disciplines techniques (gestion des eaux, géotechnique et végétalisation) impliquées dans le projet font l'objet d'autres notes techniques spécifiques.

Ces notes techniques sur les critères de conception spécifiques sont regroupées dans le sommaire des bases de conception du projet. Ce dernier décrit notamment le contexte et la problématique du projet, définit la zone de travail et présente les objectifs du ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF). Ces éléments ne seront donc pas repris dans la présente note technique.

## 2.0 CODES, LOIS ET RÈGLEMENTS APPLICABLES

Le parc à résidus de la mine Opémiska et ses aménagements connexes (dont l'ancien bassin de polissage) sont des installations de gestion de résidus miniers visées entre autres par la *Directive 019 sur l'industrie minière* (Directive 019). La Directive 019 soutient l'application de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (L.R.Q., c. Q-2), plus particulièrement la section IV et les articles 20 et 22 portant sur l'interdiction de contaminer, sur l'obligation d'obtenir un certificat d'autorisation (CA) du ministre avant d'entreprendre un projet pouvant générer des conséquences environnementales et sur les renseignements à fournir lors d'une demande de CA. La Directive 019 est un texte d'orientation qui précise les attentes du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) pour les projets miniers nécessitant l'obtention d'un CA.

Les travaux et aménagements correctifs développés dans le cadre de ce mandat doivent être conformes aux codes, lois et règlements suivants, lorsqu'applicables :

- Loi sur la qualité de l'environnement (L.R.Q., c. Q-2), notamment la section IV.
- Directive 019 sur l'industrie minière (MDDEP, avril 2005).
- Loi sur les mines (L.R.Q., c. M-13.1).
- Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999).
- Guide de gestion des parcs à résidus miniers (Association minière Canada, septembre 1998).
- Guide et modalités de préparation du plan et exigences générales en matière de restauration des sites miniers au Québec (MRNF, 1997).

|                                                                                                           |                                                                                         |                                                    |            |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------|--------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Critères de conception géochimiques</b> | Préparé par : M. Paradis<br>Révisé par : D. Isabel |            |        |
|                                                                                                           |                                                                                         | Rév                                                | Date       | Page   |
|                                                                                                           | 865866-9021-4EEC-0001                                                                   | 00                                                 | 20-juil-09 | 2 de 4 |

- Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai (ministère de l'Environnement, mai 2003).
- Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés (MDDEP, Juin 1998).
- Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales (Cahier 5, échantillonnage des sols, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, Août 2008).

### 3.0 CRITÈRES DE CONCEPTION

Des critères de base doivent être établis pour le développement du concept. Ces critères sont essentiels pour mieux orienter les concepteurs et connaître les limites à respecter quant à la conception des ouvrages à aménager.

Les critères ou éléments de base suivants sont donc considérés dans l'élaboration de la campagne de caractérisation géochimique des résidus servant à confirmer la classification des résidus miniers du bassin de la mine Opémiska :

- La première campagne de caractérisation effectuée par SLI (2008) après l'impact environnemental causé par la rupture de la digue a permis de prélever et analyser quatre échantillons pour :
  - Les essais de lixiviation (TCLP, SPLP et CTEU-9) ;
  - Les essais statiques (PGA) ;
  - Les analyses granulométriques ;
  - Certains métaux et métalloïdes, autres composés inorganiques, HPC<sub>10</sub>-C<sub>50</sub> de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* (PPSRTC)
- Les résultats de lixiviation obtenus pour les quatre échantillons prélevés montrent que les résidus miniers du bassin de polissage ne sont pas des résidus miniers à risques élevés selon la Directive 019 (SLI, 2008) ;
- Ces résidus miniers sont lixiviables par rapport au cuivre pour les essais TCLP et SPLP. Certains échantillons sont aussi lixiviables pour l'aluminium, le nickel, le cadmium, le chrome et le manganèse ;
- Les résidus miniers du bassin de polissage de la mine Opémiska sont riches en cuivre, aluminium et fer et dépassent le critère C de l'Annexe 2 de la PPSRTC du MDDEP pour le cuivre. Il n'y a pas de critères pour l'aluminium et le fer. D'autres métaux et métalloïdes totaux dépassent les critères A de l'Annexe 2 de la PPSRTC du MDDEP pour l'argent, le cadmium, le cobalt, l'étain, le molybdène, le nickel et le zinc ;
- Les concentrations de tous les autres composés inorganiques analysés dans les résidus prélevés ne dépassent pas les normes du critère A de la PPSRTC ;



|                                                                                                           |                                                                                         |                                                    |            |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------|--------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Critères de conception géochimiques</b> | Préparé par : M. Paradis<br>Révisé par : D. Isabel |            |        |
|                                                                                                           |                                                                                         | Rév                                                | Date       | Page   |
|                                                                                                           | 865866-9021-4EEC-0001                                                                   | 00                                                 | 20-juil-09 | 3 de 4 |

- Les analyses granulométriques sur les quatre échantillons de résidus miniers montrent un silt argileux ;
- Les caractéristiques pour qu'un résidu minier soit acidogène selon l'annexe II de la Directive 019 sont que le résidu contient des sulfures en quantité supérieure à 0,3 % et que le potentiel de génération a été confirmé par des essais de prévision cinétique ou, à défaut de tels essais, que les essais statiques révèlent un potentiel net de neutralisation (PNN) inférieur à 20 kg CaCO<sub>3</sub>/tonne ou que le rapport du potentiel de neutralisation d'acide (PN) sur le rapport de génération d'acide (PA) est inférieur à 3 ;
- Selon Sobek et al (1978) et Miller et al. (1991), on peut classer les résidus miniers quant au potentiel de génération d'acide selon les tableaux suivants :

**Paramètres et significations pour l'interprétation de bilan acide base**

| Sobek et al. (1978) |                        |
|---------------------|------------------------|
| PN/PA $\leq$ 1      | Générateur d'acide     |
| 1 < PN/PA < 2,5     | Incertain              |
| PN/PA $\geq$ 2,5    | Non générateur d'acide |

| Miller et al. (1991)                    |                        |
|-----------------------------------------|------------------------|
| PNN $\leq$ 20 kg CaCO <sub>3</sub> /t   | Générateur d'acide     |
| - 20 < PNN < 20 kg CaCO <sub>3</sub> /t | Incertain              |
| PNN $\geq$ 20 kg CaCO <sub>3</sub> /t   | Non générateur d'acide |

- Lorsque des échantillons se retrouvent dans la zone incertaine quant au PN/PA ou au PNN, on recommande de procéder à des essais cinétiques afin de statuer sur le potentiel de génération d'acide ;
- Les résultats des quatre échantillons des résidus miniers de la mine Opémiska montrent tous un pourcentage en soufre supérieur à 0,3 % et un rapport PN/PA entre 1 et 2. Trois des échantillons sur quatre ont un PNN > 20 kg CaCO<sub>3</sub>/t. Ils sont donc classés dans la zone incertaine quant au potentiel de génération d'acide et des essais cinétiques seront engagés pour statuer sur le potentiel de génération d'acidité ;
- Pour l'instant, les résidus de la mine Opémiska sont considérés non générateurs de drainage minier acide parce qu'ils sont exposés à l'air depuis 40 ans et qu'ils ne produisent pas de drainage minier acide ;
- Le but de la campagne de caractérisation géochimique des résidus miniers est de confirmer que les résidus miniers de la mine Opémiska sont non générateurs, et cela, avec un nombre représentatif d'échantillons selon les recommandations du ministère de l'Environnement ;

|                                                                                                           |                                                                                         |                                                    |            |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------|--------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Critères de conception géochimiques</b> | Préparé par : M. Paradis<br>Révisé par : D. Isabel |            |        |
|                                                                                                           |                                                                                         | Rév                                                | Date       | Page   |
|                                                                                                           | 865866-9021-4EEC-0001                                                                   | 00                                                 | 20-juil-09 | 4 de 4 |

- Les échantillons ont été prélevés selon les méthodes du *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales* ;
- Environ 50 000 m<sup>3</sup> de résidus miniers se sont répandus en aval du bassin de polissage suite à la rupture de la digue sud (SLI, 2008) ;
- Avec les données disponibles (SLI, 2008) sur l'étendue et l'épaisseur moyenne des résidus miniers, le volume de résidus miniers dans le bassin de polissage a été estimé approximativement entre 120 000 m<sup>3</sup> (partie sud du bassin de polissage qui sera recouvert) et 1 000 000 m<sup>3</sup> (bassin de polissage en entier) ;
- La caractérisation géochimique des résidus a été effectuée pour le volume de résidus estimé dans la partie sud du bassin de polissage et dans la rivière (partie qui sera recouverte) ;
- Une densité des résidus miniers de 1,6 tonne/m<sup>3</sup> a été supposée pour le calcul du nombre d'échantillon requis ;
- Le nombre d'échantillons analysé a été choisi en lien avec le *Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai* du ministère de l'Environnement ;
- Le nombre minimum d'échantillons recommandé pour les essais statiques préliminaires (Price & Errington, 1997) pour l'évaluation du drainage minier acide est de 26 pour une masse de l'unité géologique entre 100 000 et 1 000 000 tonnes. Selon les données disponibles, cette intervalle de masse représente de façon raisonnable le volume évalué de résidus miniers dans la partie sud du bassin de polissage, le ruisseau, et probablement pour tout le bassin de polissage ;
- Concernant la prévision du potentiel de génération d'acide, les résidus miniers d'Opémiska seront analysés pour :
  - Des essais statiques EPA-600 (au minimum 26 échantillons) ;
  - Des essais cinétiques (2 échantillons) ;
  - Des essais de lixiviation pour l'évaluation de la mobilité des espèces inorganiques, soit l'essai TCLP EPA 1311 et SPLP EPA 1312 (au minimum 26 échantillons).

#### 4.0 RÉFÉRENCE

SNC-Lavalin, août 2008. *Impacts environnementaux causés par la rupture de la digue retenant les résidus miniers de la mine Opémiska à Chapais*. Note technique n° 020183-1000-4GER-0001-00.

# D Critères de conception pour la végétalisation



**SNC • LAVALIN**

|                                                                                   |                                                                                                   |                                                     |            |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------|------|
|  | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Critères de conception pour la végétalisation</b> | Préparé par : B. Houde<br>Révisé par : G. Verreault |            |      |
|                                                                                   |                                                                                                   | Rév                                                 | Date       | Page |
|                                                                                   | 865866-9021-4VEC-0001                                                                             | 00                                                  | 20-juil-09 | I    |

**Titre du document :** CRITÈRES DE CONCEPTION POUR LA VÉGÉTALISATION

**Client :** MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE

**Projet :** TRAVAUX CORRECTIFS SUITE À LA RUPTURE DE LA DIGUE SUD DU BASSIN DE POLISSAGE DE LA MINE OPÉMISKA



*Préparé par :* Benoît Houde, ing. f.

53-54

*Révisé et approuvé par :* Ghislain Verreault, biologiste

53-54

|                                                                                   |                                                                                                   |                                                     |            |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------|------|
|  | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Critères de conception pour la végétalisation</b> | Préparé par : B. Houde<br>Révisé par : G. Verreault |            |      |
|                                                                                   |                                                                                                   | Rév                                                 | Date       | Page |
|                                                                                   | 865866-9021-4VEC-0001                                                                             | 00                                                  | 20-juil-09 | II   |

#### LISTE DES RÉVISIONS APPORTÉES AU DOCUMENT

| Révision |      |      |              | Pages<br>révisées | Remarques                        |
|----------|------|------|--------------|-------------------|----------------------------------|
| #        | Par  | Rév. | Date         |                   |                                  |
| PA       | B.H. | G.V. | 14-juil-2009 |                   | Émis pour commentaires (interne) |
| PB       | B.H. | G.V. | 16-juil-2009 |                   | Émis pour commentaires (client)  |
| 00       | B.H. | G.V. | 20-juil-2009 |                   | Émission finale                  |
|          |      |      |              |                   |                                  |
|          |      |      |              |                   |                                  |
|          |      |      |              |                   |                                  |
|          |      |      |              |                   |                                  |



|                                                                                   |                                                                                                   |                                                     |            |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------|------|
|  | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Critères de conception pour la végétalisation</b> | Préparé par : B. Houde<br>Révisé par : G. Verreault |            |      |
|                                                                                   |                                                                                                   | Rév                                                 | Date       | Page |
|                                                                                   | 865866-9021-4VEC-0001                                                                             | 00                                                  | 20-juil-09 | III  |

## TABLE DES MATIÈRES

|                                                         | <b>Page</b> |
|---------------------------------------------------------|-------------|
| 1.0 INTRODUCTION.....                                   | 1           |
| 2.0 CODES, LOIS ET RÈGLEMENTS APPLICABLES .....         | 1           |
| 3.0 CRITÈRES DE CONCEPTION POUR LA VÉGÉTALISATION ..... | 1           |

|                                                                                   |                                                                                                   |  |                                                     |            |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------|------------|--------|
|  | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Critères de conception pour la végétalisation</b> |  | Préparé par : B. Houde<br>Révisé par : G. Verreault |            |        |
|                                                                                   |                                                                                                   |  | Rév                                                 | Date       | Page   |
|                                                                                   | 865866-9021-4VEC-0001                                                                             |  | 00                                                  | 20-juil-09 | 1 de 2 |

## 1.0 INTRODUCTION

Cette note technique présente les critères de conception spécifiquement rattachés aux aspects de la végétalisation du projet de travaux correctifs suite à la rupture de la digue sud du bassin de polissage de la mine Opémiska. Les critères de conception liés aux autres disciplines techniques (géotechnique, gestion des eaux et géochimie) impliquées dans le projet font l'objet de notes techniques spécifiques.

Ces notes techniques sur les critères de conception spécifiques sont regroupées dans le sommaire des bases de conception du projet. Ce dernier décrit notamment le contexte et la problématique du projet, définit la zone de travail et présente les objectifs du ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF). Ces éléments ne seront donc pas repris dans la présente note technique.

## 2.0 CODES, LOIS ET RÈGLEMENTS APPLICABLES

Le parc à résidus de la mine Opémiska et ses aménagements connexes (dont l'ancien bassin de polissage) sont des installations de gestion de résidus miniers visées par la *Directive 019 sur l'industrie minière* (Directive 019). La Directive 019 soutient l'application de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (L.R.Q., c. Q-2), plus particulièrement la section IV et les articles 20 et 22 portant sur l'interdiction de contaminer, sur l'obligation d'obtenir un certificat d'autorisation (CA) du ministre avant d'entreprendre un projet pouvant générer des conséquences environnementales et sur les renseignements à fournir lors d'une demande de CA. La Directive 019 est un texte d'orientation qui précise les attentes du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) pour les projets miniers nécessitant l'obtention d'un CA.

Les travaux et aménagements correctifs de végétalisation développés dans le cadre de ce mandat doivent être conformes aux codes, lois et règlements suivants, lorsqu'applicables :

- Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (c. Q-2, r.17.3).

## 3.0 CRITÈRES DE CONCEPTION POUR LA VÉGÉTALISATION

Des critères de bases doivent être établis pour le développement du concept. Ces critères sont essentiels pour mieux orienter les concepteurs et connaître les limites à respecter quant à la conception des ouvrages à aménager.

Les critères de conception de la végétalisation qui seront utilisés dans le présent mandat sont énumérés ci-dessous. À noter que ceux-ci peuvent-être modifiés quelque peu en cours de route lors du développement des concepts à privilégier. Le cas échéant, c'est-à-dire si des changements sont adoptés, une révision du présent document sera émise.

|                                                                                   |                                                                                                   |  |                                                     |            |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------|------------|--------|
|  | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Critères de conception pour la végétalisation</b> |  | Préparé par : B. Houde<br>Révisé par : G. Verreault |            |        |
|                                                                                   |                                                                                                   |  | Rév                                                 | Date       | Page   |
|                                                                                   | 865866-9021-4VEC-0001                                                                             |  | 00                                                  | 20-juil-09 | 2 de 2 |

Les critères ou éléments de base suivants sont donc considérés dans l'élaboration des travaux correctifs :

- Récupération optimale de la terre végétale dans les zones d'intervention pour être réutilisée sur une partie des remblais granulaires du bassin de polissage recouvrant les résidus. Cette mesure vise à améliorer les conditions d'établissement de la végétation herbacée (ensemencement);
- Ensemencement de l'ensemble des surfaces de terrain avec divers mélanges adaptés aux conditions de terrain (terrain pauvre et bien drainé, terrain humide);
- Intégration de haies brise-vent pouvant faciliter la colonisation naturelle dans le secteur du bassin de polissage réaménagé formant actuellement un vaste espace ouvert. Sélection d'espèces à croissance rapide et adaptés aux conditions pauvres des terrains de ce secteur;
- Création d'un haut-fond permettant l'établissement d'herbiers à quenouilles à la sortie du bassin de sédimentation n° 3 en vue de favoriser la filtration de l'eau;
- Maintien du marais et du plan d'eau en bordure du bassin de sédimentation n° 3 (habitat faunique);
- Plantation en petits massifs dans les zones de boisé à nettoyer afin de favoriser le reboisement;
- À la suite des travaux de récupération des résidus dans les sections du ruisseau Slam réaménagées, stabilisation des rives du cours d'eau reconstituées en privilégiant les techniques de stabilisation végétales (fagots, matelas de branches ou techniques mixtes). Les techniques végétales devraient être appliquées dans les secteurs où la pente du cours d'eau est faible et les techniques mixtes dans les segments à plus forte hydraulicité (pente plus forte, courbe externe). La hauteur de l'enrochement appliqué avec des techniques mixtes ne devrait pas dépasser le niveau moyen des eaux. Choix d'espèces représentatives du milieu (saules arbustifs, aulnes rugueux, spirée). Évaluer la possibilité de récupérer des branches de saules avant le nettoyage pour la confection de bois raméal fragmenté en vue de la valorisation des sols;
- Plantation d'espèces végétales indigènes adaptées au régime climatique sévère (vent, faible accumulation de neige) et aux conditions de sols peu fertiles et variables prévalant sur le site. Choisir des espèces ayant également des affinités écologiques entre elles;
- Stabilisation temporaire (automne 2009) des zones à risques d'érosion en rive du ruisseau, à l'aide de nattes de coir ou de matelas de fibre;
- Protection de la végétation et des écosystèmes en bordure de l'aire des travaux.

# B Hydrologie du bassin du ruisseau Slam



**SNC • LAVALIN**

|                                                                                                           |                                                                                           |                                                 |            |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Hydrologie du bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |      |
|                                                                                                           |                                                                                           | Rév                                             | Date       | Page |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0001                                                                     | 00                                              | 13-août-09 | I    |

**Titre du document :** HYDROLOGIE DU BASSIN DU RUISSEAU SLAM

**Client :** MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE

**Projet :** TRAVAUX CORRECTIFS SUITE À LA RUPTURE DE LA DIGUE SUD DU BASSIN DE POLISSAGE – MINE OPÉMISKA



*Préparé par :* Annie Caron, ing., M.ing.

*Révisé par :* Annie Dumas, ing.

53-54

53-54



|                                                                                                           |                                                                                           |                                                 |            |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Hydrologie du bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |      |
|                                                                                                           |                                                                                           | Rév                                             | Date       | Page |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0001                                                                     | 00                                              | 13-août-09 | II   |

#### LISTE DES RÉVISIONS APPORTÉES AU DOCUMENT

| Révision |      |      |              | Pages<br>révisées | Remarques                        |
|----------|------|------|--------------|-------------------|----------------------------------|
| #        | Par  | Rév. | Date         |                   |                                  |
| PA       | A.C. | A.D. | 7-août-2009  |                   | Émis pour commentaires (interne) |
| PB       | A.C. | A.D. | 10-août-2009 |                   | Émis pour commentaires (client)  |
| 00       | A.C. | A.D. | 13-août-2009 |                   | Émission finale                  |
|          |      |      |              |                   |                                  |
|          |      |      |              |                   |                                  |
|          |      |      |              |                   |                                  |
|          |      |      |              |                   |                                  |

|                                                                                                           |                                                                                           |                                                 |            |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Hydrologie du bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |      |
|                                                                                                           |                                                                                           | Rév                                             | Date       | Page |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0001                                                                     | 00                                              | 13-août-09 | III  |

## TABLE DES MATIÈRES

|                                                            | <b>Page</b> |
|------------------------------------------------------------|-------------|
| 1.0 INTRODUCTION.....                                      | 1           |
| 1.1 Contexte                                               | 1           |
| 1.2 Objectif                                               | 1           |
| 1.3 Contenu                                                | 1           |
| 2.0 ANALYSE DES DONNÉES .....                              | 2           |
| 2.1 Méthodologie                                           | 2           |
| 2.2 Description du secteur à l'étude                       | 2           |
| 2.3 Données climatologiques                                | 2           |
| 2.4 Données hydrométriques                                 | 4           |
| 2.5 Bassins versants du secteur à l'étude                  | 5           |
| 3.0 CONDITIONS HYDROMÉTÉOROLOGIQUES.....                   | 6           |
| 3.1 Normales climatiques                                   | 6           |
| 3.2 Intensité de précipitations                            | 7           |
| 3.3 Autres paramètres hydrométéorologiques                 | 8           |
| 4.0 RUISSELLEMENT ANNUEL.....                              | 9           |
| 4.1 Données de précipitation utilisées                     | 9           |
| 4.2 Ruissellement annuel obtenu des données hydrométriques | 9           |
| 4.3 Taux de ruissellement annuel moyen adopté              | 9           |
| 4.4 Ruissellement estival moyen                            | 10          |
| 5.0 PRÉCIPITATIONS ET RUISSELLEMENTS STATISTIQUES .....    | 11          |
| 5.1 Précipitation annuelle adoptée                         | 11          |
| 5.2 Hauteurs de précipitations estivales adoptées          | 12          |
| 5.3 Hyétoigramme de la pluie de 24 heures                  | 13          |
| 5.4 Hydrogramme de ruissellement d'été-automne             | 15          |
| 6.0 CONCLUSION .....                                       | 16          |
| 7.0 RÉFÉRENCES.....                                        | 17          |

## ANNEXES

Annexe A : Figure 1 : Plan de localisation du site et des stations climatologiques et hydrométriques

Annexe B : Figure 2 : Bassins versants du site

|                                                                                                           |                                                                                           |                                                 |            |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Hydrologie du bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |      |
|                                                                                                           |                                                                                           | Rév                                             | Date       | Page |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0001                                                                     | 00                                              | 13-août-09 | IV   |

## **LISTE DES TABLEAUX**

|                                                                                                                                                           | <b>Page</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Tableau 2-1 Liste des stations climatologiques .....                                                                                                      | 3           |
| Tableau 2-2 Liste des stations hydrométriques .....                                                                                                       | 4           |
| Tableau 3-1 Normales mensuelles de précipitations et de température<br>stations Chapais 2 (7091305) .....                                                 | 6           |
| Tableau 3-2 Hauteurs de précipitation en fonction de la durée et de la fréquence d'occurrence<br>pour la station de Chibougamau-Chapais A (7091404) ..... | 8           |
| Tableau 3-3 Paramètres hydrométéorologiques de l'Atlas hydrologique du Canada .....                                                                       | 8           |
| Tableau 4-1 Sommaire des valeurs de ruissellement pour la région de la mine Opémiska .....                                                                | 9           |
| Tableau 5-1 Précipitation annuelle statistique adoptée pour la région du site minier Opémiska .....                                                       | 12          |
| Tableau 6-1 Sommaire des données hydrologiques .....                                                                                                      | 16          |

## **LISTE DES FIGURES**

|                                                                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 2-1 Comparaison des précipitations cumulatives moyennes enregistrées aux stations<br>climatologiques de Chapais - 2 (7091305) et de Chibougamau - Chapais A (7091404) .... | 4  |
| Figure 2-2 Débits enregistrés aux stations hydrométriques de la rivière Chibougamau .....                                                                                         | 5  |
| Figure 3-1 Normales mensuelles de précipitation et de température station Chapais – 2<br>(7091305) .....                                                                          | 7  |
| Figure 5-1 Ajustement statistique des précipitations annuelles enregistrées à la station Chapais -<br>2 (7091305) pour la période de 1963 à 1998 .....                            | 11 |
| Figure 5-2 Résultats de l'analyse statistiques des données de précipitation journalière estivale .....                                                                            | 13 |
| Figure 5-3 Hyétoigrammes de la pluie de 24 h pour différentes fréquences d'occurrence .....                                                                                       | 14 |

|                                                                                                           |                                                                                           |                                                 |            |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Hydrologie du bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |         |
|                                                                                                           |                                                                                           | Rév                                             | Date       | Page    |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0001                                                                     | 00                                              | 13-août-09 | 1 de 23 |

## 1.0 INTRODUCTION

### 1.1 Contexte

Lors de la rupture de la digue à l'exutoire du bassin de polissage du site minier restauré Opémiska en juin 2008, il a été estimé que plus d'un million de mètres cubes d'eau emportant un volume de résidus miniers de l'ordre de 50 000 mètres cubes se sont déversés dans le ruisseau Slam. Des travaux d'urgence ont été effectués à l'été 2008 afin de stabiliser l'écoulement et réduire l'érosion des résidus miniers contenus dans le bassin de polissage.

Le mandat confié à SNC-Lavalin inc. (SLI) consiste à fournir les services d'ingénierie nécessaires pour l'élaboration des travaux correctifs suite à la rupture de la digue Sud du bassin de polissage du site minier Opémiska, la conception des plans et devis, la préparation des documents d'appel d'offres, la demande de certificat d'autorisation, la surveillance des travaux et la rédaction d'un rapport final incluant les plans tels que construits.

### 1.2 Objectif

Dans le cadre du mandat confié à SLI et pour les fins de l'élaboration et de l'ingénierie de détail des travaux correctifs du projet, une étude hydrologique est requise, notamment pour mener à bien les activités suivantes :

- Détermination des apports d'eau pour le secteur du bassin de polissage;
- Vérification sommaire de la capacité des ponceaux sous la route 113;
- Conception des fossés de dérivation permanente et provisoire;
- Conception hydraulique des ouvrages qui seront mis en place lors des travaux correctifs.

L'objectif de ce document est de présenter les résultats de l'étude hydrologique du bassin du ruisseau Slam. Ce document est en support à l'étude de conception hydraulique des ouvrages (865866-9021-4HER-0002).

### 1.3 Contenu

Le présent document décrit les données, les normales climatiques et la méthodologie utilisées pour l'étude hydrologique ainsi que les résultats de l'étude et contient les volets suivants :

- Analyses des données (chapitre 2.0) ;
- Conditions hydrométéorologiques (chapitre 3.0) ;
- Ruissellement annuel (chapitre 4.0) ;
- Précipitations statistiques (chapitre 5.0).

|                                                                                                           |                                                                                           |                                                 |            |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Hydrologie du bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |         |
|                                                                                                           |                                                                                           | Rév                                             | Date       | Page    |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0001                                                                     | 00                                              | 13-août-09 | 2 de 23 |

## 2.0 ANALYSE DES DONNÉES

Cette section présente la méthodologie de l'étude hydrologique, la description du secteur à l'étude, les données climatologiques et hydrométriques ainsi que les bassins versants du secteur à l'étude.

### 2.1 Méthodologie

La méthodologie pour établir les paramètres hydrologiques spécifiques au site minier Opémiska consiste à :

- Examiner, valider et choisir les données de précipitation et les données hydrométriques à utiliser dans l'étude ;
- Déterminer les quantités de précipitation annuelle ;
- Établir le taux moyen de ruissellement pour la région en comparant les données hydrométriques et les données de précipitation ;
- Déterminer les valeurs d'intensité de précipitations pour différentes durées et fréquences d'occurrence (valeurs IDF) représentatives de la région en analysant les données de précipitation et les valeurs IDF disponibles;
- Déterminer les différents bassins versants du secteur à l'étude.

### 2.2 Description du secteur à l'étude

Le site minier Opémiska est situé à environ un kilomètre à l'ouest de la municipalité de Chapais, aux coordonnées de latitude 49° 47' 20" N et de longitude 74° 51' 48" O. On y accède par la route 113. Le secteur à l'étude est composé de l'ancien bassin de polissage, d'une digue à l'ouest et d'un bassin de sédimentation. Les eaux de ruissellement s'écoulant sur le site se drainent dans le ruisseau Slam en aval de la route 113. La région est couverte de zones forestières et de petites zones inondées et elle est caractérisée par un relief relativement plat. La localisation du site est présentée à la figure 1 de l'**Annexe A**.

### 2.3 Données climatologiques

Les données climatologiques requises pour la présente étude sont les données de précipitation totale journalière (neige et pluie) et les valeurs d'intensité de précipitation pour différentes durées et fréquences d'occurrence (valeurs IDF). Le tableau 2-1 présente la liste des stations climatologiques considérées et la figure 1 de l'**Annexe A** présente la localisation de ces stations.



|                                                                                                           |                                                                                           |                                                 |            |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Hydrologie du bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |         |
|                                                                                                           |                                                                                           | Rév                                             | Date       | Page    |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0001                                                                     | 00                                              | 13-août-09 | 3 de 23 |

**Tableau 2-1 Liste des stations climatologiques**

| ID                                                                                         | Nom                     | Lat       | Long      | Alt (m) | Période   | Distance du site (km) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------------------|
| Stations avec plus de 15 années de données et à moins de 25 km du site de la mine Opémiska |                         |           |           |         |           |                       |
| 7091305                                                                                    | Chapais - 2             | 49° 47' N | 74° 51' O | 396     | 1962-2004 | 1                     |
| 7091404                                                                                    | Chibougamau – Chapais A | 49° 46' N | 74° 32' O | 387     | 1982-2009 | 24                    |
| Station avec plus de 15 années de données et à plus de 25 km du site de la mine Opémiska   |                         |           |           |         |           |                       |
| 7091400                                                                                    | Chibougamau             | 49° 55' N | 74° 22' O | 378     | 1936-1975 | 39                    |

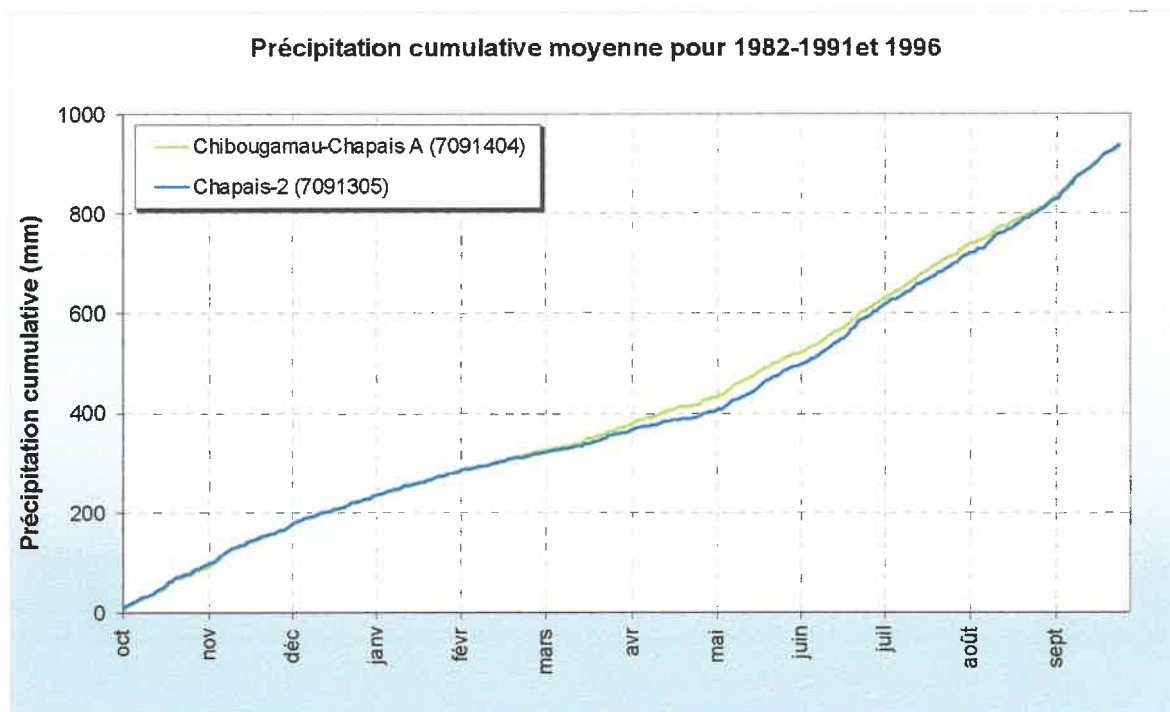
Les stations climatologiques de Chapais - 2 (7091305) et de Chibougamau-Chapais A (7091404) sont les stations localisées le plus près du site minier Opémiska et possèdent respectivement 42 et 27 années de données. Ces deux stations possèdent des données de précipitation journalière sur une période concomitante de 1982 à 2004 mais seule la période de 1982 à 1991 et l'année 1996 possèdent des données sur l'année entière. La figure 2-1 présente la comparaison des précipitations cumulatives moyennes pour ces deux stations sur leur période concomitante. De la figure 2-1, il peut être constaté que les précipitations moyennes enregistrées aux stations de Chapais - 2 (7091305) et Chibougamau-Chapais A (7091404) sont du même ordre de grandeur et peuvent être considérées comme représentatives du secteur à l'étude. Cependant, comme la station Chapais - 2 est la station située la plus près du secteur à l'étude et qu'elle possède la plus longue série de données, elle sera considérée en priorité lors des analyses subséquentes.

La station Chibougamau-Chapais A (7091404) possède également des valeurs d'intensité de précipitations pour différentes durées et fréquences d'occurrences (valeurs IDF).

Les données de précipitation journalière totale enregistrées à la station climatologique Chibougamau (7091400) sont utilisées conjointement avec les données de débits enregistrées aux stations de la rivière Chibougamau afin de déterminer le ruissellement annuel moyen pour la région du secteur à l'étude. Les données de la station Chibougamau (7091400) sont utilisées car c'est la station qui se situe le plus près des stations hydrométriques de la rivière Chibougamau et qui possède des données pour la même période.

|                                                                                                           |                                                                                           |                                                 |            |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Hydrologie du bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |         |
|                                                                                                           |                                                                                           | Rév                                             | Date       | Page    |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0001                                                                     | 00                                              | 13-août-09 | 4 de 23 |

**Figure 2-1 Comparaison des précipitations cumulatives moyennes enregistrées aux stations climatologiques de Chapais - 2 (7091305) et de Chibougamau - Chapais A (7091404)**



## 2.4 Données hydrométriques

Des données de débits sont enregistrées à deux stations hydrométriques dans la région du site minier Opémiska; la station de la rivière Chibougamau (03AA002) et la station de la rivière Chibougamau localisée au lac David (03AA008) (référence 3). Ces deux stations sont situées à une trentaine de kilomètres du site et elles possèdent des données sur l'année entière pour trois années consécutives chacune. Le tableau 2-2 présente ces deux stations avec leurs caractéristiques et la figure 1 de l'**Annexe A** montre la localisation de ces stations.

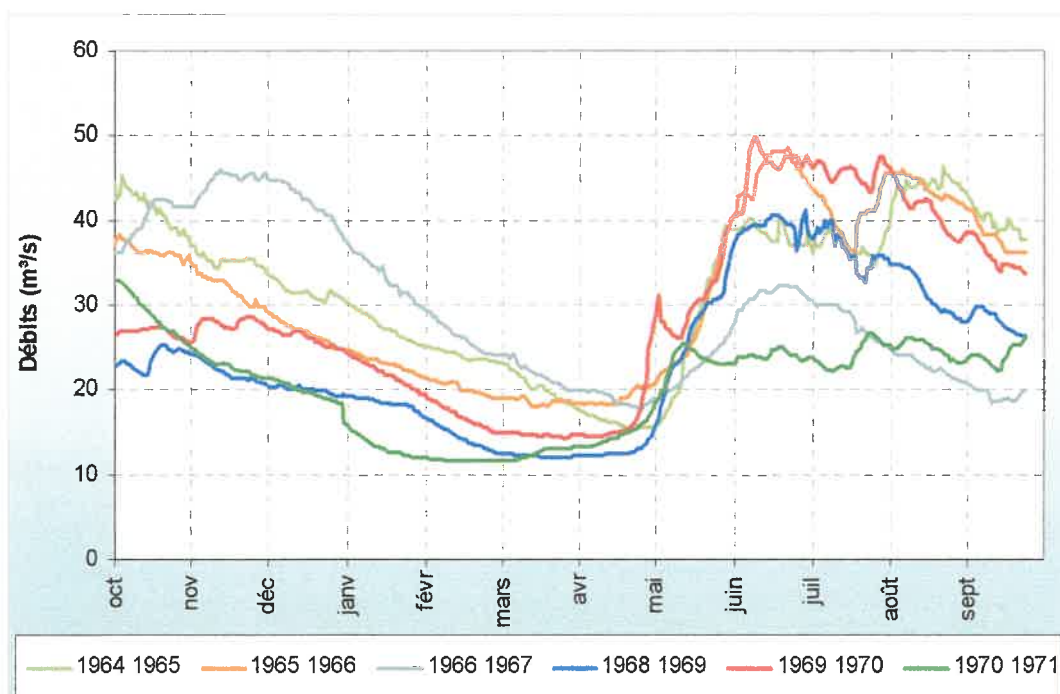
**Tableau 2-2 Liste des stations hydrométriques**

| ID      | Nom                                | Lat.      | Long.     | Superficie du bassin versant (km <sup>2</sup> ) | Période   | Distance du site (km) |
|---------|------------------------------------|-----------|-----------|-------------------------------------------------|-----------|-----------------------|
| 03AA002 | Rivière Chibougamau                | 49° 45' N | 74° 25' O | 1 170                                           | 1964-1967 | 32                    |
| 03AA008 | Rivière Chibougamau (au lac David) | 49° 48' N | 74° 30' O | 1 240                                           | 1967-1972 | 26                    |

|                                                                                                           |                                                                                           |                                                 |            |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Hydrologie du bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |         |
|                                                                                                           |                                                                                           | Rév                                             | Date       | Page    |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0001                                                                     | 00                                              | 13-août-09 | 5 de 23 |

Les deux stations hydrométriques se succèdent dans leur enregistrement des valeurs de débits et n'ont aucune période concomitante. La figure 2-2 présente les débits enregistrés aux stations hydrométriques de la rivière Chibougamau pour la période de 1964 à 1971.

**Figure 2-2 Débits enregistrés aux stations hydrométriques de la rivière Chibougamau**



## 2.5 Bassins versants du secteur à l'étude

Les bassins versants du secteur à l'étude se divisent en trois grandes zones soit :

- La zone ouest située à l'ouest de l'ancien bassin de polissage;
- La zone est comprenant l'ancien bassin de polissage, une partie du parc à résidus et la ville de Chapais; et
- La zone sud située au sud de la route 113.

Ces trois grandes zones sont composées de dix bassins versants. Les trois zones et les dix bassins versants sont présentés à la figure 2 de l'**Annexe B** du présent rapport.

|                                                                                                           |                                                                                           |                                                 |            |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Hydrologie du bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |         |
|                                                                                                           |                                                                                           | Rév                                             | Date       | Page    |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0001                                                                     | 00                                              | 13-août-09 | 6 de 23 |

### 3.0 CONDITIONS HYDROMÉTÉOROLOGIQUES

Cette section présente les différentes conditions hydrométéorologiques pour le secteur à l'étude.

#### 3.1 Normales climatiques

Les normales climatiques pour le secteur à l'étude sont obtenues d'Environnement Canada pour la période 1971 à 2000 (référence 2).

Le tableau 3-1 présente les normales de précipitation et de température pour la station à proximité pour laquelle des normales sont disponibles, soit la station de Chapais - 2 (7091305).

**Tableau 3-1 Normales mensuelles de précipitations et de température stations Chapais 2 (7091305)**

|                                                    | Mois de l'année |       |      |       |      |      |       |       |       |      |      |       | Année |
|----------------------------------------------------|-----------------|-------|------|-------|------|------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|
|                                                    | Janv.           | Fév.  | Mars | Avril | Mai  | Juin | Juil. | Août  | Sept. | Oct. | Nov. | Déc.  |       |
| Température moyenne (°C)                           |                 |       |      |       |      |      |       |       |       |      |      |       |       |
| Chapais - 2                                        | -18,8           | -16,6 | -9,5 | -0,5  | 7,9  | 14   | 16,3  | 14,9  | 9,3   | 2,9  | -5,4 | -14,8 | -     |
| Précipitation totale (neige et pluie) moyenne (mm) |                 |       |      |       |      |      |       |       |       |      |      |       |       |
| Chapais 2                                          | 60,9            | 38,7  | 49,4 | 55,4  | 77,5 | 95,9 | 120,7 | 105,3 | 125   | 89,1 | 83,4 | 60,1  | 961,3 |
| % Total Préc.                                      | 6,3             | 4,0   | 5,1  | 5,8   | 8,1  | 10,0 | 12,6  | 11,0  | 13,0  | 9,3  | 8,7  | 6,3   | 100   |

Il est à noter que la station Chapais - 2 est située à proximité du site Opémiska. Ces normales sont donc représentatives du secteur à l'étude. La figure 3-1 montre ces normales de précipitations et de températures pour la station Chapais - 2.



SNC • LAVALIN

TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA  
Hydrologie du bassin du ruisseau Slam

865866-9021-4HER-0001

Préparé par : A. Caron

Révisé par : A. Dumas

Rév

Date

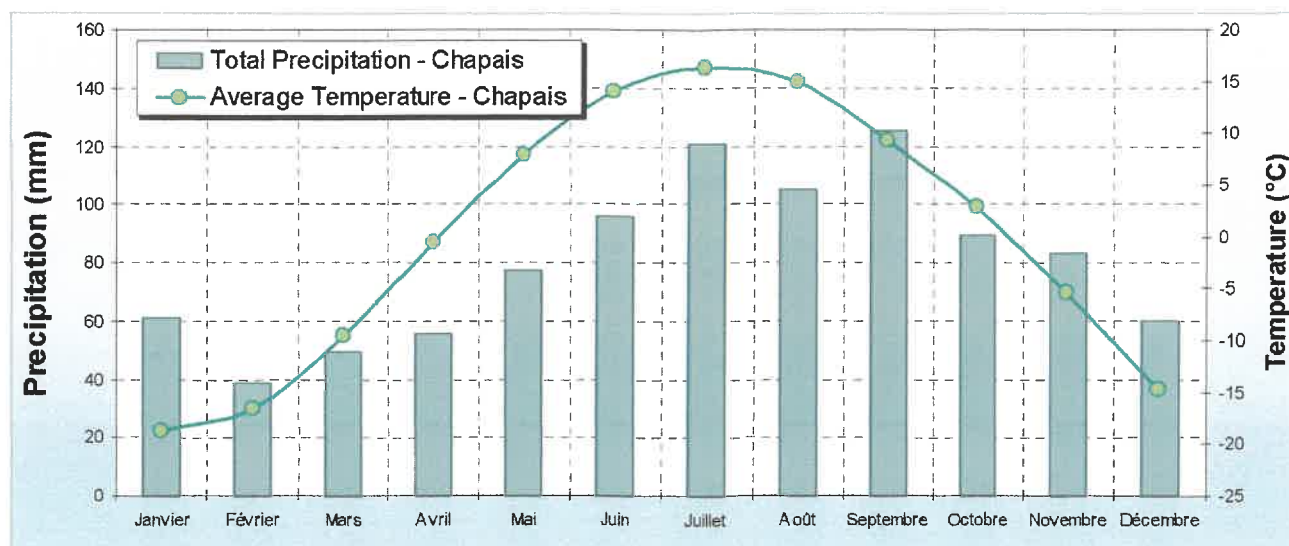
Page

00

13-août-09

7 de 23

Figure 3-1 Normales mensuelles de précipitation et de température station Chapais – 2 (7091305)



### 3.2 Intensité de précipitations

Environnement Canada (référence 2) propose aussi des valeurs d'intensité de précipitations pour différentes durées et fréquences d'occurrence (valeurs IDF). La station la plus près du site pour laquelle ces valeurs sont disponibles est la station Chibougamau-Chapais A (7091404). Ces valeurs de précipitations sont basées sur une analyse statistique portant sur des données de précipitations de 1965 à 1990.

Le tableau 3-2 présente les valeurs de hauteur de précipitation, de durée et de fréquence d'occurrence des pluies pour la station Chibougamau-Chapais A (7091404).



|                                                                                                           |                                                                                           |                                                 |            |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Hydrologie du bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |         |
|                                                                                                           |                                                                                           | Rév                                             | Date       | Page    |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0001                                                                     | 00                                              | 13-août-09 | 8 de 23 |

**Tableau 3-2 Hauteurs de précipitation en fonction de la durée et de la fréquence d'occurrence pour la station de Chibougamau-Chapais A (7091404)**

| Durée<br>(h) | Précipitation totale à Chibougamau-Chapais A (mm) |          |           |           |           |            |
|--------------|---------------------------------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
|              | 1 :2 ans                                          | 1 :5 ans | 1 :10 ans | 1 :25 ans | 1 :50 ans | 1 :100 ans |
| 5 min.       | 6,9                                               | 9,4      | 11,0      | 13,1      | 14,7      | 16,2       |
| 10 min.      | 9,3                                               | 12,3     | 14,3      | 16,8      | 18,7      | 20,5       |
| 15 min.      | 11,4                                              | 14,6     | 16,7      | 19,3      | 21,3      | 23,2       |
| 30 min.      | 15,0                                              | 19,0     | 21,6      | 25,0      | 27,4      | 29,9       |
| 1 h          | 19,4                                              | 25,8     | 30,1      | 35,5      | 39,5      | 43,5       |
| 2 h          | 22,7                                              | 29,8     | 34,5      | 40,4      | 44,7      | 49,1       |
| 6 h          | 30,6                                              | 39,6     | 45,5      | 53,1      | 58,7      | 64,2       |
| 12 h         | 37,1                                              | 47,1     | 53,7      | 62,1      | 68,3      | 74,5       |
| 24 h         | 45,6                                              | 58,8     | 67,6      | 78,7      | 87,0      | 95,1       |

### 3.3 Autres paramètres hydrométéorologiques

D'autres paramètres hydrométéorologiques utiles sont tirés de l'Atlas hydrologique du Canada (référence 5) pour le secteur à l'étude. Le tableau 3-3 présente ces paramètres, fondés sur une période de trente années, de 1941 à 1970.

**Tableau 3-3 Paramètres hydrométéorologiques de l'Atlas hydrologique du Canada**

| Paramètre                                       | Valeur |    |
|-------------------------------------------------|--------|----|
| Précipitations annuelles (P)                    | 1000   | mm |
| Évapotranspiration annuelle dérivée (E)         | 350    | mm |
| Ruissellement annuel ( $R = P - E$ )            | 650    | mm |
| Évaporation annuelle moyenne des eaux lacustres | 380    | mm |

|                                                                                                           |                                                                                           |                                                 |            |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Hydrologie du bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |         |
|                                                                                                           |                                                                                           | Rév                                             | Date       | Page    |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0001                                                                     | 00                                              | 13-août-09 | 9 de 23 |

## 4.0 RUISSELLEMENT ANNUEL

### 4.1 Données de précipitation utilisées

Les données de précipitations utilisées dans l'analyse du ruissellement annuel sont celles enregistrées à la station Chibougamau (7091400). Cette station est choisie puisque c'est la station située la plus près des stations hydrométriques (environ 18 km) et qui possède des données de précipitation sur une période concomitante à celle des données de débits.

### 4.2 Ruissellement annuel obtenu des données hydrométriques

Des données de débits sont disponibles pour deux stations hydrométriques situées à environ 30 km du site minier Opémiska. Ces deux stations hydrométriques possèdent des données de débits pour trois années chacune. Les données de débits enregistrés aux deux stations ont été transformées en millimètres de ruissellement journalier en divisant la valeur de débit par la superficie du bassin versant associé. Le sommaire des résultats est montré au tableau 4-1 avec la précipitation et le pourcentage de ruissellement calculé.

**Tableau 4-1 Sommaire des valeurs de ruissellement pour la région de la mine Opémiska**

| Période   | Précipitation<br>(mm) | Ruissellement<br>(mm) | Ruissellement<br>(%) | Station hydrométrique                      |
|-----------|-----------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------------------------|
| 1964-1965 | 1 116                 | 855                   | 77 %                 | Rivière Chibougamau (03AA002)              |
| 1965-1966 | 1 068                 | 833                   | 78 %                 | Rivière Chibougamau (03AA002)              |
| 1966-1967 | 961                   | 794                   | 83 %                 | Rivière Chibougamau (03AA002)              |
| 1968-1969 | 952                   | 603                   | 63 %                 | Rivière Chibougamau au lac David (03AA008) |
| 1969-1970 | 1 109                 | 739                   | 67 %                 | Rivière Chibougamau au lac David (03AA008) |
| 1970-1971 | 831                   | 515                   | 62 %                 | Rivière Chibougamau au lac David (03AA008) |

Du tableau 4-1, il peut être observé que les débits enregistrés à la station de la rivière Chibougamau (03AA002) résultent en un plus grand pourcentage de ruissellement que ceux enregistrés à la station de la rivière Chibougamau au lac David (003AA008). Le taux de ruissellement annuel moyen enregistré à la station de la rivière Chibougamau (03AA002) est de 79 % tandis que celui enregistré à la station de la rivière Chibougamau au lac David (03AA008) est de l'ordre de 64 %.

### 4.3 Taux de ruissellement annuel moyen adopté

En se référant à la moyenne de ruissellement obtenue de l'Atlas hydrologique du Canada, le taux de ruissellement annuel moyen devrait être de l'ordre de 65 % environ pour la région. Le taux de ruissellement moyen retenu pour les fins de cette étude est donc celui calculé à l'aide des

|                                                                                                           |                                                                                           |                                                 |            |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Hydrologie du bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |          |
|                                                                                                           |                                                                                           | Rév                                             | Date       | Page     |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0001                                                                     | 00                                              | 13-août-09 | 10 de 23 |

données de débits enregistrés à la station de la rivière Chibougamau au lac David (03AA008) soit de **64 %**.

#### **4.4 Ruissellement estival moyen**

La valeur de ruissellement estival moyen est obtenue à partir de la série de précipitations enregistrées à la station Chapais - 2 (7091305) et du taux de ruissellement annuel moyen adopté. Les précipitations totales pour les mois de juillet et août sont multipliées par le taux de ruissellement moyen annuel adopté de 64 %. Le ruissellement estival moyen est ainsi estimé à **0,28 l/s/ha**. Cette valeur de ruissellement estival moyen calculée a été validée en la comparant aux valeurs obtenues de la série de débits enregistrés à la station de la rivière Chibougamau au lac David (03AA008) pour la période de 1968 à 1971. Le ruissellement estival moyen obtenu à cette station est de 0,28 l/s/ha soit la même valeur que celle calculée avec la série de précipitation et le taux de ruissellement annuel moyen adopté.

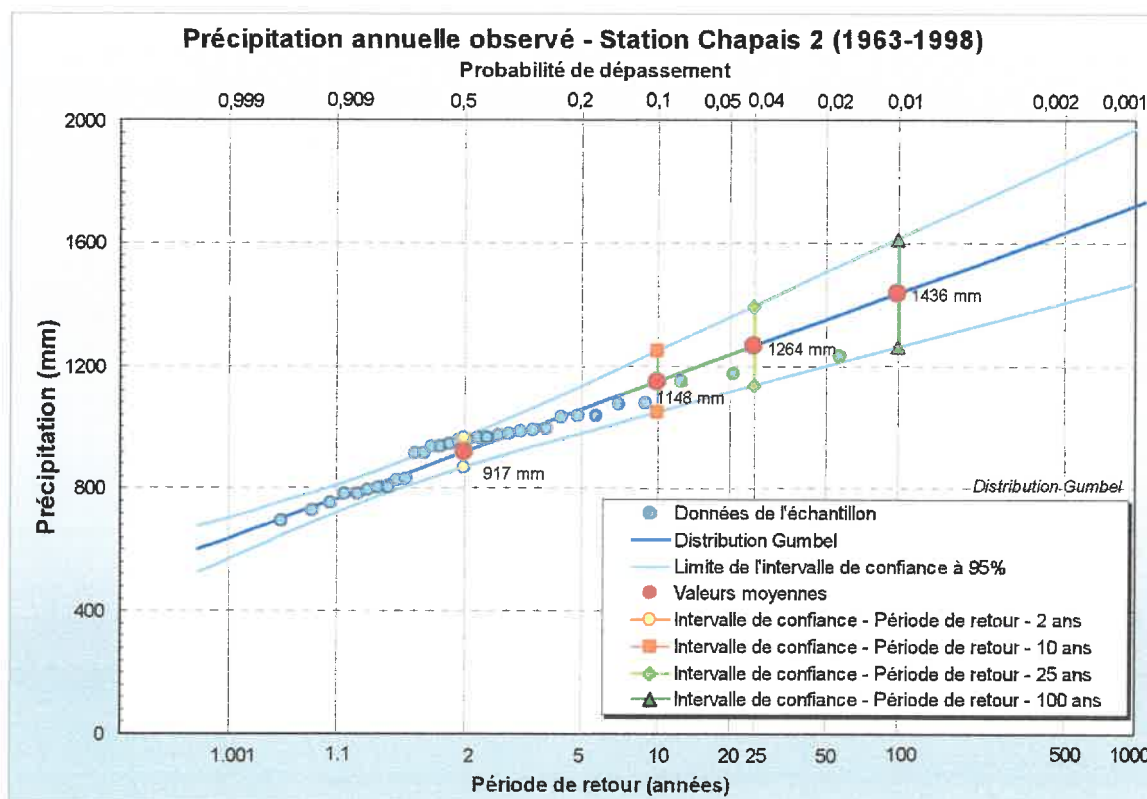
|                                                                                                           |                                                                                           |                                                 |            |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Hydrologie du bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |          |
|                                                                                                           |                                                                                           | Rév                                             | Date       | Page     |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0001                                                                     | 00                                              | 13-août-09 | 11 de 23 |

## 5.0 PRÉCIPITATIONS ET RUISSELLEMENTS STATISTIQUES

### 5.1 Précipitation annuelle adoptée

Les données de précipitation utilisées dans l'analyse statistique des précipitations annuelles sont celles enregistrées à la station Chapais - 2 (7091305). Cette station est choisie puisque c'est la station située la plus près du secteur à l'étude (environ 1 km) et qu'elle possède la plus longue série de données disponibles. La figure 5-1 présente l'ajustement statistique des valeurs de précipitation annuelle enregistrées à la station Chapais - 2 (7091305) de 1963 à 1998.

**Figure 5-1 Ajustement statistique des précipitations annuelles enregistrées à la station Chapais - 2 (7091305) pour la période de 1963 à 1998**



Les résultats de cet ajustement sont présentés au tableau 5-1.

|                                                                                                           |                                                                                           |                                                 |            |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Hydrologie du bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |          |
|                                                                                                           |                                                                                           | Rév                                             | Date       | Page     |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0001                                                                     | 00                                              | 13-août-09 | 12 de 23 |

**Tableau 5-1 Précipitation annuelle statistique adoptée pour la région du site minier Opémiska**

| Fréquence d'occurrence | Précipitation annuelle (mm) |
|------------------------|-----------------------------|
| <b>1 :2 ans</b>        | 917                         |
| <b>1 :5 ans</b>        | 1 056                       |
| <b>1 :10 ans</b>       | 1 148                       |
| <b>1 :25 ans</b>       | 1 264                       |
| <b>1 :50 ans</b>       | 1 350                       |
| <b>1 :100 ans</b>      | 1 436                       |

## 5.2 Hauteurs de précipitations estivales adoptées

À la section 3.2, les hauteurs de précipitation pour différentes durées et fréquences d'occurrence (valeurs IDF) provenant de la station Chibougamau-Chapais A (7091404) sont proposées. Afin de déterminer la validité d'utiliser ces valeurs pour le secteur à l'étude, une comparaison des précipitations journalières estivales enregistrées à la station Chapais - 2 (7091305), déterminée comme la station la plus représentative du secteur à l'étude, et à la station Chibougamau-Chapais A (7091404) est effectuée. La comparaison effectuée consiste au traçage des ajustements statistiques des précipitations estivales journalières aux stations Chapais - 2 (7091305) et Chibougamau-Chapais A (7091404). La figure 5-2 présente l'ajustement statistique de ces valeurs ainsi que l'ajustement statistique des données de l'échantillon IDF de la station Chibougamau-Chapais A (7091404).

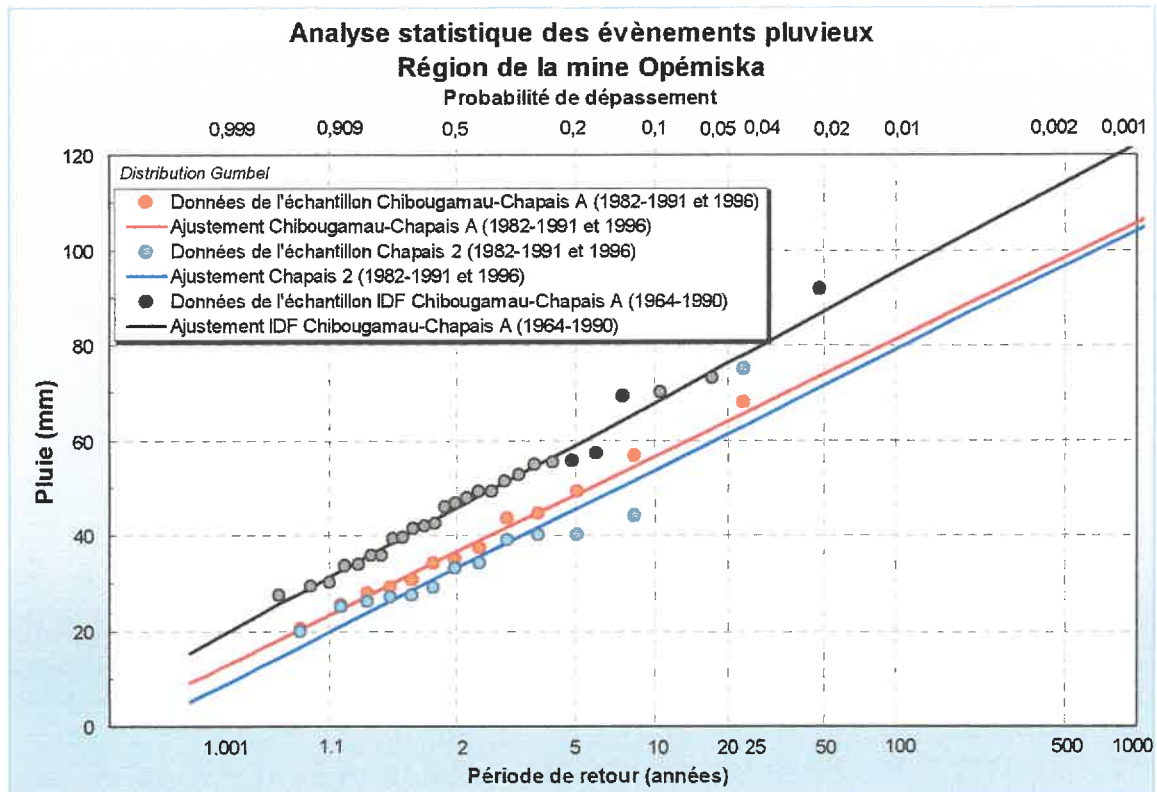
Il est à noter que les valeurs IDF sont, dans tous les cas, supérieures aux valeurs de précipitation journalière. Ceci est dû au fait que les valeurs IDF sont obtenues de précipitations enregistrées sur des intervalles variables représentant la durée réelle de la pluie, tandis que les valeurs de précipitation journalière sont enregistrées sur des périodes fixes. Dans le cas des précipitations journalières, il peut donc survenir qu'un même événement pluvieux soit enregistré sur deux jours différents (deux plages d'enregistrement) diminuant par conséquent la quantité réelle de pluie tombée en 24 heures. Il est donc plus juste d'utiliser les valeurs IDF lorsque celles-ci sont disponibles.

Le but de la comparaison est donc de déterminer si les valeurs de précipitation journalière enregistrées aux stations de Chapais - 2 et de Chibougamau-Chapais A sont du même ordre de grandeur. Si aucune différence significative n'est relevée, il pourra donc être considéré que les valeurs IDF provenant de la station Chibougamau-Chapais A peuvent être appliquées au secteur à l'étude.



|                                                                                                           |                                                                                           |                                                 |            |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Hydrologie du bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |          |
|                                                                                                           |                                                                                           | Rév                                             | Date       | Page     |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0001                                                                     | 00                                              | 13-août-09 | 13 de 23 |

**Figure 5-2 Résultats de l'analyse statistiques des données de précipitation journalière estivale**



De la figure 5-2, il est possible de constater que les valeurs de précipitation journalière statistiquement ajustées des stations de Chapais – 2 (7091305) et de Chibougamau-Chapais A (7031404) sont relativement du même ordre de grandeur mais que celles de la station Chibougamau-Chapais A (7091404) sont légèrement supérieures. Aux fins de calculs conservateurs, les valeurs IDF provenant de la station Chibougamau-Chapais A (7091404) et présentées au tableau 3-2 de la section 3.2, bien que provenant d'une station un peu plus éloignée du secteur à l'étude, sont adoptées.

### 5.3 Hyétoigramme de la pluie de 24 heures

Les valeurs de hauteurs de précipitation adoptées pour différentes durées sont ensuite utilisées pour générer les hyétoigrammes<sup>1</sup> de précipitation d'été-automne pour une précipitation d'une durée de 24 heures. Les hyétoigrammes sont construits en transformant les hauteurs de

<sup>1</sup> Un hyétoigramme est la représentation graphique de la distribution dans le temps de l'intensité des précipitations d'une averse en un point donné (unité courante : mm/h).



SNC • LAVALIN

TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA  
Hydrologie du bassin du ruisseau Slam

865866-9021-4HER-0001

Préparé par : A. Caron

Révisé par : A. Dumas

Rév

Date

Page

00

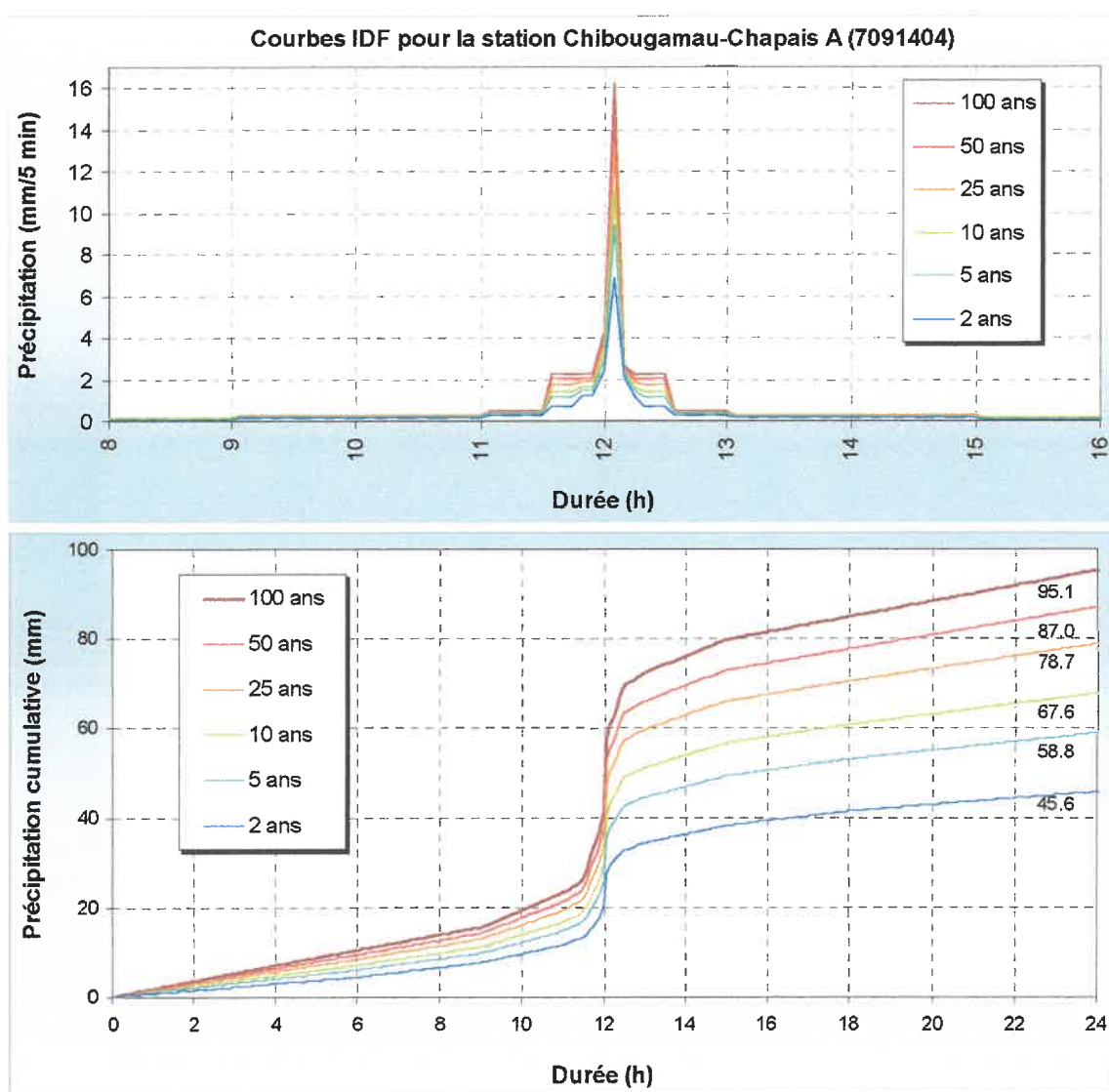
13-août-09

14 de 23

précipitation en intensités de précipitation et en distribuant ces dernières de part et d'autre de la pointe d'intensité, que l'on centre à 12 h, milieu de la pluie de 24 h.

La figure 5-3 présente les hyétogrammes de précipitation pour différentes fréquences d'occurrence. Les hyétogrammes de précipitation cumulative sont construits en cumulant les précipitations sur la durée de la pluie de 24 h.

Figure 5-3 Hyétogrammes de la pluie de 24 h pour différentes fréquences d'occurrence



|                                                                                                           |                                                                                           |                                                 |            |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Hydrologie du bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |          |
|                                                                                                           |                                                                                           | Rév                                             | Date       | Page     |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0001                                                                     | 00                                              | 13-août-09 | 15 de 23 |

#### 5.4 Hydrogramme de ruissellement d'été-automne

Pour transformer les hyétogrammes en hydrogramme de ruissellement, les hyétogrammes de précipitation peuvent être entrés dans un modèle précipitation-ruissellement.

Pour fins de simplification et pour un calcul conservateur, il est possible de calculer le débit de pointe (débit maximum instantané) généré lors d'une pluie intense d'une fréquence d'occurrence donnée en utilisant la méthode rationnelle, telle que recommandée dans le manuel de conception des ponceaux du ministère des Transports du Québec (référence 4). L'équation est la suivante :

$$Q_F = \frac{C I_F A}{360}$$

où :  $Q_F$  = débit de pointe pour une fréquence d'occurrence  $F$  ( $m^3/s$ ) ;

$C$  = coefficient de ruissellement du bassin ;

$I_F$  = intensité de précipitation pour une fréquence d'occurrence  $F$  (mm/h) ;

$A$  = aire du bassin versant (ha).

Il s'agit de calculer le temps de concentration<sup>2</sup> du bassin puis d'obtenir du tableau 3-2 la hauteur de précipitation pour une durée correspondant au temps de concentration et pour une fréquence d'occurrence donnée. Cette hauteur de précipitation en mm est transformée en intensité de précipitation en mm/h en la divisant par le temps de concentration.

Le coefficient de ruissellement doit être un coefficient fort typique d'une forte pluie d'été-automne. Le coefficient de ruissellement qui sera utilisé pour la conception hydraulique des différents ouvrages prévus lors des travaux correctifs sera de l'ordre de 85 % pour l'ensemble des bassins versants présents dans le secteur à l'étude. Le choix de cette valeur de coefficient de ruissellement est sécuritaire et mènera à une conception conservatrice.

<sup>2</sup> Le temps de concentration est défini comme le temps nécessaire pour atteindre un écoulement uniforme à la sortie du bassin suite à une pluie d'intensité constante et de durée infinie.

|                                                                                                           |                                                                                           |                                                 |            |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Hydrologie du bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |          |
|                                                                                                           |                                                                                           | Rév                                             | Date       | Page     |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0001                                                                     | 00                                              | 13-août-09 | 16 de 23 |

## 6.0 CONCLUSION

Le tableau 6-1 présente un sommaire des résultats de l'étude hydrologique.

**Tableau 6-1 Sommaire des données hydrologiques**

|                                                                       | Fréquence d'occurrence |          |           |           |           |            |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
|                                                                       | 1: 2 ans               | 1: 5 ans | 1: 10 ans | 1: 25 ans | 1: 50 ans | 1: 100 ans |
| <b>Hauteur de précipitation, durée et fréquence d'occurrence (mm)</b> |                        |          |           |           |           |            |
| 5 min.                                                                | 6,9                    | 9,4      | 11,0      | 13,1      | 14,7      | 16,2       |
| 10 min.                                                               | 9,3                    | 12,3     | 14,3      | 16,8      | 18,7      | 20,5       |
| 15 min.                                                               | 11,4                   | 14,6     | 16,7      | 19,3      | 21,3      | 23,2       |
| 30 min.                                                               | 15,0                   | 19,0     | 21,6      | 25,0      | 27,4      | 29,9       |
| 1 h                                                                   | 19,4                   | 25,8     | 30,1      | 35,5      | 39,5      | 43,5       |
| 2 h                                                                   | 22,7                   | 29,8     | 34,5      | 40,4      | 44,7      | 49,1       |
| 6 h                                                                   | 30,6                   | 39,6     | 45,5      | 53,1      | 58,7      | 64,2       |
| 12 h                                                                  | 37,1                   | 47,1     | 53,7      | 62,1      | 68,3      | 74,5       |
| 24 h                                                                  | 45,6                   | 58,8     | 67,6      | 78,7      | 87,0      | 95,1       |
| <b>Précipitation annuelle (mm)</b>                                    | 917                    | 1 056    | 1 148     | 1 264     | 1 350     | 1 436      |
| <b>Coefficient de ruissellement lors d'une crue</b>                   | 85%                    |          |           |           |           |            |
| <b>Débit moyen estival (l/s/ha)</b>                                   | 0,28                   |          |           |           |           |            |

Les résultats hydrologiques obtenus seront utilisés dans de la conception des ouvrages hydrauliques faisant partie des travaux correctifs au site minier Opémiska.

|                                                                                                           |                                                                                           |                                                 |            |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Hydrologie du bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |          |
|                                                                                                           |                                                                                           | Rév                                             | Date       | Page     |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0001                                                                     | 00                                              | 13-août-09 | 17 de 23 |

## 7.0 RÉFÉRENCES

| N° | Titre                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | SNC-Lavalin, <i>Mesures correctives proposées suite à la rupture de la digue retenant les résidus miniers de la mine Opémiska à Chapais, Québec, Canada</i> , août 2008.                                                                                        |
| 2  | Environnement Canada, <i>Normales et moyennes climatiques au Canada, 1971-2000</i> , du site Internet <a href="http://www.climat.meteo.ec.gc.ca/climate_normals/index_f.html">http://www.climat.meteo.ec.gc.ca/climate_normals/index_f.html</a> , juillet 2009. |
| 3  | Environnement Canada, <i>Relevés hydriques du Canada</i> , du site Internet <a href="http://www.wsc.ec.gc.ca/hydat/H2O/index_f.cfm?cname=main_f.cfm">http://www.wsc.ec.gc.ca/hydat/H2O/index_f.cfm?cname=main_f.cfm</a> , juillet 2009                          |
| 4  | Ministère des Transports du Québec (MTQ), <i>Manuel de conception des ponceaux, Guides et manuels techniques</i> , Québec, Canada, avril 2004.                                                                                                                  |
| 5  | Pêches et environnement Canada, <i>Atlas hydrologique du Canada</i> , Approvisionnement et services Canada, Ottawa, Canada, 1978.                                                                                                                               |



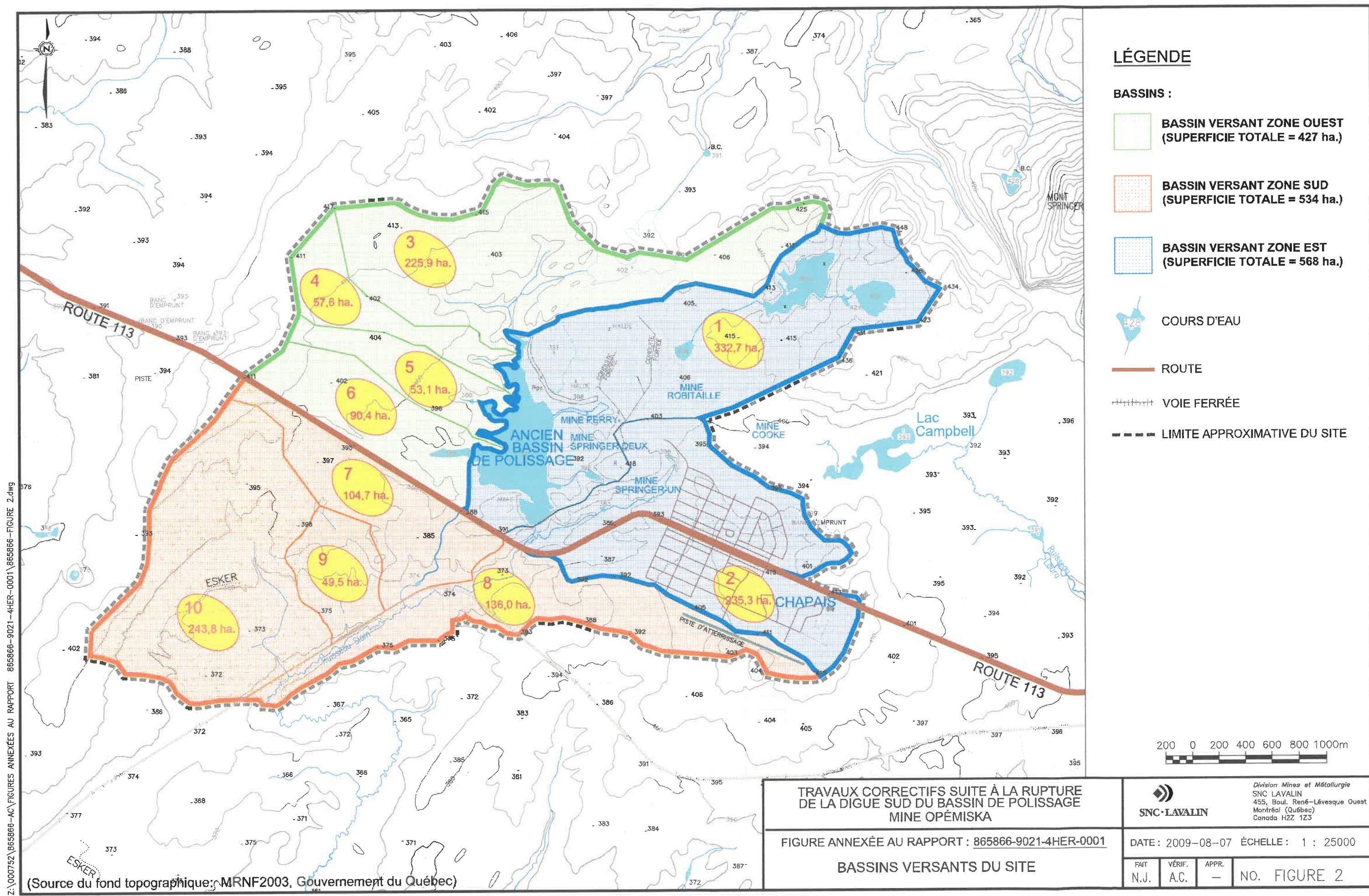
A

## Localisation du site et des stations climatologiques et hydrométriques



**SNC • LAVALIN**







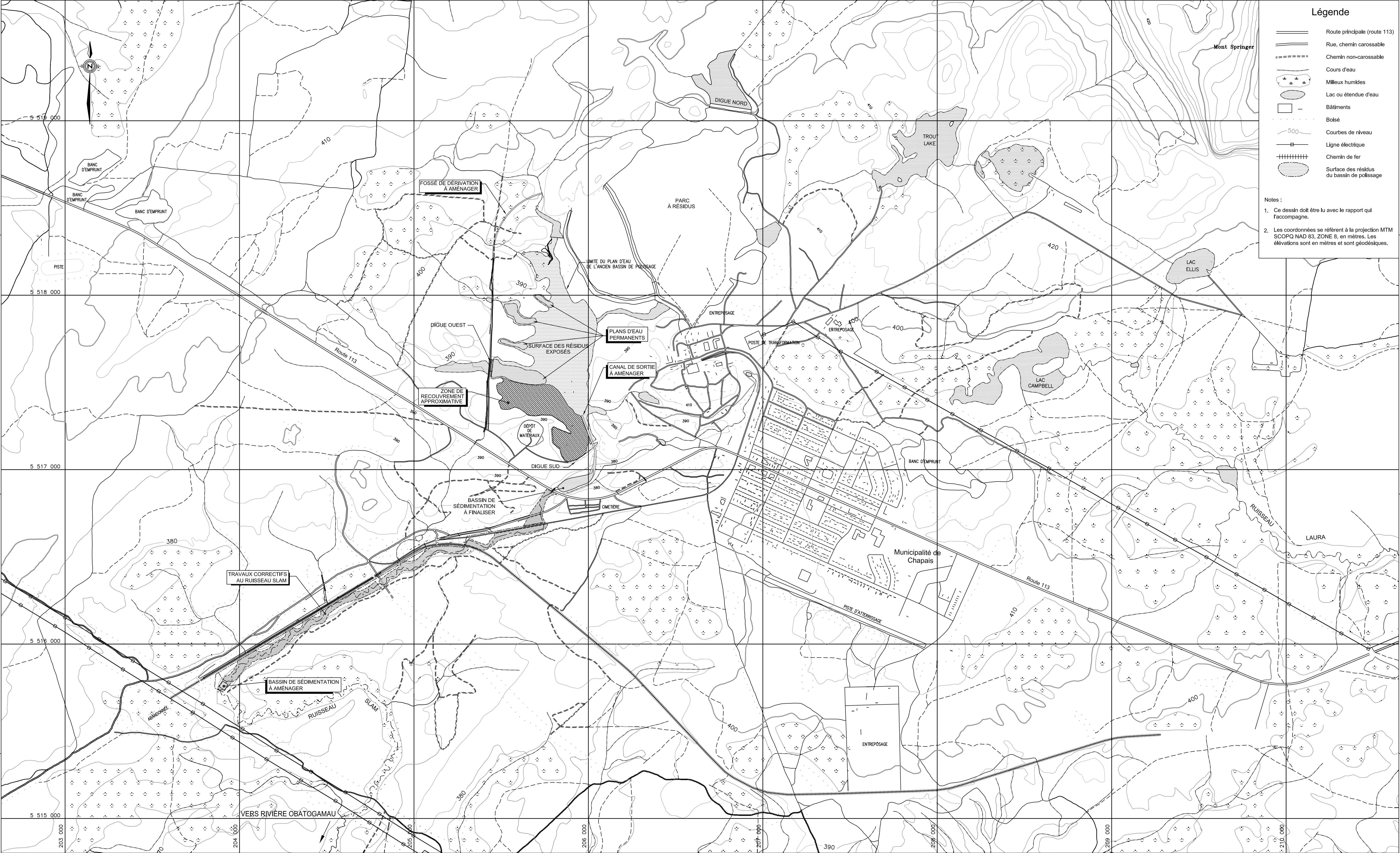
# D Dessins des travaux correctifs



**SNC • LAVALIN**



DERNIÈRE SAUVEGARDE: 2009/08/13 - 10:18am  
CHEMIN: \\cque\LipProd\965866-9021 MRNF Opémiska\40\_Ingenierie\40DD\_Dessin\Appel\_d'offre\Version 00\_965866-9021-4GDD-0001-00.dwg



Légende

- Route principale (route 113)
- Rue, chemin carrossable
- Chemin non-carrossable
- Cours d'eau
- Milieux humides
- Lac ou étendue d'eau
- Bâtiments
- Boisé
- Courbes de niveau
- Ligne électrique
- Chemin de fer
- Surface des résidus du bassin de polissage

- Notes :
- Ce dessin doit être lu avec le rapport qui l'accompagne.
  - Les coordonnées se réfèrent à la projection MTM SCOPO NAD 83, ZONE 8, en mètres. Les élévations sont en mètres et sont géodésiques.

| No                            | REV. | DATE (A/M/J) | BUT DE L'ÉMISSION      | No                            | REV. | DATE (A/M/J) | BUT DE L'ÉMISSION | No                     | DESCRIPTION DE LA RÉVISION | DATE (A/M/J) | INITIALES: * CONÇU ** APPROUVÉ | No                     | DESCRIPTION DE LA RÉVISION | DATE (A/M/J) | INITIALES: * CONÇU ** APPROUVÉ |
|-------------------------------|------|--------------|------------------------|-------------------------------|------|--------------|-------------------|------------------------|----------------------------|--------------|--------------------------------|------------------------|----------------------------|--------------|--------------------------------|
| 3                             | 00   | 2009-08-13   | ÉMIS POUR CONSTRUCTION |                               |      |              |                   |                        |                            |              |                                |                        |                            |              |                                |
| 2                             | PB   | 2009-08-10   | ÉMIS POUR COMMENTAIRES |                               |      |              |                   |                        |                            |              |                                |                        |                            |              |                                |
| 1                             | PA   | 2009-08-10   | ÉMIS POUR COMMENTAIRES |                               |      |              |                   |                        |                            |              |                                |                        |                            |              |                                |
| REGISTRE D'ÉMISSION DU DESSIN |      |              |                        | REGISTRE D'ÉMISSION DU DESSIN |      |              |                   | REGISTRE DES RÉVISIONS |                            |              |                                | REGISTRE DES RÉVISIONS |                            |              |                                |

Références :

- Cartes topographiques, 1:20 000  
32G15-101-Chapais  
32G10-201 Lac de la Presqu'île  
MRNF, 2003
- Relevés d'arpentage, 14 juillet 2009  
G09707-0000-42DD-0001-PA.dwg  
Groupe Qualitas inc.

SCEAU PROFESSIONNEL



**SNC-LAVALIN**

Division Mines et Métallurgie  
6500, boulevard Gauthier, 2000, Québec (Québec), Canada G2K 2E2  
Téléphone: (418) 621-5500, Télécopieur: (418) 621-6887

PRÉPARATION

CONÇU  
N. Lemieux, ing., M.Sc.

DESSINÉ  
J. Simard

VÉRIFIÉ  
R. Maurice, ing.

DATE  
Août 2009

ÉCHELLE  
1:10 000

APPROBATION

INGÉNIEUR DE DISCIPLINE DU PROJET  
A. Hébert, ing., M.Sc.

DIRECTEUR DE L'INGÉNÉRIE DU PROJET  
D. Isobel, ing., Ph.D.

CLIENT

CLIENT

Ressources naturelles  
et Forêts  
**Québec**

PROJET **TRAVAUX CORRECTIFS SUITE À LA RUPTURE  
DE LA DIGUE SUD DU BASSIN DE POLISSAGE  
DE LA MINE OPÉMISKA**

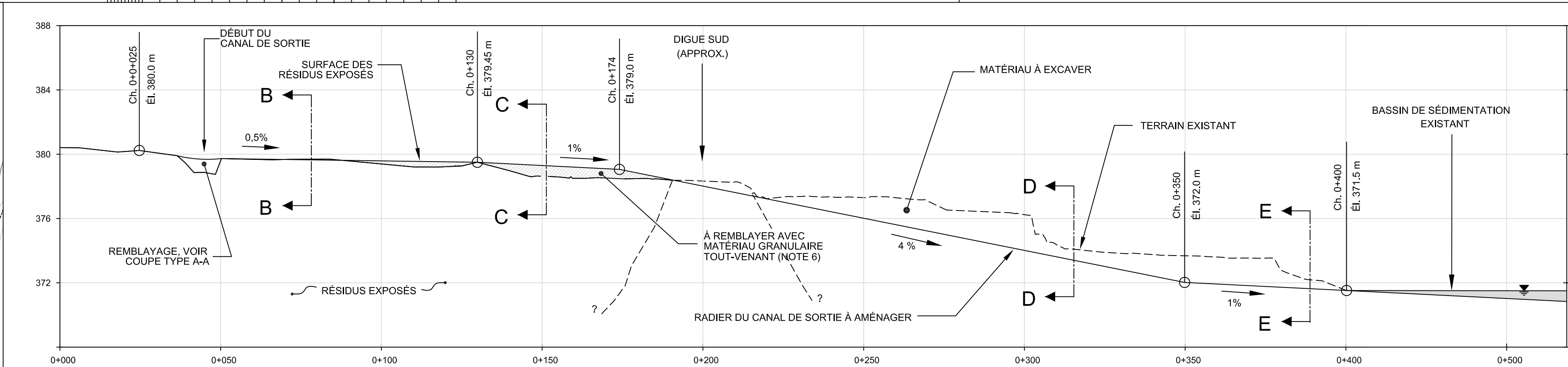
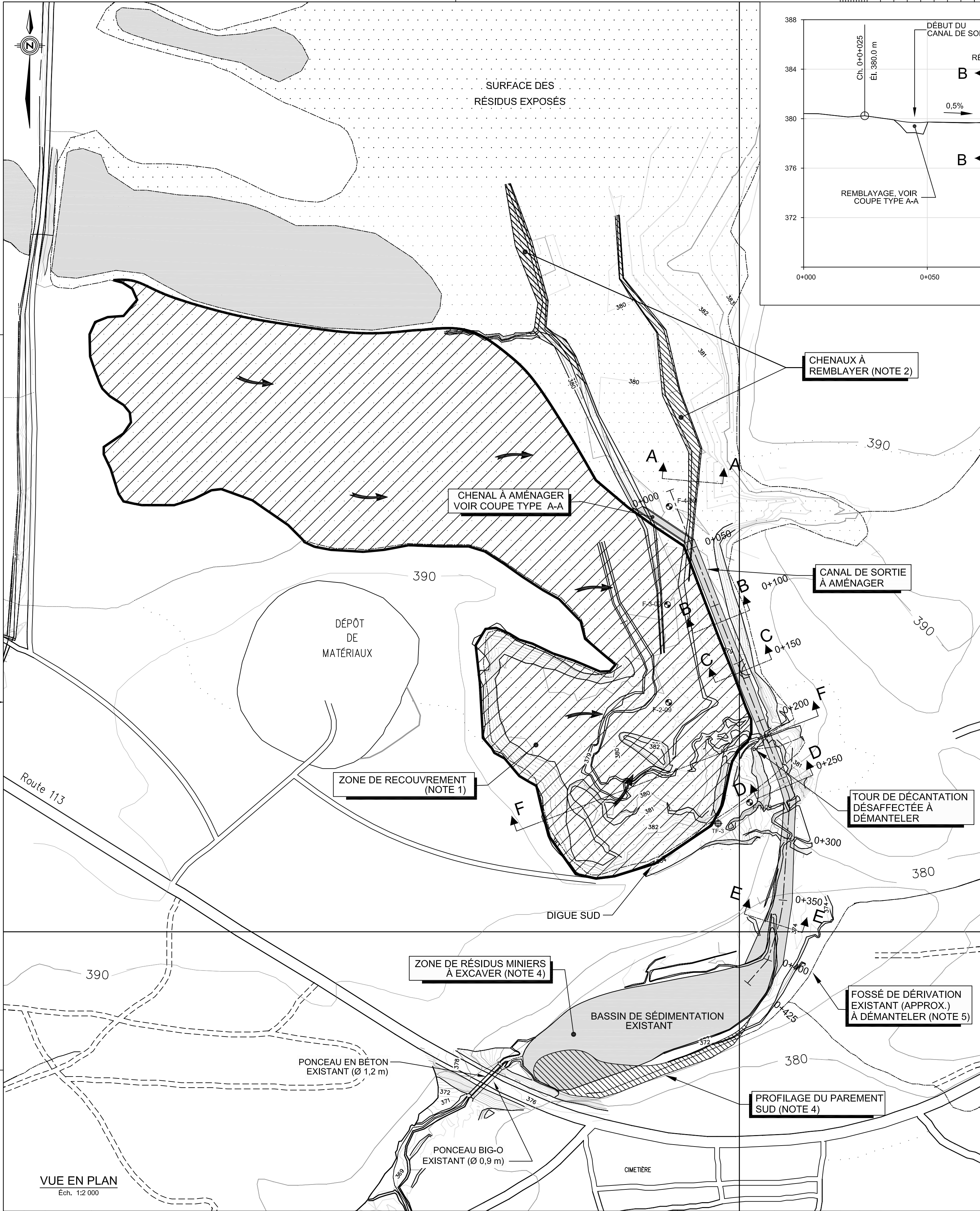
TITRE  
**PLAN GÉNÉRAL DES  
TRAVAUX CORRECTIFS**

| No | PROJET | SUBDIVISION | SUJET | SÉRIE | REV. |
|----|--------|-------------|-------|-------|------|
|    | 865866 | 9021        | 4G DD | 0001  | 00   |

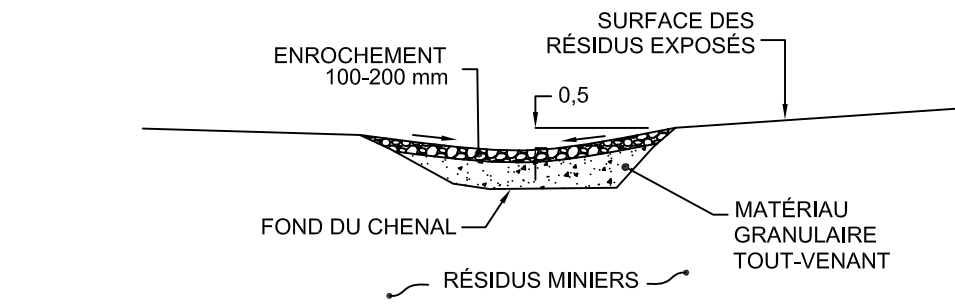




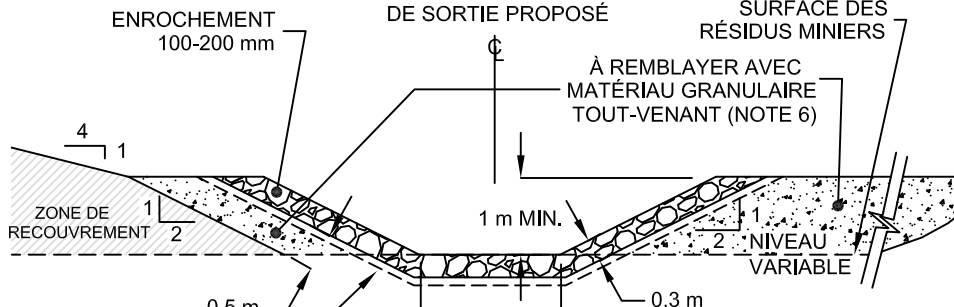




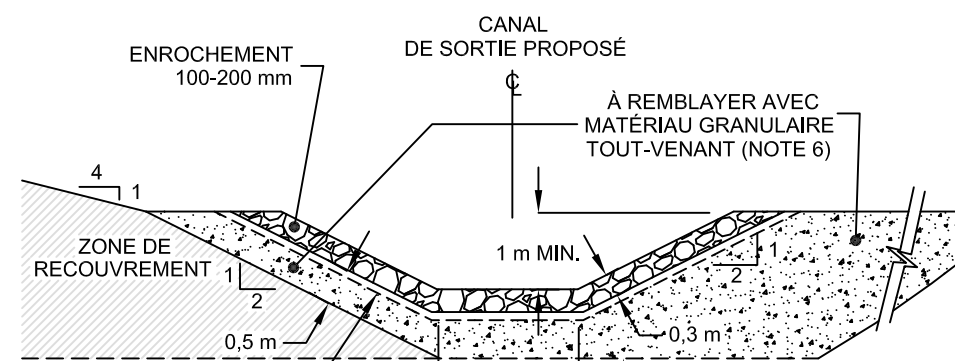
PROFIL LONGITUDINAL  
CANAL DE SORTIE  
Ech. hor. 1:1 000  
ver. 1: 200



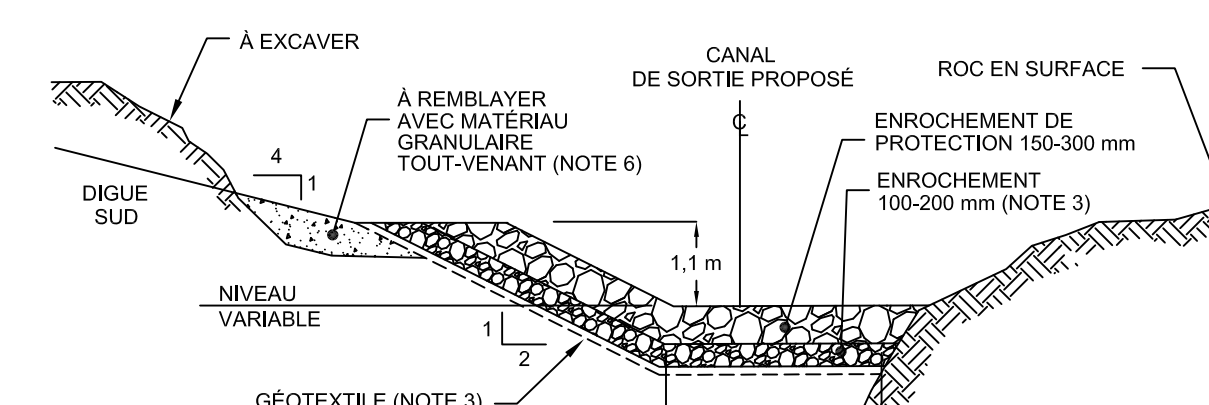
COUPE-TYPE A-A  
REMBLAYAGE DES CHENAUX  
Ech. 1:200



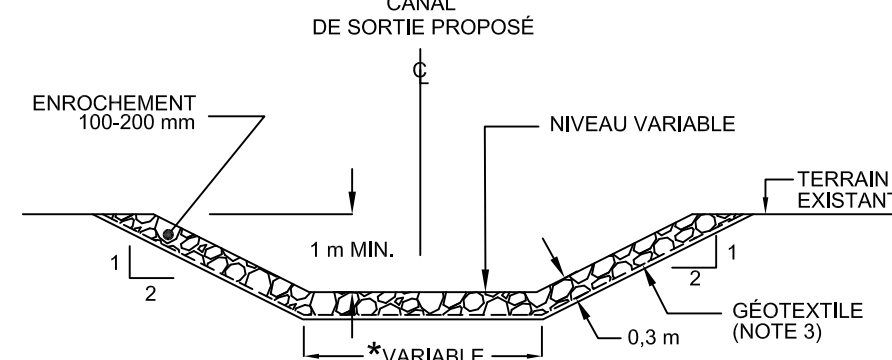
COUPE-TYPE B-B, CH. 0+025 @ 0+130  
CANAL DE SORTIE  
Ech. 1:100



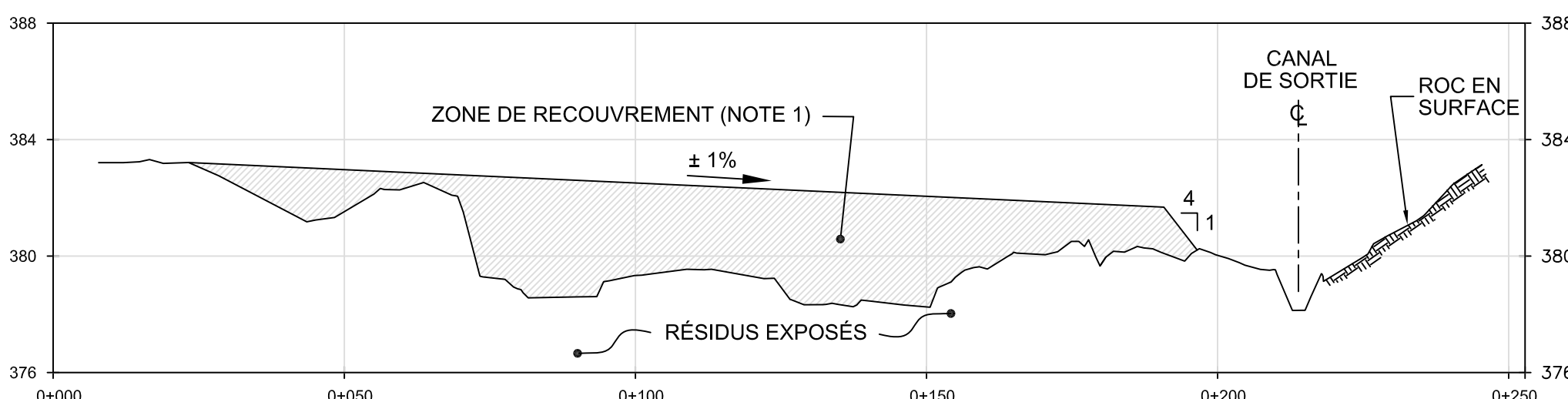
COUPE-TYPE C-C, CH. 0+130 @ 0+174  
CANAL DE SORTIE  
Ech. 1:100



COUPE-TYPE D-D, CH. 0+174 @ 0+350  
CANAL DE SORTIE  
Ech. 1:100



COUPE-TYPE E-E, CH. 0+350 @ 0+400  
CANAL DE SORTIE  
Ech. 1:100



COUPE F-F  
ZONE DE RECOUVREMENT  
Ech. hor. 1:1 000  
ver. 1: 200

**LÉGENDE**

- Route principale (route 113)
- Rue, chemin carrossable
- Chemin non-carrossable
- Cours d'eau
- Milieux humides
- Lac ou étendue d'eau
- Bâtiments
- Boisé
- 500
- Courbes de niveau
- Ligne électrique
- Chemin de fer
- Ponceau existant
- Haut de talus
- Bas de talus
- Surface des résidus exposés
- Sens de l'écoulement de l'eau après profilage des déblais.
- F-2-09 Forages F-1-09 à F-4-09, SNC Lavalin, avril 2009
- TF-3 Forage TF-3, Enviro-Globe inc., 1995

Notes :

- La limite de la zone de recouvrement sera déterminée sur place dépendant du volume de matériau. Les déblais devront être profilés de façon à drainer l'eau vers le canal de sortie.
- Les chenaux doivent être remblayés d'abord avec un matériau granulaire tout-venant puis avec un enrochement 100-200 mm ( voir coupe A-A ).
- Un géotextile et/ou un matériau de transition devra être mis en place entre le terrain naturel et l'enrochement de protection pour satisfaire les critères de filtres.
- Les résidus accumulés seront enlevés et la rive sud sera reprofilée avec une pente 1:6.
- Le fossé de dérivation existant doit être démantelé de telle sorte que les eaux de l'étang et les eaux de la municipalité de Chapais, soient dirigées directement dans le bassin de sédimentation.
- Les débris du remblai de la digue Sud et du remblai de la voie ferrée le long du chemin du lac Cavan doivent être utilisés en priorité pour le matériau granulaire tout-venant. Des bancs d'emprunt pourront être utilisés au besoin.
- Les coordonnées se réfèrent à la projection MTM SCOP NAD 83, zone 8, en mètres. Les élévations sont en mètres et sont géodésiques.
- Ce dessin doit être lu avec le rapport qui l'accompagne.

| No ÉMS.                       | REV. | DATE (A/M/J) | BUT DE L'ÉMISSION      | No ÉMS.                       | REV. | DATE (A/M/J) | BUT DE L'ÉMISSION | No                     | DESCRIPTION DE LA RÉVISION | DATE (A/M/J) | INITIALES: * CONÇU ** APPROUVÉ | No                     | DESCRIPTION DE LA RÉVISION | DATE (A/M/J) | INITIALES: * CONÇU ** APPROUVÉ |
|-------------------------------|------|--------------|------------------------|-------------------------------|------|--------------|-------------------|------------------------|----------------------------|--------------|--------------------------------|------------------------|----------------------------|--------------|--------------------------------|
| 3                             | 00   | 2009-08-13   | ÉMIS POUR CONSTRUCTION |                               |      |              |                   |                        |                            |              |                                |                        |                            |              |                                |
| 2                             | PB   | 2009-08-10   | ÉMIS POUR COMMENTAIRES |                               |      |              |                   |                        |                            |              |                                |                        |                            |              |                                |
| 1                             | PA   | 2009-08-10   | ÉMIS POUR COMMENTAIRES |                               |      |              |                   |                        |                            |              |                                |                        |                            |              |                                |
| REGISTRE D'ÉMISSION DU DESSIN |      |              |                        | REGISTRE D'ÉMISSION DU DESSIN |      |              |                   | REGISTRE DES RÉVISIONS |                            |              |                                | REGISTRE DES RÉVISIONS |                            |              |                                |

Référence :

- Cartes topographiques, 1:20 000 32G15-101-Chapais 32G10-201 Lac de la Presqu'île MRNF, 2003
- Relevés d'arpentage, 14 juillet 2009 G09707-0000-42DD-0001-PA.dwg Groupe Qualitas inc.

DESSINS DE RÉFÉRENCE

SCEAU PROFESSIONNEL

**SNC-LAVALIN**

Division Mines et Métallurgie  
5500, boulevard Goulet, 2<sup>e</sup> étage, Québec (Québec), Canada G2K 2E2  
Téléphone: (418) 621-5500, Télécopieur: (418) 621-6987

| PRÉPARATION                      | APPROBATION                                                   |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| CONÇU<br>N. Lemieux, ing., M.Sc. | INGÉNIEUR DE DISCIPLINE DU PROJET<br>A. Hébert, ing., M.Sc.   |
| DESSINÉ<br>J. Simard             | DIRECTEUR DE L'INGÉNIERIE DU PROJET<br>D. Isabel, ing., Ph.D. |
| VERIFIÉ<br>R. Maurice, ing.      |                                                               |
| DATE<br>Août 2009                | CLIENT                                                        |
| ÉCHELLE<br>Telle qu'indiquée     |                                                               |

CLIENT

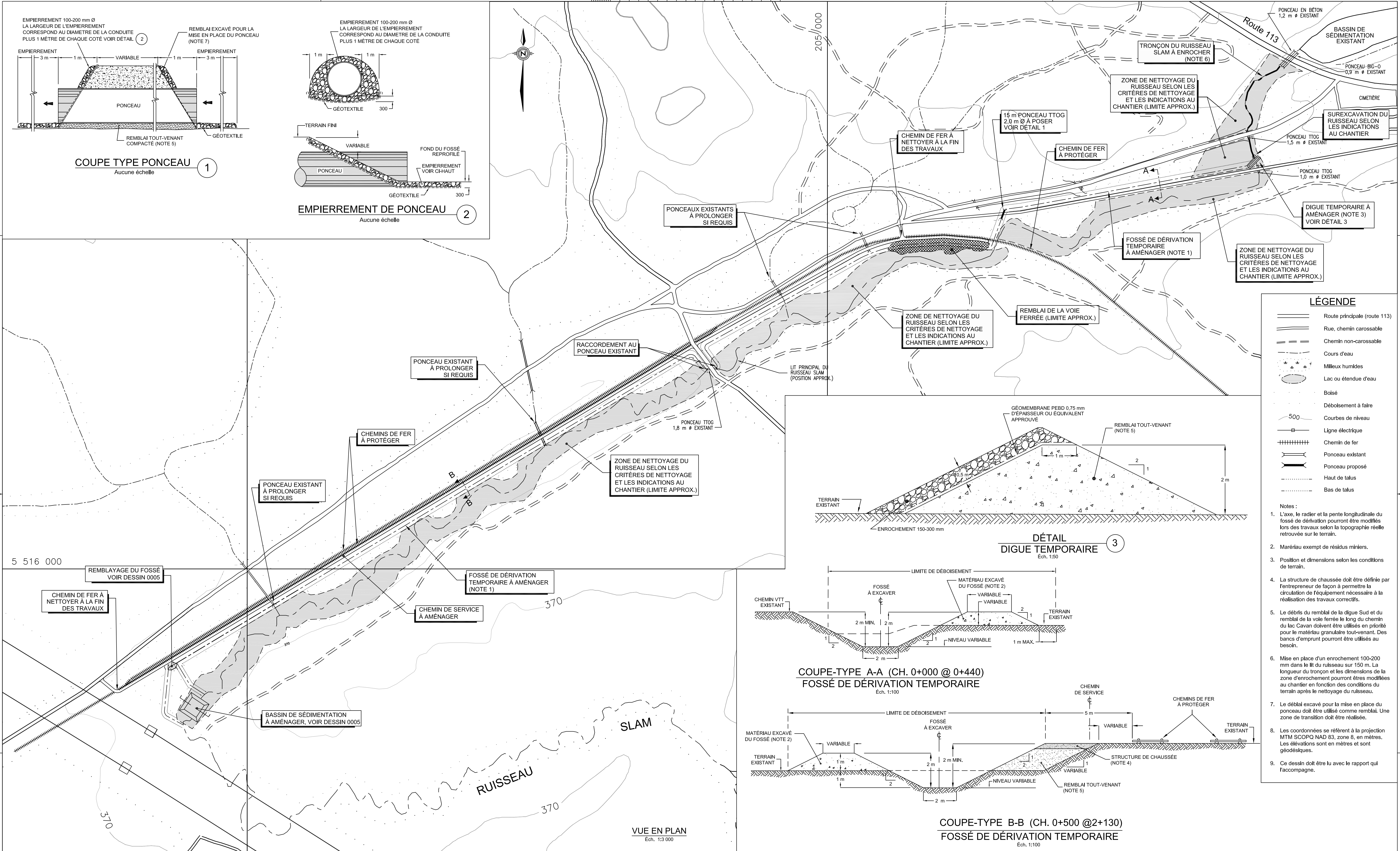
**Ressources naturelles et Faune Québec**

PROJET **TRAVAUX CORRECTIFS SUITE À LA RUPTURE DE LA DIGUE SUD DU BASSIN DE POLISSAGE DE LA MINE OPÉMISKA**

TITRE **TRAVAUX CORRECTIFS AU BASSIN DE POLISSAGE**

| No PROJET | SUBDIVISION | SUJET | SÉRIE | REV. |
|-----------|-------------|-------|-------|------|
| 865866    | 9021        | 4G DD | 0003  | 00   |





| No ÉMS. | REV. | DATE (A/M/J) | BUT DE L'ÉMISSION      | No ÉMS. | REV. | DATE (A/M/J) | BUT DE L'ÉMISSION |
|---------|------|--------------|------------------------|---------|------|--------------|-------------------|
| 3       | 00   | 2009-08-13   | ÉMIS POUR CONSTRUCTION |         |      |              |                   |
| 2       | PB   | 2009-08-10   | ÉMIS POUR COMMENTAIRES |         |      |              |                   |
| 1       | PA   | 2009-08-10   | ÉMIS POUR COMMENTAIRES |         |      |              |                   |

| No | DESCRIPTION DE LA RÉVISION | DATE (A/M/J) | INITIALES | No | DESCRIPTION DE LA RÉVISION | DATE (A/M/J) | INITIALES |
|----|----------------------------|--------------|-----------|----|----------------------------|--------------|-----------|
|    |                            |              |           |    |                            |              |           |

Référence :  
-Cartes topographiques, 1:20 000  
32G15-101-Chapais  
32G10-201 Lac de la Presqu'île  
MRNF, 2003  
-Relevés d'arpentage, 14 juillet 2009  
G09707-0000-42D0-0001-PA.dwg  
Groupe Qualitas inc.

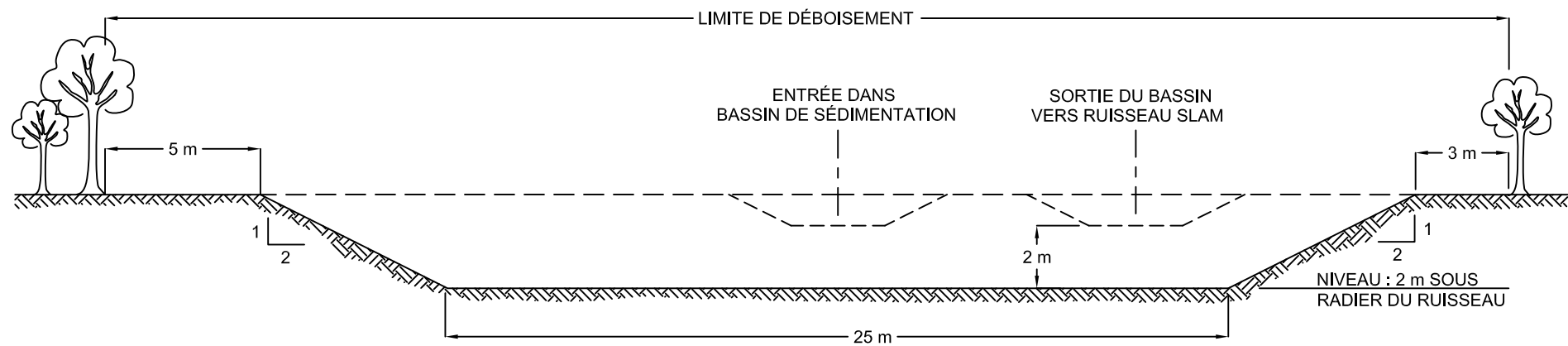
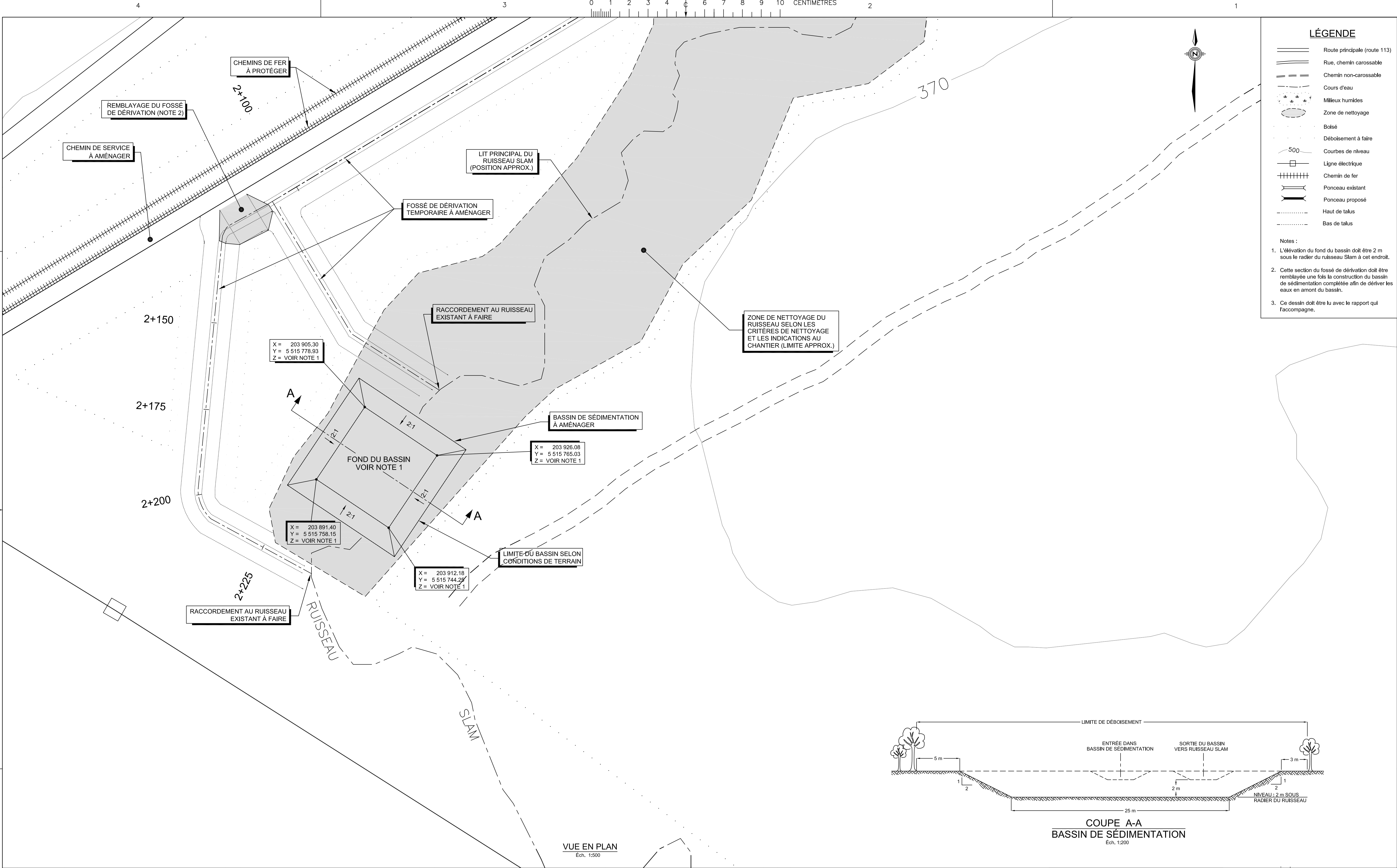


| SNC-LAVALIN                    |                                                                |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| PRÉPARATION                    | APPROBATION                                                    |
| CONÇU<br>A. Hébert ing., M.Sc. | INGÉNIEUR DE DISCIPLINE DU PROJET<br>A. Hébert, ing., M.Sc.    |
| DESSINÉ<br>J. Simard           | DIRECTEUR DE L'INGÉNIEURIE DU PROJET<br>D. Isabel, ing., Ph.D. |
| VERIFIÉ<br>R. Maurice, ing.    | CLIENT                                                         |
| DATE<br>Août 2009              |                                                                |
| ÉCHELLE<br>Telle qu'indiquée   |                                                                |

|           |                                                                                                        |       |       |      |                                                                                       |  |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|------|---------------------------------------------------------------------------------------|--|
| CLIENT    | Ressources naturelles<br>et Faune                                                                      |       |       |      |  |  |
|           | Québec                                                                                                 |       |       |      |                                                                                       |  |
| PROJET    | TRAVAUX CORRECTIFS SUITE À LA RUPTURE<br>DE LA DIGUE SUD DU BASSIN DE POLISSAGE<br>DE LA MINE OPÉMISKA |       |       |      |                                                                                       |  |
| TITRE     | TRAVAUX CORRECTIFS<br>AU RUISSEAU SLAM                                                                 |       |       |      |                                                                                       |  |
| No PROJET | SUBDIVISION                                                                                            | SUJET | SÉRIE | RÉV. |                                                                                       |  |
| 865866    | 9021                                                                                                   | 4G DD | 0004  | 00   |                                                                                       |  |



DERNIÈRE SAUVEGARDE: 2009/08/12 - 3:51pm  
CHEMIN: H:\Appel\_d'offre\Version 00\865866-9021-GDD-0005-00.dwg



COUPE A-A  
BASSIN DE SÉDIMENTATION  
Ech. 1:200

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

Référence :  
-Cartes topographiques,  
1:20 000  
32G15-101-Chapais  
32G10-201 Lac de la Presqu'île  
MRNF, 2003  
-Relevés d'arpentage, 14 juillet 2009  
G09707-0000-42DD-0001-PA.dwg  
Groupe Qualitas inc.

SCEAU PROFESSIONNEL



**SNC-LAVALIN**  
Division Mines et Métallurgie  
5500, boulevard des Galeries, 200, Québec (Québec), Canada G2K 2E2  
Téléphone: (418) 621-5500, Télécopieur: (418) 621-8887

| PRÉPARATION                    |  | APPROBATION                                                  |  |
|--------------------------------|--|--------------------------------------------------------------|--|
| CONÇU<br>A. Hébert ing., M.Sc. |  | INGÉNIEUR DE DISCIPLINE DU PROJET<br>A. Hébert, ing., M.Sc.  |  |
| DESSINÉ<br>J. Simard           |  | DIRECTEUR DE L'INGÉNÉRIE DU PROJET<br>D. Isabel, ing., Ph.D. |  |
| VERIFIÉ<br>R. Maurice, ing.    |  |                                                              |  |
| DATE<br>Août 2009              |  | CLIENT                                                       |  |
| ÉCHELLE<br>Telle qu'indiquée   |  |                                                              |  |

| CLIENT                                                                                                         |             |       |       |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------|-------|------|
| <b>Ressources naturelles et Faune Québec</b>                                                                   |             |       |       |      |
| PROJET <b>TRAVAUX CORRECTIFS SUITE À LA RUPTURE DE LA DIGUE SUD DU BASSIN DE POLISSAGE DE LA MINE OPÉMISKA</b> |             |       |       |      |
| TITRE <b>BASSIN DE SÉDIMENTATION EN AVAL DES TRAVAUX</b>                                                       |             |       |       |      |
| No PROJET                                                                                                      | SUBDIVISION | SUJET | SÉRIE | REV. |
| 865866                                                                                                         | 9021        | 4G DD | 0005  | 00   |

C

Conception hydraulique des  
cours d'eau dans le bassin  
du ruisseau Slam



**SNC • LAVALIN**

|                                                                                                           |                                                                                                                                      |                                                 |            |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Conception hydraulique des cours d'eau</b><br><b>dans le bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |      |
|                                                                                                           |                                                                                                                                      | Rév                                             | Date       | Page |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0002                                                                                                                | 00                                              | 12-août-09 | I    |

**Titre du document :** CONCEPTION HYDRAULIQUE DES COURS D'EAU  
DANS LE BASSIN DU RUISSEAU SLAM

**Client :** MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE

**Projet :** TRAVAUX CORRECTIFS SUITE À LA RUPTURE DE LA DIGUE SUD DU  
BASSIN DE POLISSAGE DE LA MINE OPÉMISKA



*Préparé par :* Annie Caron, ing., M.ing.

53-54

*Révisé par :* Annie Dumas, ing.

53-54



|                                                                                                           |                                                                                                                                      |  |                                                 |            |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------|------------|------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Conception hydraulique des cours d'eau</b><br><b>dans le bassin du ruisseau Slam</b> |  | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |      |
|                                                                                                           |                                                                                                                                      |  | Rév                                             | Date       | Page |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0002                                                                                                                |  | 00                                              | 12-août-09 | II   |

#### LISTE DES RÉVISIONS APPORTÉES AU DOCUMENT

| Révision |      |      |              | Pages<br>révisées | Remarques                        |
|----------|------|------|--------------|-------------------|----------------------------------|
| #        | Par  | Rév. | Date         |                   |                                  |
| PA       | A.C. | A.D. | 7-août-2009  | -                 | Émis pour commentaires (interne) |
| PB       | A.C. | A.D. | 11-août-2009 |                   | Émis pour commentaires (client)  |
| 00       | A.C. | A.D. | 12-août-2009 |                   | Émission finale                  |
|          |      |      |              |                   |                                  |
|          |      |      |              |                   |                                  |
|          |      |      |              |                   |                                  |
|          |      |      |              |                   |                                  |

|                                                                                                           |                                                                                                                                      |                                                 |            |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Conception hydraulique des cours d'eau</b><br><b>dans le bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |      |
|                                                                                                           |                                                                                                                                      | Rév                                             | Date       | Page |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0002                                                                                                                | 00                                              | 12-août-09 | III  |

## TABLE DES MATIÈRES

|                                                                       | Page      |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.0 INTRODUCTION.....</b>                                          | <b>1</b>  |
| 1.1 Contexte .....                                                    | 1         |
| 1.2 Objectif.....                                                     | 1         |
| 1.3 Contenu.....                                                      | 1         |
| <b>2.0 DONNÉES ET MÉTHODOLOGIE .....</b>                              | <b>2</b>  |
| 2.1 Méthodologie.....                                                 | 2         |
| 2.2 Critères de conception .....                                      | 3         |
| 2.3 Hydrologie du site.....                                           | 3         |
| 2.4 Données et hypothèses.....                                        | 4         |
| <b>3.0 DÉBITS DE CONCEPTION.....</b>                                  | <b>5</b>  |
| 3.1 Méthode d'estimation des débits de pointe .....                   | 5         |
| 3.2 Caractéristiques physiques des bassins versants.....              | 6         |
| 3.3 Estimation du temps de concentration des bassins versants.....    | 7         |
| 3.4 Estimation de l'effet de laminage dans les bassins versants ..... | 8         |
| 3.5 Calcul des débits de pointe .....                                 | 9         |
| 3.6 Calcul du débit moyen estival.....                                | 9         |
| <b>4.0 DESCRIPTION DES OUVRAGES HYDRAULIQUES.....</b>                 | <b>12</b> |
| 4.1 Zone ouest .....                                                  | 12        |
| 4.1.1 Fossé de dérivation .....                                       | 12        |
| 4.1.2 Ponceau ouest (sous la route 113) .....                         | 13        |
| 4.2 Zone est .....                                                    | 13        |
| 4.2.1 Canal de sortie de l'ancien bassin de polissage .....           | 13        |
| 4.2.2 Bassin de sédimentation .....                                   | 14        |
| 4.2.3 Ponceau est (sous la route 113) .....                           | 14        |
| 4.3 Zone sud .....                                                    | 14        |
| 4.3.1 Fossé de dérivation provisoire .....                            | 14        |
| 4.3.2 Ponceaux du fossé de dérivation provisoire .....                | 15        |
| 4.3.3 Bassin de sédimentation .....                                   | 15        |
| 4.3.4 Ruisseau Slam .....                                             | 16        |
| <b>5.0 SOMMAIRE DE LA CONCEPTION HYDRAULIQUE DES OUVRAGES .....</b>   | <b>17</b> |
| <b>6.0 RÉFÉRENCES.....</b>                                            | <b>18</b> |

## ANNEXES

Annexe A : Résultats des calculs hydrauliques

Annexe B : Figure

|                                                                                                           |                                                                                                                                      |                                                 |            |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Conception hydraulique des cours d'eau</b><br><b>dans le bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |      |
|                                                                                                           |                                                                                                                                      | Rév                                             | Date       | Page |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0002                                                                                                                | 00                                              | 12-août-09 | IV   |

### LISTE DES TABLEAUX

|                                                                                                | <b>Page</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Tableau 2-1 Hauteurs de précipitation pour différentes durées et fréquences d'occurrence ..... | 4           |
| Tableau 3-1 Caractéristiques physiques des bassins versants.....                               | 7           |
| Tableau 3-2 Temps de concentration des bassins versants .....                                  | 8           |
| Tableau 3-3 Débits calculés pour les différents ouvrages hydrauliques .....                    | 10          |
| Tableau 5-1 Sommaire des dimensions des ouvrages hydrauliques .....                            | 17          |

### LISTE DES FIGURES

|                                                                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 3-1 Effet de laminage des lacs et des terrains dénudés / semi-dénudés humides .....                                                                  | 9  |
| Figure 4-1 Diagramme de Hjulström - dimension des particules transportées et déposées dans le bassin de sédimentation lors de la crue moyenne annuelle..... | 16 |

|                                                                                                           |                                                                                                                                      |                                                 |            |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Conception hydraulique des cours d'eau</b><br><b>dans le bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |         |
|                                                                                                           |                                                                                                                                      | Rév                                             | Date       | Page    |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0002                                                                                                                | 00                                              | 12-août-09 | 1 de 24 |

## 1.0 INTRODUCTION

### 1.1 Contexte

Lors de la rupture de la digue à l'exutoire du bassin de polissage du site minier restauré Opémiska en juin 2008, il a été estimé que plus d'un million de mètres cubes d'eau emportant un volume de résidus miniers de l'ordre de 50 000 mètres cubes se sont déversés dans le ruisseau Slam. Des travaux d'urgence ont été effectués à l'été 2008 afin de stabiliser l'écoulement et réduire l'érosion des résidus miniers contenus dans le bassin de polissage.

Le mandat confié à SNC-Lavalin inc. (SLI) consiste à fournir les services d'ingénierie nécessaires pour l'élaboration des travaux correctifs suite à la rupture de la digue Sud du bassin de polissage du site minier Opémiska, la conception des plans et devis, la préparation des documents d'appel d'offres, la demande de certificat d'autorisation, la surveillance des travaux et la rédaction d'un rapport final incluant les plans tels que construits.

### 1.2 Objectif

Dans le cadre du mandat confié à SLI et pour les fins de l'élaboration et de l'ingénierie de détail des travaux correctifs du projet, une étude de conception hydraulique des ouvrages est requise. L'objectif de ce document est de présenter les résultats de l'étude de conception hydraulique des ouvrages.

Ce document est en support au Rapport de conception des travaux correctifs suite à la rupture de la digue Sud du bassin de polissage de la mine Opémiska (865866-9021-4GER-0001), nommé « Rapport de conception » tout au long du présent rapport. Le Rapport de conception présente les dessins de conception des ouvrages hydrauliques identifiés tout au long du présent document.

### 1.3 Contenu

Le présent document décrit les données et la méthodologie, pour le calcul des débits de conception ainsi que pour les dimensions des ouvrages hydrauliques et contient les volets suivants :

- ❑ Données et méthodologie (chapitre 2.0) ;
- ❑ Débits de conception (chapitre 3.0) ;
- ❑ Description des ouvrages hydrauliques (chapitre 4.0) ;
- ❑ Sommaire de la conception hydraulique des ouvrages (chapitre 5.0).



|                                                                                                           |                                                                                                                                      |                                                 |            |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Conception hydraulique des cours d'eau</b><br><b>dans le bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |         |
|                                                                                                           |                                                                                                                                      | Rév                                             | Date       | Page    |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0002                                                                                                                | 00                                              | 12-août-09 | 2 de 24 |

## 2.0 DONNÉES ET MÉTHODOLOGIE

Cette section présente la méthodologie pour la conception des ouvrages, les critères de conception, l'hydrologie du site ainsi que les données et hypothèses de calcul.

### 2.1 Méthodologie

La méthodologie pour la conception hydraulique des ouvrages consiste à :

- Évaluer les débits de ruissellement de pointe qui seront utilisés pour la conception des ouvrages et structures hydrauliques qui seront mis en place lors de l'exécution des travaux correctifs :
  - La crue de conception d'une fréquence d'occurrence de 1 :100 ans pour les ouvrages permanents,
  - La crue de conception d'une fréquence d'occurrence de 1 :2 ans pour les ouvrages temporaires.
- Évaluer les débits moyens estivaux qui seront utilisés pour la détermination des zones d'écoulement dans les cours d'eau sous le niveau d'eau moyen estival pour les fins de végétalisation des cours d'eau ;
- Évaluer les dimensions des ouvrages hydrauliques qui permettent de respecter les critères de conception ;
- Évaluer les vitesses et les hauteurs d'écoulement pour la crue de conception ainsi que pour différents débits pour les fins de végétalisation ;
- Évaluer les dimensions de l'enrochement de protection lorsque requis à partir des vitesses d'écoulement ;
- Évaluer les dimensions du bassin de sédimentation à l'aval de la zone des travaux dans le ruisseau Slam ;
- Évaluer les dimensions des bassins de dissipation si requis; un bassin de dissipation est requis pour dissiper l'énergie de l'eau lorsque le nombre de Froude excède 1.

Les débits de pointe sont calculés selon la méthode rationnelle, tel que décrit dans le Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'état (référence 1). Il est à noter que cette méthode tient compte du laminage offert à même les bassins versants.

Un modèle hydraulique des cours d'eau est ensuite créé à l'aide du logiciel HEC-RAS à partir des données topographiques. Ce modèle permet de simuler le comportement hydraulique des différents cours d'eau. Les dimensions des ouvrages hydrauliques de ce modèle sont ajustées progressivement (largeur à la base, pentes des talus, pentes longitudinales et revêtement des fossés et canaux) afin d'obtenir les conditions d'écoulement souhaitées, c'est-à-dire entre autres

|                                                                                                           |                                                                                                                                      |                                                 |            |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Conception hydraulique des cours d'eau</b><br><b>dans le bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |         |
|                                                                                                           |                                                                                                                                      | Rév                                             | Date       | Page    |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0002                                                                                                                | 00                                              | 12-août-09 | 3 de 24 |

d'obtenir des vitesses d'écoulement permettant la végétalisation de certains cours d'eau ou permettant de limiter les pertes de charges, et ainsi les niveaux d'eau à l'amont.

Les dimensions proposées des fossés et canaux, de l'enrochement de protection, des ponceaux de la dérivation temporaire et des bassins de sédimentation doivent satisfaire aux critères de conception.

La méthodologie utilisée est détaillée tout au long des chapitres 3.0 et 4.0, au fur et à mesure que les résultats sont présentés.

Puis les dimensions proposées des ouvrages hydrauliques sont résumées au chapitre 5.0.

## 2.2 Critères de conception

Les bases de conception qui sont utilisées pour le développement du concept ont été définies au début du mandat. La note technique *Critères pour la gestion des eaux* (référence 4) présente entre autres les critères et éléments de conception relatifs à la conception hydraulique des ouvrages.

Les différents ouvrages hydrauliques permanents tels que fossés de dérivation, ponceaux, canal de sortie et bassins de sédimentation faisant partie des travaux correctifs sont conçus afin de permettre le passage d'une crue d'une fréquence d'occurrence de 1 :100 ans. Les ouvrages hydrauliques temporaires tels que le fossé de dérivation temporaire du ruisseau Slam et les ponceaux qui s'y rattachent sont conçus pour permettre le passage d'une crue d'une fréquence d'occurrence de 1 :2 ans.

## 2.3 Hydrologie du site

La conception hydraulique des ouvrages est basée sur les données hydrologiques du site, présentées dans la note technique sur l'hydrologie du bassin du ruisseau Slam (référence 5). Les valeurs de hauteur de précipitation pour différentes durées et fréquences d'occurrence, le débit unitaire moyen estival ainsi que le coefficient de ruissellement lors des crues, requis pour le calcul des débits de conception des ouvrages hydrauliques, sont tirés de cette note technique.

Le tableau 2-1 présente les hauteurs de précipitation totale pour différentes durées et fréquences d'occurrence.

|                                                                                                           |                                                                                                                                      |                                                 |            |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Conception hydraulique des cours d'eau</b><br><b>dans le bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |         |
|                                                                                                           |                                                                                                                                      | Rév                                             | Date       | Page    |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0002                                                                                                                | 00                                              | 12-août-09 | 4 de 24 |

**Tableau 2-1 Hauteurs de précipitation  
pour différentes durées et fréquences d'occurrence**

| Durée  | Hauteur de précipitation totale (mm) pour les fréquences d'occurrence |          |           |           |           |            |
|--------|-----------------------------------------------------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
|        | 1 :2 ans                                                              | 1 :5 ans | 1 :10 ans | 1 :25 ans | 1 :50 ans | 1 :100 ans |
| 5 min  | 6,9                                                                   | 9,4      | 11,0      | 13,1      | 14,7      | 16,2       |
| 10 min | 9,3                                                                   | 12,3     | 14,3      | 16,8      | 18,7      | 20,5       |
| 15 min | 11,4                                                                  | 14,6     | 16,7      | 19,3      | 21,3      | 23,2       |
| 30 min | 15,0                                                                  | 19,0     | 21,6      | 25,0      | 27,4      | 29,9       |
| 1 h    | 19,4                                                                  | 25,8     | 30,1      | 35,5      | 39,5      | 43,5       |
| 2 h    | 22,7                                                                  | 29,8     | 34,5      | 40,4      | 44,7      | 49,1       |
| 6 h    | 30,6                                                                  | 39,6     | 45,5      | 53,1      | 58,7      | 64,2       |
| 12 h   | 37,1                                                                  | 47,1     | 53,7      | 62,1      | 68,3      | 74,5       |
| 24 h   | 45,6                                                                  | 58,8     | 67,6      | 78,7      | 87,0      | 95,1       |

Le débit moyen estival unitaire, utilisé pour l'estimation du débit moyen estival requis pour la détermination des zones d'écoulement dans les cours d'eau, est de 0,28 L/s / ha. Ce débit correspond au débit moyen pour les mois de juillet et août.

Le coefficient de ruissellement lors des crues pour le secteur à l'étude est estimé à 0,85 pour les fins d'un calcul de débit de pointe conservateur.

## 2.4 Données et hypothèses

La visite du terrain effectuée le 1<sup>er</sup> et le 2 juillet 2009 a permis d'apprécier les caractéristiques des bassins versants telles que la couverture végétale et la capacité de rétention et de laminage à l'intérieur des bassins versants. Aussi, cette visite du terrain a permis de guider les travaux d'arpentage afin d'obtenir les données topographiques adéquates pour l'accomplissement des différents calculs hydrauliques.

Les coefficients de ruissellement (coefficients de Manning) adoptés pour l'étude sont les suivants :

- 0,033 pour les cours d'eau protégés avec de l'enrochement ou excavés dans le roc ;
- 0,060 pour les cours d'eau végétalisés.

|                                                                                                           |                                                                                                                                      |                                                 |            |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Conception hydraulique des cours d'eau</b><br><b>dans le bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |         |
|                                                                                                           |                                                                                                                                      | Rév                                             | Date       | Page    |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0002                                                                                                                | 00                                              | 12-août-09 | 5 de 24 |

### 3.0 DÉBITS DE CONCEPTION

Les débits de pointe générés sur les bassins versants à l'étude lors de pluies intenses doivent être déterminés afin de concevoir les fossés, canaux et ponceaux.

Le calcul des débits de pointe dans les différents ouvrages hydrauliques est réalisé selon les étapes suivantes :

- Détermination des caractéristiques physiques des bassins versants ;
- Calcul des temps de concentration des bassins versants ;
- Estimation de l'effet de laminage dans les bassins versants ;
- Calculs des débits de pointe générés sur chacun des bassins versants.

#### 3.1 Méthode d'estimation des débits de pointe

Les débits de pointe sont calculés selon la méthode rationnelle, tel que décrit dans le Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'état (référence 1) et tel que recommandé dans Conception des ouvrages d'arts (référence 2) et Manuel de conception des ponceaux (référence 3) du ministère des Transports du Québec. Cette méthode est fréquemment utilisée et est valide pour des bassins de drainage de moins de 25 km<sup>2</sup>, ce qui est le cas du secteur à l'étude, dont le bassin de drainage total est d'environ 15 km<sup>2</sup>.

L'équation de la formule rationnelle est la suivante :

$$Q_F = \frac{K_L C I_F A}{360}$$

où :  $Q_F$  = débit de pointe pour une fréquence d'occurrence  $F$  (m<sup>3</sup>/s) ;

$C$  = coefficient de ruissellement du bassin ;

$I_F$  = intensité de précipitation pour une fréquence d'occurrence  $F$  (mm/h) ;

$A$  = aire du bassin versant (ha) ;

$K_L$  = coefficient de correction de l'intensité de précipitation qui tient compte du laminage.

Il s'agit de calculer le temps de concentration<sup>1</sup> du bassin puis d'obtenir du tableau 2-1 la hauteur de précipitation pour une durée correspondant au temps de concentration et pour une fréquence

<sup>1</sup> Le temps de concentration est défini comme le temps nécessaire pour atteindre un écoulement uniforme à la sortie du bassin suite à une pluie d'intensité constante et de durée infinie.



|                                                                                                           |                                                                                                                                      |                                                 |            |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Conception hydraulique des cours d'eau</b><br><b>dans le bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |         |
|                                                                                                           |                                                                                                                                      | Rév                                             | Date       | Page    |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0002                                                                                                                | 00                                              | 12-août-09 | 6 de 24 |

d'occurrence donnée. Cette hauteur de précipitation en mm est transformée en intensité de précipitation en mm/h en la divisant par le temps de concentration.

La superficie de chacun des bassins versants est obtenue de la section présentant les caractéristiques physiques des bassins, soit la section 3.2. Le temps de concentration est calculé à partir des caractéristiques physiques des bassins, tel que décrit à la section 3.3.

Cette méthode tient compte du laminage offert à même les bassins versants par l'utilisation d'un coefficient de correction de l'intensité de précipitation, choisi en fonction des types de zones de rétention du bassin versant, tel que décrit à la section 3.4.

Le coefficient de ruissellement doit être un coefficient fort typique d'une pluie d'été-automne. Le coefficient de ruissellement utilisé pour la conception hydraulique des différents ouvrages prévus lors des travaux correctifs sera de 85 % pour l'ensemble des bassins versants présents dans le secteur à l'étude afin d'obtenir des débits de conception conservateurs.

Ce coefficient de ruissellement fort permet de tenir compte, entre autres, des changements climatiques. Il est à noter que le ministère des Transports du Québec recommande d'augmenter les débits de pointe calculés pour les bassins versants de 25 km<sup>2</sup> et moins de 10 % (référence 3).

### 3.2 Caractéristiques physiques des bassins versants

Les bassins versants du secteur à l'étude se divisent en trois grandes zones soit :

- ❑ La zone ouest située à l'ouest de l'ancien bassin de polissage;
- ❑ La zone est comprenant l'ancien bassin de polissage, une partie du parc à résidus et la ville de Chapais; et
- ❑ La zone sud située au sud de la route 113.

Ces trois grandes zones sont composées de dix bassins versants. Les trois zones et les 10 bassins versants sont montrés à la figure 1 de l'**Annexe B** du présent rapport.

À l'aide des données topographiques, les caractéristiques physiques des 10 bassins versants sont estimées.

Deux notions de pente ont été utilisées dans le cadre de cette étude :

- ❑ La pente moyenne du bassin versant, qui correspond au rapport de la dénivelée entre les deux extrémités du cours d'eau principal et de sa longueur;
- ❑ La pente moyenne «85-10» est obtenue de la même manière que précédemment, en ne considérant cependant que la partie du cours d'eau qui contribue majoritairement à l'écoulement et qui est située entre 10 % et 85 % de la longueur du cours d'eau à partir de l'exutoire du bassin versant.

Le tableau 3-1 présente les caractéristiques physiques des bassins versants du secteur à l'étude.

|                                                                                                           |                                                                                                                                      |                                                 |            |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Conception hydraulique des cours d'eau</b><br><b>dans le bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |         |
|                                                                                                           |                                                                                                                                      | Rév                                             | Date       | Page    |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0002                                                                                                                | 00                                              | 12-août-09 | 7 de 24 |

**Tableau 3-1 Caractéristiques physiques des bassins versants**

| Bassin versant    | Superficie (ha) | Longueur (m) | Pente moyenne (m/m) | Longueur « 85-10 » (m) | Pente « 85-10 » (m/m) |
|-------------------|-----------------|--------------|---------------------|------------------------|-----------------------|
| <b>Zone est</b>   | <b>568,0</b>    | <b>4 370</b> | <b>0,016</b>        | <b>3 460</b>           | <b>0,011</b>          |
| 1                 | 332,7           | 4 033        | 0,017               | 3 025                  | 0,012                 |
| 2                 | 235,3           | 3 105        | 0,011               | 2 330                  | 0,010                 |
| <b>Zone ouest</b> | <b>427,0</b>    | <b>4 100</b> | <b>0,012</b>        | <b>3 075</b>           | <b>0,007</b>          |
| 3                 | 225,9           | 2 690        | 0,011               | 2 015                  | 0,012                 |
| 4                 | 57,6            | 1 865        | 0,014               | 1 400                  | 0,015                 |
| 5                 | 53,1            | 1 570        | 0,015               | 1 180                  | 0,016                 |
| 6                 | 90,4            | 1 860        | 0,013               | 1 395                  | 0,016                 |
| <b>Zone sud</b>   | <b>534,0</b>    | <b>5 205</b> | <b>0,008</b>        | <b>3 400</b>           | <b>0,010</b>          |
| 7                 | 104,7           | 2 690        | 0,013               | 2 015                  | 0,015                 |
| 8                 | 136,0           | 5 205        | 0,009               | 4 150                  | 0,008                 |
| 9                 | 49,5            | 1 110        | 0,027               | 830                    | 0,024                 |
| 10                | 243,8           | 2 475        | 0,017               | 1 860                  | 0,019                 |

### 3.3 Estimation du temps de concentration des bassins versants

Le temps de concentration est calculé à l'aide de l'équation de Kirpich. Le temps de concentration est fonction de la longueur d'écoulement du bassin, de la pente «85-10» du terrain et du coefficient de ruissellement. Le temps de concentration est ensuite ajusté à la hausse à l'aide d'un coefficient relié au type et à la qualité du couvert du bassin versant ainsi qu'à la pente. Le tableau 3-2 présente le temps de concentration de chacun des bassins à l'étude.

|                                                                                                           |                                                                                                                                      |                                                 |            |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Conception hydraulique des cours d'eau</b><br><b>dans le bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |         |
|                                                                                                           |                                                                                                                                      | Rév                                             | Date       | Page    |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0002                                                                                                                | 00                                              | 12-août-09 | 8 de 24 |

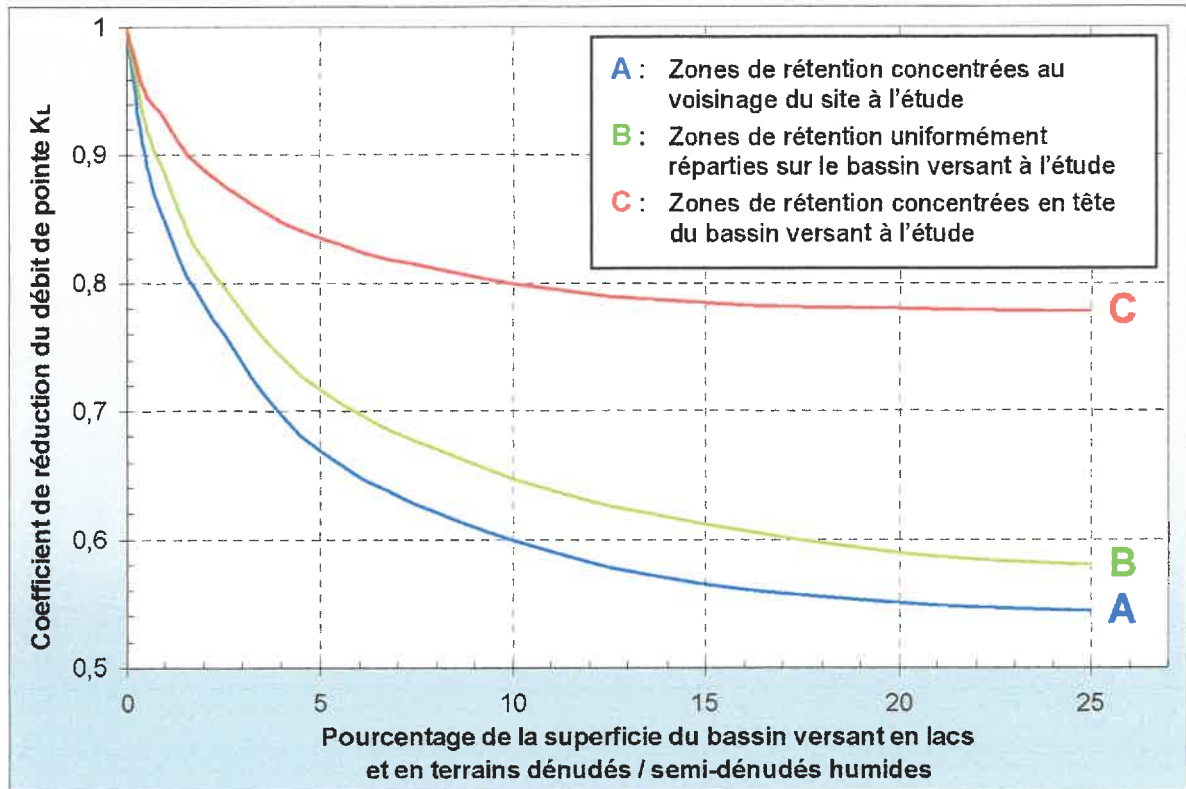
**Tableau 3-2 Temps de concentration des bassins versants**

| Bassin versant    | Temps de concentration (minutes) |
|-------------------|----------------------------------|
| <b>Zone est</b>   |                                  |
| 1                 | 153                              |
| 2                 | 146                              |
| <b>Zone ouest</b> |                                  |
| 3                 | 120                              |
| 4                 | 89                               |
| 5                 | 77                               |
| 6                 | 93                               |
| <b>Zone sud</b>   |                                  |
| 7                 | 122                              |
| 8                 | 240                              |
| 9                 | 47                               |
| 10                | 106                              |

### **3.4 Estimation de l'effet de laminage dans les bassins versants**

L'effet du laminage offert à même les bassins versants est pris en compte par l'utilisation d'un coefficient de réduction de l'intensité de précipitation dans l'équation du débit de pointe. Ce coefficient est choisi en fonction des types de zones de rétention du bassin versant ainsi que du pourcentage de la superficie du bassin versant en lacs et en terrains dénudés ou semi-dénudés humides. La figure 3-1 présente le graphique permettant d'estimer le coefficient de réduction du débit de pointe. Ce coefficient varie de 0,55 à 1 et est appliqué directement sur le débit de pointe calculé.

**Figure 3-1 Effet de laminage des lacs et des terrains dénudés / semi-dénudés humides**



Source : Manuel de conception des ponceaux, MTQ (référence 3)

Le coefficient de réduction du débit de pointe ( $K_L$ ) utilisé dans le cadre de la présente étude est de 0,55 représentant une zone de rétention concentrée au voisinage des fossés ou cours d'eau avec un pourcentage de la superficie du bassin versant en lacs et terrains dénudés ou semi dénudés humides de 25 %.

### 3.5 Calcul des débits de pointe

La méthode rationnelle décrite précédemment est utilisée pour le calcul des débits de pointe.

Le tableau 3-3 présente les débits de pointe pour les fréquences d'occurrence de 1 :2 ans, 1 :25 ans et 1 :100 ans.

### 3.6 Calcul du débit moyen estival

Le débit moyen estival est calculé en multipliant le débit unitaire moyen estival de 0,28 L/s / ha, décrit à la section 2.3, par la superficie du bassin versant, en hectare.



|                                                                                                           |                                                                                                                                      |                                                 |            |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Conception hydraulique des cours d'eau</b><br><b>dans le bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |          |
|                                                                                                           |                                                                                                                                      | Rév                                             | Date       | Page     |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0002                                                                                                                | 00                                              | 12-août-09 | 10 de 24 |

Le tableau 3-3 présente aussi les débits moyens estivaux pour la conception des ouvrages.

**Tableau 3-3 Débits calculés pour les différents ouvrages hydrauliques**

| Ouvrages hydrauliques                         |                         | Débit moyen<br>estival<br>(m³/s) | Débit de pointe pour les crues<br>statistiques (m³/s) |           |            |
|-----------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------|------------|
|                                               |                         |                                  | 1 :2 ans                                              | 1 :25 ans | 1 :100 ans |
| Zone ouest                                    |                         |                                  |                                                       |           |            |
| Fossé de<br>dérivation                        | amont de la digue ouest | 0,09                             | 5,0                                                   | 9,1       | 11,1       |
|                                               | aval de la digue ouest  | 0,12                             | 6,5                                                   | 11,8      | 14,4       |
| Ponceau ouest (sous la route 113)             |                         | 0,12                             | 6,5                                                   | 11,8      | 14,4       |
| Zone est                                      |                         |                                  |                                                       |           |            |
| Canal de sortie                               |                         | 0,09                             | 3,6                                                   | 6,4       | 7,7        |
| Bassin de sédimentation                       |                         | 0,16                             | 6,1                                                   | 10,8      | 13,1       |
| Ponceau est (sous la route 113)               |                         | 0,16                             | 6,1                                                   | 10,8      | 13,1       |
| Zone sud                                      |                         |                                  |                                                       |           |            |
| Fossé de dérivation provisoire                |                         | 0,43                             | 14,5                                                  | 25,8      | 31,3       |
| Ponceau 1<br>(fossé de dérivation provisoire) |                         | 0,20                             | 7,7                                                   | 13,7      | 16,7       |
| Ponceau 2<br>(fossé de dérivation provisoire) |                         | 0,34                             | 12,8                                                  | 22,7      | 27,6       |
| Bassin de sédimentation                       |                         | 0,43                             | 14,5                                                  | 25,8      | 31,3       |
| Ruisseau Slam                                 |                         | 0,43                             | 14,5                                                  | 25,8      | 31,3       |

Il est à noter que les débits de pointe sont les débits totaux drainés vers les cours d'eau mais que les débits réels à l'intérieur des fossés seront moindres étant donné qu'une partie de ces débits sera laminée dans les plaines d'étalement prévues à certains endroits tels que décrits à la section 4.0.

Les débits de pointe d'une fréquence d'occurrence de 1 :100 ans sont utilisés pour la conception des ouvrages hydrauliques visés par les travaux correctifs du projet, alors que les débits de pointe d'une fréquence d'occurrence de 1 :2 ans sont utilisés pour la conception des ouvrages de dérivation provisoire.

|                                                                                                           |                                                                                                                                      |                                                 |            |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Conception hydraulique des cours d'eau</b><br><b>dans le bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |          |
|                                                                                                           |                                                                                                                                      | Rév                                             | Date       | Page     |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0002                                                                                                                | 00                                              | 12-août-09 | 11 de 24 |

Les débits de pointe d'une fréquence d'occurrence de 1 :2 ans et les débits moyens estivaux sont utilisés aux fins de végétalisation des cours d'eau pour identifier les zones d'écoulement suivantes :

- Zone d'écoulement sous la ligne des hautes eaux normales (lors de la crue d'une fréquence d'occurrence de 1 :2 ans) ;
- Zone d'écoulement sous la ligne des eaux normales estivales (débit moyen estival).

Les débits de pointe d'une fréquence d'occurrence de 1 :25 ans sont donnés pour information seulement.

|                                                                                                           |                                                                                                                                      |                                                 |            |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Conception hydraulique des cours d'eau</b><br><b>dans le bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |          |
|                                                                                                           |                                                                                                                                      | Rév                                             | Date       | Page     |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0002                                                                                                                | 00                                              | 12-août-09 | 12 de 24 |

#### 4.0 DESCRIPTION DES OUVRAGES HYDRAULIQUES

Les ouvrages hydrauliques faisant partie des travaux correctifs sont conçus à partir des données topographiques et, pour la plupart, à l'aide d'une modélisation hydraulique effectuée avec le logiciel HEC-RAS. Le logiciel HEC RAS permet de simuler le comportement hydraulique des cours d'eau. Les dimensions des ouvrages hydrauliques sont ajustées progressivement (largeur à la base, pentes des talus, pentes longitudinales et revêtement des fossés et canaux) afin d'obtenir les conditions d'écoulement souhaitées, c'est-à-dire entre autres d'obtenir des vitesses d'écoulement permettant la végétalisation de certains cours d'eau ou permettant de limiter les pertes de charges, et ainsi les niveaux d'eau à l'amont.

La conception hydraulique des ouvrages vise les activités suivantes :

- ❑ Dimensionner les fossés de dérivation permanente et provisoire;
- ❑ Dimensionner le ponceau du fossé de dérivation provisoire;
- ❑ Dimensionner le bassin de sédimentation en aval de la partie reprofilée du ruisseau Slam; et
- ❑ Dimensionner le canal de sortie de l'ancien bassin de polissage.

Il est à noter que les ponceaux de la route 113 ne sont pas touchés par le présent mandat et, par conséquent, qu'aucun dimensionnement n'a été effectué pour ces derniers. Seule la vérification sommaire de leur capacité actuelle a été effectuée en appliquant la méthode proposée par le ministère des Transports dans son Manuel de conception des ponceaux (référence 3).

Les sections suivantes décrivent les ouvrages hydrauliques par secteur. La figure 1 de l'**Annexe A** montre les différents ouvrages hydrauliques prévus lors des travaux correctifs.

#### 4.1 Zone ouest

Les travaux effectués dans la zone ouest comprennent les tronçons amont et aval du fossé de dérivation qui captera les eaux de ruissellement provenant des bassins versants situés au nord-ouest de l'ancien bassin de polissage.

##### 4.1.1 Fossé de dérivation

Le fossé de dérivation détounera les eaux de ruissellement du nord vers le sud jusqu'à la route 113 sur une longueur d'environ 1 600 mètres. Puisque la topographie est relativement plane dans ce secteur, le fossé profitera de la présence d'une plaine d'étalement du côté ouest, ce qui permet un certain laminage de la crue de conception, autant lors d'une pluie estivale que lors de la fonte des neiges au printemps. Le fossé a été conçu de façon à évacuer un débit de pointe correspondant à une crue d'une fréquence d'occurrence de 1 :100 ans.

Les résultats de la modélisation hydraulique du fossé de dérivation sont présentés à l'**Annexe A**.

|                                                                                                           |                                                                                                                                      |                                                 |            |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Conception hydraulique des cours d'eau</b><br><b>dans le bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |          |
|                                                                                                           |                                                                                                                                      | Rév                                             | Date       | Page     |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0002                                                                                                                | 00                                              | 12-août-09 | 13 de 24 |

#### Tronçon amont (nord)

Le débit de pointe considéré lors de la conception du tronçon aval est de 11,1 m³/s représentant les débits totaux drainés vers le cours d'eau et inclut le débit dans la plaine d'étalement. Le tronçon amont aura une pente longitudinale de 0,6 % sur une longueur de près de 900 mètres avec une largeur au radier de 2,5 mètres, des pentes latérales de 3H:1V maximum pour favoriser l'implantation de végétaux et une profondeur minimale de 2,0 mètres. Le tronçon amont du fossé de dérivation sera végétalisé pour minimiser l'érosion des talus. Pour ce faire, un ensemencement sera effectué sur l'ensemble des pentes exondées et des plantations de massifs d'arbustes et d'arbres seront mises en place de façon à couvrir environ 15 % de la surface totale d'aménagement. Les massifs seront disposés en alternance d'une rive à l'autre.

#### Tronçon aval (sud)

Le débit de pointe considéré lors de la conception du tronçon aval est de 14,4 m³/s représentant les débits totaux drainés vers le cours d'eau et inclut le débit dans la plaine d'étalement. Dans ce tronçon, la pente longitudinale sera relativement plane (0,1 %) sur une longueur de 670 mètres avec une largeur au radier de 3,5 mètres, des pentes latérales de 2H:1V et une profondeur minimale de 2,0 mètres. Le fond et les parois du tronçon aval du fossé de dérivation seront recouverts d'un enrochement de protection 100-200 mm afin d'assurer la pérennité des ouvrages.

La vue en plan, le profil longitudinal et des coupes-types du fossé de dérivation sont montrés au dessin 865866-9021-4GDD-0002 du Rapport de conception.

#### 4.1.2 Ponceau ouest (sous la route 113)

La capacité actuelle du ponceau ouest en place est évaluée à approximativement 0,9 m³/s pour un écoulement sans charge. Comme, après les travaux correctifs, il sera dérivé par ce ponceau une grande partie du bassin versant qui se drainait initialement vers le bassin de polissage, les débits de pointe se verront augmentés. Le débit de pointe lors d'une crue d'une fréquence d'occurrence de 1:25 ans au ponceau ouest sera de l'ordre de 11,8 m³/s.

Rappelons que la crue d'une fréquence d'occurrence de 1:25 ans correspond au critère du ministère des Transports pour une route nationale.

### 4.2 **Zone est**

Les travaux effectués dans la zone est comprennent un canal de sortie de l'ancien bassin de polissage. Un bassin de sédimentation conçu au cours des travaux correctifs d'urgence effectués à l'hiver 2008-2009 est déjà présent en aval de l'ancien bassin de polissage.

#### 4.2.1 Canal de sortie de l'ancien bassin de polissage

Le canal de sortie doit être capable d'évacuer le débit de pointe de conception correspondant à une crue d'une fréquence d'occurrence de 1:100 ans soit un débit de 7,7 m³/s. La largeur prévue au radier du canal de sortie sera variable (2 à 10 m), les pentes longitudinales seront de



|                                                                                                           |                                                                                                                                      |                                                 |            |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Conception hydraulique des cours d'eau</b><br><b>dans le bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |          |
|                                                                                                           |                                                                                                                                      | Rév                                             | Date       | Page     |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0002                                                                                                                | 00                                              | 12-août-09 | 14 de 24 |

l'ordre de 1 à 4 % et les pentes latérales seront de 2H :1V. Une partie du parement est du canal sera profilé selon l'affleurement rocheux présent sur le côté est. Un géotextile de séparation sera mis en place entre les résidus et un enrochement 100-200 mm dans la première partie du canal. Un enrochement de protection 150-300 mm sera mis en place au fond et sur les parois du canal dans sa partie plus abrupte (4 %). Au besoin, une zone de transition d'enrochement 100-200 mm sera mise en place entre le matériau en place et l'enrochement de protection pour satisfaire les critères de filtres. Un géotextile sera mis en place également si nécessaire

La vue en plan, le profil longitudinal et les coupes-types du canal de sortie sont montrés au dessin 865866-9021-4GDD-0003 du Rapport de conception.

Les résultats de la modélisation hydraulique du fossé de dérivation sont présentés à l'**Annexe A**.

#### 4.2.2 Bassin de sédimentation

Un bassin de sédimentation a déjà été aménagé à l'hiver 2008-2009 en amont de la route 113. Les travaux consistent donc essentiellement à reprofiler les pentes du bassin, à enlever les résidus dans ce secteur et à végétaliser le secteur pour assurer la prise de végétation. Les travaux sont illustrés au dessin 865866-9021-4GDD-0003 du Rapport de conception.

#### 4.2.3 Ponceau est (sous la route 113)

Suite à l'événement de l'été 2008, le ponceau est a été remplacé par deux ponceaux d'une capacité totale d'approximativement 3,5 m³/s sans charge. Sous les nouvelles conditions du site, c'est-à-dire sans laminage des crues au bassin de polissage, et malgré la diminution de la superficie du bassin versant les débits de pointe peuvent être maintenant plus grands. Avant la rupture de la digue Sud, l'effet de laminage était très important et diminuait considérablement le débit de pointe se retrouvant à ce ponceau. Le débit de pointe lors d'une crue d'une fréquence d'occurrence de 1 :25 ans au ponceau ouest sera maintenant de l'ordre de 10,8 m³/s.

Rappelons que la crue d'une fréquence d'occurrence de 1 :25 ans correspond au critère du ministère des Transports pour une route nationale.

### 4.3 **Zone sud**

Les travaux effectués dans la zone sud comprennent un fossé de dérivation provisoire et ses deux ponceaux associés ainsi qu'un bassin de sédimentation.

#### 4.3.1 Fossé de dérivation provisoire

Le fossé de dérivation temporaire sera aménagé pour faciliter les travaux d'excavation des résidus dans le ruisseau Slam. Ce fossé est montré au dessin 865866-9021-4GDD-0004 du Rapport de conception. Ce fossé permettra la dérivation des eaux du ruisseau Slam sur une distance d'environ 2 440 mètres. Le fossé est conçu afin de dériver un débit de pointe correspondant à une crue d'une fréquence d'occurrence de 1 :2 ans soit un débit total de 14,5 m³/s. Ce fossé aura une pente longitudinale de l'ordre de 0,1 à 0,5 %, une largeur au radier de 2 mètres, des pentes latérales de 2H :1V maximum et une profondeur minimale de 2 mètres.

|                                                                                                           |                                                                                                                                      |                                                 |            |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Conception hydraulique des cours d'eau</b><br><b>dans le bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |          |
|                                                                                                           |                                                                                                                                      | Rév                                             | Date       | Page     |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0002                                                                                                                | 00                                              | 12-août-09 | 15 de 24 |

Il est à noter qu'une fois que le bassin de sédimentation situé en aval des travaux sera construit (voir section 5.6), le fossé de dérivation temporaire sera redirigé vers ce bassin, tel qu'illustré au dessin 865866-9021-4GDD-0005 du Rapport de conception. La vue en plan, le profil longitudinal et une coupe-type du fossé de dérivation provisoire sont montrés au dessin 865866-9021-4GDD-0004 du Rapport de conception. L'axe définitif du fossé de dérivation temporaire et la pente longitudinale seront ajustés lors des travaux selon la topographie et les conditions réelles retrouvées sur le terrain.

Une digue temporaire sera aménagée dans le ruisseau Slam au point de coupure pour dériver les eaux vers le fossé de dérivation provisoire. Elle aura une hauteur minimale de 2 m et sera protégée avec une géomembrane et de l'enrochement. Le ruisseau Slam sera surexcavé en amont de la digue temporaire afin de réduire les vitesses à l'approche de la digue. Cette digue sera démantelée à la fin des travaux de végétalisation du ruisseau Slam.

#### 4.3.2 Ponceaux du fossé de dérivation provisoire

Un nouveau ponceau (ponceau 1) est prévu sur le parcours du fossé de dérivation provisoire. Le dimensionnement de ce ponceau est effectué à l'aide de la méthode du ministère des Transports (référence 3). Le ponceau 1 devra permettre le passage d'un débit de pointe correspondant à une crue d'une fréquence d'occurrence de 1 :2 ans soit un débit total de 7,7 m³/s. Pour rencontrer ce critère, deux possibilités de dimensionnement sont proposées pour le ponceau 1 soit un tuyau de tôle ondulée galvanisée (TTOG) d'un diamètre de 2,0 mètres ou deux TTOG d'un diamètre de 1,5 mètre.

Un ponceau existant est présent sur le parcours du fossé de dérivation provisoire. Ce ponceau (ponceau 2) est un TTOG et possède un diamètre de 1,8 mètre. Avec ce diamètre, la capacité du ponceau est de l'ordre de 6,6 m³/s ce qui ne rencontre pas le critère de conception du fossé de dérivation provisoire qui est de permettre le passage de la crue d'une fréquence d'occurrence de 1 :2 ans. Le débit de pointe à ce ponceau pour une fréquence d'occurrence de 1 :2 ans est de 12,8 m³/s.

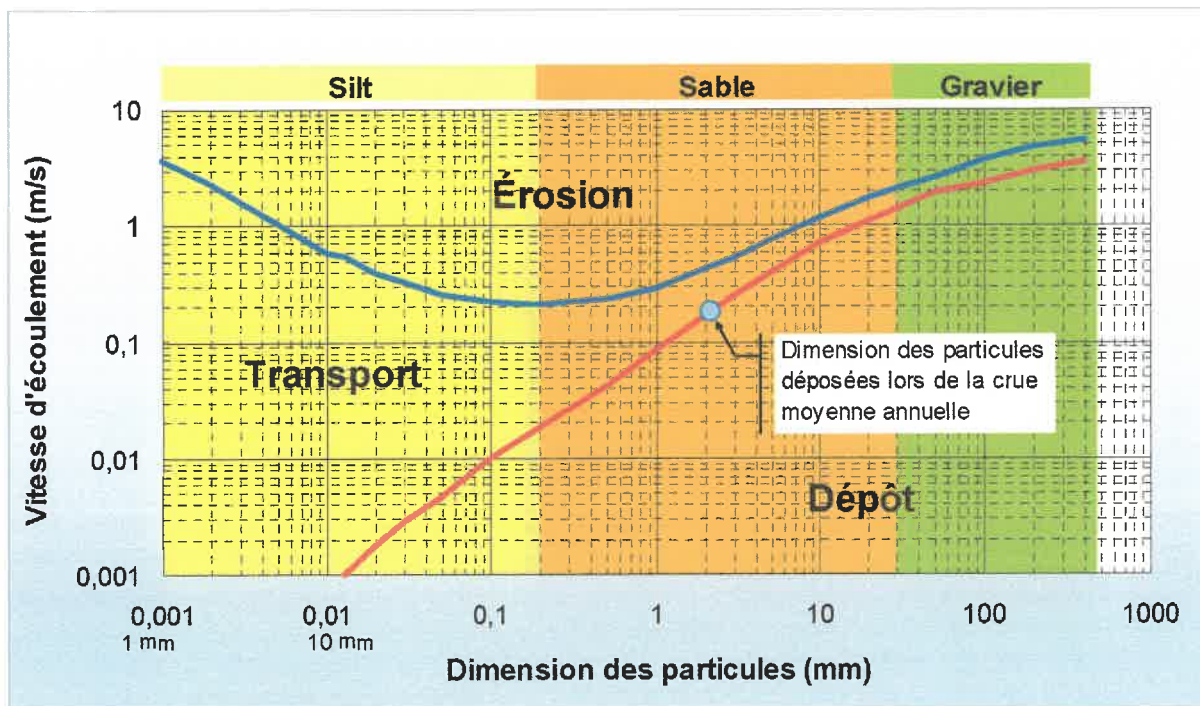
#### 4.3.3 Bassin de sédimentation

Un bassin de sédimentation est prévu dans le ruisseau Slam à l'aval de la dérivation provisoire afin de permettre le dépôt des particules transportées par les eaux de ruissellement lors des travaux correctifs. Ce bassin est montré au dessin 865866-9021-4GDD-0005 du Rapport de conception. Ce bassin sera conservé après les travaux et est par conséquent un ouvrage permanent.

Ce bassin sera aménagé sous le niveau du lit du ruisseau afin d'offrir une profondeur de 2 m disponible en tout temps et ses talus seront aménagés afin de résister à la crue d'une fréquence d'occurrence de 1 :100 ans, pour une profondeur totale de 3 m. La largeur de ce bassin est limitée par la largeur de la vallée à cet endroit. Une largeur de 25 m à la base est considérée, avec des pentes latérales dans le bassin de 2 H : 1 V, et des pentes latérales d'un minimum de 2 H : 1 V au-dessus du bassin dans la zone de crue afin de permettre la végétalisation des talus.

Lors de la crue moyenne annuelle (1 :2 ans), les vitesses d'écoulement ne dépasseront pas 0,2 m/s, ce qui permettra le dépôt de particule d'un diamètre de 2 mm. La figure 4-1 montre le diagramme d'Hjulström<sup>2</sup> sur lequel la vitesse d'écoulement lors de la crue moyenne annuelle et la dimension des particules qui pourront se déposer sont indiquées. Il est à noter que des particules plus fines pourront se déposer en dehors des périodes de pluie importante, et ces particules ne seront pas soulevées lors de la crue moyenne annuelle.

**Figure 4-1 Diagramme de Hjulström - dimension des particules transportées et déposées dans le bassin de sédimentation lors de la crue moyenne annuelle**



La longueur du bassin devra être d'au moins 20 mètres afin de permettre le dépôt des particules et d'offrir une aire d'accumulation.

#### 4.3.4 Ruisseau Slam

La conception hydraulique du reprofilage du ruisseau Slam et de ses plaines d'étalement dépendra du profil de terrain après enlèvement des résidus miniers répandus suite à la rupture de la digue Sud étant donné que la topographie originale du cours d'eau n'est pas connue. Les dimensions de ce cours d'eau seront estimées suite à l'enlèvement des résidus.

<sup>2</sup> Le diagramme de Hjulström permet de connaître l'activité d'un grain, à savoir s'il y a érosion, transport ou dépôt, en fonction de la vitesse d'écoulement dans le cours d'eau où il se trouve, et en fonction de sa taille.

|                                                                                                           |                                                                                                                                      |                                                 |            |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Conception hydraulique des cours d'eau</b><br><b>dans le bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |          |
|                                                                                                           |                                                                                                                                      | Rév                                             | Date       | Page     |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0002                                                                                                                | 00                                              | 12-août-09 | 17 de 24 |

## 5.0 SOMMAIRE DE LA CONCEPTION HYDRAULIQUE DES OUVRAGES

Le Tableau 5-1 présente le sommaire des résultats de la conception hydraulique des ouvrages visés par les travaux correctifs.

**Tableau 5-1 Sommaire des dimensions des ouvrages hydrauliques**

| <div>Ouvrages hydrauliques</div> <div>Dimensions</div> |                           | Zone ouest          |              | Zone est        | Zone sud                       |                              |                         |
|--------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------|--------------|-----------------|--------------------------------|------------------------------|-------------------------|
|                                                        |                           | Fossé de dérivation |              | Canal de sortie | Fossé de dérivation provisoire | Ponceau                      | Bassin de sédimentation |
|                                                        |                           | tronçon amont       | tronçon aval |                 |                                |                              |                         |
| Fossé, canal et bassin                                 | Base (m)                  | 2,5                 | 3,5          | 2,0 – 10,0      | 2,0                            | -                            | 25                      |
|                                                        | Hauteur minimale (m)      | 2,0                 | 2,0          | 2,1             | 2,0                            | -                            | 3                       |
|                                                        | Pente latérale (H : V)    | 3 : 1               | 2 : 1        | 2 : 1           | 2 : 1                          | -                            | 2 : 1                   |
|                                                        | Enrochement de protection | Végétalisé          | 100-200 mm   | 150-300 mm      | -                              | -                            | Végétalisé              |
| Ponceau                                                | Diamètre                  | -                   | -            | -               | -                              | 1 x 2,0 m<br>ou<br>2 x 1,5 m | -                       |
|                                                        | Matériau                  | -                   | -            | -               | -                              | TTOG                         | -                       |



|                                                                                                           |                                                                                                                                      |                                                 |            |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Conception hydraulique des cours d'eau</b><br><b>dans le bassin du ruisseau Slam</b> | Préparé par : A. Caron<br>Révisé par : A. Dumas |            |          |
|                                                                                                           |                                                                                                                                      | Rév                                             | Date       | Page     |
|                                                                                                           | 865866-9021-4HER-0002                                                                                                                | 00                                              | 12-août-09 | 18 de 24 |

## 6.0 RÉFÉRENCES

| N° | Titre                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Gouvernement du Québec, <i>Loi sur les forêts (L.R.Q. c. F4-1, a. 171), Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'État (c. F-4.1, r.7)</i> , Gazette officielle du Québec, Partie 2 – Règlements et autres actes, Québec, 26 juin 2009. |
| 2  | Ministère des Transports du Québec (MTQ), <i>Conception des ouvrages d'art, Collection Normes - Ouvrages routiers, Tome III - Ouvrages d'art, Guides et manuels techniques</i> , Québec, Canada, 30 janvier 2009.                                                     |
| 3  | Ministère des Transports du Québec (MTQ), <i>Manuel de conception des ponceaux, Guides et manuels techniques</i> , Québec, Canada, avril 2004.                                                                                                                        |
| 4  | SNC-Lavalin, <i>Travaux correctifs – Mine Opémiska, Critères pour la gestion des eaux. 865866-9021-4HEC-0001</i> , Québec, Canada, août 2009.                                                                                                                         |
| 5  | SNC-Lavalin, <i>Travaux correctifs – Mine Opémiska, Hydrologie du bassin du ruisseau Slam. 865866-9021-4HER-0001</i> , Québec, Canada, août 2009.                                                                                                                     |

A

## Résultats des calculs hydrauliques



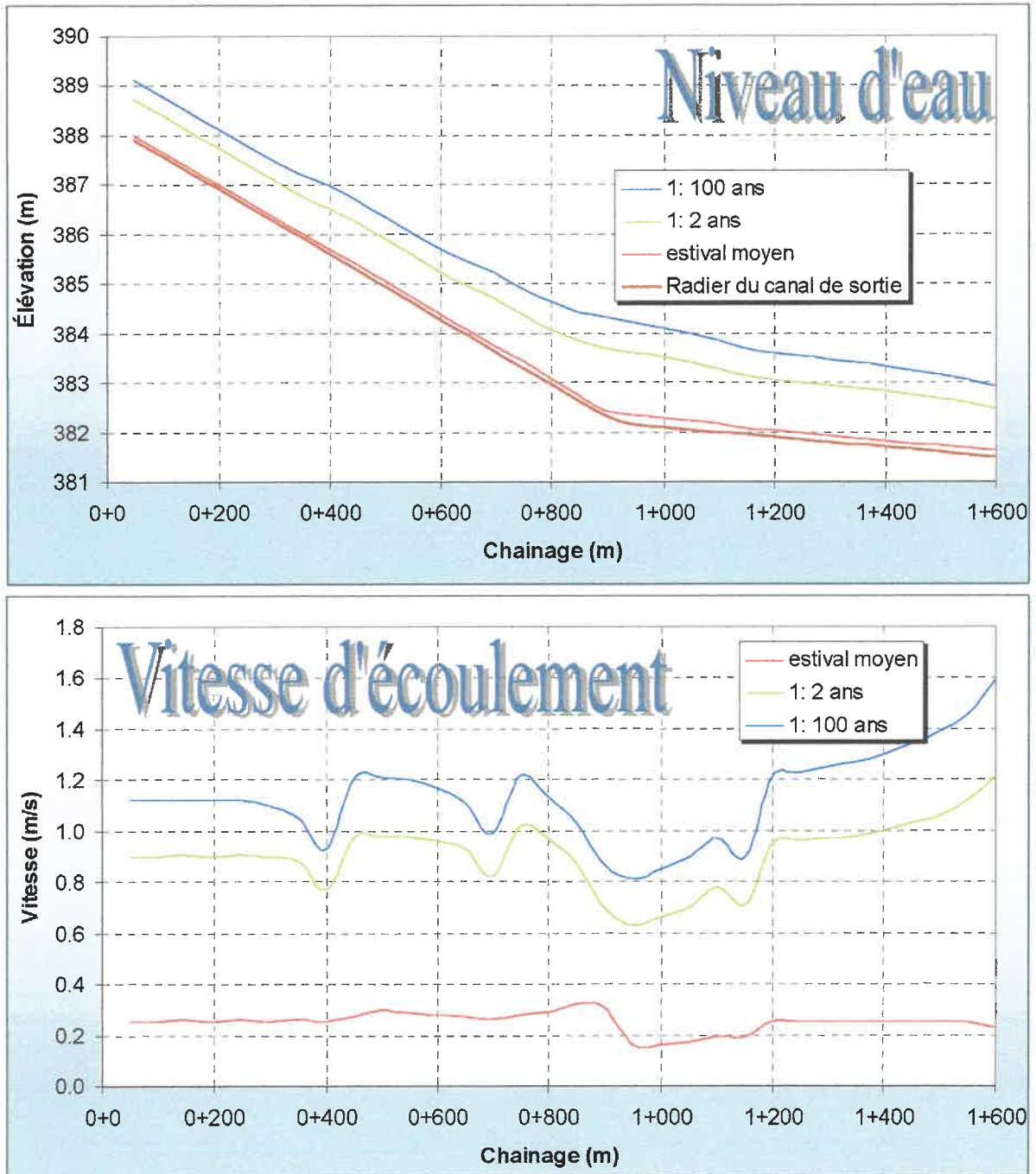
**SNC • LAVALIN**

# Modélisation hydraulique du fossé de dérivation

Tableau 1 Résultats de la modélisation hydraulique du fossé de dérivation

| Configuration                                  | D50<br>(mm) | L <sub>BASE</sub><br>(m)  | Pente<br>(%) | Prof.<br>(m)                                 | Chainage<br>(m) | Radier<br>(m) | H <sub>eau</sub> 100<br>ans<br>(m) | E <sub>eau</sub> 100<br>ans<br>(m) |
|------------------------------------------------|-------------|---------------------------|--------------|----------------------------------------------|-----------------|---------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Plaine d'étalement avec fossé végétalisé       | Végétalisé  | L <sub>BASE</sub> = 2,5 m | -0.7%        | Profondeur = 2,07 m + plaines d'étalement    | 0+50            | 387.920       | 1.21                               | 1.270                              |
|                                                |             |                           | -0.7%        |                                              | 0+100           | 387.590       | 1.21                               | 1.270                              |
|                                                |             |                           | -0.7%        |                                              | 0+150           | 387.260       | 1.21                               | 1.270                              |
|                                                |             |                           | -0.7%        |                                              | 0+200           | 386.930       | 1.21                               | 1.270                              |
|                                                |             |                           | -0.7%        |                                              | 0+250           | 386.600       | 1.21                               | 1.280                              |
|                                                |             |                           | -0.7%        |                                              | 0+300           | 386.270       | 1.22                               | 1.290                              |
|                                                |             |                           | -0.7%        |                                              | 0+350           | 385.940       | 1.26                               | 1.320                              |
|                                                |             |                           | -0.6%        |                                              | 0+400           | 385.610       | 1.37                               | 1.410                              |
|                                                |             |                           | -0.7%        |                                              | 0+450           | 385.290       | 1.39                               | 1.470                              |
|                                                |             |                           | -0.7%        |                                              | 0+500           | 384.960       | 1.39                               | 1.470                              |
|                                                |             |                           | -0.7%        |                                              | 0+550           | 384.630       | 1.40                               | 1.470                              |
|                                                |             |                           | -0.7%        |                                              | 0+600           | 384.300       | 1.42                               | 1.490                              |
|                                                |             |                           | -0.7%        |                                              | 0+650           | 383.970       | 1.47                               | 1.540                              |
|                                                |             |                           | -0.7%        |                                              | 0+700           | 383.640       | 1.58                               | 1.630                              |
|                                                |             |                           | -0.7%        |                                              | 0+750           | 383.310       | 1.60                               | 1.670                              |
|                                                |             |                           | -0.6%        |                                              | 0+800           | 382.980       | 1.67                               | 1.730                              |
|                                                |             |                           | -0.7%        |                                              | 0+850           | 382.660       | 1.78                               | 1.840                              |
|                                                |             |                           | -0.4%        |                                              | 0+900           | 382.330       | 1.98                               | 2.020                              |
|                                                |             |                           | -0.1%        |                                              | 0+950           | 382.150       | 2.07                               | 2.100                              |
|                                                |             |                           | -0.1%        |                                              | 1+000           | 382.100       | 2.01                               | 2.050                              |
|                                                |             |                           | -0.1%        |                                              | 1+050           | 382.050       | 1.94                               | 1.980                              |
|                                                |             |                           | -0.1%        |                                              | 1+100           | 382.000       | 1.84                               | 1.890                              |
|                                                |             |                           | -0.1%        |                                              | 1+150           | 381.950       | 1.75                               | 1.800                              |
| Plaine d'étalement -<br>Élargissement du fossé | D50 = 100   | L <sub>BASE</sub> = 3,5 m | -0.1%        | Profondeur = 1,75 m +<br>plaines d'étalement | 1+200           | 381.900       | 1.71                               | 1.790                              |
|                                                |             |                           | -0.1%        |                                              | 1+250           | 381.850       | 1.70                               | 1.780                              |
|                                                |             |                           | -0.1%        |                                              | 1+300           | 381.800       | 1.68                               | 1.760                              |
|                                                |             |                           | -0.1%        |                                              | 1+350           | 381.750       | 1.66                               | 1.740                              |
|                                                |             |                           | -0.1%        |                                              | 1+400           | 381.700       | 1.64                               | 1.720                              |
|                                                |             |                           | -0.1%        |                                              | 1+450           | 381.650       | 1.61                               | 1.700                              |
|                                                |             |                           | -0.1%        |                                              | 1+500           | 381.600       | 1.56                               | 1.660                              |
|                                                |             |                           | -0.1%        |                                              | 1+550           | 381.550       | 1.51                               | 1.620                              |
|                                                |             |                           | -0.1%        |                                              | 1+600           | 381.500       | 1.42                               | 1.550                              |

Figure 1 Résultats de la modélisation hydraulique du fossé de dérivation





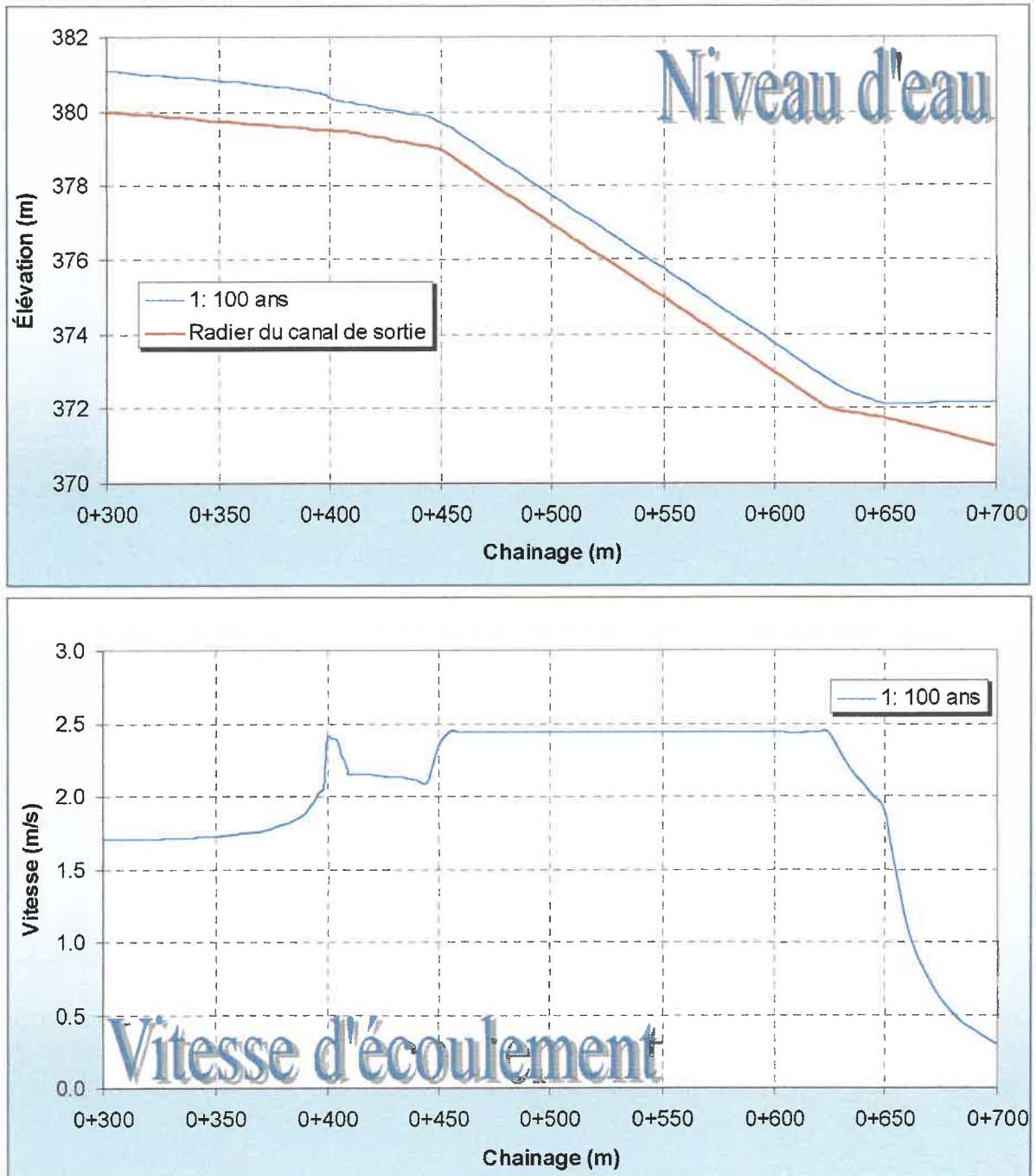
# Modélisation hydraulique du canal de sortie

Tableau 2 Résultats de la modélisation hydraulique du canal de sortie

| Configuration                                  | D50<br>(mm) | L <sub>BASE</sub><br>(m)                                    | Pente<br>(%) | Prof.<br>(m)                                   | Chainage<br>(m) | Radier<br>(m) | H <sub>eau</sub> 100<br>ans<br>(m) | E <sub>eau</sub> 100<br>ans<br>(m) |
|------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------------------|-----------------|---------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Plaine d'étalement avec petit fossé            | D50 = 150   | L <sub>BASE</sub> = 2 m (ou 1 m si en amont d'une jonction) | -0.5%        | Profondeur = 1 m + plaines d'étalement         | 0+300           | 380.000       | 1.09                               | 1.240                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+305           | 379.975       | 1.09                               | 1.235                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+310           | 379.950       | 1.09                               | 1.240                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+315           | 379.925       | 1.09                               | 1.235                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+320           | 379.900       | 1.09                               | 1.240                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+325           | 379.875       | 1.08                               | 1.235                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+330           | 379.850       | 1.09                               | 1.240                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+335           | 379.825       | 1.09                               | 1.235                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+340           | 379.800       | 1.09                               | 1.230                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+345           | 379.775       | 1.09                               | 1.235                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+350           | 379.750       | 1.08                               | 1.230                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+355           | 379.725       | 1.07                               | 1.235                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+360           | 379.700       | 1.08                               | 1.230                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+365           | 379.675       | 1.07                               | 1.225                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+370           | 379.650       | 1.07                               | 1.220                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+375           | 379.625       | 1.06                               | 1.215                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+380           | 379.600       | 1.05                               | 1.220                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+385           | 379.575       | 1.04                               | 1.205                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+390           | 379.550       | 1.02                               | 1.200                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+395           | 379.525       | 0.99                               | 1.185                              |
| Plaine d'étalement -<br>Élargissement du fossé | D50 = 220   | Transition                                                  | -0.5%        | Profondeur = 1 m + plaines d'étalement         | 0+396           | 379.520       | 0.98                               | 1.180                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+397           | 379.515       | 0.97                               | 1.175                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+398           | 379.510       | 0.96                               | 1.180                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+399           | 379.505       | 0.95                               | 1.175                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+400           | 379.500       | 0.86                               | 1.160                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+401           | 379.495       | 0.84                               | 1.145                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+402           | 379.490       | 0.84                               | 1.130                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+403           | 379.485       | 0.82                               | 1.115                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+404           | 379.480       | 0.81                               | 1.100                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+405           | 379.475       | 0.80                               | 1.085                              |
| Abaissement du<br>radier - transition          | D50 = 220   | Transition                                                  | -0.5%        | Profondeur = 1 m + plaines d'étalement         | 0+406           | 379.470       | 0.80                               | 1.070                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+407           | 379.465       | 0.80                               | 1.055                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+408           | 379.460       | 0.79                               | 1.050                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+409           | 379.455       | 0.80                               | 1.035                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+410           | 379.450       | 0.79                               | 1.030                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+415           | 379.394       | 0.79                               | 1.026                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+420           | 379.338       | 0.79                               | 1.022                              |
|                                                |             |                                                             | -0.5%        |                                                | 0+425           | 379.281       | 0.79                               | 1.029                              |
| Descent<br>e                                   | D50 = 220   | L <sub>BASE</sub> = 3 m                                     | -1.1%        | Convergence<br>(Plaine+fossé<br>jusqu'à fossé) | 0+430           | 379.225       | 0.79                               | 1.025                              |
|                                                |             |                                                             | -1.1%        |                                                | 0+435           | 379.169       | 0.79                               | 1.031                              |
|                                                |             |                                                             | -1.1%        |                                                | 0+440           | 379.112       | 0.80                               | 1.028                              |
|                                                |             |                                                             | -1.1%        |                                                | 0+445           | 379.056       | 0.80                               | 1.034                              |
|                                                |             |                                                             | -1.1%        |                                                | 0+450           | 379.000       | 0.74                               | 1.020                              |
|                                                |             |                                                             | -4.0%        |                                                | 0+455           | 378.800       | 0.77                               | 1.070                              |
|                                                |             |                                                             | -4.0%        |                                                | 0+460           | 378.600       | 0.77                               | 1.070                              |
| Descent<br>e                                   | D50 = 220   | L <sub>BASE</sub> = 3 m                                     | -4.0%        | Profond<br>eur =<br>1.1 m                      | 0+465           | 378.400       | 0.77                               | 1.070                              |
|                                                |             |                                                             | -4.0%        |                                                | 0+465           | 378.400       | 0.77                               | 1.070                              |

| Configuration                 | D50<br>(mm) | L <sub>BASE</sub><br>(m) | Pente<br>(%) | Prof.<br>(m)                                                   | Chainage<br>(m) | Radier<br>(m) | H <sub>eau 100</sub><br>ans<br>(m) | E <sub>eau 100</sub><br>ans<br>(m) |
|-------------------------------|-------------|--------------------------|--------------|----------------------------------------------------------------|-----------------|---------------|------------------------------------|------------------------------------|
|                               |             |                          | -4.0%        |                                                                | 0+470           | 378.200       | 0.77                               | 1.070                              |
|                               |             |                          | -4.0%        |                                                                | 0+475           | 378.000       | 0.77                               | 1.070                              |
|                               |             |                          | -4.0%        |                                                                | 0+480           | 377.800       | 0.77                               | 1.070                              |
|                               |             |                          | -4.0%        |                                                                | 0+485           | 377.600       | 0.77                               | 1.070                              |
|                               |             |                          | -4.0%        |                                                                | 0+490           | 377.400       | 0.77                               | 1.070                              |
|                               |             |                          | -4.0%        |                                                                | 0+495           | 377.200       | 0.77                               | 1.070                              |
|                               |             |                          | -4.0%        |                                                                | 0+500           | 377.000       | 0.77                               | 1.070                              |
|                               |             |                          | -4.0%        |                                                                | 0+505           | 376.800       | 0.77                               | 1.070                              |
|                               |             |                          | -4.0%        |                                                                | 0+510           | 376.600       | 0.77                               | 1.070                              |
|                               |             |                          | -4.0%        |                                                                | 0+515           | 376.400       | 0.77                               | 1.070                              |
|                               |             |                          | -4.0%        |                                                                | 0+520           | 376.200       | 0.77                               | 1.070                              |
|                               |             |                          | -4.0%        |                                                                | 0+525           | 376.000       | 0.77                               | 1.070                              |
|                               |             |                          | -4.0%        |                                                                | 0+530           | 375.800       | 0.77                               | 1.070                              |
|                               |             |                          | -4.0%        |                                                                | 0+535           | 375.600       | 0.77                               | 1.070                              |
|                               |             |                          | -4.0%        |                                                                | 0+540           | 375.400       | 0.77                               | 1.070                              |
|                               |             |                          | -4.0%        |                                                                | 0+545           | 375.200       | 0.77                               | 1.070                              |
|                               |             |                          | -4.0%        |                                                                | 0+550           | 375.000       | 0.77                               | 1.070                              |
|                               |             |                          | -4.0%        |                                                                | 0+555           | 374.800       | 0.77                               | 1.070                              |
|                               |             |                          | -4.0%        |                                                                | 0+560           | 374.600       | 0.77                               | 1.070                              |
|                               |             |                          | -4.0%        |                                                                | 0+565           | 374.400       | 0.77                               | 1.070                              |
|                               |             |                          | -4.0%        |                                                                | 0+570           | 374.200       | 0.77                               | 1.070                              |
|                               |             |                          | -4.0%        |                                                                | 0+575           | 374.000       | 0.77                               | 1.070                              |
|                               |             |                          | -4.0%        |                                                                | 0+580           | 373.800       | 0.77                               | 1.070                              |
|                               |             |                          | -4.0%        |                                                                | 0+585           | 373.600       | 0.77                               | 1.070                              |
|                               |             |                          | -4.0%        |                                                                | 0+590           | 373.400       | 0.77                               | 1.070                              |
|                               |             |                          | -4.0%        |                                                                | 0+595           | 373.200       | 0.77                               | 1.070                              |
|                               |             |                          | -4.0%        |                                                                | 0+600           | 373.000       | 0.77                               | 1.070                              |
|                               |             |                          | -4.0%        |                                                                | 0+605           | 372.800       | 0.77                               | 1.070                              |
|                               |             |                          | -4.0%        |                                                                | 0+610           | 372.600       | 0.77                               | 1.070                              |
|                               |             |                          | -4.0%        |                                                                | 0+615           | 372.400       | 0.77                               | 1.070                              |
|                               |             |                          | -4.0%        |                                                                | 0+620           | 372.200       | 0.77                               | 1.070                              |
| Élargis-<br>sment du<br>fossé |             | Transition               | -1.0%        | Profondeur = 1 m ou<br>jusqu'au niveau d'eau dans<br>le bassin | 0+625           | 372.000       | 0.77                               | 1.070                              |
|                               |             |                          | -1.0%        |                                                                | 0+630           | 371.950       | 0.63                               | 0.910                              |
|                               |             |                          | -1.0%        |                                                                | 0+635           | 371.900       | 0.54                               | 0.790                              |
|                               |             |                          | -1.0%        |                                                                | 0+640           | 371.850       | 0.48                               | 0.700                              |
| Raccord<br>bassin             | D50 = 150   | L = 10<br>ou plus        | -1.5%        |                                                                | 0+645           | 371.800       | 0.43                               | 0.630                              |
|                               |             |                          | -1.5%        |                                                                | 0+650           | 371.750       | 0.39                               | 0.580                              |
|                               |             |                          | -1.5%        |                                                                | 0+660           | 371.600       | 0.54                               | 0.600                              |
|                               |             |                          | -1.5%        |                                                                | 0+670           | 371.450       | 0.69                               | 0.720                              |
|                               |             |                          | -1.5%        |                                                                | 0+680           | 371.300       | 0.85                               | 0.860                              |
|                               |             |                          | -1.5%        |                                                                | 0+690           | 371.150       | 1.00                               | 1.010                              |
|                               |             |                          |              |                                                                | 0+700           | 371.000       | 1.15                               | 1.150                              |

Figure 2 Résultats de la modélisation hydraulique du canal de sortie



# B Figure



**SNC • LAVALIN**









**SNC • LAVALIN**

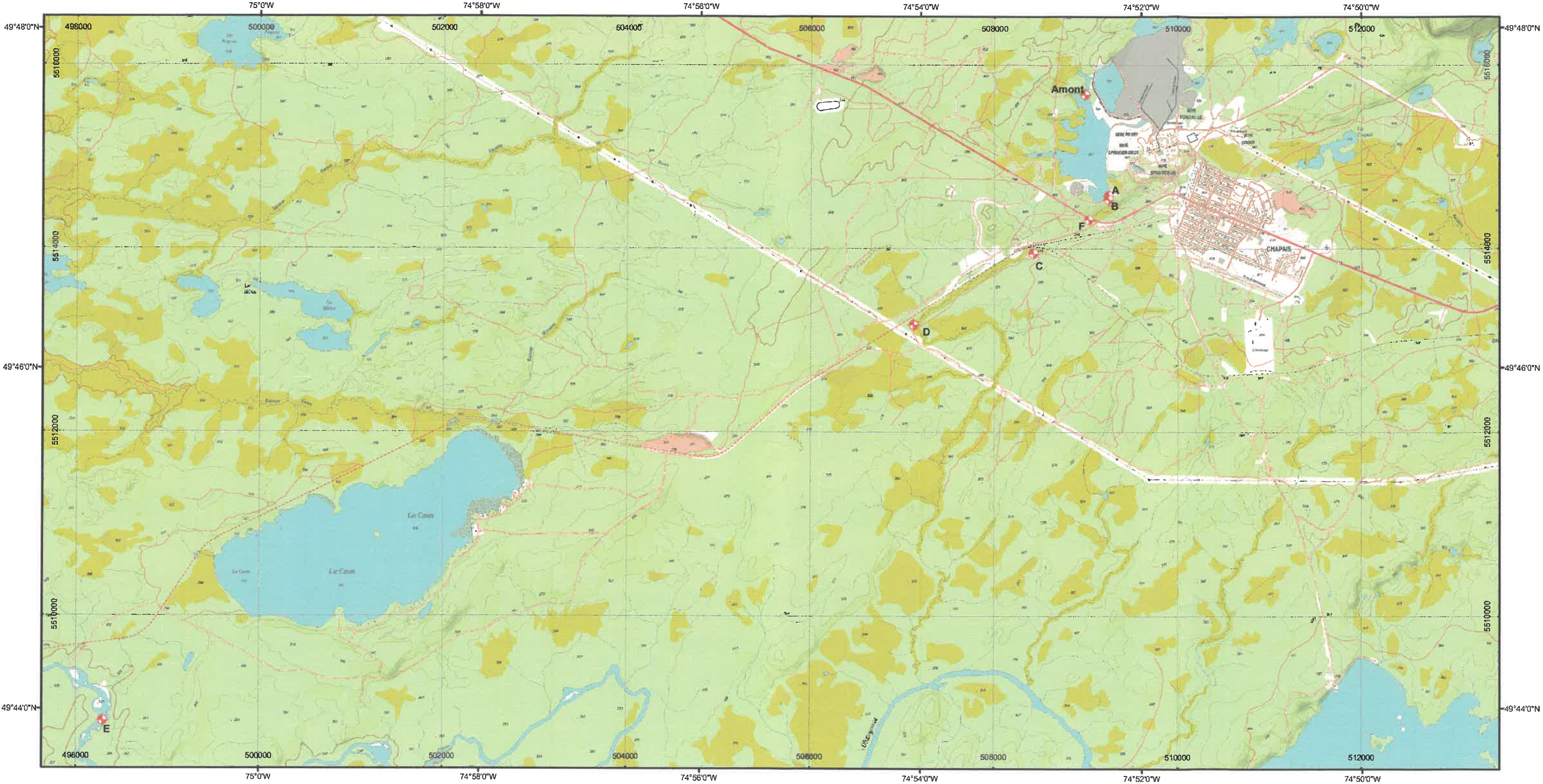
---

## **ANNEXE C**

### **Carte des stations d'échantillonnage – Suivi environnemental du ruisseau Slam**

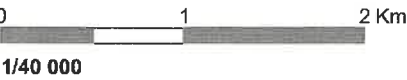


Carte des stations d'échantillonnage  
Suivi environnemental du ruisseau Slam - Site Opémiska - Chapa



**Station**  
A  
Point d'échantillonnage  
et identification

**Métadonnées**  
Surface de référence géodésique :      Ellipsoïde GRS 80  
Système de référence géodésique :      NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84  
Projection cartographique :      Mercator transverse universelle (MTU), fuseau 18





|                                                                                                           |                                                                                   |                                                    |           |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------|------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Géochimie des résidus miniers</b> | Préparé par : M. Paradis<br>Révisé par : D. Isabel |           |      |
|                                                                                                           |                                                                                   | Rév                                                | Date      | Page |
|                                                                                                           | 865866-9021-4EER-0001                                                             | 00                                                 | 3-sept-09 | I    |

**Titre du document :** GÉOCHIMIE DES RÉSIDUS MINIER

**Client :** MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE

**Projet :** TRAVAUX CORRECTIFS SUITE À LA RUPTURE DE LA DIGUE SUD DU BASSIN DE POLISSAGE DE LA MINE OPÉMISKA



*Préparé par :* Martine Paradis, ing., M.Sc.

53-54

*Révisé par :* Denis Isabel, ing., Ph.D., FIC

53-54

|                                                                                                           |                                                                                   |                                                    |           |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------|------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Géochimie des résidus miniers</b> | Préparé par : M. Paradis<br>Révisé par : D. Isabel |           |      |
|                                                                                                           |                                                                                   | Rév                                                | Date      | Page |
|                                                                                                           | 865866-9021-4EER-0001                                                             | 00                                                 | 3-sept-09 | II   |

#### LISTE DES RÉVISIONS APPORTÉES AU DOCUMENT

| Révision |      |      |              | Pages<br>révisées | Remarques                        |
|----------|------|------|--------------|-------------------|----------------------------------|
| #        | Par  | Rév. | Date         |                   |                                  |
| PA       | M.P. | D.I. | 15-juil-2009 |                   | Émis pour commentaires (interne) |
| PB       | M.P. | D.I. | 1-sept-2009  |                   | Émis pour commentaires (client)  |
| 00       | M.P. | D.I. | 3-sept-2009  |                   | Émission finale                  |
|          |      |      |              |                   |                                  |
|          |      |      |              |                   |                                  |
|          |      |      |              |                   |                                  |



|                                                                                                           |                                                                                  |                                                    |           |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------|------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMIKA</b><br><b>Géochimie des résidus miniers</b> | Préparé par : M. Paradis<br>Révisé par : D. Isabel |           |      |
|                                                                                                           |                                                                                  | Rév                                                | Date      | Page |
|                                                                                                           | 865866-9021-4EER-0001                                                            | 00                                                 | 3-sept-09 | III  |

## TABLE DES MATIÈRES

|                                                                     | <b>Page</b> |
|---------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1.0 INTRODUCTION.....                                               | 1           |
| 2.0 CAMPAGNE DE CARACTÉRISATION .....                               | 1           |
| 2.1 Échantillonnage des résidus miniers.....                        | 4           |
| 3.0 RÉSULTATS.....                                                  | 5           |
| 3.1 Résultats des analyses chimiques sur les résidus miniers .....  | 5           |
| 3.1.1 <i>Essais de lixiviation</i> .....                            | 5           |
| 3.1.2 <i>Résultats – Essais TCLP 1311</i> .....                     | 6           |
| 3.1.3 <i>Résultats – Essais SPLP 1312</i> .....                     | 6           |
| 3.1.4 <i>Résultats des bilans acide-base (essai statique)</i> ..... | 11          |
| 4.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....                             | 12          |
| 4.1 Conclusions.....                                                | 12          |
| 4.2 Recommandations .....                                           | 12          |
| 5.0 REFERENCES.....                                                 | 12          |

## LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A : Certificat d'analyses

## LISTE DES FIGURES

|            |                                                               |   |
|------------|---------------------------------------------------------------|---|
| Figure 2-1 | Localisation des sondages (secteur bassin de polissage) ..... | 2 |
| Figure 2-2 | Localisation des sondages (secteur ruisseau Slam) .....       | 3 |

## LISTE DES TABLEAUX

|             |                                                                                 |    |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 3-1 | Résultats des essais de lixiviation des résidus miniers.....                    | 7  |
| Tableau 3-2 | Résultats des bilans acides bases (EPA) effectués sur les résidus miniers ..... | 10 |
| Tableau 3-3 | Paramètres et significations pour l'interprétation de bilan acide-base .....    | 11 |

|                                                                                                           |                                                                           |                                                    |           |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Géochimie des résidus</b> | Préparé par : M. Paradis<br>Révisé par : D. Isabel |           |         |
|                                                                                                           |                                                                           | Rév                                                | Date      | Page    |
|                                                                                                           | 865866-9021-4EER-0001                                                     | 00                                                 | 3-sept-09 | 1 de 13 |

## 1.0 INTRODUCTION

Suite à la rupture de la digue à la mine Opémiska, le bassin de polissage a été vidé de son eau et une quantité de résidus miniers s'est retrouvée dans le ruisseau Slam en aval du bassin de polissage. Les résidus miniers du bassin sont maintenant exposés à l'air. Des travaux correctifs sont entrepris afin de contrôler l'érosion des résidus dans le bassin et de nettoyer le ruisseau des résidus miniers.

La présente note technique présente les résultats de l'investigation géochimique des résidus miniers de la mine Opémiska. Cette investigation a pour objectif de compléter l'information disponible au niveau de la géochimie des résidus miniers.

Une première campagne de caractérisation a été effectuée suite à la rupture de la digue en 2008 (SLI 2008<sup>1</sup>). Cette caractérisation préliminaire a permis d'établir une première évaluation de l'impact environnemental des résidus miniers d'Opémiska. Principalement, quatre échantillons ont été prélevés et analysés pour :

- Les essais de lixiviation (TCLP, SPLP et CTEU-9) ;
- Les essais statiques (PGA) ;
- L'analyse granulométrique ;
- Certains métaux et métalloïdes, autres composés inorganiques, les hydrocarbures pétroliers HPC<sub>10</sub>-C<sub>50</sub> de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* (PPSRTC).

Pour compléter ces analyses et résultats, une campagne plus exhaustive et répondant aux recommandations du ministère de l'Environnement concernant la prévision du potentiel de génération d'acide a été réalisée en 2009.

## 2.0 CAMPAGNE DE CARACTÉRISATION

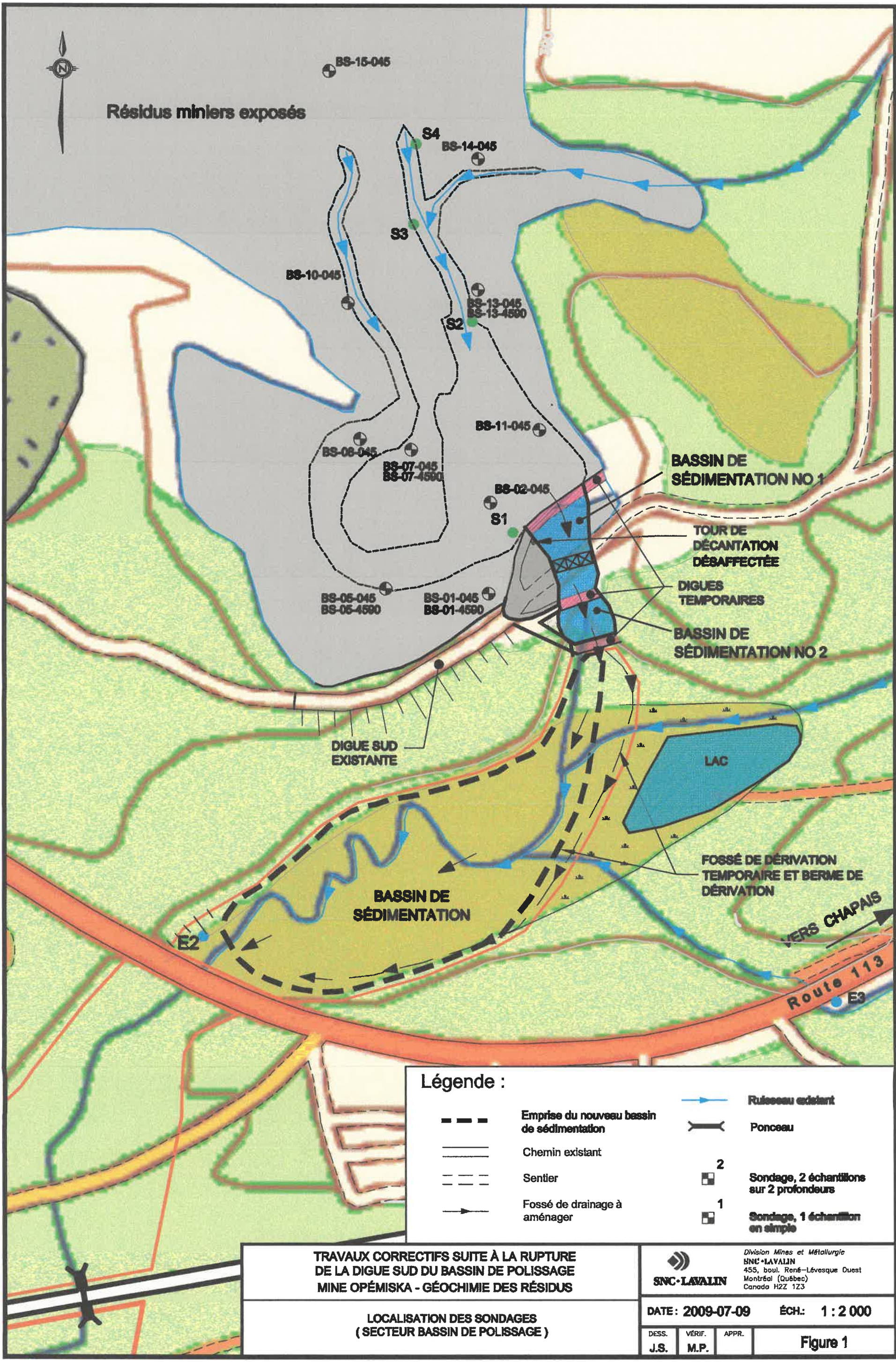
La campagne de caractérisation géochimique des résidus miniers a eu lieu le 2 juillet 2009 pour les résidus miniers logés dans le ruisseau Slam et les 8 et 9 juillet 2009 pour les résidus miniers dans le bassin de polissage.

Les échantillons ont été prélevés par MM, Alain Hébert et Nicolas Lemieux lors de leur visite de terrain du 2 juillet dans le secteur du ruisseau, et par M, Dave Duchesne pour les échantillons pris à même le bassin de polissage les 8 et 9 juillet 2009.

<sup>1</sup> SLI, 2008. Impacts environnementaux causés par la rupture de la digue retenant les résidus miniers Opémiska à Chapais, Plan d'intervention d'urgence Mine Opémiska, 020183-1000-4GER-0001. Août 2008.

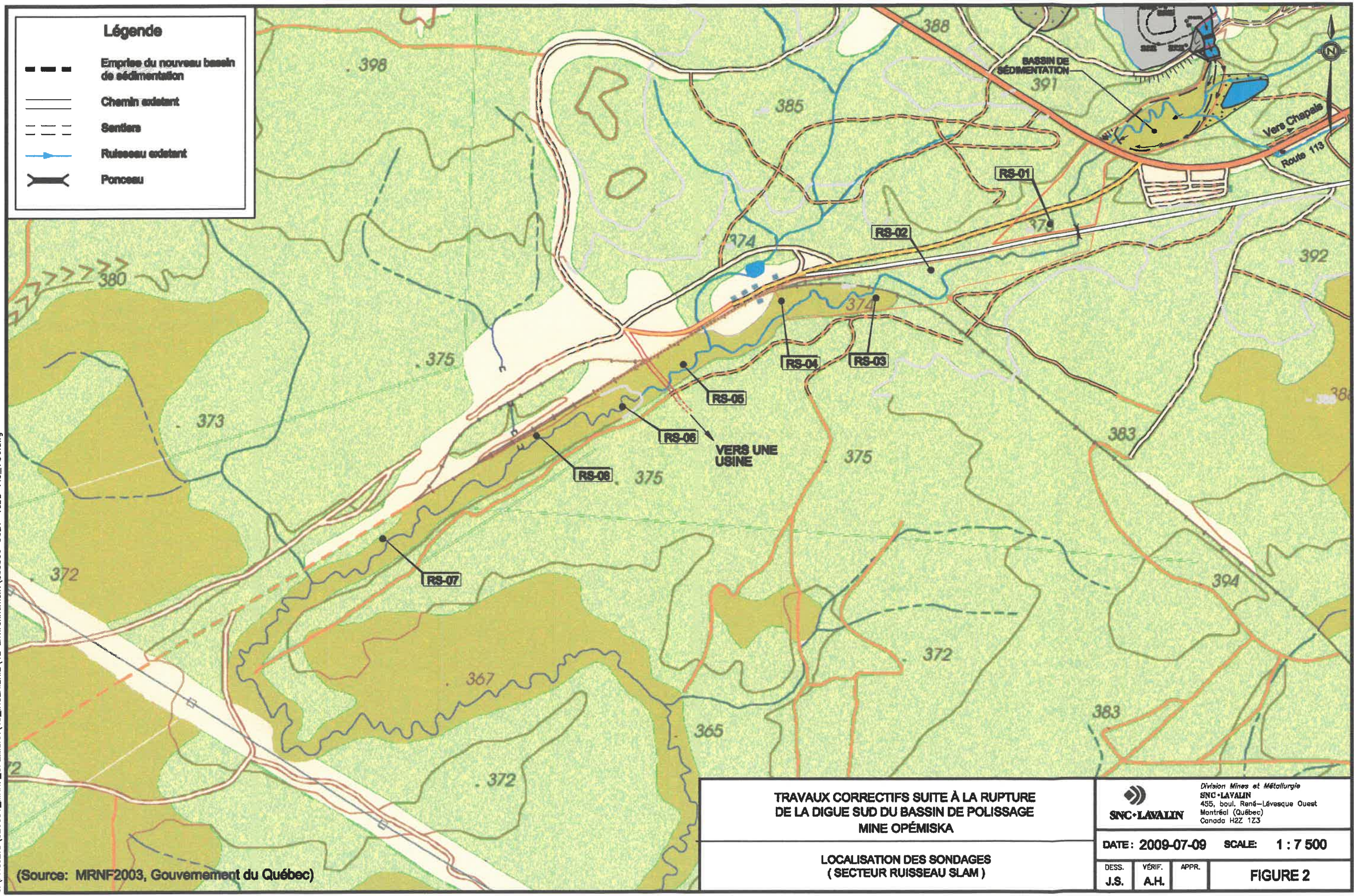


S:\PROJETS\020631\_MRN\OPEMISKA\40\_INGENIERIE\4E Environnement\865866-9021-40DD-FIG\_1@6.dwg





S:\PROJETS\020631\_MRN\_F\_OPEMISKA\40\_INGENIERIE\4E\_Environnement\865866-9021-4GDD-FIG\_1@6.dwg



(Source: MRNF2003, Gouvernement du Québec)

TRAVAUX CORRECTIFS SUITE À LA RUPTURE  
DE LA DIGUE SUD DU BASSIN DE POLISSAGE  
MINE OPÉMISKA

LOCALISATION DES SONDAGES  
( SECTEUR RUISSEAU SLAM )

 Division Mines et Métallurgie  
**SNC-LAVALIN**  
455, boul. René-Lévesque Ouest  
Montréal (Québec)  
Canada H2Z 1Z3

DATE : 2009-07-09    SCALE: 1 : 7 500

|       |        |       |
|-------|--------|-------|
| DESS. | VÉRIF. | APPR. |
| J.S.  | A.H.   |       |

FIGURE 2



|                                                                                                           |                                                                          |                                                    |           |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMIKA</b><br><b>Géochimie des résidus</b> | Préparé par : M. Paradis<br>Révisé par : D. Isabel |           |         |
|                                                                                                           |                                                                          | Rév                                                | Date      | Page    |
|                                                                                                           | 865866-9021-4EER-0001                                                    | 00                                                 | 3-sept-09 | 4 de 13 |

## 2.1 Échantillonnage des résidus miniers

La localisation des échantillons sur le terrain a été déterminée de façon à couvrir principalement la partie sud du bassin de polissage, soit là où les résidus sont les plus épais et où un recouvrement sera mis sur les résidus miniers, ainsi que le secteur du ruisseau ayant reçu le plus de résidus (soit à partir du bassin de polissage jusqu'à l'intersection du ruisseau avec la ligne électrique). La figure 1 montre la localisation des échantillons prélevés dans le bassin de polissage et la figure 2 montre la localisation des échantillons pris dans le ruisseau.

Le nombre d'échantillons de résidus à prélever pour bien représenter le secteur dépend du volume de résidus miniers dans le bassin de polissage et dans la rivière. Il a été évalué préliminairement qu'environ 50 000 m<sup>3</sup> de résidus miniers se sont répandus en aval du bassin de polissage suite à la rupture de la digue sud (SLI, 2008). Puis, avec les données disponibles (SLI, 2008) sur l'étendue et l'épaisseur moyenne des résidus miniers, le volume de résidus miniers dans le bassin de polissage a été estimé à approximativement 120 000 m<sup>3</sup> pour la partie sud du bassin de polissage qui sera recouverte et à près de 1 000 000 m<sup>3</sup> pour le bassin de polissage en entier. Une densité des résidus miniers de 1,6 tonnes/m<sup>3</sup> a été utilisée pour les fins d'estimation de la masse.

Le nombre d'échantillons prélevés a été choisi selon les recommandations du ministère de l'Environnement dans son *Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai*. Le nombre d'échantillons recommandé pour les essais statiques préliminaires (Price & Errington, 1997) pour l'évaluation du drainage minier acide est de 26 pour une masse de l'unité géologique entre 100 000 et 1 000 000 tonnes. Selon les données disponibles, cette intervalle de masse représente de façon raisonnable le volume évalué de résidus miniers dans la partie sud du bassin de polissage, le ruisseau, et probablement pour tout le bassin de polissage en entier.

Un nombre total de 26 échantillons a donc été prélevé lors des campagnes 2008 et 2009. Parmi cela, huit échantillons ont été pris dans le secteur du ruisseau et 18 échantillons ont été pris dans le secteur du bassin de polissage, soit 4 en 2008 et 14 en 2009. Les échantillons ont été prélevés selon les méthodes du *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales*.

À certains endroits où l'épaisseur des résidus miniers semblait plus importante, les échantillons ont été pris à deux profondeurs différentes, soit un échantillon en surface (0-45 cm) et un autre échantillon à une profondeur de 45 à 90 cm.

Les analyses qui sont réalisées sur chacun des échantillons concernant la prévision du potentiel de génération d'acide des résidus miniers, tels que définis dans le *Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai* du ministère de l'Environnement sont :

- Des essais statiques EPA-600 (au minimum 26 échantillons) ;
- Des essais cinétiques (2 échantillons) ;

|                                                                                                           |                                                                           |                                                    |           |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Géochimie des résidus</b> | Préparé par : M. Paradis<br>Révisé par : D. Isabel |           |         |
|                                                                                                           |                                                                           | Rév                                                | Date      | Page    |
|                                                                                                           | 865866-9021-4EER-0001                                                     | 00                                                 | 3-sept-09 | 5 de 13 |

- Des essais de lixiviation pour l'évaluation de la mobilité des espèces inorganiques, soit les essais TCLP EPA 1311 et SPLP EPA 1312 (au minimum 26 échantillons),

Toutes les analyses sont réalisées au laboratoire *SGS Environmental Services* en Ontario pour les échantillons prélevés en 2009. Les échantillons prélevés en 2008 ont été analysés au laboratoire Multilab direct et en sous-traitance à l'URSTM pour les essais statiques du potentiel de génération d'acide.

Parmi tous les échantillons analysés, deux échantillons seront sélectionnés pour effectuer des essais cinétiques afin de représenter le scénario de drainage minier acide. Les essais cinétiques se dérouleront sur 20 semaines consécutives et permettront d'obtenir un suivi du pH, de la conductivité, de l'alcalinité, de l'acidité, des sulfates et des métaux (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Sr, Ti, Tl, U, V, W, Y et Zn). Les essais suivants seront réalisés avant et après les essais standards en cellule humide sur les résidus miniers :

- Un essai statique EPA 600 ;
- Une analyse minéralogique quantitative par diffraction des rayons-X (DRX), couplée à la méthode Rietveld pour aider à l'interprétation des résultats de l'essai cinétique et identifier la minéralogie des résidus miniers ;
- Une analyse des métaux par digestion d'acide fort selon la méthode ICP-MS/OES,

Les résultats des essais cinétiques feront l'objet d'une note technique distincte une fois les essais terminés.

### 3.0 RÉSULTATS

#### 3.1 Résultats des analyses chimiques sur les résidus miniers

Les résultats des essais de lixiviation SPLP et TCLP ainsi que les résultats des bilans acide-base sont présentés aux tableaux 3-1 et 3-2.

##### 3.1.1 Essais de lixiviation

Les essais de lixiviation sont menés afin d'estimer le potentiel de migration des métaux contenus dans les résidus miniers. Cinquante-six tests de lixiviation ont été réalisés selon le protocole MA. 100 – Lix.com.1.0 du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ, 2006), soit :

- Lixiviation pour l'évaluation de la mobilité des espèces inorganiques (TCLP, EPA 1311) pour tous les échantillons ;
- Lixiviation pour simuler les pluies acides (SPLP, EPA 1312) pour tous les échantillons ;
- Lixiviation à l'eau pour déterminer la concentration des espèces inorganiques susceptibles d'être lixiviées en contact avec l'eau (CTEU-9 leach) pour les quatre échantillons prélevés en 2008,

|                                                                                                           |                                                                           |                                                    |           |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Géochimie des résidus</b> | Préparé par : M. Paradis<br>Révisé par : D. Isabel |           |         |
|                                                                                                           |                                                                           | Rév                                                | Date      | Page    |
|                                                                                                           | 865866-9021-4EER-0001                                                     | 00                                                 | 3-sept-09 | 6 de 13 |

Selon la Directive 019, les résidus miniers doivent être caractérisés en fonction de leur potentiel de lixiviation des métaux avec l'essai de lixiviation TCLP.

Les résultats ne sont pas une prédiction de ce qui va se lixivier sur le terrain, mais démontrent plutôt la capacité théorique des échantillons à lixivier des métaux. Les résultats sont comparés aux critères de la Directive 019 pour identifier les résidus miniers à risques élevés et aux critères de résurgence dans les eaux de surface ou infiltration dans les égouts (*RESIE*) de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* pour identifier les résidus miniers lixiviables.

### 3.1.2 Résultats – Essais TCLP 1311

Aucun échantillon ne dépasse les critères de la Directive 019 pour les résidus miniers à risques élevés pour l'essai TCLP 1311.

De manière générale, les résultats de l'essai TCLP 1311 excèdent le critère RESIE, soit presque tous les échantillons (24/26) pour le cadmium, le cuivre (26/26), le manganèse (24/26) et le zinc (25/26). De façon moins fréquente, d'autres métaux montrent des dépassements au critère RESIE, soit pour le cobalt (8/26), le chrome (4/26), le nickel (3/26), le plomb (2/26) et l'aluminium (7/26).

Les résultats d'analyses plus complets avec tous les métaux sont présentés au tableau 3.1.

### 3.1.3 Résultats – Essais SPLP 1312

Aucun échantillon ne dépasse les critères de la Directive 019 pour les résidus miniers à risques élevés pour l'essai SPLP 1312.

De manière générale, les résultats de l'essai SPLP 1312 excèdent le critère RESIE, soit tous les échantillons pour le cuivre (26/26) et de façon moins fréquente pour le mercure (4/26), le zinc (6/26) et l'aluminium (10/26).

Les résultats d'analyses plus complets avec tous les métaux sont présentés au tableau 3.1.

Les résultats de l'essai CTEU-9 ont été réalisés sur les quatre échantillons pris en 2008 et sont discutés dans la note technique de SLI (2008).

Les résidus miniers de la mine Opémiska sont donc lixiviables pour le cadmium, le cobalt, le chrome, le cuivre, le manganèse, le mercure, le nickel, le zinc, le plomb et l'aluminium mais ne sont pas des résidus miniers à risques élevés selon les critères de la Directive 019.

**Tableau 3-1 Résultats des essais de lixiviation des résidus miniers**

| No.<br>d'éch. | Méthode | Sb     | Ag       | As     | Ba    | Cd       | Co       | Cr      | Cu     | Sn      | Mn     | Hg      | Mo      | Ni     | Se     | Zn    | Pb      | Al     |
|---------------|---------|--------|----------|--------|-------|----------|----------|---------|--------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|-------|---------|--------|
|               |         | mg/l   | mg/l     | mg/l   | mg/l  | mg/l     | mg/l     | mg/l    | mg/l   | mg/l    | mg/l   | mg/l    | mg/l    | mg/l   | mg/l   | mg/l  | mg/l    | mg/l   |
| RS1           | TCLP    | 0,0023 | <0,00001 | 0,0093 | 1,93  | 0,00404  | 0,0591   | 0,0054  | 0,0939 | 0,00002 | 5,29   | <0,0001 | 0,0106  | 0,219  | 0,003  | 1,37  | 0,0116  | 0,421  |
|               | SPLP    | 0,0023 | 0,00154  | 0,0082 | 0,592 | 0,000158 | 0,00878  | 0,0036  | 0,875  | 0,00040 | 0,127  | <0,0001 | 0,0591  | 0,0103 | 0,004  | 0,199 | 0,00771 | 3,57   |
| RS2           | TCLP    | 0,0019 | 0,00001  | 0,0079 | 1,64  | 0,00853  | 0,0918   | 0,0108  | 0,970  | 0,00001 | 7,65   | <0,0001 | 0,00528 | 0,235  | 0,002  | 1,64  | 0,0158  | 0,478  |
|               | SPLP    | 0,0025 | 0,00150  | 0,0093 | 0,571 | 0,000172 | 0,00755  | 0,0034  | 0,915  | 0,00044 | 0,139  | <0,0001 | 0,0830  | 0,0118 | 0,003  | 0,155 | 0,00692 | 3,46   |
| RS3           | TCLP    | 0,0021 | <0,00001 | 0,0084 | 1,69  | 0,00563  | 0,0863   | 0,0029  | 0,106  | 0,00006 | 5,61   | <0,0001 | 0,0166  | 0,168  | 0,003  | 1,31  | 0,00673 | 0,229  |
|               | SPLP    | 0,0017 | 0,00021  | 0,0034 | 0,435 | 0,000061 | 0,00160  | 0,0010  | 0,106  | 0,00009 | 0,0324 | <0,0001 | 0,0722  | 0,0024 | 0,004  | 0,115 | 0,00155 | 0,882  |
| RS4           | TCLP    | 0,0017 | <0,00001 | 0,0100 | 1,48  | 0,00393  | 0,0759   | 0,0135  | 0,275  | 0,00002 | 5,70   | <0,0001 | 0,00479 | 0,179  | <0,001 | 1,60  | 0,0207  | 0,915  |
|               | SPLP    | 0,0019 | 0,00129  | 0,0180 | 0,563 | 0,000148 | 0,00797  | 0,0038  | 0,775  | 0,00040 | 0,152  | <0,0001 | 0,0513  | 0,0114 | 0,002  | 0,158 | 0,00715 | 3,62   |
| RS5           | TCLP    | 0,0029 | <0,00001 | 0,0087 | 1,55  | 0,00807  | 0,118    | 0,0036  | 0,308  | 0,00004 | 5,50   | <0,0001 | 0,0121  | 0,179  | 0,003  | 1,62  | 0,00837 | 0,478  |
|               | SPLP    | 0,0024 | 0,00015  | 0,0039 | 0,408 | 0,000062 | 0,00138  | 0,0010  | 0,0787 | 0,00010 | 0,0282 | <0,0001 | 0,0777  | 0,0023 | 0,002  | 0,114 | 0,00162 | 0,833  |
| RS6           | TCLP    | 0,0028 | <0,00001 | 0,0088 | 1,52  | 0,0136   | 0,136    | 0,0026  | 0,822  | 0,00005 | 5,57   | <0,0001 | 0,0116  | 0,133  | 0,002  | 1,96  | 0,00588 | 0,284  |
|               | SPLP    | 0,0027 | 0,00043  | 0,0042 | 0,449 | 0,000093 | 0,00228  | 0,0011  | 0,236  | 0,00009 | 0,0352 | <0,0001 | 0,0887  | 0,0026 | 0,002  | 0,152 | 0,00244 | 0,969  |
| RS7           | TCLP    | 0,0015 | <0,00001 | 0,0100 | 1,64  | 0,00376  | 0,0985   | 0,0094  | 0,185  | 0,00003 | 4,28   | <0,0001 | 0,00373 | 0,165  | 0,002  | 1,56  | 0,0178  | 1,87   |
|               | SPLP    | 0,0015 | 0,00088  | 0,0217 | 0,562 | 0,000092 | 0,005601 | 0,0026  | 0,537  | 0,00034 | 0,0934 | <0,0001 | 0,0311  | 0,0063 | 0,002  | 0,183 | 0,00572 | 2,15   |
| RS8           | TCLP    | 0,0014 | 0,00001  | 0,0141 | 1,74  | 0,00554  | 0,167    | 0,0081  | 0,205  | 0,00011 | 6,01   | <0,0001 | 0,00320 | 0,183  | 0,001  | 1,98  | 0,0165  | 2,29   |
|               | SPLP    | 0,0011 | 0,00076  | 0,0198 | 0,561 | 0,000090 | 0,00457  | 0,0021  | 0,435  | 0,00021 | 0,0831 | <0,0001 | 0,0396  | 0,0051 | 0,002  | 0,181 | 0,00460 | 1,85   |
| BS-OP-01-045  | TCLP    | 0,0014 | 0,00001  | 0,0051 | 0,806 | 0,00863  | 0,145    | 0,0053  | 3,44   | 0,00004 | 6,36   | <0,0001 | 0,00417 | 0,114  | 0,003  | 2,01  | 0,00840 | 0,488  |
|               | SPLP    | 0,0015 | 0,00010  | 0,0012 | 0,208 | 0,000051 | 0,000413 | <0,0005 | 0,0121 | 0,00002 | 0,0148 | <0,0001 | 0,0936  | 0,0013 | 0,003  | 0,030 | 0,00013 | 0,0302 |
| BS-OP-01-4590 | TCLP    | 0,0025 | 0,00001  | 0,0059 | 1,31  | 0,00489  | 0,0844   | 0,0060  | 0,473  | 0,00002 | 6,81   | <0,0001 | 0,00574 | 0,120  | 0,002  | 1,61  | 0,00920 | 0,344  |
|               | SPLP    | 0,0028 | 0,00015  | 0,0021 | 0,300 | 0,000038 | 0,000697 | <0,0005 | 0,0497 | 0,00009 | 0,0151 | <0,0001 | 0,0667  | 0,0015 | 0,003  | 0,051 | 0,00057 | 0,290  |



| No.<br>d'éch. | Méthode | Sb     | Ag       | As     | Ba    | Cd       | Co       | Cr      | Cu     | Sn      | Mn     | Hg      | Mo      | Ni     | Se     | Zn    | Pb      | Al     |
|---------------|---------|--------|----------|--------|-------|----------|----------|---------|--------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|-------|---------|--------|
|               |         | mg/l   | mg/l     | mg/l   | mg/l  | mg/l     | mg/l     | mg/l    | mg/l   | mg/l    | mg/l   | mg/l    | mg/l    | mg/l   | mg/l   | mg/l  | mg/l    | mg/l   |
| BS-OP-02-045  | TCLP    | 0,0020 | 0,00001  | 0,0050 | 0,959 | 0,00736  | 0,128    | 0,0077  | 3,48   | 0,00001 | 7,52   | <0,0001 | 0,00578 | 0,129  | 0,002  | 1,91  | 0,0205  | 0,621  |
|               | SPLP    | 0,0023 | 0,00009  | 0,0022 | 0,232 | 0,000063 | 0,000487 | <0,0005 | 0,0330 | 0,00007 | 0,0299 | <0,0001 | 0,127   | 0,0014 | 0,003  | 0,034 | 0,00042 | 0,124  |
| BS-OP-05-045  | TCLP    | 0,0027 | <0,00001 | 0,0067 | 1,02  | 0,00721  | 0,130    | 0,0087  | 0,850  | 0,00002 | 6,49   | <0,0001 | 0,0138  | 0,141  | 0,003  | 1,82  | 0,0243  | 0,632  |
|               | SPLP    | 0,0035 | 0,00046  | 0,0053 | 0,356 | 0,000117 | 0,00239  | 0,0008  | 0,245  | 0,00016 | 0,0476 | <0,0001 | 0,223   | 0,0027 | 0,005  | 0,086 | 0,00218 | 0,919  |
| BS-OP-05-4590 | TCLP    | 0,0022 | <0,00001 | 0,0053 | 1,08  | 0,00606  | 0,111    | 0,0064  | 1,05   | 0,00004 | 6,34   | <0,0001 | 0,00620 | 0,119  | 0,002  | 1,70  | 0,0160  | 0,601  |
|               | SPLP    | 0,0029 | 0,00018  | 0,0030 | 0,294 | 0,000058 | 0,00109  | <0,0005 | 0,0841 | 0,00005 | 0,0227 | <0,0001 | 0,0927  | 0,0018 | 0,004  | 0,061 | 0,00085 | 0,418  |
| BS-OP-07-045  | TCLP    | 0,0010 | <0,00001 | 0,0055 | 0,560 | 0,00822  | 0,156    | 0,0095  | 6,57   | 0,00001 | 5,32   | <0,0001 | 0,00315 | 0,124  | <0,001 | 2,41  | 0,0177  | 0,708  |
|               | SPLP    | 0,0008 | 0,00004  | 0,0020 | 0,155 | 0,000067 | 0,000748 | <0,0005 | 0,0138 | 0,00005 | 0,0263 | <0,0001 | 0,118   | 0,0019 | 0,003  | 0,022 | 0,00039 | 0,0134 |
| BS-OP-07-4590 | TCLP    | 0,0020 | <0,00001 | 0,0045 | 1,12  | 0,00434  | 0,0845   | 0,0083  | 0,438  | 0,00006 | 6,45   | <0,0001 | 0,0107  | 0,133  | 0,001  | 1,73  | 0,0120  | 0,455  |
|               | SPLP    | 0,0018 | 0,00014  | 0,0026 | 0,247 | 0,000053 | 0,00105  | <0,0005 | 0,0458 | 0,00004 | 0,0130 | <0,0001 | 0,108   | 0,0013 | 0,003  | 0,042 | 0,00044 | 0,258  |
| BS-OP-08-045  | TCLP    | 0,0025 | <0,00001 | 0,0078 | 1,27  | 0,00436  | 0,0889   | 0,0109  | 0,502  | 0,00002 | 5,71   | <0,0001 | 0,00914 | 0,149  | <0,001 | 1,73  | 0,0225  | 0,641  |
|               | SPLP    | 0,0036 | 0,00087  | 0,0116 | 0,417 | 0,000123 | 0,00476  | 0,0018  | 0,392  | 0,00026 | 0,0855 | <0,0001 | 0,125   | 0,0051 | 0,005  | 0,113 | 0,00495 | 2,22   |
| BS-OP-010-045 | TCLP    | 0,0020 | <0,00001 | 0,0042 | 0,703 | 0,00955  | 0,166    | 0,0137  | 3,03   | 0,00002 | 4,71   | <0,0001 | 0,00310 | 0,174  | <0,001 | 2,11  | 0,0203  | 3,54   |
|               | SPLP    | 0,0023 | 0,00008  | 0,0023 | 0,252 | 0,000083 | 0,000798 | <0,0005 | 0,0469 | 0,00015 | 0,0530 | <0,0001 | 0,132   | 0,0019 | 0,002  | 0,050 | 0,00040 | 0,0961 |
| BS-OP-11-045  | TCLP    | 0,0010 | <0,00001 | 0,0051 | 1,31  | 0,00089  | 0,0534   | 0,0204  | 0,442  | 0,00001 | 4,07   | <0,0001 | 0,00370 | 0,232  | <0,001 | 1,43  | 0,0227  | 0,830  |
|               | SPLP    | 0,0009 | 0,00268  | 0,0115 | 0,562 | 0,000153 | 0,00959  | 0,0077  | 0,972  | 0,00044 | 0,136  | <0,0001 | 0,0518  | 0,0172 | 0,002  | 0,143 | 0,0107  | 3,83   |
| BS-OP-13-045  | TCLP    | 0,0017 | <0,00001 | 0,0055 | 1,20  | 0,00558  | 0,0806   | 0,0072  | 1,18   | 0,00003 | 6,67   | <0,0001 | 0,00494 | 0,134  | <0,001 | 1,76  | 0,0128  | 0,533  |
|               | SPLP    | 0,0019 | 0,00011  | 0,0025 | 0,281 | 0,000032 | 0,000572 | <0,0005 | 0,0350 | 0,00005 | 0,0147 | <0,0001 | 0,0672  | 0,0013 | 0,002  | 0,045 | 0,00042 | 0,278  |

| No.<br>d'éch.        | Méthode | Sb                   | Ag           | As     | Ba     | Cd       | Co       | Cr                   | Cu     | Sn      | Mn     | Hg      | Mo      | Ni      | Se     | Zn     | Pb      | Al     |
|----------------------|---------|----------------------|--------------|--------|--------|----------|----------|----------------------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|--------|
|                      |         | mg/l                 | mg/l         | mg/l   | mg/l   | mg/l     | mg/l     | mg/l                 | mg/l   | mg/l    | mg/l   | mg/l    | mg/l    | mg/l    | mg/l   | mg/l   | mg/l    | mg/l   |
| BS-OP-13-4590        | TCLP    | 0,0025               | <0,0000<br>1 | 0,0069 | 1,03   | 0,00493  | 0,0916   | 0,0065               | 0,528  | 0,00003 | 7,00   | <0,0001 | 0,00655 | 0,144   | 0,002  | 1,59   | 0,0109  | 0,569  |
|                      | SPLP    | 0,0033               | 0,00011      | 0,0028 | 0,304  | 0,000038 | 0,000564 | <0,0005              | 0,0281 | 0,00008 | 0,0142 | <0,0001 | 0,0701  | 0,0012  | 0,003  | 0,049  | 0,00045 | 0,270  |
| BS-OP-14-045         | TCLP    | 0,0027               | <0,0000<br>1 | 0,0040 | 1,13   | 0,00182  | 0,0692   | 0,0173               | 0,282  | 0,00025 | 5,89   | <0,0001 | 0,00931 | 0,372   | <0,001 | 1,43   | 0,0109  | 0,691  |
|                      | SPLP    | 0,0024               | 0,00042      | 0,0041 | 0,293  | 0,000051 | 0,00151  | 0,0013               | 0,203  | 0,00021 | 0,0197 | <0,0001 | 0,0723  | 0,0043  | 0,003  | 0,062  | 0,00113 | 0,645  |
| BS-OP-15-045         | TCLP    | 0,0032               | <0,0000<br>1 | 0,0053 | 1,37   | 0,00323  | 0,0734   | 0,0067               | 0,230  | 0,00020 | 6,81   | <0,0001 | 0,00793 | 0,161   | 0,001  | 1,54   | 0,00822 | 0,493  |
|                      | SPLP    | 0,0036               | 0,00019      | 0,0035 | 0,308  | 0,000037 | 0,000871 | <0,0005              | 0,0656 | 0,00009 | 0,0173 | <0,0001 | 0,0771  | 0,0016  | 0,004  | 0,056  | 0,00059 | 0,506  |
| S1                   | TCLP    | 0,0075               | <0,0005      | 0,0167 | 1,376  | 0,0027   | 0,01     | 0,0028               | 0,0503 | <0,001  | 2,475  | 0,00006 | 0,0105  | 0,0688  | 0,003  | 0,054  | 0,0006  | 0,08   |
|                      | SPLP    | 0,0083               | 0,0006       | 0,0203 | 0,0425 | 0,0002   | <0,001   | 0,0039               | 0,088  | <0,001  | 0,015  | 0,0017  | 0,0205  | 0,0007  | 0,003  | 0,006  | 0,0008  | 0,46   |
|                      | CTEU-9  | 0,0082               | <0,0005      | 0,0024 | 0,1631 | 0,001    | 0,003    | <0,0006              | 0,0086 | <0,001  | 0,155  | 0,00017 | 0,2265  | 0,0051  | 0,006  | 0,009  | <0,0005 | 0,027  |
| S2                   | TCLP    | 0,002                | <0,0006      | 0,0045 | 1,229  | 0,0045   | 0,074    | 0,0182               | 1,547  | <0,001  | 4,236  | 0,00007 | 0,0018  | 0,3744  | <0,001 | 0,491  | 0,0334  | 5,02   |
|                      | SPLP    | 0,0048               | <0,0005      | 0,0105 | 0,0264 | 0,0001   | 0,001    | 0,0022               | 0,0798 | <0,001  | 0,011  | 0,0014  | 0,0192  | 0,0012  | 0,001  | 0,001  | 0,0009  | 0,49   |
|                      | CTEU-9  | 0,0034               | <0,0005      | 0,0009 | 0,1036 | 0,0009   | 0,005    | <0,0006              | 0,0045 | <0,001  | 0,181  | 0,0001  | 0,2075  | 0,0101  | 0,007  | 0,015  | 0,0006  | 0,015  |
| S3                   | TCLP    | 0,0038               | <0,0005      | 0,004  | 1,398  | 0,0028   | 0,046    | 0,0194               | 1,525  | <0,001  | 4,874  | 0,00002 | <0,0005 | 0,3005  | <0,001 | 0,315  | 0,515   | 3,59   |
|                      | SPLP    | 0,007                | 0,0007       | 0,011  | 0,0224 | 0,0001   | <0,001   | 0,0018               | 0,1282 | <0,001  | 0,008  | 0,0018  | 0,0316  | 0,0017  | 0,003  | <0,001 | 0,0007  | 0,44   |
|                      | CTEU-9  | 0,0083               | <0,0005      | 0,0013 | 0,183  | 0,001    | 0,002    | <0,0006              | 0,0047 | <0,001  | 0,086  | 0,00051 | 0,2499  | 0,0032  | 0,002  | 0,013  | 0,0011  | 0,024  |
| S4                   | TCLP    | 0,0063               | <0,0005      | 0,0058 | 0,7548 | 0,0033   | 0,07     | 0,02                 | 0,5416 | <0,001  | 5,129  | 0,00005 | 0,0032  | 0,2989  | <0,001 | 0,426  | 0,0819  | 4,32   |
|                      | SPLP    | 0,0136               | 0,0007       | 0,0089 | 0,0222 | 0,0002   | <0,001   | 0,0017               | 0,0717 | <0,001  | 0,007  | 0,003   | 0,0797  | <0,0005 | 0,004  | <0,001 | <0,0005 | 0,31   |
|                      | CTEU-9  | 0,0062               | <0,0005      | 0,0015 | 0,1932 | 0,0016   | 0,006    | <0,0006              | 0,0036 | <0,001  | 0,451  | 0,00014 | 0,4179  | 0,0094  | 0,008  | 0,011  | <0,0005 | <0,001 |
| RMRE <sup>(1)</sup>  |         | -                    | -            | 5      | 100    | 0,5      | -        | 5                    | -      | -       | -      | 0,1     | -       | -       | 1      | -      | 5       | -      |
| RESIE <sup>(2)</sup> |         | 0,088 <sup>(3)</sup> | 0,002        | 0,34   | 5,3    | 0,0021   | 0,5      | 0,016 <sup>(4)</sup> | 0,014  | -       | 4,2    | 0,00013 | 2       | 0,47    | 0,02   | 0,12   | 0,082   | 0,75   |

<sup>(1)</sup> Résidus miniers à risques élevés (Tableau 1, page 72 de la Directive 019 sur l'industrie minière).

<sup>(2)</sup> Résurgence dans les eaux de surface ou infiltration dans les égouts (*Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*), Critère ajusté par rapport à une valeur moyenne de dureté de 100 mg CaCo3/l, mesurée dans le milieu récepteur (Cellule en brun);

<sup>(3)</sup> Critère pour l'antimoine III;

<sup>(4)</sup> Critère pour le chrome VI.

     Critères RESIE non rencontrés (cellule en jaune des résultats d'analyse)

|                                                                                                           |                                                                          |                                                    |           |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMIKA</b><br><b>Géochimie des résidus</b> | Préparé par : M. Paradis<br>Révisé par : D. Isabel |           |          |
|                                                                                                           |                                                                          | Rév                                                | Date      | Page     |
|                                                                                                           | 865866-9021-4EER-0001                                                    | 00                                                 | 3-sept-09 | 10 de 13 |

**Tableau 3-2 Résultats des bilans acides bases (EPA) effectués sur les résidus miniers**

| No. d'éch.    | pH   | PN                         | PAS                        | PNN                        | PN/PA | Stotal | S <sub>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></sub> | Ssulfure | Total carbone | CO <sub>3</sub> |
|---------------|------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------|--------|------------------------------------------|----------|---------------|-----------------|
|               |      | t CaCO <sub>3</sub> /1000t | t CaCO <sub>3</sub> /1000t | t CaCO <sub>3</sub> /1000t |       | %      | %                                        | %        | %             | %               |
| RS1           | 8,10 | 75,2                       | 41,9                       | 33,3                       | 1,8   | 1,46   | 0,12                                     | 1,34     | 0,904         | 2,85            |
| RS2           | 8,12 | 76,1                       | 43,1                       | 33,0                       | 1,77  | 1,70   | 0,32                                     | 1,38     | 0,997         | 2,44            |
| RS3           | 8,02 | 85,4                       | 47,5                       | 37,9                       | 1,8   | 1,81   | 0,29                                     | 1,52     | 0,984         | 2,99            |
| RS4           | 8,32 | 58,7                       | 31,2                       | 27,5                       | 1,88  | 1,29   | 0,30                                     | 1,00     | 0,807         | 1,77            |
| RS5           | 7,99 | 81,4                       | 48,8                       | 32,6                       | 1,7   | 1,77   | 0,21                                     | 1,56     | 0,964         | 2,69            |
| RS6           | 7,96 | 80,5                       | 38,1                       | 42,4                       | 2,1   | 1,49   | 0,27                                     | 1,22     | 1,03          | 2,97            |
| RS7           | 8,39 | 42,5                       | 19,1                       | 23,4                       | 2,2   | 0,810  | 0,20                                     | 0,61     | 0,790         | 1,83            |
| RS8           | 8,32 | 34,7                       | 25,0                       | 9,70                       | 1,4   | 0,972  | 0,18                                     | 0,80     | 0,991         | 1,24            |
| BS-OP-01-045  | 7,79 | 82,9                       | 37,1                       | 45,8                       | 2,24  | 1,56   | 0,37                                     | 1,19     | 0,847         | 2,48            |
| BS-OP-01-4590 | 8,16 | 91,8                       | 43,0                       | 48,8                       | 2,13  | 1,76   | 0,38                                     | 1,38     | 0,924         | 2,61            |
| BS-OP-02-045  | 8,07 | 84,5                       | 40,8                       | 43,7                       | 2,07  | 1,61   | 0,31                                     | 1,30     | 0,861         | 2,41            |
| BS-OP-05-045  | 7,97 | 78,5                       | 50,6                       | 27,9                       | 1,55  | 1,83   | 0,21                                     | 1,62     | 1,01          | 2,39            |
| BS-OP-05-4590 | 8,10 | 87,2                       | 43,0                       | 44,2                       | 2,03  | 1,72   | 0,34                                     | 1,38     | 0,461         | 2,35            |
| BS-OP-07-045  | 8,15 | 71,2                       | 44,4                       | 26,8                       | 1,60  | 1,80   | 0,38                                     | 1,42     | 0,795         | 2,13            |
| BS-OP-07-4590 | 8,27 | 86,9                       | 48,4                       | 38,6                       | 1,80  | 1,92   | 0,38                                     | 1,55     | 0,902         | 2,59            |
| BS-OP-08-045  | 8,28 | 76,6                       | 47,3                       | 29,3                       | 1,62  | 1,77   | 0,25                                     | 1,51     | 0,860         | 2,32            |
| BS-OP-10-045  | 7,55 | 43,7                       | 32,2                       | 11,5                       | 1,36  | 1,22   | 0,19                                     | 1,03     | 1,16          | 1,30            |
| BS-OP-11-045  | 8,72 | 57,4                       | 42,5                       | 14,9                       | 1,35  | 1,58   | 0,22                                     | 1,36     | 0,574         | 1,55            |
| BS-OP-13-045  | 8,35 | 80,6                       | 45,2                       | 35,4                       | 1,78  | 1,80   | 0,36                                     | 1,45     | 0,830         | 2,54            |
| BS-OP-13-4590 | 8,26 | 88,5                       | 44,3                       | 44,2                       | 2,00  | 1,67   | 0,25                                     | 1,42     | 0,889         | 2,48            |
| BS-OP-14-045  | 8,56 | 78,4                       | 41,2                       | 37,2                       | 1,90  | 1,68   | 0,36                                     | 1,32     | 0,847         | 2,41            |
| BS-OP-15-045  | 8,49 | 87,3                       | 47,3                       | 40,0                       | 1,84  | 1,77   | 0,26                                     | 1,51     | 0,935         | 3,02            |
| S-1           |      | 83,1                       | 46,8                       | 34,4                       | 1,74  |        | 0,111                                    | 1,5      |               |                 |
| S-2           |      | 74,8                       | 46,6                       | 28,2                       | 1,61  | 1,59   | 0,100                                    | 1,49     |               |                 |
| S-3           |      | 71,3                       | 43,9                       | 27,4                       | 1,62  | 1,55   | 0,145                                    | 1,41     |               |                 |
| S-4           |      | 68,9                       | 54,4                       | 14,4                       | 1,26  | 1,79   | 0,048                                    | 1,74     |               |                 |

|  |                                                                            |
|--|----------------------------------------------------------------------------|
|  | Résidus Acidogène selon le PNN                                             |
|  | Résidus miniers classés dans la zone incertaine basés sur le critère PN/PA |



|                                                                                                           |                                                                           |                                                    |           |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Géochimie des résidus</b> | Préparé par : M. Paradis<br>Révisé par : D. Isabel |           |          |
|                                                                                                           |                                                                           | Rév                                                | Date      | Page     |
|                                                                                                           | 865866-9021-4EER-0001                                                     | 00                                                 | 3-sept-09 | 11 de 13 |

### 3.1.4 Résultats des bilans acide-base (essai statique)

Le bilan acide base (Sobek et al., 1978) permet d'évaluer le bilan du potentiel de génération d'acidité et du potentiel de neutralisation d'un échantillon. Des analyses chimiques de la teneur en soufre et en sulfates de l'échantillon permettent de calculer le potentiel acidification (PA). Une filtration permet d'évaluer le potentiel de neutralisation (PN). Les analyses suivantes ont été réalisées sur les échantillons :

- Le potentiel d'acidité (PA : % Sulfures x 31,25 kg/t CaCO<sub>3</sub>) ;
- Le potentiel de neutralisation (PN, titrage acide-base en kg/t CaCO<sub>3</sub>) ;
- Le potentiel de neutralisation nette (PNN = PN-PA) ;
- Le ratio PN/PA.

Les caractéristiques pour qu'un résidu minier soit potentiellement acidogène selon l'annexe II de la Directive 019 sont que le résidu contient des sulfures en quantité supérieure à 0,3 % et que le potentiel de génération a été confirmé par des essais de prévision cinétique ou, à défaut de tels essais, que les essais statiques révèlent un potentiel net de neutralisation (PNN) inférieur à 20 kg CaCO<sub>3</sub>/tonne ou que le rapport du potentiel de neutralisation d'acide (PN) sur le rapport de génération d'acide (PA) est inférieur à 3.

Selon Adam et al. (1997) et Miller et al. (1991), on peut classer les résidus miniers quant au potentiel de génération d'acide selon les tableaux suivants :

**Tableau 3-3 Paramètres et significations pour l'interprétation de bilan acide-base**

| Adam et al., 1997 pour Sobek et al. (1978) |                        |
|--------------------------------------------|------------------------|
| PN/PA ≤ 1                                  | Générateur d'acide     |
| 1 < PN/PA < 2,5                            | Incertain              |
| PN/PA ≥ 2,5                                | Non générateur d'acide |

| Miller et al., 1991, ABA de Sobek et al. (1978) |                        |
|-------------------------------------------------|------------------------|
| PNN ≤ 20 kg CaCO <sub>3</sub> /t                | Générateur d'acide     |
| - 20 < PNN < 20 kg CaCO <sub>3</sub> /t         | Incertain              |
| PNN ≥ 20 kg CaCO <sub>3</sub> /t                | Non générateur d'acide |

Lorsque des échantillons se retrouvent dans la zone incertaine quant au PN/PA ou au PNN, on recommande de procéder à des essais cinétiques afin de statuer sur le potentiel de génération d'acide.

Les résultats des 26 échantillons des résidus miniers de la mine Opémiska montrent tous un pourcentage en soufre supérieur à 0,3 % et un rapport PN/PA entre 1 et 2. Ils sont donc classés dans la zone incertaine quant au potentiel de génération d'acide et des essais cinétiques seront



|                                                                                                           |                                                                           |                                                    |           |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMISKA</b><br><b>Géochimie des résidus</b> | Préparé par : M. Paradis<br>Révisé par : D. Isabel |           |          |
|                                                                                                           |                                                                           | Rév                                                | Date      | Page     |
|                                                                                                           | 865866-9021-4EER-0001                                                     | 00                                                 | 3-sept-09 | 12 de 13 |

engagés pour statuer sur le potentiel de génération d'acidité. Une note technique présentant les résultats des essais cinétiques sera réalisée ultérieurement une fois les résultats disponibles.

Quatre des échantillons sur 26 ont un PNN < 20 kg CaCO<sub>3</sub>/t, soit des résidus miniers générateurs d'acide selon *Miller et al, 1991*, mais qui ont un ratio PN/PA entre 1 et 2,5, soit dans la zone incertaine selon *Sobek et al., 1978*. Un échantillon avec un PNN < 20 kg CaCO<sub>3</sub>/t et avec PN/PA entre 1 et 2,5 a donc été sélectionné pour l'essai cinétique.

Pour l'instant, les résidus de la mine Opémiska sont considérés non générateurs de drainage minier acide parce qu'ils sont exposés à l'air depuis 40 ans dans le parc à résidus en amont du bassin et qu'ils ne produisent pas de drainage minier acide.

## 4.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

### 4.1 Conclusions

D'après les essais de lixiviation, les résidus miniers du bassin de polissage ne sont pas des résidus miniers à risques élevés selon la Directive 019. Toutefois ils sont lixiviables selon les méthodes TCLP et SPLP pour les métaux suivants : cadmium, cobalt, chrome, cuivre, manganèse, mercure, nickel, zinc, plomb et aluminium.

Les résidus miniers du bassin de polissage et du ruisseau soumis aux essais statiques ont tous obtenu des résultats similaires dans la zone incertaine. Des essais cinétiques sont donc théoriquement requis pour vérifier leur potentiel de génération de drainage minier acide. Cependant il est raisonnable de conclure qu'ils ne sont pas générateurs de drainage minier acide parce qu'ils sont exposés à l'air depuis 40 ans dans le parc à résidus sans produire de drainage acide.

### 4.2 Recommandations

Nous recommandons de poursuivre les essais cinétiques pour obtenir des résultats confirmant que les résidus miniers du bassin et du ruisseau ne sont pas générateurs de drainage minier acide.

## 5.0 REFERENCES

SLI, 2008. Impacts environnementaux causés par la rupture de la digue retenant les résidus miniers Opémiska à Chapais, Plan d'intervention d'urgence Mine Opémiska, 020183-1000-4GER-0001. Août 2008.

|                                                                                                           |                                                                          |                                                    |           |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS - MINE OPÉMIKA</b><br><b>Géochimie des résidus</b> | Préparé par : M. Paradis<br>Révisé par : D. Isabel |           |          |
|                                                                                                           |                                                                          | Rév                                                | Date      | Page     |
|                                                                                                           | 865866-9021-4EER-0001                                                    | 00                                                 | 3-sept-09 | 13 de 13 |

## ANNEXE A

### Certificats d'analyse



**SGS Lakefield Research Limited**  
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.  
Lakefield - Ontario - K0L 2H0  
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

SPLP1312 #1

**SNC Lavalin Inc**

Attn : Martine Paradis martine.paradis@snc-lavalin.com

Tuesday, July 28, 2009

5500, boul. des Galeries, Bureau 200, Quebec  
, G2K 2E2  
Phone: 418-621-5500, Fax: 418-621-8887

Date Rec. : 15 July 2009  
LR Report: CA10195-JUL09  
Reference: 865866-P-5173

Copy: #1

## CERTIFICATE OF ANALYSIS

### Final Report

| Analysis             | 3:<br>Analysis<br>Approval<br>Date | 4:<br>Analysis<br>Approval<br>Time | 5:<br>RS-02 | 6:<br>RS-04 | 7:<br>BS-OP-01-045 | 8:<br>BS-OP-01-4580 | 9:<br>BS-OP-02-045 | 10:<br>BS-OP-05-045 | 11:<br>BS-OP-05-4590 |
|----------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------|-------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|----------------------|
| Sample Date & Time   |                                    |                                    | 02-Jul-09   | 02-Jul-09   | 08-Jul-09          | 08-Jul-09           | 08-Jul-09          | 08-Jul-09           | 08-Jul-09            |
| Sample [weight(g)]   | 23-Jul-09                          | 15:23                              | 100         | 100         | 100                | 100                 | 100                | 100                 | 100                  |
| Ext.Fluid [#1 or #2] | 23-Jul-09                          | 15:23                              | 1.0         | 1.0         | 1.0                | 1.0                 | 1.0                | 1.0                 | 1.0                  |
| Ext.Volume [ml]      | 23-Jul-09                          | 15:23                              | 2000        | 2000        | 2000               | 2000                | 2000               | 2000                | 2000                 |
| Initial pH [units]   | 23-Jul-09                          | 15:23                              | 8.69        | 8.97        | 8.62               | 8.86                | 8.68               | 8.82                | 8.60                 |
| Final pH [units]     | 23-Jul-09                          | 15:23                              | 8.42        | 8.69        | 8.07               | 8.21                | 8.09               | 8.07                | 8.13                 |
| Mercury [mg/L]       | 24-Jul-09                          | 15:13                              | < 0.0001    | < 0.0001    | < 0.0001           | < 0.0001            | < 0.0001           | < 0.0001            | < 0.0001             |
| Aluminum [mg/L]      | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 3.46        | 3.62        | 0.0302             | 0.290               | 0.124              | 0.919               | 0.418                |
| Arsenic [mg/L]       | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.0093      | 0.0180      | 0.0012             | 0.0021              | 0.0022             | 0.0053              | 0.0030               |
| Silver [mg/L]        | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.00150     | 0.00129     | 0.00010            | 0.00015             | 0.00009            | 0.00046             | 0.00018              |
| Barium [mg/L]        | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.571       | 0.563       | 0.208              | 0.300               | 0.232              | 0.356               | 0.294                |
| Beryllium [mg/L]     | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.00008     | 0.00008     | < 0.00002          | < 0.00002           | < 0.00002          | < 0.00002           | < 0.00002            |
| Boron [mg/L]         | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.402       | 0.347       | 0.237              | 0.303               | 0.262              | 0.336               | 0.305                |
| Bismuth [mg/L]       | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.00026     | 0.00026     | < 0.00001          | 0.00001             | < 0.00001          | 0.00006             | 0.00002              |
| Calcium [mg/L]       | 27-Jul-09                          | 11:02                              | 27.8        | 17.7        | 58.8               | 36.1                | 50.6               | 39.2                | 40.9                 |
| Cadmium [mg/L]       | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.000172    | 0.000148    | 0.000051           | 0.000038            | 0.000063           | 0.000117            | 0.000058             |
| Cobalt [mg/L]        | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.00755     | 0.00797     | 0.000413           | 0.000697            | 0.000487           | 0.00239             | 0.00109              |
| Chromium [mg/L]      | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.0034      | 0.0038      | < 0.0005           | < 0.0005            | < 0.0005           | 0.0008              | < 0.0005             |
| Copper [mg/L]        | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.915       | 0.775       | 0.0121             | 0.0497              | 0.0330             | 0.245               | 0.0841               |
| Iron [mg/L]          | 27-Jul-09                          | 11:02                              | 11.0        | 12.2        | 0.03               | 0.77                | 0.27               | 2.60                | 1.10                 |

Online LIMS



**SGS Lakefield Research Limited**  
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.  
Lakefield - Ontario - K0L 2H0  
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

**SPLP1312 #1**

**LR Report : CA10185-JUL09**

| Analysis          | 3:<br>Analysis<br>Approval<br>Date | 4:<br>Analysis<br>Approval<br>Time | 5:<br>RS-02 | 6:<br>RS-04 | 7:<br>BS-OP-01-045 | 8:<br>BS-OP-01-4590 | 9:<br>BS-OP-02-045 | 10:<br>BS-OP-05-045 | 11:<br>BS-OP-06-4590 |
|-------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------|-------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|----------------------|
| Potassium [mg/L]  | 27-Jul-09                          | 11:02                              | 5.02        | 5.22        | 10.5               | 9.53                | 8.69               | 8.64                | 8.74                 |
| Lithium [mg/L]    | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.003       | 0.002       | 0.007              | 0.005               | 0.003              | 0.002               | 0.004                |
| Magnesium [mg/L]  | 27-Jul-09                          | 11:02                              | 2.53        | 2.51        | 1.30               | 1.06                | 1.11               | 1.34                | 1.69                 |
| Manganese [mg/L]  | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.139       | 0.152       | 0.0148             | 0.0151              | 0.0299             | 0.0476              | 0.0227               |
| Molybdenum [mg/L] | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.0830      | 0.0513      | 0.0936             | 0.0667              | 0.127              | 0.223               | 0.0927               |
| Sodium [mg/L]     | 27-Jul-09                          | 11:02                              | 14.6        | 13.4        | 18.1               | 20.8                | 15.8               | 17.8                | 22.2                 |
| Nickel [mg/L]     | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.0118      | 0.0114      | 0.0013             | 0.0015              | 0.0014             | 0.0027              | 0.0018               |
| Lead [mg/L]       | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.00692     | 0.00715     | 0.00013            | 0.00057             | 0.00042            | 0.00218             | 0.00085              |
| Antimony [mg/L]   | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.0025      | 0.0019      | 0.0015             | 0.0028              | 0.0023             | 0.0035              | 0.0029               |
| Selenium [mg/L]   | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.003       | 0.002       | 0.003              | 0.003               | 0.003              | 0.005               | 0.004                |
| Tin [mg/L]        | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.00044     | 0.00040     | 0.00002            | 0.00009             | 0.00007            | 0.00016             | 0.00005              |
| Strontium [mg/L]  | 27-Jul-09                          | 11:02                              | 0.115       | 0.103       | 0.609              | 0.548               | 0.378              | 0.263               | 0.404                |
| Titanium [mg/L]   | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.453       | 0.466       | 0.0017             | 0.0290              | 0.0103             | 0.108               | 0.0391               |
| Thallium [mg/L]   | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.00004     | 0.00005     | < 0.00002          | < 0.00002           | < 0.00002          | < 0.00002           | < 0.00002            |
| Uranium [mg/L]    | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.0126      | 0.00577     | 0.0178             | 0.0213              | 0.0120             | 0.0194              | 0.0325               |
| Vanadium [mg/L]   | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.0149      | 0.0197      | 0.00053            | 0.00202             | 0.00091            | 0.00374             | 0.00234              |
| Tungsten [mg/L]   | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.129       | 0.114       | 0.0125             | 0.0318              | 0.0256             | 0.0785              | 0.0410               |
| Yttrium [mg/L]    | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.00189     | 0.00196     | 0.000017           | 0.000235            | 0.000119           | 0.000711            | 0.000354             |
| Zinc [mg/L]       | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.155       | 0.158       | 0.030              | 0.051               | 0.034              | 0.086               | 0.061                |

53-54

*Brian Graham B.Sc.  
Project Specialist  
Environmental Services, Analytical*

OnLine LIMS





**SGS Lakefield Research Limited**  
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.  
Lakefield - Ontario - K0L 2H0  
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

# **SNC Lavalin Inc**

Attn : Martine Paradis martine.paradis@snclavalin.com

5500, boul. des Galeries, Bureau 200, Quebec  
, G2K 2E2  
Phone: 418-621-5500, Fax:418-621-8887

SPLP1312 #1

Tuesday, July 28, 2009

Date Rec. : 15 July 2009  
LR Report: CA10195-JUL09  
Reference: 865866-P-5173

Copy: #1

## **CERTIFICATE OF ANALYSIS** **Final Report**

| Analysis             | 12:          | 13:           | 14:          | 15:          | 16:          | 17:          | 18:           | 19:          | 20:          |
|----------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
|                      | BS-OP-07-045 | BS-OP-07-4590 | BS-OP-08-045 | BS-OP-10-045 | BS-OP-11-045 | BS-OP-13-045 | BS-OP-13-4590 | BS-OP-14-045 | BS-OP-15-045 |
| Sample Date & Time   | 08-Jul-09    | 08-Jul-09     | 08-Jul-09    | 08-Jul-09    | 08-Jul-09    | 08-Jul-09    | 08-Jul-09     | 08-Jul-09    | 08-Jul-09    |
| Sample [weight(g)]   | 100          | 100           | 100          | 100          | 100          | 100          | 100           | 100          | 100          |
| Ext.Fluid [#1 or #2] | 1.0          | 1.0           | 1.0          | 1.0          | 1.0          | 1.0          | 1.0           | 1.0          | 1.0          |
| ExtVolume [ml]       | 2000         | 2000          | 2000         | 2000         | 2000         | 2000         | 2000          | 2000         | 2000         |
| InitialpH [units]    | 8.88         | 8.96          | 9.04         | 8.41         | 9.24         | 8.90         | 8.86          | 9.27         | 9.16         |
| Final pH [units]     | 8.13         | 8.49          | 8.63         | 7.80         | 9.14         | 8.44         | 8.30          | 8.84         | 8.56         |
| Mercury [mg/L]       | < 0.0001     | < 0.0001      | < 0.0001     | < 0.0001     | < 0.0001     | < 0.0001     | < 0.0001      | < 0.0001     | < 0.0001     |
| Aluminum [mg/L]      | 0.0134       | 0.258         | 2.22         | 0.0961       | 3.83         | 0.278        | 0.270         | 0.645        | 0.506        |
| Arsenic [mg/L]       | 0.0020       | 0.0026        | 0.0116       | 0.0023       | 0.0115       | 0.0025       | 0.0028        | 0.0041       | 0.0035       |
| Silver [mg/L]        | 0.00004      | 0.00014       | 0.00087      | 0.00008      | 0.00268      | 0.00011      | 0.00011       | 0.00042      | 0.00019      |
| Barium [mg/L]        | 0.155        | 0.247         | 0.417        | 0.252        | 0.562        | 0.281        | 0.304         | 0.293        | 0.308        |
| Beryllium [mg/L]     | < 0.00002    | < 0.00002     | 0.00005      | < 0.00002    | 0.00009      | < 0.00002    | < 0.00002     | < 0.00002    | < 0.00002    |
| Boron [mg/L]         | 0.240        | 0.272         | 0.405        | 0.272        | 0.325        | 0.301        | 0.296         | 0.294        | 0.319        |
| Bismuth [mg/L]       | < 0.00001    | < 0.00001     | 0.00015      | < 0.00001    | 0.00039      | < 0.00001    | < 0.00001     | 0.00005      | 0.00002      |
| Calcium [mg/L]       | 91.4         | 37.7          | 25.9         | 58.6         | 9.83         | 29.9         | 31.7          | 23.6         | 19.7         |
| Cadmium [mg/L]       | 0.000067     | 0.000053      | 0.000123     | 0.000083     | 0.000153     | 0.000032     | 0.000038      | 0.000051     | 0.000037     |
| Cobalt [mg/L]        | 0.000748     | 0.00105       | 0.00476      | 0.000798     | 0.00959      | 0.000572     | 0.000564      | 0.00151      | 0.000871     |
| Chromium [mg/L]      | < 0.0005     | < 0.0005      | 0.0018       | < 0.0005     | 0.0077       | < 0.0005     | < 0.0005      | 0.0013       | 0.0007       |
| Copper [mg/L]        | 0.0138       | 0.0458        | 0.392        | 0.0469       | 0.972        | 0.0350       | 0.0281        | 0.203        | 0.0656       |
| Iron [mg/L]          | 0.01         | 0.63          | 6.67         | 0.25         | 12.8         | 0.68         | 0.65          | 1.81         | 1.29         |

OnLine Data



SGS Lakefield Research Limited  
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.  
Lakefield - Ontario - K0L 2H0  
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

SPLP1312 #1

LR Report : CA10195-JUL09

| Analysis          | 12:<br>BS-OP-07-045 | 13:<br>BS-OP-07-4590 | 14:<br>BS-OP-08-045 | 15:<br>BS-OP-10-045 | 16:<br>BS-OP-11-045 | 17:<br>BS-OP-13-045 | 18:<br>BS-OP-13-4590 | 19:<br>BS-OP-14-045 | 20:<br>BS-OP-15-045 |
|-------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Potassium [mg/L]  | 13.1                | 12.2                 | 8.65                | 10.9                | 5.39                | 9.17                | 10.7                 | 10.3                | 11.7                |
| Lithium [mg/L]    | 0.004               | 0.003                | 0.002               | 0.001               | 0.002               | 0.003               | 0.005                | 0.002               | 0.003               |
| Magnesium [mg/L]  | 1.46                | 1.01                 | 1.74                | 0.928               | 2.32                | 1.16                | 1.73                 | 1.43                | 1.54                |
| Manganese [mg/L]  | 0.0263              | 0.0130               | 0.0855              | 0.0530              | 0.136               | 0.0147              | 0.0142               | 0.0197              | 0.0173              |
| Molybdenum [mg/L] | 0.118               | 0.108                | 0.125               | 0.132               | 0.0518              | 0.0672              | 0.0701               | 0.0723              | 0.0771              |
| Sodium [mg/L]     | 21.4                | 21.8                 | 21.3                | 13.5                | 14.3                | 18.3                | 24.7                 | 26.3                | 35.1                |
| Nickel [mg/L]     | 0.0019              | 0.0013               | 0.0051              | 0.0019              | 0.0172              | 0.0013              | 0.0012               | 0.0043              | 0.0016              |
| Lead [mg/L]       | 0.00039             | 0.00044              | 0.00495             | 0.00040             | 0.0107              | 0.00042             | 0.00045              | 0.00113             | 0.00059             |
| Antimony [mg/L]   | 0.0008              | 0.0018               | 0.0036              | 0.0023              | 0.0009              | 0.0019              | 0.0033               | 0.0024              | 0.0036              |
| Selenium [mg/L]   | 0.003               | 0.003                | 0.005               | 0.002               | 0.002               | 0.002               | 0.003                | 0.003               | 0.004               |
| Tin [mg/L]        | 0.00005             | 0.00004              | 0.00026             | 0.00015             | 0.00044             | 0.00005             | 0.00008              | 0.00021             | 0.00009             |
| Strontium [mg/L]  | 0.493               | 0.342                | 0.218               | 0.236               | 0.0723              | 0.248               | 0.337                | 0.216               | 0.240               |
| Titanium [mg/L]   | 0.0006              | 0.0247               | 0.267               | 0.0128              | 0.469               | 0.0252              | 0.0228               | 0.0764              | 0.0494              |
| Thallium [mg/L]   | < 0.00002           | < 0.00002            | 0.00002             | < 0.00002           | 0.00005             | < 0.00002           | < 0.00002            | < 0.00002           | < 0.00002           |
| Uranium [mg/L]    | 0.0186              | 0.0223               | 0.0156              | 0.0124              | 0.00878             | 0.0181              | 0.0472               | 0.00638             | 0.0272              |
| Vanadium [mg/L]   | 0.00022             | 0.00152              | 0.00970             | 0.00148             | 0.0179              | 0.00148             | 0.00198              | 0.00334             | 0.00283             |
| Tungsten [mg/L]   | 0.00941             | 0.0297               | 0.0926              | 0.0337              | 0.0869              | 0.0232              | 0.0214               | 0.0339              | 0.0375              |
| Yttrium [mg/L]    | 0.000008            | 0.000198             | 0.00137             | 0.000124            | 0.00200             | 0.000142            | 0.000136             | 0.000391            | 0.000235            |
| Zinc [mg/L]       | 0.022               | 0.042                | 0.113               | 0.050               | 0.143               | 0.045               | 0.049                | 0.062               | 0.056               |

53-54

Brian Graham B.Sc.  
Project Specialist  
Environmental Services, Analytical

Online Data



SPLP1312

SGS Lakefield Research Limited  
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.  
Lakefield - Ontario - K0L 2H0  
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

**SNC Lavalin Inc**  
Attn : Martine Paradis martine.paradis@snc-lavalin.com

Monday, July 20, 2009

5500, boul. des Galeries, Bureau 200  
Quebec, QC  
G2K 2E2,

Date Rec. : 06 July 2009  
LR Report: CA11043-JUL09  
Reference: 865866-P-5173

Copy: #1

Phone: 418-621-5500  
Fax: 418-621-8887

## CERTIFICATE OF ANALYSIS

### Final Report

| Analysis             | 3:<br>Analysis<br>Approval<br>Date | 4:<br>Analysis<br>Approval<br>Time | 5:<br>RS-01 | 6:<br>RS-03 | 7:<br>RS-05 | 8:<br>RS-06 | 9:<br>RS-07 | 10:<br>RS-08 |
|----------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| Sample Date & Time   |                                    |                                    | 02-Jul-09   | 02-Jul-09   | 02-Jul-09   | 02-Jul-09   | 02-Jul-09   | 02-Jul-09    |
| Sample [weight(g)]   | 15-Jul-09                          | 09:23                              | 100         | 100         | 100         | 100         | 100         | 100          |
| Ext.Fluid [#1 or #2] | 15-Jul-09                          | 09:23                              | 1.0         | 1.0         | 1.0         | 1.0         | 1.0         | 1.0          |
| Ext.Volume [ml]      | 15-Jul-09                          | 09:23                              | 2000        | 2000        | 2000        | 2000        | 2000        | 2000         |
| Initial pH [units]   | 15-Jul-09                          | 09:23                              | 9.22        | 9.00        | 8.92        | 8.87        | 9.08        | 8.94         |
| Final pH [units]     | 15-Jul-09                          | 09:23                              | 8.76        | 8.61        | 8.60        | 8.60        | 8.81        | 8.59         |
| Mercury [mg/L]       | 16-Jul-09                          | 15:36                              | < 0.0001    | < 0.0001    | < 0.0001    | < 0.0001    | < 0.0001    | < 0.0001     |
| Aluminum [mg/L]      | 17-Jul-09                          | 13:51                              | 3.57        | 0.882       | 0.833       | 0.969       | 2.15        | 1.85         |
| Arsenic [mg/L]       | 17-Jul-09                          | 13:51                              | 0.0082      | 0.0034      | 0.0039      | 0.0042      | 0.0217      | 0.0198       |
| Silver [mg/L]        | 17-Jul-09                          | 13:51                              | 0.00154     | 0.00021     | 0.00015     | 0.00043     | 0.00088     | 0.00076      |
| Barium [mg/L]        | 17-Jul-09                          | 13:51                              | 0.592       | 0.435       | 0.408       | 0.449       | 0.562       | 0.561        |
| Beryllium [mg/L]     | 17-Jul-09                          | 13:51                              | 0.00008     | < 0.00002   | < 0.00002   | < 0.00002   | 0.00004     | 0.00003      |
| Boron [mg/L]         | 17-Jul-09                          | 13:51                              | 0.575       | 0.464       | 0.593       | 0.516       | 0.441       | 0.468        |
| Bismuth [mg/L]       | 17-Jul-09                          | 13:51                              | 0.00027     | 0.00005     | 0.00005     | 0.00007     | 0.00018     | 0.00016      |
| Calcium [mg/L]       | 17-Jul-09                          | 11:32                              | 20.4        | 23.0        | 28.2        | 31.0        | 11.2        | 11.1         |
| Cadmium [mg/L]       | 17-Jul-09                          | 13:52                              | 0.000158    | 0.000061    | 0.000062    | 0.000093    | 0.000092    | 0.000090     |
| Cobalt [mg/L]        | 17-Jul-09                          | 13:52                              | 0.00878     | 0.00160     | 0.00138     | 0.00228     | 0.00560     | 0.00457      |
| Chromium [mg/L]      | 17-Jul-09                          | 13:52                              | 0.0036      | 0.0010      | 0.0010      | 0.0011      | 0.0026      | 0.0021       |
| Copper [mg/L]        | 17-Jul-09                          | 13:52                              | 0.875       | 0.106       | 0.0787      | 0.236       | 0.537       | 0.435        |
| Iron [mg/L]          | 17-Jul-09                          | 11:32                              | 12.4        | 2.48        | 2.25        | 3.01        | 7.28        | 5.87         |
| Potassium [mg/L]     | 17-Jul-09                          | 11:32                              | 6.92        | 8.27        | 5.51        | 3.75        | 2.54        | 3.40         |
| Lithium [mg/L]       | 17-Jul-09                          | 13:52                              | 0.003       | 0.003       | 0.003       | 0.004       | 0.001       | 0.001        |
| Magnesium [mg/L]     | 17-Jul-09                          | 11:32                              | 2.56        | 1.44        | 1.52        | 1.32        | 1.59        | 2.49         |
| Manganese [mg/L]     | 17-Jul-09                          | 13:52                              | 0.127       | 0.0324      | 0.0282      | 0.0352      | 0.0934      | 0.0831       |
| Molybdenum [mg/L]    | 17-Jul-09                          | 13:52                              | 0.0591      | 0.0722      | 0.0777      | 0.0887      | 0.0311      | 0.0396       |
| Sodium [mg/L]        | 17-Jul-09                          | 11:32                              | 18.6        | 16.3        | 21.6        | 15.2        | 12.7        | 12.7         |
| Nickel [mg/L]        | 17-Jul-09                          | 13:52                              | 0.0103      | 0.0024      | 0.0023      | 0.0026      | 0.0063      | 0.0051       |
| Lead [mg/L]          | 17-Jul-09                          | 13:52                              | 0.00771     | 0.00155     | 0.00162     | 0.00244     | 0.00572     | 0.00460      |
| Antimony [mg/L]      | 17-Jul-09                          | 13:52                              | 0.0023      | 0.0017      | 0.0024      | 0.0027      | 0.0015      | 0.0011       |
| Selenium [mg/L]      | 17-Jul-09                          | 13:52                              | 0.004       | 0.004       | 0.002       | 0.002       | 0.002       | 0.002        |
| Tin [mg/L]           | 17-Jul-09                          | 13:52                              | 0.00040     | 0.00009     | 0.00010     | 0.00009     | 0.00034     | 0.00021      |
| Strontium [mg/L]     | 17-Jul-09                          | 13:52                              | 0.122       | 0.167       | 0.191       | 0.192       | 0.0638      | 0.0650       |
| Titanium [mg/L]      | 17-Jul-09                          | 13:52                              | 0.451       | 0.101       | 0.0886      | 0.116       | 0.213       | 0.159        |

OnLine LIMS



SPLP1312

SGS Lakefield Research Limited  
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.  
Lakefield - Ontario - K0L 2H0  
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : CA11043-JUL09

| Analysis        | 3:<br>Analysis<br>Approval<br>Date | 4:<br>Analysis<br>Approval<br>Time | 5:<br>RS-01 | 6:<br>RS-03 | 7:<br>RS-05 | 8:<br>RS-06 | 9:<br>RS-07 | 10:<br>RS-08 |
|-----------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| Thallium [mg/L] | 17-Jul-09                          | 13:52                              | 0.00006     | < 0.00002   | < 0.00002   | < 0.00002   | 0.00004     | 0.00004      |
| Uranium [mg/L]  | 17-Jul-09                          | 13:52                              | 0.00702     | 0.0105      | 0.00985     | 0.0121      | 0.00355     | 0.00317      |
| Vanadium [mg/L] | 17-Jul-09                          | 13:52                              | 0.0178      | 0.00446     | 0.00401     | 0.00464     | 0.0180      | 0.0125       |
| Tungsten [mg/L] | 17-Jul-09                          | 13:52                              | 0.134       | 0.0467      | 0.0595      | 0.0564      | 0.0818      | 0.0648       |
| Yttrium [mg/L]  | 17-Jul-09                          | 13:53                              | 0.00201     | 0.000486    | 0.000519    | 0.000599    | 0.00107     | 0.000804     |
| Zinc [mg/L]     | 17-Jul-09                          | 13:53                              | 0.199       | 0.115       | 0.114       | 0.152       | 0.183       | 0.181        |

53-54

*Brian Graham B.Sc.  
Project Specialist  
Environmental Services, Analytical*





**SGS Lakefield Research Limited**  
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.  
Lakefield - Ontario - K0L 2H0  
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

**SNC Lavalin Inc**

Attn : Martine Paradis martine.paradis@sncclavalin.com

5500, boul. des Galeries, Bureau 200, Quebec  
, G2K 2E2  
Phone: 418-621-5500, Fax:418-621-8887

TCLP1311

Wednesday, July 29, 2009

Date Rec. : 15 July 2009  
LR Report: CA10194-JUL09  
Reference: 865866-P-5173

Copy: #1

## CERTIFICATE OF ANALYSIS

### Final Report

| Analysis             | 3:<br>Analysis<br>Approval<br>Date | 4:<br>Analysis<br>Approval<br>Time | 6:<br>RS-02 | 7:<br>RS-04 | 8:<br>BS-OP-01-045 | 9:<br>BS-OP-01-4590 | 10:<br>BS-OP-02-045 | 11:<br>BS-OP-05-045 | 12:<br>BS-OP-05-4590 |
|----------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------|-------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| Sample Date & Time   |                                    |                                    | 02-Jul-09   | 02-Jul-09   | 08-Jul-09          | 08-Jul-09           | 08-Jul-09           | 08-Jul-09           | 08-Jul-09            |
| Sample [weight(g)]   | 23-Jul-09                          | 15:20                              | 100         | 100         | 100                | 100                 | 100                 | 100                 | 100                  |
| Ext.Fluid [#1 or #2] | 23-Jul-09                          | 15:20                              | 2           | 2           | 2                  | 2                   | 2                   | 2                   | 2                    |
| ExtVolume [mL]       | 23-Jul-09                          | 15:20                              | 2000.0      | 2000.0      | 2000.0             | 2000.0              | 2000.0              | 2000.0              | 2000.0               |
| InitialpH [units]    | 23-Jul-09                          | 15:20                              | 4.68        | 4.48        | 4.50               | 4.60                | 4.64                | 4.61                | 4.55                 |
| Final pH [units]     | 23-Jul-09                          | 15:20                              | 4.86        | 4.56        | 4.90               | 5.05                | 4.78                | 4.73                | 4.90                 |
| Mercury [mg/L]       | 24-Jul-09                          | 15:13                              | < 0.0001    | < 0.0001    | < 0.0001           | < 0.0001            | < 0.0001            | < 0.0001            | < 0.0001             |
| Aluminum [mg/L]      | 27-Jul-09                          | 14:58                              | 0.478       | 0.915       | 0.488              | 0.344               | 0.621               | 0.632               | 0.601                |
| Arsenic [mg/L]       | 27-Jul-09                          | 14:58                              | 0.0079      | 0.0100      | 0.0051             | 0.0059              | 0.0050              | 0.0067              | 0.0053               |
| Silver [mg/L]        | 27-Jul-09                          | 14:58                              | 0.00001     | < 0.00001   | 0.00001            | 0.00001             | 0.00001             | < 0.00001           | < 0.00001            |
| Barium [mg/L]        | 27-Jul-09                          | 14:58                              | 1.64        | 1.48        | 0.806              | 1.31                | 0.959               | 1.02                | 1.08                 |
| Beryllium [mg/L]     | 27-Jul-09                          | 14:58                              | 0.00035     | 0.00046     | 0.00031            | 0.00033             | 0.00040             | 0.00038             | 0.00040              |
| Boron [mg/L]         | 27-Jul-09                          | 14:58                              | 0.706       | 0.814       | 0.684              | 0.662               | 0.701               | 0.730               | 0.680                |
| Bismuth [mg/L]       | 27-Jul-09                          | 14:58                              | 0.00002     | 0.00005     | < 0.00001          | 0.00001             | 0.00001             | 0.00002             | 0.00002              |
| Calcium [mg/L]       | 29-Jul-09                          | 08:11                              | 1280        | 878         | 1443               | 1490                | 1260                | 1250                | 1310                 |
| Cadmium [mg/L]       | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.00853     | 0.00393     | 0.00863            | 0.00489             | 0.00736             | 0.00721             | 0.00608              |
| Cobalt [mg/L]        | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.0918      | 0.0759      | 0.145              | 0.0844              | 0.128               | 0.130               | 0.111                |
| Chromium [mg/L]      | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.0108      | 0.0135      | 0.0053             | 0.0060              | 0.0077              | 0.0087              | 0.0064               |
| Copper [mg/L]        | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.970       | 0.275       | 3.44               | 0.473               | 3.48                | 0.850               | 1.05                 |
| Iron [mg/L]          | 27-Jul-09                          | 11:02                              | 8.46        | 30.2        | 2.98               | 4.72                | 4.84                | 8.07                | 5.13                 |



SGS Lakefield Research Limited  
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.  
Lakefield - Ontario - K0L 2H0  
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

TCLP1311

LR Report : CA10194-JUL09

| Analysis          | 3:<br>Analysis<br>Approval<br>Date | 4:<br>Analysis<br>Approval<br>Time | 6:<br>RS-02 | 7:<br>RS-04 | 8:<br>BS-OP-01-045 | 9:<br>BS-OP-01-4590 | 10:<br>BS-OP-02-045 | 11:<br>BS-OP-05-045 | 12:<br>BS-OP-05-4590 |
|-------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------|-------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| Potassium [mg/L]  | 29-Jul-09                          | 08:11                              | 64.2        | 56.0        | 77.0               | 86.7                | 74.5                | 74.3                | 70.0                 |
| Lithium [mg/L]    | 27-Jul-09                          | 11:18                              | 0.011       | 0.007       | 0.019              | 0.018               | 0.014               | 0.014               | 0.019                |
| Magnesium [mg/L]  | 27-Jul-09                          | 11:02                              | 5.06        | 7.22        | 5.47               | 5.60                | 4.88                | 4.40                | 6.86                 |
| Manganese [mg/L]  | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 7.65        | 5.70        | 6.36               | 6.81                | 7.52                | 6.49                | 6.34                 |
| Molybdenum [mg/L] | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.00528     | 0.00479     | 0.00417            | 0.00574             | 0.00578             | 0.0138              | 0.00620              |
| Sodium [mg/L]     | 27-Jul-09                          | 11:02                              | 20.2        | 20.5        | 31.9               | 36.1                | 28.1                | 29.3                | 36.1                 |
| Nickel [mg/L]     | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.235       | 0.179       | 0.114              | 0.120               | 0.129               | 0.141               | 0.119                |
| Lead [mg/L]       | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.0158      | 0.0207      | 0.00840            | 0.00920             | 0.0205              | 0.0243              | 0.0160               |
| Antimony [mg/L]   | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.0019      | 0.0017      | 0.0014             | 0.0025              | 0.0020              | 0.0027              | 0.0022               |
| Selenium [mg/L]   | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.002       | < 0.001     | 0.003              | 0.002               | 0.002               | 0.003               | 0.002                |
| Tin [mg/L]        | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.00001     | 0.00002     | 0.00004            | 0.00002             | 0.00001             | 0.00002             | 0.00004              |
| Strontium [mg/L]  | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 1.69        | 1.17        | 2.96               | 3.27                | 2.11                | 1.91                | 2.59                 |
| Titanium [mg/L]   | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.0013      | 0.0010      | 0.0009             | 0.0008              | 0.0009              | 0.0008              | 0.0012               |
| Thallium [mg/L]   | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.00013     | 0.00014     | 0.00015            | 0.00026             | 0.00018             | 0.00021             | 0.00021              |
| Uranium [mg/L]    | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.158       | 0.0897      | 0.260              | 0.159               | 0.225               | 0.245               | 0.243                |
| Vanadium [mg/L]   | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.00388     | 0.00500     | 0.00384            | 0.00417             | 0.00391             | 0.00395             | 0.00384              |
| Tungsten [mg/L]   | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.00029     | 0.00049     | 0.00010            | 0.00022             | 0.00015             | 0.00021             | 0.00025              |
| Yttrium [mg/L]    | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 0.0202      | 0.0126      | 0.0279             | 0.0307              | 0.0269              | 0.0216              | 0.0275               |
| Zinc [mg/L]       | 27-Jul-09                          | 14:57                              | 1.64        | 1.60        | 2.01               | 1.61                | 1.91                | 1.82                | 1.70                 |

Extraction Fluid #1 - pH 4.93  $\pm$  0.05  
= 5.7mLs of acetic acid plus 64.3 mLs of 1.0N NaOH bulked to 1L with deionized water.

Extraction Fluid #2 - pH 2.88  $\pm$  0.05  
= 5.7 mLs of acetic acid bulked to 1L with deionized water.

53-54

Brian Graham B.Sc.  
Project Specialist  
Environmental Services, Analytical

Online LIMS



SGS Lakefield Research Limited  
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.  
Lakefield - Ontario - K0L 2H0  
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

## SNC Lavalin Inc

Attn : Martine Paradis martine.paradis@snc-lavalin.com

5500, boul. des Galeries, Bureau 200, Quebec  
, G2K 2E2  
Phone: 418-621-5500, Fax: 418-621-8887

TCLP1311

Wednesday, July 29, 2009

Date Rec. : 15 July 2009  
LR Report: CA10194-JUL09  
Reference: 865866-P-5173

Copy: #1

# CERTIFICATE OF ANALYSIS

## Final Report

| Analysis             | 13:          | 14:           | 15:          | 16:          | 17:          | 18:          | 19:           | 20:          | 21:          |
|----------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
|                      | BS-OP-07-045 | BS-OP-07-4590 | BS-OP-08-045 | BS-OP-10-045 | BS-OP-11-045 | BS-OP-13-045 | BS-OP-13-4590 | BS-OP-14-045 | BS-OP-15-045 |
| Sample Date & Time   | 08-Jul-09    | 08-Jul-09     | 08-Jul-09    | 08-Jul-09    | 08-Jul-09    | 08-Jul-09    | 08-Jul-09     | 08-Jul-09    | 08-Jul-09    |
| Sample [weight(g)]   | 100          | 100           | 100          | 100          | 100          | 100          | 100           | 100          | 100          |
| Ext.Fluid [#1 or #2] | 2            | 2             | 2            | 2            | 2            | 2            | 2             | 2            | 2            |
| ExtVolume [mL]       | 2000.0       | 2000.0        | 2000.0       | 2000.0       | 2000.0       | 2000.0       | 2000.0        | 2000.0       | 2000.0       |
| InitialpH [units]    | 4.42         | 4.75          | 4.56         | 4.30         | 4.10         | 4.62         | 4.46          | 4.65         | 4.64         |
| Final pH [units]     | 4.64         | 4.93          | 4.74         | 4.36         | 4.52         | 4.88         | 4.94          | 4.86         | 5.08         |
| Mercury [mg/L]       | < 0.0001     | < 0.0001      | < 0.0001     | < 0.0001     | < 0.0001     | < 0.0001     | < 0.0001      | < 0.0001     | < 0.0001     |
| Aluminum [mg/L]      | 0.708        | 0.455         | 0.641        | 3.54         | 0.830        | 0.533        | 0.569         | 0.691        | 0.493        |
| Arsenic [mg/L]       | 0.0055       | 0.0045        | 0.0078       | 0.0042       | 0.0051       | 0.0055       | 0.0069        | 0.0040       | 0.0053       |
| Silver [mg/L]        | < 0.00001    | < 0.00001     | < 0.00001    | < 0.00001    | < 0.00001    | < 0.00001    | < 0.00001     | < 0.00001    | < 0.00001    |
| Barium [mg/L]        | 0.560        | 1.12          | 1.27         | 0.703        | 1.31         | 1.20         | 1.03          | 1.13         | 1.37         |
| Beryllium [mg/L]     | 0.00035      | 0.00034       | 0.00040      | 0.00066      | 0.00040      | 0.00034      | 0.00037       | 0.00040      | 0.00033      |
| Boron [mg/L]         | 0.812        | 0.720         | 0.805        | 0.978        | 0.839        | 0.764        | 0.693         | 0.729        | 0.724        |
| Bismuth [mg/L]       | < 0.00001    | < 0.00001     | 0.00002      | 0.00003      | 0.00003      | 0.00001      | < 0.00001     | 0.00001      | < 0.00001    |
| Calcium [mg/L]       | 1260         | 1480          | 1160         | 699          | 832          | 1360         | 1440          | 1260         | 1520         |
| Cadmium [mg/L]       | 0.00822      | 0.00434       | 0.00436      | 0.00955      | 0.00089      | 0.00558      | 0.00493       | 0.00182      | 0.00323      |
| Cobalt [mg/L]        | 0.156        | 0.0845        | 0.0889       | 0.166        | 0.0534       | 0.0806       | 0.0916        | 0.0692       | 0.0734       |
| Chromium [mg/L]      | 0.0095       | 0.0083        | 0.0109       | 0.0137       | 0.0204       | 0.0072       | 0.0065        | 0.0173       | 0.0067       |
| Copper [mg/L]        | 6.57         | 0.438         | 0.502        | 3.03         | 0.442        | 1.18         | 0.528         | 0.282        | 0.230        |
| Iron [mg/L]          | 6.11         | 9.30          | 15.0         | 17.7         | 17.7         | 6.43         | 5.16          | 16.9         | 6.78         |

Online LIMS



SGS Lakefield Research Limited  
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.  
Lakefield - Ontario - K0L 2H0  
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

TCLP1311

LR Report : CA10194-JUL09

| Analysis          | 13:          | 14:           | 15:          | 16:          | 17:          | 18:          | 19:           | 20:          | 21:          |
|-------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
|                   | BS-OP-07-045 | BS-OP-07-4590 | BS-OP-08-045 | BS-OP-10-045 | BS-OP-11-045 | BS-OP-13-045 | BS-OP-13-4590 | BS-OP-14-045 | BS-OP-15-045 |
| Potassium [mg/L]  | 79.3         | 94.1          | 79.9         | 55.2         | 63.1         | 88.3         | 84.3          | 97.0         | 99.3         |
| Lithium [mg/L]    | 0.012        | 0.015         | 0.012        | 0.011        | 0.006        | 0.012        | 0.019         | 0.013        | 0.016        |
| Magnesium [mg/L]  | 3.72         | 4.25          | 3.55         | 3.97         | 2.39         | 4.66         | 7.84          | 5.43         | 6.87         |
| Manganese [mg/L]  | 5.82         | 6.45          | 5.71         | 4.71         | 4.07         | 6.67         | 7.00          | 5.89         | 6.81         |
| Molybdenum [mg/L] | 0.00315      | 0.0107        | 0.00914      | 0.00310      | 0.00370      | 0.00494      | 0.00655       | 0.00931      | 0.00793      |
| Sodium [mg/L]     | 34.2         | 34.6          | 31.5         | 20.7         | 22.3         | 31.1         | 54.7          | 55.2         | 73.2         |
| Nickel [mg/L]     | 0.124        | 0.133         | 0.149        | 0.174        | 0.232        | 0.134        | 0.144         | 0.372        | 0.161        |
| Lead [mg/L]       | 0.0177       | 0.0120        | 0.0225       | 0.0203       | 0.0227       | 0.0128       | 0.0109        | 0.0109       | 0.00822      |
| Antimony [mg/L]   | 0.0010       | 0.0020        | 0.0025       | 0.0020       | 0.0010       | 0.0017       | 0.0025        | 0.0027       | 0.0032       |
| Selenium [mg/L]   | < 0.001      | 0.001         | < 0.001      | < 0.001      | < 0.001      | < 0.001      | 0.002         | < 0.001      | 0.001        |
| Tin [mg/L]        | 0.00001      | 0.00006       | 0.00002      | 0.00002      | 0.00001      | 0.00003      | 0.00003       | 0.00025      | 0.00020      |
| Strontium [mg/L]  | 1.66         | 2.10          | 1.62         | 1.04         | 0.958        | 1.88         | 2.45          | 1.70         | 2.12         |
| Titanium [mg/L]   | 0.0018       | 0.0008        | 0.0006       | 0.0013       | 0.0006       | 0.0011       | 0.0009        | 0.0007       | 0.0007       |
| Thallium [mg/L]   | 0.00020      | 0.00025       | 0.00021      | 0.00017      | 0.00013      | 0.00027      | 0.00022       | 0.00029      | 0.00034      |
| Uranium [mg/L]    | 0.382        | 0.220         | 0.191        | 0.153        | 0.171        | 0.242        | 0.266         | 0.180        | 0.204        |
| Vanadium [mg/L]   | 0.00351      | 0.00391       | 0.00381      | 0.00452      | 0.00352      | 0.00379      | 0.00386       | 0.00358      | 0.00389      |
| Tungsten [mg/L]   | 0.00024      | 0.00015       | 0.00022      | 0.00030      | 0.00011      | 0.00020      | 0.00034       | 0.00021      | 0.00017      |
| Yttrium [mg/L]    | 0.0241       | 0.0264        | 0.0194       | 0.0091       | 0.0176       | 0.0273       | 0.0322        | 0.0246       | 0.0275       |
| Zinc [mg/L]       | 2.41         | 1.73          | 1.73         | 2.11         | 1.43         | 1.76         | 1.59          | 1.43         | 1.54         |

Extraction Fluid #1 - pH 4.93  $\pm$  0.05  
= 5.7mLs of acetic acid plus 64.3 mLs of 1.0N NaOH bulked to 1L with deionized water.

Extraction Fluid #2 - pH 2.88  $\pm$  0.05  
= 5.7 mLs of acetic acid bulked to 1L with deionized water.

53-54

Brian Graham B.Sc.  
Project Specialist  
Environmental Services, Analytical

Online LIMS





**SGS Lakefield Research Limited**  
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.  
Lakefield - Ontario - K0L 2H0  
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

TCLP1311

**Project :** 865866-9021

**SNC Lavalin Inc**

**Attn :** Martine Paradis martine.paradis@sncclavalin.com

5500, boul. des Galeries, Bureau 200  
Quebec, QC  
G2K 2E2,

Phone: 418-621-5500  
Fax: 418-621-8887

**Monday, July 20, 2009**

**Date Rec. :** 06 July 2009  
**LR Report:** CA11042-JUL09  
**Reference:** 865866-P-5173

**Copy:** #1

## CERTIFICATE OF ANALYSIS

### Final Report

| Analysis             | 3:<br>Analysis<br>Approval<br>Date | 4:<br>Analysis<br>Approval<br>Time | 6:<br>RS-01 | 7:<br>RS-03 | 8:<br>RS-05 | 9:<br>RS-06 | 10:<br>RS-07 | 11:<br>RS-08 |
|----------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| Sample Date & Time   |                                    |                                    | 02-Jul-09   | 02-Jul-09   | 02-Jul-09   | 02-Jul-09   | 02-Jul-09    | 02-Jul-09    |
| Sample [weight(g)]   | 15-Jul-09                          | 14:05                              | 100         | 100         | 100         | 100         | 100          | 100          |
| Ext.Fluid [#1 or #2] | 15-Jul-09                          | 14:05                              | 2           | 2           | 2           | 2           | 2            | 2            |
| Ext.Volume [mL]      | 15-Jul-09                          | 14:05                              | 2000.0      | 2000.0      | 2000.0      | 2000.0      | 2000.0       | 2000.0       |
| Initial pH [units]   | 15-Jul-09                          | 14:05                              | 4.88        | 5.00        | 4.86        | 4.96        | 4.34         | 4.18         |
| Final pH [units]     | 15-Jul-09                          | 14:05                              | 5.05        | 5.24        | 5.07        | 5.15        | 4.45         | 4.28         |
| Mercury [mg/L]       | 17-Jul-09                          | 14:53                              | < 0.0001    | < 0.0001    | < 0.0001    | < 0.0001    | < 0.0001     | < 0.0001     |
| Aluminum [mg/L]      | 20-Jul-09                          | 15:37                              | 0.421       | 0.229       | 0.478       | 0.284       | 1.87         | 2.29         |
| Arsenic [mg/L]       | 20-Jul-09                          | 15:37                              | 0.0093      | 0.0084      | 0.0087      | 0.0088      | 0.0100       | 0.0141       |
| Silver [mg/L]        | 20-Jul-09                          | 15:37                              | < 0.00001   | < 0.00001   | < 0.00001   | < 0.00001   | < 0.00001    | 0.00001      |
| Barium [mg/L]        | 20-Jul-09                          | 15:37                              | 1.93        | 1.69        | 1.55        | 1.52        | 1.64         | 1.74         |
| Beryllium [mg/L]     | 20-Jul-09                          | 15:37                              | 0.00030     | 0.00017     | 0.00023     | 0.00016     | 0.00051      | 0.00055      |
| Boron [mg/L]         | 20-Jul-09                          | 15:37                              | 0.696       | 0.603       | 0.720       | 0.713       | 0.930        | 1.07         |
| Bismuth [mg/L]       | 20-Jul-09                          | 15:38                              | < 0.00001   | < 0.00001   | < 0.00001   | < 0.00001   | 0.00004      | 0.00003      |
| Calcium [mg/L]       | 17-Jul-09                          | 15:36                              | 1560        | 1640        | 1560        | 1570        | 704          | 608          |
| Cadmium [mg/L]       | 20-Jul-09                          | 15:38                              | 0.00404     | 0.00563     | 0.00807     | 0.0136      | 0.00376      | 0.00554      |
| Cobalt [mg/L]        | 20-Jul-09                          | 15:38                              | 0.0591      | 0.0863      | 0.118       | 0.136       | 0.0985       | 0.167        |
| Chromium [mg/L]      | 20-Jul-09                          | 15:38                              | 0.0054      | 0.0029      | 0.0036      | 0.0026      | 0.0094       | 0.0081       |
| Copper [mg/L]        | 20-Jul-09                          | 15:38                              | 0.0939      | 0.106       | 0.308       | 0.822       | 0.185        | 0.205        |
| Iron [mg/L]          | 17-Jul-09                          | 15:36                              | 11.4        | 3.48        | 4.38        | 1.77        | 36.7         | 61.4         |
| Potassium [mg/L]     | 17-Jul-09                          | 15:36                              | 90.2        | 89.6        | 86.6        | 67.9        | 41.5         | 39.3         |
| Lithium [mg/L]       | 20-Jul-09                          | 15:38                              | 0.008       | 0.011       | 0.014       | 0.012       | 0.006        | 0.007        |
| Magnesium [mg/L]     | 17-Jul-09                          | 15:36                              | 4.25        | 5.12        | 5.83        | 4.78        | 53.4         | 27.7         |
| Manganese [mg/L]     | 20-Jul-09                          | 15:38                              | 5.29        | 5.61        | 5.50        | 5.57        | 4.28         | 6.01         |
| Molybdenum [mg/L]    | 20-Jul-09                          | 15:38                              | 0.0106      | 0.0166      | 0.0121      | 0.0116      | 0.00373      | 0.00320      |
| Sodium [mg/L]        | 17-Jul-09                          | 15:36                              | 23.2        | 21.3        | 24.0        | 21.9        | 18.1         | 17.0         |
| Nickel [mg/L]        | 20-Jul-09                          | 15:38                              | 0.219       | 0.168       | 0.179       | 0.133       | 0.165        | 0.183        |
| Lead [mg/L]          | 20-Jul-09                          | 15:38                              | 0.0116      | 0.00673     | 0.00837     | 0.00588     | 0.0178       | 0.0165       |
| Antimony [mg/L]      | 20-Jul-09                          | 15:38                              | 0.0023      | 0.0021      | 0.0029      | 0.0028      | 0.0015       | 0.0014       |
| Selenium [mg/L]      | 20-Jul-09                          | 15:38                              | 0.003       | 0.003       | 0.003       | 0.002       | 0.002        | 0.001        |
| Tin [mg/L]           | 20-Jul-09                          | 15:38                              | 0.00002     | 0.00006     | 0.00004     | 0.00005     | 0.00003      | 0.00011      |
| Strontium [mg/L]     | 20-Jul-09                          | 15:38                              | 1.91        | 2.18        | 2.28        | 2.36        | 0.992        | 0.962        |
| Titanium [mg/L]      | 20-Jul-09                          | 15:38                              | 0.0006      | 0.0006      | 0.0007      | 0.0007      | 0.0009       | 0.0010       |



SGS Lakefield Research Limited  
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.  
Lakefield - Ontario - K0L 2H0  
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

TCLP1311

Project : 865866-9021

LR Report : CA11042-JUL09

| Analysis        | 3:<br>Analysis<br>Approval<br>Date | 4:<br>Analysis<br>Approval<br>Time | 6:<br>RS-01 | 7:<br>RS-03 | 8:<br>RS-05 | 9:<br>RS-06 | 10:<br>RS-07 | 11:<br>RS-08 |
|-----------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| Thallium [mg/L] | 20-Jul-09                          | 15:38                              | 0.00021     | 0.00019     | 0.00021     | 0.00014     | 0.00016      | 0.00015      |
| Uranium [mg/L]  | 20-Jul-09                          | 15:38                              | 0.0773      | 0.101       | 0.128       | 0.131       | 0.0358       | 0.0300       |
| Vanadium [mg/L] | 20-Jul-09                          | 15:38                              | 0.00377     | 0.00364     | 0.00371     | 0.00363     | 0.00659      | 0.00766      |
| Tungsten [mg/L] | 20-Jul-09                          | 15:38                              | 0.00020     | 0.00019     | 0.00020     | 0.00013     | 0.00055      | 0.00055      |
| Yttrium [mg/L]  | 20-Jul-09                          | 15:38                              | 0.0202      | 0.0182      | 0.0167      | 0.0147      | 0.00774      | 0.00569      |
| Zinc [mg/L]     | 20-Jul-09                          | 15:38                              | 1.37        | 1.31        | 1.62        | 1.96        | 1.56         | 1.98         |

Extraction Fluid #1 - pH  $4.93 \pm 0.05$   
= 5.7mLs of acetic acid plus 64.3 mLs of 1.0N NaOH bulked to 1L with deionized water.

Extraction Fluid #2 - pH  $2.88 \pm 0.05$   
=5.7 mLs of acetic acid bulked to 1L with deionized water.

53-54

*Brian Graham B.Sc.  
Project Specialist  
Environmental Services, Analytical*



**SGS Lakefield Research Limited**  
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.  
Lakefield - Ontario - K0L 2H0  
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

**SNC Lavalin Inc**

Attn : Martine Paradis martine.paradis@snclavalin.com

5500, boul. des Galeries, Bureau 200, Quebec  
, G2K 2E2  
Phone: 418-621-5500, Fax: 418-621-8887

Modified ABA (Price 1997)

Tuesday, July 28, 2009

Date Rec. : 15 July 2009  
LR Report: CA10196-JUL09  
Reference: 865866-P-5173

Copy: #1

## CERTIFICATE OF ANALYSIS

### Final Report

| Analysis                 | 3:<br>Analysis<br>Approval<br>Date | 4:<br>Analysis<br>Approval<br>Time | 5:<br>RS-02 | 6:<br>RS-04 | 7:<br>BS-OP-01-045 | 8:<br>BS-OP-01-4590 | 9:<br>BS-OP-02-045 | 10:<br>BS-OP-05-045 | 11:<br>BS-OP-05-4590 |
|--------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------|-------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|----------------------|
| Sample Date & Time       |                                    |                                    | 02-Jul-09   | 02-Jul-09   | 08-Jul-09          | 08-Jul-09           | 08-Jul-09          | 08-Jul-09           | 08-Jul-09            |
| Paste pH [units]         | 23-Jul-09                          | 15:28                              | 8.12        | 8.32        | 7.79               | 8.16                | 8.07               | 7.97                | 8.10                 |
| Fizz Rate [—]            | 23-Jul-09                          | 15:28                              | 4           | 4           | 4                  | 4                   | 4                  | 4                   | 4                    |
| Sample [weight(g)]       | 23-Jul-09                          | 15:28                              | 1.98        | 2.02        | 2.02               | 1.98                | 2.00               | 1.98                | 1.98                 |
| HCl added [mL]           | 23-Jul-09                          | 15:28                              | 78.85       | 56.50       | 79.80              | 83.95               | 83.50              | 77.60               | 89.05                |
| HCl [Normality]          | 23-Jul-09                          | 15:28                              | 0.10        | 0.10        | 0.10               | 0.10                | 0.10               | 0.10                | 0.10                 |
| NaOH [Normality]         | 23-Jul-09                          | 15:28                              | 0.10        | 0.10        | 0.10               | 0.10                | 0.10               | 0.10                | 0.10                 |
| NaOH to [pH=8.3 mL]      | 23-Jul-09                          | 15:28                              | 48.70       | 32.80       | 46.30              | 47.60               | 49.70              | 46.50               | 54.50                |
| Final pH [units]         | 23-Jul-09                          | 15:28                              | 1.68        | 1.75        | 1.75               | 1.81                | 1.65               | 1.65                | 1.69                 |
| NP [t CaCO3/1000t]       | 23-Jul-09                          | 15:28                              | 76.1        | 58.7        | 82.9               | 91.8                | 84.5               | 78.5                | 87.2                 |
| AP [t CaCO3/1000 t]      | 27-Jul-09                          | 11:22                              | 43.1        | 31.2        | 37.1               | 43.0                | 40.8               | 50.6                | 43.0                 |
| Net NP [t CaCO3/1000 t]  | 27-Jul-09                          | 11:22                              | 33.0        | 27.5        | 45.8               | 48.8                | 43.7               | 27.9                | 44.2                 |
| NP/AP [ratio]            | 27-Jul-09                          | 11:22                              | 1.77        | 1.88        | 2.24               | 2.13                | 2.07               | 1.55                | 2.03                 |
| Total Sulphur [%]        | 23-Jul-09                          | 14:18                              | 1.70        | 1.29        | 1.56               | 1.76                | 1.61               | 1.83                | 1.72                 |
| Acid Leachable SO4-S [%] | 27-Jul-09                          | 11:23                              | 0.32        | 0.30        | 0.37               | 0.38                | 0.31               | 0.21                | 0.34                 |
| Sulphide-S [%]           | 27-Jul-09                          | 11:23                              | 1.38        | 1.00        | 1.19               | 1.38                | 1.30               | 1.62                | 1.38                 |
| Total Carbon [%]         | 23-Jul-09                          | 14:18                              | 0.997       | 0.807       | 0.847              | 0.924               | 0.861              | 1.01                | 0.961                |
| Carbonate (CO3) [%]      | 23-Jul-09                          | 14:16                              | 2.44        | 1.77        | 2.48               | 2.61                | 2.41               | 2.39                | 2.35                 |

Online LIMS



SGS Lakefield Research Limited  
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.  
Lakefield - Ontario - K0L 2H0  
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Modified ABA (Price 1997)

LR Report : CA10196-JUL09

\*NP (Neutralization Potential)  
=  $50 \times \frac{(N \text{ of HCL} \times \text{Total HCL added} - N \text{ NaOH} \times \text{NaOH added})}{\text{Weight of Sample}}$

\*AP (Acid Potential) = % Sulphide Sulphur  $\times 31.25$

\*Net NP (Net Neutralization Potential) = NP-AP

NP/AP Ratio = NP/AP

\*Results expressed as tonnes CaCO<sub>3</sub> equivalent/1000 tonnes of material  
Samples with a % Sulphide value of <0.01 will be calculated using a 0.01 value.

Sulphur analysis performed following BC ARD Guidelines (Price 1997)

53-54

Brian Graham B.Sc.  
Project Specialist  
Environmental Services, Analytical





SGS Lakefield Research Limited  
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.  
Lakefield - Ontario - K0L 2H0  
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

# **SNC Lavalin Inc**

Attn : Martine Paradis martine.paradis@snc-lavalin.com

5500, boul. des Galeries, Bureau 200, Quebec  
, G2K 2E2  
Phone: 418-621-5500, Fax: 418-621-8887

Modified ABA (Price 1997)

Tuesday, July 28, 2009

Date Rec. : 15 July 2009  
LR Report: CA10196-JUL09  
Reference: 865866-P-5173

Copy: #1

## **CERTIFICATE OF ANALYSIS** **Final Report**

| Analysis                 | 12:          | 13:           | 14:          | 15:          | 16:          | 17:          | 18:           | 19:          | 20:          |
|--------------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
|                          | BS-OP-07-045 | BS-OP-07-4590 | BS-OP-08-045 | BS-OP-10-045 | BS-OP-11-045 | BS-OP-13-045 | BS-OP-13-4590 | BS-OP-14-045 | BS-OP-15-045 |
| Sample Date & Time       | 08-Jul-09    | 08-Jul-09     | 08-Jul-09    | 08-Jul-09    | 08-Jul-09    | 08-Jul-09    | 08-Jul-09     | 08-Jul-09    | 08-Jul-09    |
| Paste pH [units]         | 8.15         | 8.27          | 8.28         | 7.55         | 8.72         | 8.35         | 8.26          | 8.56         | 8.49         |
| Fizz Rate [—]            | 4            | 4             | 4            | 4            | 4            | 4            | 4             | 4            | 4            |
| Sample [weight(g)]       | 2.03         | 2.00          | 2.04         | 1.98         | 2.02         | 1.98         | 1.96          | 1.98         | 2.04         |
| HCl added [mL]           | 78.70        | 82.20         | 74.15        | 54.50        | 54.00        | 85.50        | 92.10         | 77.06        | 77.40        |
| HCl [Normality]          | 0.10         | 0.10          | 0.10         | 0.10         | 0.10         | 0.10         | 0.10          | 0.10         | 0.10         |
| NaOH [Normality]         | 0.10         | 0.10          | 0.10         | 0.10         | 0.10         | 0.10         | 0.10          | 0.10         | 0.10         |
| NaOH to [pH=8.3 mL]      | 49.80        | 47.45         | 42.90        | 37.20        | 30.80        | 53.60        | 57.40         | 46.00        | 41.80        |
| Final pH [units]         | 1.63         | 1.76          | 1.71         | 1.73         | 1.78         | 1.53         | 1.76          | 1.79         | 1.83         |
| NP [t CaCO3/1000t]       | 71.2         | 86.9          | 76.6         | 43.7         | 57.4         | 80.6         | 88.5          | 78.4         | 87.3         |
| AP [t CaCO3/1000 t]      | 44.4         | 48.4          | 47.3         | 32.2         | 42.5         | 45.2         | 44.3          | 41.2         | 47.3         |
| Net NP [t CaCO3/1000 t]  | 26.8         | 38.6          | 29.3         | 11.5         | 14.9         | 35.4         | 44.2          | 37.2         | 40.0         |
| NP/AP [ratio]            | 1.60         | 1.80          | 1.62         | 1.36         | 1.35         | 1.78         | 2.00          | 1.90         | 1.84         |
| Total Sulphur [%]        | 1.80         | 1.92          | 1.77         | 1.22         | 1.58         | 1.80         | 1.67          | 1.68         | 1.77         |
| Acid Leachable SO4-S [%] | 0.38         | 0.38          | 0.25         | 0.19         | 0.22         | 0.36         | 0.25          | 0.36         | 0.26         |
| Sulphide-S [%]           | 1.42         | 1.55          | 1.51         | 1.03         | 1.36         | 1.45         | 1.42          | 1.32         | 1.51         |
| Total Carbon [%]         | 0.795        | 0.902         | 0.860        | 1.16         | 0.574        | 0.830        | 0.889         | 0.847        | 0.935        |
| Carbonate (CO3) [%]      | 2.13         | 2.59          | 2.32         | 1.30         | 1.55         | 2.54         | 2.48          | 2.41         | 3.02         |

OnLine LIMS



SGS Lakefield Research Limited  
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.  
Lakefield - Ontario - K0L 2H0  
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Modified ABA (Price 1997)

LR Report : CA10196-JUL09

\*NP (Neutralization Potential)  
=  $50 \times \frac{(N \text{ of HCL} \times \text{Total HCL added} - N \text{ NaOH} \times \text{NaOH added})}{\text{Weight of Sample}}$

\*AP (Acid Potential) = % Sulphide sulphur x 31.25

\*Net NP (Net Neutralization Potential) = NP-AP

NP/AP Ratio = NP/AP

\*Results expressed as tonnes CaCO<sub>3</sub> equivalent/1000 tonnes of material  
samples with a % sulphide value of <0.01 will be calculated using a 0.01 value.

sulphur analysis performed following BC ARD Guidelines (Price 1997)

53-54

Brian Graham B.Sc.  
Project Specialist  
Environmental Services, Analytical

Online LIMS



Modified ABA (Price 1997)

SGS Lakefield Research Limited  
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.  
Lakefield - Ontario - K0L 2H0  
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

**SNC Lavalin Inc**  
Attn : Martine Paradis martine.paradis@snclavalin.com

5500, boul. des Galeries, Bureau 200  
Quebec, QC  
G2K 2E2,

Phone: 418-621-5500  
Fax: 418-621-8887

Wednesday, July 15, 2009

Date Rec. : 06 July 2009  
LR Report: CA11044-JUL09  
Reference: 865866-P-5173

Copy: #1

## CERTIFICATE OF ANALYSIS

### Final Report

| Analysis                              | 3:<br>Approval<br>Date | 4:<br>Analysis<br>Approval<br>Time | 5:<br>RS-01 | 6:<br>RS-03 | 7:<br>RS-05 | 8:<br>RS-06 | 9:<br>RS-07 | 10:<br>RS-08 |
|---------------------------------------|------------------------|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| Sample Date & Time                    |                        |                                    | 02-Jul-09   | 02-Jul-09   | 02-Jul-09   | 02-Jul-09   | 02-Jul-09   | 02-Jul-09    |
| Paste pH [units]                      | 15-Jul-09              | 09:18                              | 8.10        | 8.02        | 7.99        | 7.96        | 8.39        | 8.32         |
| Fizz Rate [—]                         | 15-Jul-09              | 09:18                              | 4           | 3           | 3           | 4           | 3           | 3            |
| Sample [weight(g)]                    | 15-Jul-09              | 09:18                              | 2.02        | 2.01        | 2.02        | 2.03        | 2.01        | 1.99         |
| HCl added [mL]                        | 15-Jul-09              | 09:18                              | 73.50       | 65.60       | 84.30       | 72.50       | 35.50       | 34.70        |
| HCl [Normality]                       | 15-Jul-09              | 09:18                              | 0.10        | 0.10        | 0.10        | 0.10        | 0.10        | 0.10         |
| NaOH [Normality]                      | 15-Jul-09              | 09:18                              | 0.10        | 0.10        | 0.10        | 0.10        | 0.10        | 0.10         |
| NaOH to [pH=8.3 mL]                   | 15-Jul-09              | 09:19                              | 43.10       | 31.25       | 51.40       | 39.80       | 18.40       | 20.90        |
| Final pH [units]                      | 15-Jul-09              | 09:19                              | 1.48        | 1.80        | 1.52        | 1.68        | 1.66        | 1.74         |
| NP [t CaCO <sub>3</sub> /1000t]       | 15-Jul-09              | 09:19                              | 75.2        | 85.4        | 81.4        | 80.5        | 42.5        | 34.7         |
| AP [t CaCO <sub>3</sub> /1000 t]      | 15-Jul-09              | 09:19                              | 41.9        | 47.5        | 48.8        | 38.1        | 19.1        | 25.0         |
| Net NP [t CaCO <sub>3</sub> /1000 t]  | 15-Jul-09              | 09:19                              | 33.3        | 37.9        | 32.6        | 42.4        | 23.4        | 9.70         |
| NP/AP [ratio]                         | 15-Jul-09              | 09:19                              | 1.8         | 1.8         | 1.7         | 2.1         | 2.2         | 1.4          |
| Total Sulphur [%]                     | 13-Jul-09              | 13:09                              | 1.46        | 1.81        | 1.77        | 1.49        | 0.810       | 0.972        |
| Acid Leachable SO <sub>4</sub> -S [%] | 13-Jul-09              | 14:37                              | 0.12        | 0.29        | 0.21        | 0.27        | 0.20        | 0.18         |
| Sulphide-S [%]                        | 13-Jul-09              | 14:37                              | 1.34        | 1.52        | 1.56        | 1.22        | 0.61        | 0.80         |
| Total Carbon [%]                      | 13-Jul-09              | 13:09                              | 0.904       | 0.984       | 0.964       | 1.03        | 0.790       | 0.991        |
| Carbonate (CO <sub>3</sub> ) [%]      | 13-Jul-09              | 12:04                              | 2.85        | 2.99        | 2.69        | 2.97        | 1.83        | 1.24         |



SGS Lakefield Research Limited  
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.  
Lakefield - Ontario - K0L 2H0  
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Modified ABA (Price 1997)

LR Report : CA11044-JUL09

\*NP (Neutralization Potential)  
=  $50 \times (N \text{ of HCL} \times \text{Total HCL added} - N \text{ NaOH} \times \text{NaOH added})$   
-----  
weight of sample

\*AP (Acid Potential) = % Sulphide Sulphur x 31.25

\*Net NP (Net Neutralization Potential) = NP-AP

NP/AP Ratio = NP/AP

\*Results expressed as tonnes CaCO<sub>3</sub> equivalent/1000 tonnes of material  
Samples with a % Sulphide value of <0.01 will be calculated using a 0.01 value.

Sulphur analysis performed following BC ARD Guidelines (Price 1997)

53-54

*Brian Graham B.Sc.  
Project Specialist  
Environmental Services, Analytical*



|                                                                                                           |                                                                                                                            |  |                                                      |             |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------|-------------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS À LA MINE OPÉMISKA</b><br><b>Investigation géochimique</b><br><b>Résultats des essais cinétiques</b> |  | Préparé par : M.P. et F.B.<br>Révisé par : D. Isabel |             |         |
|                                                                                                           | 020631-0000-4EER-0001                                                                                                      |  | Rév                                                  | Date        | Page    |
|                                                                                                           |                                                                                                                            |  | 00                                                   | 19-Avril-10 | 1 de 21 |

**Titre du document :** INVESTIGATIONS GÉOCHIMIQUES  
RÉSULTATS DES ESSAIS CINÉTIQUES

**Client :** MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE

**Projet :** TRAVAUX CORRECTIFS SUITE À LA RUPTURE DE LA DIGUE SUD DU  
BASSIN DE POLISSAGE DE LA MINE OPÉMISKA



*Préparé par :*

Martine Paradis, ing., M.Sc.

53-54

*et :*

Frédéric Besozzi, ing., M.Sc.A.

53-54

*Révisé par :*

Denis Isabel, ing., Ph.D., FIC.

53-54

|                                                                                                           |                                        |  |                            |             |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--|----------------------------|-------------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | TRAVAUX CORRECTIFS À LA MINE OPÉMISKA  |  | Préparé par : M.P. et F.B. |             |         |
|                                                                                                           | <b>Investigation géochimique</b>       |  | Révisé par : D. Isabel     |             |         |
|                                                                                                           | <b>Résultats des essais cinétiques</b> |  | Rév                        | Date        | Page    |
|                                                                                                           | 020631-0000-4EER-0001                  |  | 00                         | 19-Avril-10 | 2 de 21 |

## LISTE DES RÉVISIONS APPORTÉES AU DOCUMENT

| Révision |           |      |               | Pages<br>révisées | Remarques              |
|----------|-----------|------|---------------|-------------------|------------------------|
| #        | Par       | App. | Date          |                   |                        |
| PA       | M.P.-F.B. | DI   | 18-Mars-2010  | toutes            | révision interne       |
| PB       | M.P.-F.B. | DI   | 22-Mars-2010  | toutes            | émis pour commentaires |
| 00       | M.P.-F.B. | DI   | 19-Avril-2010 | Toutes            | émission finale        |
|          |           |      |               |                   |                        |
|          |           |      |               |                   |                        |
|          |           |      |               |                   |                        |
|          |           |      |               |                   |                        |

|                                                                                                           |                                                                                                                            |                                                      |             |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS À LA MINE OPÉMISKA</b><br><b>Investigation géochimique</b><br><b>Résultats des essais cinétiques</b> | Préparé par : M.P. et F.B.<br>Révisé par : D. Isabel |             |         |
|                                                                                                           |                                                                                                                            | Rév                                                  | Date        | Page    |
|                                                                                                           | 020631-0000-4EER-0001                                                                                                      | 00                                                   | 19-Avril-10 | 3 de 21 |

## TABLE DES MATIÈRES

|                                                                  | Page      |
|------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.0 INTRODUCTION .....</b>                                    | <b>5</b>  |
| <b>2.0 CODES, LOIS ET RÈGLEMENTS APPLICABLES .....</b>           | <b>5</b>  |
| <b>3.0 CRITÈRES D'ÉVALUATION.....</b>                            | <b>6</b>  |
| <b>4.0 ÉCHANTILLONS RETENUS POUR LES ESSAIS CINÉTIQUES.....</b>  | <b>7</b>  |
| <b>5.0 MÉTHODOLOGIE ET RÉSULTATS .....</b>                       | <b>7</b>  |
| 5.1 Analyse chimique des solides .....                           | 7         |
| 5.2 Minéralogie semi-quantitative par diffraction X .....        | 8         |
| 5.3 Essais statiques .....                                       | 12        |
| 5.4 Essais cinétiques.....                                       | 13        |
| 5.4.1 Méthodologie .....                                         | 13        |
| 5.4.2 Suivi des métaux .....                                     | 14        |
| 5.4.3 Suivi du fer, des sulfates, de l'alcalinité et du pH ..... | 15        |
| <b>6.0 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS .....</b>                   | <b>16</b> |
| <b>7.0 REFERENCES .....</b>                                      | <b>17</b> |

## LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A : Résultats des essais cinétiques et rapports d'analyses

ANNEXE B : Figures illustrant les résultats des essais cinétiques

|                                                                                                           |                                                                                                                            |                                                      |             |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS À LA MINE OPÉMISKA</b><br><b>Investigation géochimique</b><br><b>Résultats des essais cinétiques</b> | Préparé par : M.P. et F.B.<br>Révisé par : D. Isabel |             |         |
|                                                                                                           |                                                                                                                            | Rév                                                  | Date        | Page    |
|                                                                                                           | 020631-0000-4EER-0001                                                                                                      | 00                                                   | 19-Avril-10 | 4 de 21 |

### LISTE DES TABLEAUX

|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 3-1 : Critères pour l'interprétation des essais PGA.....                               | 6  |
| Tableau 5-1 : Résultats d'analyse de roches totales avant et après les essais cinétiques ..... | 8  |
| Tableau 5-2 : Résultats d'analyse ICP-MS/AES avant et après les essais cinétiques.....         | 9  |
| Tableau 5-3 : Assemblage des minéraux sous forme cristalline.....                              | 10 |
| Tableau 5-4 : Résultats de la diffraction-X semi-quantitative – Échantillon RS-08.....         | 11 |
| Tableau 5-5 : Résultats de la diffraction-X semi-quantitative – Échantillon RS-OP-07-045 ..... | 12 |
| Tableau 5-6 : Résultats des bilans acide-base avant et après les essais cinétiques .....       | 12 |



|                                                                                                           |                                                                                                                            |                                                      |             |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS À LA MINE OPÉMISKA</b><br><b>Investigation géochimique</b><br><b>Résultats des essais cinétiques</b> | Préparé par : M.P. et F.B.<br>Révisé par : D. Isabel |             |         |
|                                                                                                           |                                                                                                                            | Rév                                                  | Date        | Page    |
|                                                                                                           | 020631-0000-4EER-0001                                                                                                      | 00                                                   | 19-Avril-10 | 5 de 21 |

## 1.0 INTRODUCTION

À la suite de la rupture de la digue à la mine Opémiska, le bassin de polissage s'est vidé de son eau et une quantité de résidus miniers s'est déversée dans le ruisseau Slam, en aval du bassin de polissage. Les résidus miniers du bassin sont maintenant exposés à l'air. Des travaux correctifs ont débuté afin de contrôler l'érosion des résidus dans le bassin et de nettoyer le ruisseau des résidus miniers.

Des essais de lixiviation et de détermination du potentiel de génération d'acide (PGA) ont été réalisés sur 26 échantillons prélevés dans le bassin de polissage et dans le ruisseau Slam. Ces résultats sont présentés dans la note technique n° 865866-9021-4EER-0001. Ces essais ont mené aux conclusions suivantes :

- Les résidus miniers sont lixiviables selon les méthodes TCLP et SPLP pour l'aluminium, le cadmium, le cobalt, le chrome, le cuivre, le mercure, le manganèse, le nickel, le plomb et le zinc mais ne sont pas des résidus à risques élevés ;
- Les résidus miniers soumis aux essais statiques ont tous obtenu des résultats similaires dans la zone incertaine quant au potentiel de génération d'acide.

Comme les essais statiques n'ont pas permis de statuer sur le potentiel de génération d'acide des résidus, des essais cinétiques ont été réalisés. La présente note technique porte donc sur les essais cinétiques réalisés. Des analyses minéralogiques et chimiques ont été réalisées en complément de ces essais. L'ensemble de ces résultats vient compléter l'information disponible sur la géochimie des résidus miniers de la mine Opémiska.

## 2.0 CODES, LOIS ET RÈGLEMENTS APPLICABLES

La présente étude a été réalisée en accord avec les codes, lois et règlements suivants, si applicables :

- Directive 019 sur l'industrie minière (MDDEP<sup>1</sup>, avril 2005);
- Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés (MDDEP, 2002);
- Guide de gestion des parcs à résidus miniers (Association minière du Canada, septembre 1998);
- Guide et modalités de préparation du plan et exigences générales en matière de restauration des sites miniers au Québec (MRNF<sup>2</sup>, 1997);
- Guide de caractérisation des résidus miniers et du minerai (MDDEP, mai 2003);
- Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés (MDDEP, novembre 2001).

<sup>1</sup> Ministère du Développement durable de l'Environnement et des Parcs du Québec

<sup>2</sup> Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec

|                                                                                                           |                                                                                                                            |                                                      |             |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS À LA MINE OPÉMISKA</b><br><b>Investigation géochimique</b><br><b>Résultats des essais cinétiques</b> | Préparé par : M.P. et F.B.<br>Révisé par : D. Isabel |             |         |
|                                                                                                           |                                                                                                                            | Rév                                                  | Date        | Page    |
|                                                                                                           | 020631-0000-4EER-0001                                                                                                      | 00                                                   | 19-Avril-10 | 6 de 21 |

- Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales (Cahier 5, échantillonnage des sols, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, Août 2008).
- Méthode d'analyse, Protocole de lixiviation pour les espèces inorganiques, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, MA. 100 - Lix.com 1.0 (2006);
- Méthode d'analyse, Détermination du potentiel de génération d'acide : méthode par titrage avec de l'acide sulfurique, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (2006).

### 3.0 CRITÈRES D'ÉVALUATION

Afin de statuer sur le caractère acidogène des résidus miniers, les résultats des essais de détermination du potentiel de génération d'acide (PGA ou essais statiques) sont comparés aux valeurs de référence énumérées ci-dessous. En cas de doute, des essais cinétiques peuvent être réalisés pour confirmer ou infirmer le potentiel d'acidification.

Selon les critères du MDDEP, pour qu'un résidu soit considéré potentiellement acidogène, il doit rencontrer les critères suivants :

- $S_{\text{sulfures}} > 0,3 \%$  et ;
- $\text{PNN} < 20 \text{ kg CaCO}_3/\text{t}$  ;
- $\text{PN/PA} < 3$ .

Le potentiel de neutralisation net (PNN) représente la capacité de neutralisation résiduelle de l'échantillon. Il est calculé en soustrayant le potentiel d'acidification (PA) du potentiel de neutralisation (PN). Le Tableau 3-1 montre les classements et interprétations possibles selon d'autres sources.

**Tableau 3-1 : Critères pour l'interprétation des essais PGA**

| <b>Sobek et al. (1978)</b> |                        |
|----------------------------|------------------------|
| $\text{PN/PA} \leq 1$      | Générateur d'acide     |
| $1 < \text{PN/PA} < 2,5$   | Incertain              |
| $\text{PN/PA} \geq 2,5$    | Non générateur d'acide |

| <b>Miller et al. (1991)</b>                        |                        |
|----------------------------------------------------|------------------------|
| $\text{PNN} \leq 20 \text{ kg CaCO}_3/\text{t}$    | Générateur d'acide     |
| $-20 < \text{PNN} < 20 \text{ kg CaCO}_3/\text{t}$ | Incertain              |
| $\text{PNN} \geq 20 \text{ kg CaCO}_3/\text{t}$    | Non générateur d'acide |

|                                                                                                           |                                                                                                                            |                                                      |             |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS À LA MINE OPÉMISKA</b><br><b>Investigation géochimique</b><br><b>Résultats des essais cinétiques</b> | Préparé par : M.P. et F.B.<br>Révisé par : D. Isabel |             |         |
|                                                                                                           |                                                                                                                            | Rév                                                  | Date        | Page    |
|                                                                                                           | 020631-0000-4EER-0001                                                                                                      | 00                                                   | 19-Avril-10 | 7 de 21 |

Jusqu'à la réalisation de cette étude, les résidus de la mine Opémiska ont toujours été considérés non générateurs acide. Ils sont d'ailleurs exposés à l'air depuis 40 ans au parc à résidus miniers situé en amont du bassin de polissage et ne produisent pas de drainage minier acide (DMA).

Cependant, tous les échantillons prélevés dans le cadre de la campagne de caractérisation réalisée par SNC-Lavalin ont montré un rapport PN/PA entre 1,2 et 2,3 ; soit dans la zone incertaine quant au potentiel de génération d'acide. Les résultats présentés dans les sections qui suivent permettront de statuer sur le potentiel de génération d'acide des résidus miniers de la mine Opémiska.

#### 4.0 ÉCHANTILLONS RETENUS POUR LES ESSAIS CINÉTIQUES

Sur les vingt-six échantillons recueillis dans le ruisseau Slam et dans le bassin de polissage de la mine Opémiska, deux échantillons ont été sélectionnés pour l'essai cinétique en cellule humide standard sur la base des résultats obtenus pour les essais PGA et les essais de lixiviation. Les résultats pour tous les échantillons sont présentés dans la note technique n° 865866-9021-4EER-0001 intitulée *Géochimie des résidus miniers*. Les échantillons retenus sont les suivants :

- Un échantillon qui a montré des résultats similaires à la moyenne des résultats quant au rapport PN/PA et au PNN (échantillon BS-OP-07-045 prélevé dans le bassin de polissage);
- L'échantillon ayant le plus faible ratio PN/PA (échantillon RS-08 pris dans le ruisseau Slam).

Ces deux échantillons représentent le scénario moyen et le pire scénario en termes de potentiel de génération d'acide.

#### 5.0 MÉTHODOLOGIE ET RÉSULTATS

Avant de procéder à l'essai en cellule humide standard, une caractérisation préliminaire sur les échantillons a été réalisée afin de préciser la nature des résidus miniers avant l'essai. Dans le cadre de ce mandat, les essais qui ont été réalisés sont l'analyse chimique des solides, l'analyse minéralogique semi-quantitative et le bilan acide-base. Les échantillons ont également été caractérisés à nouveau une fois les essais cinétiques complétés. L'ensemble des analyses a été réalisé au laboratoire de SGS Lakefield Research Ltd., situé à Lakefield (Ontario). Les rapports d'analyse sont présentés à l'**Annexe A**.

##### 5.1 Analyse chimique des solides

Des analyses de type « roche totale » ont été réalisées avant et après les essais cinétiques. Ces analyses permettent de définir la composition des particules solides en mesurant les concentrations en éléments majeurs. Les résultats de ces analyses sont présentés au Tableau 5-1 en termes de pourcentage poids d'oxydes élémentaires.

Une fraction de chaque échantillon devant être testé en cellule humide a été solubilisée et soumise à une analyse par spectrométrie d'émission au plasma d'argon (ICP-OES) ou par spectrométrie de masse à source ionisante au plasma d'argon (ICP-MS). Les concentrations mesurées dans les échantillons de résidus miniers sont présentées au Tableau 5-2.

|                                                                                                           |                                                                                                                            |                                                      |             |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS À LA MINE OPÉMISKA</b><br><b>Investigation géochimique</b><br><b>Résultats des essais cinétiques</b> | Préparé par : M.P. et F.B.<br>Révisé par : D. Isabel |             |         |
|                                                                                                           |                                                                                                                            | Rév                                                  | Date        | Page    |
|                                                                                                           | 020631-0000-4EER-0001                                                                                                      | 00                                                   | 19-Avril-10 | 8 de 21 |

**Tableau 5-1 : Résultats d'analyses de roches totales avant et après les essais cinétiques**

| Échantillon                    | RS-08       |             | BS-OP-07-045 |             |
|--------------------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| % poids d'oxyde                | Avant       | Après       | Avant        | Après       |
| SiO <sub>2</sub>               | 60.7        | 61          | 46.6         | 46.3        |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 10.1        | 10.2        | 10.9         | 11.1        |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 11.7        | 11.5        | 19.4         | 19.5        |
| MgO                            | 2.59        | 2.53        | 3.47         | 3.56        |
| CaO                            | 3.71        | 3.64        | 5.75         | 5.67        |
| Na <sub>2</sub> O              | 2.87        | 2.9         | 3.38         | 3.34        |
| K <sub>2</sub> O               | 1.54        | 1.52        | 1.49         | 1.48        |
| TiO <sub>2</sub>               | 0.84        | 0.81        | 1.23         | 1.20        |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.17        | 0.17        | 0.17         | 0.15        |
| MnO                            | 0.13        | 0.13        | 0.18         | 0.18        |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.01        | 0.02        | <0.01        | <0.01       |
| V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.03        | 0.01        | 0.03         | 0.03        |
| PAF                            | 4.14        | 4.02        | 4.44         | 5.50        |
| <b>Total</b>                   | <b>98.6</b> | <b>98.4</b> | <b>97.1</b>  | <b>98.1</b> |

## 5.2 Minéralogie semi-quantitative par diffraction X

Les échantillons de résidus miniers ont été analysés avant et après les essais en cellule humide par diffraction X avec un diffractomètre AXSD8 de Bruker. Les patrons de diffraction ont été interprétés avec le logiciel DiffracPlus Eva en utilisant les bases de données PDF2/PDF4 du Centre international des données de diffraction (CIDD). Ces bases de données regroupent des patrons de diffraction des poudres obtenus pour des matériaux de référence contenant une seule phase minérale.

Cette méthode ne permet pas d'identifier les phases minérales non cristallines et/ou amorphes. L'intensité des pics est fortement influencée par le degré de cristallinité, le système cristallin ou les orientations préférentielles.

Les proportions de chaque phase minérale identifiée dans la poudre ont été déterminées en se basant sur la hauteur relative des pics observés sur les patrons de diffraction. Cette méthode d'analyse est dite semi-quantitative. Les résultats d'analyses de la « roche totale » ont été utilisés pour valider les proportions de chaque phase minérale déterminées. Les résultats sont présentés dans le Tableau 5-3, le Tableau 5-4 et le Tableau 5-5 ci-dessous.

Les minéraux identifiés sont par ordre d'importance de l'albite (plagioclase), du quartz, du stilpnomélan (mica), du chamosite (chlorite), de l'actinote (amphibole) et de la calcite. Les minéraux d'intérêt principal sont l'albite, un plagioclase sodique de composition chimique NaAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub> et la calcite, un carbonate de calcium. Les plagioclases sont des aluminosilicates du groupe des feldspaths qui peuvent également contribuer au potentiel de neutralisation des résidus miniers. La calcite est un carbonate très réactif et, lorsque disponible, contribue généralement le plus au



|                                                                                                           |                                        |  |                            |             |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--|----------------------------|-------------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | TRAVAUX CORRECTIFS À LA MINE OPÉMISKA  |  | Préparé par : M.P. et F.B. |             |         |
|                                                                                                           | <b>Investigation géochimique</b>       |  | Révisé par : D. Isabel     |             |         |
|                                                                                                           | <b>Résultats des essais cinétiques</b> |  | Rév                        | Date        | Page    |
|                                                                                                           | 020631-0000-4EER-0001                  |  | 00                         | 19-Avril-10 | 9 de 21 |

potentiel de neutralisation. La teneur en sulfures (pyrite) des deux échantillons varie de 2 à 10 % de la masse des résidus.

**Tableau 5-2 : Résultats d'analyses ICP-MS/AES avant et après les essais cinétiques**

| Concentration (mg/kg) | Critères A <sup>(1)</sup> | RS-08            |                  | BS-OP-07-045     |                  |
|-----------------------|---------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                       |                           | Avant les essais | Après les essais | Avant les essais | Après les essais |
| Ag                    | 5*                        | 2,3              | 2,0              | 4,1              | 4,0              |
| Al                    | –                         | 52 000           | 51 000           | 55 000           | 51 000           |
| As                    | 5                         | 27               | 25               | 41               | 41               |
| Ba                    | 200                       | 360              | 310              | 230              | 210              |
| Be                    |                           | 0,71             | 0,69             | 0,68             | 0,67             |
| Bi                    |                           | 0,46             | 0,46             | 0,79             | 0,80             |
| Ca                    |                           | 25 000           | 23 000           | 37 000           | 32 000           |
| Cd                    | 3*                        | 0,81             | <0,02            | 1,1              | <0,02            |
| Co                    | 20                        | 65               | 60               | 100              | 91               |
| Cr                    | 85                        | 75               | 71               | 50               | 22               |
| Cu                    | 50                        | 1 200            | 1100             | 2 300            | 2300             |
| Fe                    | –                         | 79 000           | 75 000           | 120 000          | 110 000          |
| K                     |                           | 14 000           | 14 000           | 14 000           | 14 000           |
| Li                    |                           | 7                | 7                | 7                | 8                |
| Mg                    |                           | 15 000           | 14 000           | 19 000           | 18 000           |
| Mn                    | 1000                      | 960              | 760              | 1 300            | 1 100            |
| Mo                    | 6                         | 56               | 46               | 96               | 92               |
| Ni                    | 50                        | 50               | 40               | 68               | 52               |
| Pb                    | 40                        | 21               | 17               | 32               | 28               |
| Sb                    | –                         | <0,8             | <0,8             | 1,0              | 0,8              |
| Se                    | 5*                        | 0,8              | 0,8              | <0,7             | 1,3              |
| Sn                    | 5                         | 3,2              | 2,7              | 4,7              | 4,3              |
| Sr                    |                           | 180              | 160              | 120              | 100              |
| Ti                    |                           | 5 100            | 5 100            | 7 500            | 7 100            |
| Tl                    |                           | 0,38             | 0,33             | 0,44             | 0,40             |
| U                     |                           | 11               | 8,3              | 19               | 16               |
| V                     |                           | 100              | 91               | 140              | 150              |
| Y                     |                           | 15               | 15               | 20               | 21               |
| Zn                    | 120                       | 200              | 200              | 270              | 270              |

<sup>(1)</sup> teneurs de fond (critères A) pour les métaux et métalloïdes pour la province géologique du Supérieur (tableau 2 de l'annexe 2 de la PPSRTC du MDDEP)

\* la limite de quantification de la méthode (LQM) d'analyse est supérieure à la teneur de fond donc la LQM s'applique comme seuil à respecter

 Concentration supérieure à la teneur de fond régionale (critère A)

|                                                                                                           |                                                                                                                            |                                                                  |             |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS À LA MINE OPÉMISKA</b><br><b>Investigation géochimique</b><br><b>Résultats des essais cinétiques</b> | Préparé par : M. Paradis et F. Besozzi<br>Révisé par : D. Isabel |             |          |
|                                                                                                           |                                                                                                                            | Rév                                                              | Date        | Page     |
|                                                                                                           | 020631-0000-4EER-0001                                                                                                      | 00                                                               | 19-Avril-10 | 10 de 21 |

**Tableau 5-3 : Assemblage des minéraux sous forme cristalline**

| Échantillon                             | Majeur<br>(> 30 % poids) | Modéré<br>(10-30 % Poids)            | Mineur<br>(2-10 % Poids)                                                                            | Trace<br>(< 2 % Poids)              |
|-----------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| RS-08<br>avant l'essai cinétique        |                          | Plagioclase<br>Quartz                | Amphibole, Stilpnomélane<br>Feldspath potassique<br>Clinochlore<br>Calcite, Mica, Pyrite            | *Diopside<br>*Magnétite<br>*Rutile  |
| RS-08<br>après l'essai cinétique        |                          | Plagioclase, Quartz<br>Stilpnomélane | Feldspath potassique, Amphibole<br>Pyrite, Chlorite, Calcite<br>Mica, Pyroxène                      | *Magnétite<br>*Anatase<br>*Ilménite |
| BS-OP-07-045<br>avant l'essai cinétique | Plagioclase              | Stilpnomélane                        | Pyrite, Amphibole, Quartz, Chlorite,<br>Calcite, Mica<br>Feldspath potassique, Magnétite            | *Diopside<br>*Rutile                |
| BS-OP-07-045<br>après l'essai cinétique |                          | Plagioclase, Stilpnomélane           | Pyrite, Amphibole, Feldspath<br>potassique, Calcite, Chlorite, Quartz,<br>Pyroxène, Mica, Magnétite | *Ilménite<br>*Anatase<br>*Gypse     |

\*Tentative d'identification due à des concentrations faibles, des lignes de diffraction qui se superposent à d'autres ou une cristallinité médiocre

Note : La proportion relative de chaque minéral est basée sur la hauteur des pics

|                                                                                                           |                                                                                                                            |                                                        |             |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS À LA MINE OPÉMISKA</b><br><b>Investigation géochimique</b><br><b>Résultats des essais cinétiques</b> | Préparé par : M. P. et F. B.<br>Révisé par : D. Isabel |             |          |
|                                                                                                           |                                                                                                                            | Rév                                                    | Date        | Page     |
|                                                                                                           | 020631-0000-4EER-0001                                                                                                      | 00                                                     | 19-Avril-10 | 11 de 21 |

**Tableau 5-4 : Résultats de la diffraction-X semi-quantitative – Échantillon RS-08**

| Minéraux                 | Avant l'essai cinétique<br>(Poids %) | Après l'essai cinétique<br>(Poids %) |
|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Albite                   | 29,4                                 | 26,1                                 |
| Quartz                   | 24,9                                 | 25,5                                 |
| Actinote                 | 8,9                                  | 6,5                                  |
| Stilpnomélane            | 8,9                                  | 10,6                                 |
| Orthose, microcline      | 7,3                                  | 7,8                                  |
| Chamosite                | 5,5                                  | 5,2                                  |
| Calcite                  | 4,9                                  | 4,6                                  |
| Pyrite                   | 2,5                                  | 5,6                                  |
| <i>Mica : Phlogopite</i> | 2,0                                  | –                                    |
| <i>Mica : Biotite</i>    | 1,6                                  | –                                    |
| Diopside                 | 1,7                                  | 2,6                                  |
| Magnétite                | 1,4                                  | 1,2                                  |
| Rutile, anatase          | 0,9                                  | 1,0                                  |
| <i>Mica : Muscovite</i>  | –                                    | 2,7                                  |
| Ilménite                 | –                                    | 0,7                                  |
| <b>Total</b>             | <b>99,9</b>                          | <b>100,1</b>                         |

|                                                                                                           |                                       |  |                              |             |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--|------------------------------|-------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | TRAVAUX CORRECTIFS À LA MINE OPÉMISKA |  | Préparé par : M. P. et F. B. |             |          |
|                                                                                                           | Investigation géochimique             |  | Révisé par : D. Isabel       |             |          |
|                                                                                                           | Résultats des essais cinétiques       |  | Rév                          | Date        | Page     |
|                                                                                                           | 020631-0000-4EER-0001                 |  | 00                           | 19-Avril-10 | 12 de 21 |

**Tableau 5-5 : Résultats de la diffraction-X semi-quantitative – Échantillon RS-OP-07-045**

| Minéraux                 | Avant l'essai cinétique<br>(Poids %) | Après l'essai cinétique<br>(Poids %) |
|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Albite                   | 31,5                                 | 28,0                                 |
| Stilpnomélane            | 13,9                                 | 14,3                                 |
| Pyrite                   | 9,3                                  | 9,8                                  |
| Actinote                 | 9,0                                  | 9,5                                  |
| Quartz                   | 8,0                                  | 5,4                                  |
| Chamosite                | 7,3                                  | 5,6                                  |
| Calcite                  | 6,9                                  | 6,3                                  |
| <i>Mica : Phlogopite</i> | 4,0                                  | –                                    |
| Orthose, Microcline      | 2,8                                  | 8,3                                  |
| Magnétite                | 2,5                                  | 2,5                                  |
| Diopside                 | 1,9                                  | 3,7                                  |
| <i>Mica : Biotite</i>    | 1,6                                  | –                                    |
| Rutile, Anatase          | 1,3                                  | 1,0                                  |
| <i>Mica : Muscovite</i>  | –                                    | 3,2                                  |
| Ilménite                 | –                                    | 1,5                                  |
| Gypse                    | –                                    | 0,7                                  |
| <b>Total</b>             | <b>100,0</b>                         | <b>99,9</b>                          |

### 5.3 Essais statiques

Des bilans acide-base (essais statiques) ont été faits sur les échantillons sélectionnés pour les essais cinétiques. Les résultats de ces essais statiques avant et après les essais cinétiques sont montrés au tableau 6-1.

**Tableau 5-6 : Résultats des bilans acide-base avant et après les essais cinétiques**

|                       |                         | RS-08   |       | BS-OP-07-045 |       |
|-----------------------|-------------------------|---------|-------|--------------|-------|
|                       |                         | initial | final | initial      | final |
| S <sub>total</sub>    | Poids %                 | 0,972   | 0,885 | 1,80         | 1,58  |
| S <sub>sulfates</sub> | Poids %                 | 0,18    | 0,12  | 0,38         | 0,18  |
| S <sub>sulfures</sub> | Poids %                 | 0,80    | 0,77  | 1,42         | 1,40  |
| C <sub>total</sub>    | Poids %                 | 0,991   | 0,908 | 0,795        | 0,757 |
| CO <sub>3</sub>       | Poids %                 | 1,24    | 1,06  | 2,13         | 2,11  |
| PA                    | kg CaCO <sub>3</sub> /t | 25,0    | 24,1  | 44,4         | 43,7  |
| PN                    | kg CaCO <sub>3</sub> /t | 34,7    | 31,4  | 71,2         | 63,3  |
| PNN                   | kg CaCO <sub>3</sub> /t | 9,70    | 7,33  | 26,8         | 19,6  |
| PN/PA                 |                         | 1,40    | 1,30  | 1,60         | 1,45  |



|                                                                                                           |                                                                                                                            |                                                        |             |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS À LA MINE OPÉMISKA</b><br><b>Investigation géochimique</b><br><b>Résultats des essais cinétiques</b> | Préparé par : M. P. et F. B.<br>Révisé par : D. Isabel |             |          |
|                                                                                                           |                                                                                                                            | Rév                                                    | Date        | Page     |
|                                                                                                           | 020631-0000-4EER-0001                                                                                                      | 00                                                     | 19-Avril-10 | 13 de 21 |

Les résultats avant et après les essais cinétiques sur les résidus montrent que le pourcentage de sulfures est supérieur à 0,3 % pour les deux échantillons. Les sulfures présents dans les échantillons ne sont pas (ou faiblement) consommés durant les essais.

Le potentiel d'acidification a légèrement diminué après l'essai cinétique, ce qui indique que les conditions acides ne se sont pas établies pour ce matériel.

Le soufre total et les sulfates ont diminué après les essais cinétiques, ce qui indique que les conditions d'oxydation des sulfures ne se sont pas installées pendant les essais.

## 5.4 Essais cinétiques

### 5.4.1 Méthodologie

Les essais cinétiques permettent de documenter dans le temps les phénomènes d'acidification et de neutralisation des résidus miniers. Ils permettent de confirmer ou d'infirmer l'hypothèse que les résidus sont non générateurs d'acidité. Ces essais permettent aussi de définir le taux et la variation temporelle de la production d'acide de même que l'évolution de la qualité de l'eau de drainage dans le temps.

Les conditions imposées durant ces essais concernent trois paramètres essentiels : la température, l'eau (volume et flux), et l'oxygène (circulation d'air). La répétition du traitement a pour but de simuler une longue période de temps d'exposition des résidus aux conditions environnementales. La durée d'un cycle est d'une semaine mais il tente de simuler un plus grand laps de temps sur le terrain. Les essais cinétiques réalisés dans le cadre de ce mandat ont été effectués par SGS Lakefield Research Ltd. selon la norme ASTM D 5744-7. Cette procédure est résumée ci-dessous :

- Les propriétés chimiques et minéralogiques sont mesurées avant le début de l'essai pour les comparer aux résidus oxydés à la fin des 20 semaines de traitement ;
- Les résidus sont placés dans des cellules en plexiglas.

Chacun des 20 cycles hebdomadaires est divisé en trois phases :

- Une phase humide durant laquelle de l'air saturé en vapeur d'eau circule à travers les résidus pendant une période de trois jours, ce qui permet de fournir de l'oxygène dans le milieu poreux sans assécher l'échantillon ;
- Une phase sèche, durant laquelle de l'air déshumidifié est poussé à travers les résidus pendant trois jours. L'oxygène de l'air est directement en contact avec la surface des particules tout en asséchant les résidus ;
- Une phase de lixiviation le septième jour, durant laquelle on procède au rinçage des résidus. Une quantité d'eau distillée et déminéralisée est laissée en contact avec les résidus pendant trois heures. Les eaux de rinçage sont ensuite récupérées en exerçant une légère surpression. Cette étape permet de mettre en solution et de récupérer les produits de réaction du DMA et aussi d'évacuer les ions métalliques susceptibles de composer le drainage minier neutre (DMN) ;
- Le lixiviat est ensuite retiré et filtré. Les paramètres suivants sont analysés à toutes les semaines : pH, conductivité électrique ( $\mu\text{mho/cm}$ ), acidité, alcalinité et sulfates. Trente-deux

|                                                                                                           |                                                                                                                            |                                                        |             |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS À LA MINE OPÉMISKA</b><br><b>Investigation géochimique</b><br><b>Résultats des essais cinétiques</b> | Préparé par : M. P. et F. B.<br>Révisé par : D. Isabel |             |          |
|                                                                                                           |                                                                                                                            | Rév                                                    | Date        | Page     |
|                                                                                                           | 020631-0000-4EER-0001                                                                                                      | 00                                                     | 19-Avril-10 | 14 de 21 |

métaux dissous (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Sr, Si, Ti, Tl, U, V, W, Y, Zn) sont analysés les semaines 0 à 5, 10 et 15.

- Les essais sont ensuite complétés par une caractérisation chimique, minéralogique ainsi que par des essais statiques complets sur les résidus ayant subi le traitement.

Les résultats complets des analyses sont présentés au Tableaux A-1 et A-2 de l'**Annexe A**. Les résultats sont comparés aux critères de résurgence dans les eaux de surface et d'infiltration dans les égouts (RESIE). Les critères RESIE sont tirés de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* (PPSRTC) du MDDEP et sont applicables aux eaux souterraines. Ils sont cités à l'Annexe II de la *Directive 019 sur l'industrie minière* du MDDEP pour déterminer si les résidus miniers sont des résidus « lixiviables ».

Dans le cas des sulfates, de l'aluminium, du fer et de l'uranium, aucun critère pour l'eau souterraine n'est défini dans la PPSRTC. Les résultats pour ces paramètres sont comparés aux *Critères de qualité de l'eau de surface au Québec* du MDDEP pour la protection de la vie aquatique – effet aigu (CVAA).

Les résultats sont illustrés graphiquement à l'**Annexe B** pour le pH, l'alcalinité, le fer, les sulfates, le cuivre, le manganèse, le nickel, le cadmium, l'aluminium, le chrome, l'uranium, le molybdène et l'argent.

#### 5.4.2 Suivi des métaux

Dans la note technique n° 865866-9021-4EER-0001 sur la *Géochimie des résidus miniers*, les résidus miniers du bassin de polissage et du ruisseau ont été identifiés comme des résidus miniers lixiviables tels que définis dans la *Directive 019*. Les lixiviats obtenus selon les méthodes TCLP et SPLP ont montré des concentrations supérieures aux critères pour l'aluminium, le cadmium, le cobalt, le chrome, le cuivre, le mercure, le manganèse, le nickel, le plomb et le zinc.

Au cours des essais, aucun dépassement des critères RESIE n'a été observé pour l'aluminium, le cadmium, le cobalt, le manganèse, le molybdène, le nickel et le zinc. Les concentrations en béryllium, chrome, fer, lithium, mercure, plomb et thallium sont pratiquement restées en-deçà de la limite de détection tout au long des essais.

Les lixiviats échantillonnés ont montré des concentrations supérieures au critère RESIE pour le cuivre (Cu) tout au long des essais pour l'échantillon RS-08. Pour l'échantillon BS-OP-07-045, des dépassements en cuivre ont été observés à plusieurs reprises durant les essais.

Le lixiviat obtenu lors du premier rinçage de l'échantillon BS-OP-07-045 a montré un dépassement du critère pour l'argent (Ag). Les concentrations en argent sont demeurées près ou sous la limite de détection pour le reste de la durée des essais, et ce pour les deux échantillons testés.

Les lixiviats échantillonnés ont montré des concentrations supérieures aux critères de Protection de la vie aquatique (CVAA) pour l'uranium (U) lors du premier rinçage pour l'échantillon BS-OP-07-045.

De manière générale, tel qu'illustré sur les figures de l'**Annexe B**, les concentrations mesurées dans les lixiviats qui étaient plus élevées lors des premiers rinçages (semaine 1 à 3) ont diminué rapidement par la suite et sont restées faibles jusqu'à la fin des essais.

|                                                                                                           |                                                                                                                            |                                                        |             |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS À LA MINE OPÉMISKA</b><br><b>Investigation géochimique</b><br><b>Résultats des essais cinétiques</b> | Préparé par : M. P. et F. B.<br>Révisé par : D. Isabel |             |          |
|                                                                                                           |                                                                                                                            | Rév                                                    | Date        | Page     |
|                                                                                                           | 020631-0000-4EER-0001                                                                                                      | 00                                                     | 19-Avril-10 | 15 de 21 |

Lors de premiers cycles de rinçage, une faible lixiviation en cadmium, nickel et aluminium a été observée. Des valeurs plus élevées ont été obtenues pour le manganèse sans toutefois dépasser le critère RESIE.

#### 5.4.3 Suivi du fer, des sulfates, de l'alcalinité et du pH

Les réactions d'oxydation des sulfures entraînent la production d'ions  $H^+$ , de fer ferreux et de sulfates. Les réactions de neutralisation des ions  $H^+$  entraînent la dissolution de carbonates et de silicates et la précipitation de composés secondaires comme des oxy-hydroxydes de fer et de manganèse et des sulfates métalliques. Des conditions acides peuvent ou non se développer si l'alcalinité est consommée durant les essais.

Rappelons ici que la concentration en sulfures des échantillons testés était de moins de 3 % en termes d'équivalent en pyrite. Au cours des essais cinétiques sur l'ensemble des 20 semaines, le pH est resté neutre pour tous les échantillons. De faibles concentrations en fer, en soufre et en sulfates dans les lixiviats ont été observées. Les concentrations en fer soluble sont demeurées très faibles pour la plupart des cycles ou sous le seuil de détection ( $< 0,01$  mg/L). La concentration en soufre total a peu changé dans les échantillons tel que montré par le bilan acide-base.

Par ailleurs, les principaux minéraux pouvant contribuer à l'alcalinité et par conséquent, pouvant neutraliser l'acidité générée par l'oxydation des sulfures contenus dans les échantillons sont un aluminosilicate sodique, le plagioclase albite, et le carbonate de calcium, la calcite. Leur dissolution libère des ions calcium, sodium et aluminium. L'oxydation des sulfures et les réactions de neutralisation auraient pu entraîner une augmentation des concentrations en ions sodium, aluminium et calcium. Les concentrations en calcium, sodium et aluminium ont diminué de façon importante après les premiers cycles de rinçage.

Lors des premiers rinçages l'alcalinité était beaucoup plus élevée. Elle a chuté à partir de la 5<sup>e</sup> semaine pour demeurer à peu près constante ou diminuer progressivement au cours du reste des essais. Un lessivage de la solution interstitielle des résidus riches en ions alcalins est possiblement la cause de ce phénomène. Une certaine dissolution de la calcite a probablement eu lieu au cours des essais comme en témoignent les analyses de  $CO_3$ .

Ainsi, toutes ces observations confirment le comportement non acidogène des deux échantillons de résidus miniers testés. Les résidus miniers d'Opémiska, ne sont donc pas susceptibles de générer du drainage minier acide.

Il est à noter que les lixiviats échantillonnés ont montré des concentrations supérieures aux critères de Protection de la vie aquatique (CVAA) pour les sulfates ( $SO_4^{2-}$ ) lors du premier rinçage de l'échantillon BS-OP-07-045. Les sulfates déjà présents dans l'échantillon ont probablement été lessivés lors des premiers cycles de rinçage.

|                                                                                                           |                                                                                                                            |                                                        |             |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS À LA MINE OPÉMISKA</b><br><b>Investigation géochimique</b><br><b>Résultats des essais cinétiques</b> | Préparé par : M. P. et F. B.<br>Révisé par : D. Isabel |             |          |
|                                                                                                           |                                                                                                                            | Rév                                                    | Date        | Page     |
|                                                                                                           | 020631-0000-4EER-0001                                                                                                      | 00                                                     | 19-Avril-10 | 16 de 21 |

## 6.0 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Le principal objectif des essais cinétiques était de vérifier le potentiel de génération d'acide des résidus miniers de la mine Opémiska. Les résidus miniers du bassin de polissage et du ruisseau Slam sont des résidus miniers lixiviables tels que définis dans la *Directive 019*. Les lixiviats obtenus selon les méthodes TCLP et SPLP ont montré des concentrations supérieures aux critères pour l'aluminium, le cadmium, le cobalt, le chrome, le cuivre, le mercure, le manganèse, le nickel, le plomb et le zinc.

Les résidus miniers du bassin de polissage et du ruisseau soumis aux essais statiques ont tous obtenu des résultats similaires dans la zone incertaine. Les vingt-six échantillons testés contenaient plus de 0,6 % de soufre sous forme de sulfures ( $S^{2-}$ ) et ont montré un rapport PN/PA entre 1,2 et 2,3. On notait cependant que les résidus miniers du parc à résidus, qui sont exposés à l'air depuis 40 ans, ne produisent pas de drainage minier acide.

Des essais cinétiques en cellules humides standard ont été réalisés sur un échantillon représentant la moyenne des résultats d'essai PGA (échantillon BS-OP-07-045 prélevé dans le bassin de polissage) et sur l'échantillon le plus susceptible d'être générateur acide (échantillon RS-08 pris dans le ruisseau Slam). Les résultats obtenus pour ces deux échantillons représentaient donc le scénario moyen et le pire scénario en termes de génération d'acide. Ces échantillons ont également été soumis à des analyses chimiques, minéralogiques et à un bilan acide-base avant et après les essais cinétiques.

Ces essais cinétiques et analyses chimiques permettent de tirer les conclusions suivantes :

- Les essais cinétiques confirment que les résidus miniers testés ne sont pas susceptibles de générer du drainage minier acide. La concentration en sulfates et en fer dans le lixiviat a diminué au cours des essais. Le pH du lixiviat est demeuré neutre, l'alcalinité a peu diminué et l'acidité du lixiviat est demeurée sous la limite de détection ;
- Les lixiviats échantillonnés ont montré des concentrations supérieures au critère RESIE pour le cuivre (Cu) tout au long des essais pour l'échantillon RS-08.
- Pour l'échantillon BS-OP-07-045, des dépassements en cuivre ont été observés à quelques reprises. Lors du premier rinçage, les concentrations en argent (Ag), sulfates ( $SO_4^{2-}$ ) et uranium (U) dans le lixiviat ont dépassé les critères RESIE ou CVAA.
- Aucun dépassement des critères RESIE n'a été observé pour l'aluminium, le cadmium, le cobalt, le manganèse, le molybdène, le nickel et le zinc. Les concentrations en béryllium, chrome, fer, lithium, mercure, plomb et thallium dans le lixiviat se situaient généralement en deçà de la limite de détection ;
- Le bilan acide-base réalisé avant et après les essais cinétiques indique que les sulfures présents dans les échantillons ont été faiblement consommés durant les essais cinétiques. Le potentiel d'acidification a légèrement diminué de même que la concentration en sulfates, ce qui indique que les conditions d'oxydation des sulfures ne se sont pas installées.



|                                                                                                           |                                                                                                                            |                                                        |             |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS À LA MINE OPÉMISKA</b><br><b>Investigation géochimique</b><br><b>Résultats des essais cinétiques</b> | Préparé par : M. P. et F. B.<br>Révisé par : D. Isabel |             |          |
|                                                                                                           |                                                                                                                            | Rév                                                    | Date        | Page     |
|                                                                                                           | 020631-0000-4EER-0001                                                                                                      | 00                                                     | 19-Avril-10 | 17 de 21 |

## 7.0 REFERENCES

SLI, 2009. Géochimie des résidus miniers, Travaux correctifs suite à la rupture de la digue Sud du bassin de polissage de la mine Opémiska, 865866-9021-4EER-0001. Septembre 2009.

SLI, 2008. Impacts environnementaux causés par la rupture de la digue retenant les résidus miniers Opémiska à Chapais, Plan d'intervention d'urgence Mine Opémiska, 020183-1000-4GER-0001. Août 2008.

|                                                                                                           |                                                                            |  |                            |             |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------|-------------|-------------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | TRAVAUX CORRECTIFS A LA MINE OPEMISKA                                      |  | Préparé par : M.P. et F.B. |             |             |
|                                                                                                           | <b>Investigation géochimique</b><br><b>Résultats des essais cinétiques</b> |  | Révisé par : D. Isabel     |             |             |
|                                                                                                           |                                                                            |  | Rév                        | Date        | Page        |
|                                                                                                           | 020631-0000-4EER-0001                                                      |  | 00                         | 19-Avril-10 | A-1 de A-30 |

## ANNEXE A

# Résultats des essais cinétiques et rapports d'analyses

Tableau A-1 Résultats des essais clinétiques - échantillon RS-08

| Paramètre                        | Unité                      | Critères RESIE<br>(ou CVAA) | Semaine 0<br>CA11166-AUG09<br>40049 | Semaine 1<br>CA10051-SEP09<br>40057 | Semaine 2<br>CA10052-SEP09<br>40064 | Semaine 3<br>CA10053-SEP09<br>40071 | Semaine 4<br>CA10157-SEP09<br>40078 | Semaine 5<br>CA11064-SEP09<br>40085 | Semaine 6<br>CA10020-OCT09<br>40092 | Semaine 7<br>CA11053-OCT09<br>40099 | Semaine 8<br>CA11063-OCT09<br>40107 | Semaine 9<br>CA11172-OCT09<br>40113 |
|----------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Volume de lixiviat ajouté (ml)   | ml                         |                             | 1000                                | 1000                                | 1000                                | 1000                                | 1000                                | 1000                                | 1000                                | 1000                                | 1000                                | 1000                                |
| Volume de lixiviat récupéré (ml) | ml                         |                             | 487                                 | 955                                 | 992                                 | 973                                 | 1008                                | 847                                 | 939                                 | 898                                 | 867                                 | 1003                                |
| pH                               |                            |                             | 7.19                                | 7.52                                | 7.73                                | 7.52                                | 7.4                                 | 7.52                                | 7.3                                 | 7.43                                | 7.3                                 | 7.28                                |
| Conductivité                     | µS/cm                      |                             | 303                                 | 1130                                | 547                                 | 330                                 | 307                                 | 237                                 | 548                                 | 259                                 | 179                                 | 238                                 |
| Acidité                          | mg/l CaCO <sub>3</sub> eq. |                             | 10                                  | < 2                                 | < 2                                 | < 2                                 | < 2                                 | < 2                                 | < 2                                 | < 2                                 | < 2                                 | < 2                                 |
| Alcalinité                       | mg/l CaCO <sub>3</sub> eq. |                             | 13                                  | 83                                  | 101                                 | 88                                  | 73                                  | 44                                  | 60                                  | 67                                  | 45                                  | 64                                  |
| Sulfates                         | mg/l                       | (500)                       | 110                                 | 540                                 | 180                                 | 86                                  | 83                                  | 66                                  | 79                                  | 56                                  | 36                                  | 48                                  |
| Mercuré                          | mg/l                       | 0.00013                     | < 0.0001                            | < 0.0001                            | < 0.0001                            | < 0.0001                            | < 0.0001                            | < 0.0001                            | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Argent                           | mg/l                       | 0.00062                     | < 0.00001                           | 0.00047                             | < 0.00001                           | < 0.00001                           | < 0.00001                           | < 0.00001                           | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Aluminium                        | mg/l                       | (0.75)                      | 0.0411                              | 0.04                                | 0.06                                | 0.06                                | 0.04                                | 0.03                                | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Arsenic                          | mg/l                       | 0.34                        | 0.0057                              | 0.0135                              | 0.0135                              | 0.0125                              | 0.0111                              | 0.0047                              | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Bore                             | mg/l                       | (28)                        | 0.0096                              | 0.0184                              | 0.0191                              | 0.0151                              | 0.0119                              | 0.0072                              | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Baryum                           | mg/l                       | 5.3                         | 0.0382                              | 0.102                               | 0.0582                              | 0.0448                              | 0.0416                              | 0.0339                              | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Bismuth                          | mg/l                       |                             | < 0.00001                           | < 0.00001                           | < 0.00001                           | < 0.00001                           | < 0.00001                           | < 0.00001                           | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Béryllium                        | mg/l                       | (0.059)                     | < 0.00002                           | < 0.00002                           | < 0.00002                           | < 0.00002                           | < 0.00002                           | < 0.00002                           | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Calcium                          | mg/l                       |                             | 37.3                                | 155                                 | 77.7                                | 43.9                                | 40.8                                | 34.3                                | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Cadmium                          | mg/l                       | 0.0021                      | 0.00017                             | 0.000564                            | 0.00197                             | 0.000227                            | 0.000142                            | 0.000216                            | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Cobalt                           | mg/l                       | 0.5                         | 0.000758                            | 0.00534                             | 0.00244                             | 0.00153                             | 0.0017                              | 0.00198                             | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Chrome                           | mg/l                       | 0.016                       | < 0.0005                            | 0.0005                              | < 0.0005                            | < 0.0005                            | < 0.0005                            | < 0.0005                            | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Cuivre                           | mg/l                       | 0.0073                      | 0.0364                              | 0.0887                              | 0.0567                              | 0.0598                              | 0.073                               | 0.0572                              | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Fer                              | mg/l                       | (3.4)                       | < 0.01                              | 0.02                                | < 0.01                              | 0.02                                | 0.02                                | < 0.01                              | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Potassium                        | mg/l                       |                             | 13.8                                | 54.8                                | 31.5                                | 20.5                                | 14.7                                | 9.42                                | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Lithium                          | mg/l                       | (0.91)                      | < 0.001                             | 0.001                               | < 0.001                             | 0.001                               | 0.001                               | < 0.001                             | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Magnésium                        | mg/l                       |                             | 7.02                                | 31.4                                | 13.4                                | 7.55                                | 5.85                                | 4.32                                | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Manganèse                        | mg/l                       | 2.3                         | 0.0808                              | 2.2                                 | 0.835                               | 0.477                               | 0.489                               | 0.407                               | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Molybdène                        | mg/l                       | 2                           | 0.0474                              | 0.309                               | 0.231                               | 0.157                               | 0.136                               | 0.128                               | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Sodium                           | mg/l                       |                             | 6.13                                | 22.3                                | 15.5                                | 5.8                                 | 3.21                                | 1.64                                | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Nickel                           | mg/l                       | 0.26                        | 0.0022                              | 0.0369                              | 0.0135                              | 0.0065                              | 0.0044                              | 0.0038                              | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Plomb                            | mg/l                       | 0.034                       | 0.00004                             | 0.00007                             | 0.0001                              | 0.00005                             | 0.00005                             | 0.00003                             | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Soufre                           | mg/l                       |                             | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   | 23.2                                | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Antimoine                        | mg/l                       | 0.088                       | 0.0028                              | 0.0038                              | 0.0015                              | 0.0007                              | 0.0006                              | 0.0004                              | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Sélénium                         | mg/l                       | 0.02                        | 0.002                               | 0.004                               | 0.001                               | < 0.001                             | < 0.001                             | < 0.001                             | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Etain                            | mg/l                       |                             | 0.00246                             | 0.00115                             | 0.00098                             | 0.00042                             | 0.00042                             | 0.00028                             | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Strontium                        | mg/l                       | (40)                        | 0.16                                | 0.701                               | 0.333                               | 0.21                                | 0.184                               | 0.15                                | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Titane                           | mg/l                       |                             | 0.0004                              | 0.0007                              | 0.0007                              | 0.0008                              | 0.0006                              | 0.0002                              | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Thallium                         | mg/l                       | (0.047)                     | < 0.0002                            | < 0.0002                            | < 0.0002                            | < 0.0002                            | < 0.0002                            | < 0.0002                            | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Uranium                          | mg/l                       | (0.32)                      | 0.00155                             | 0.07                                | 0.0468                              | 0.0221                              | 0.0157                              | 0.00987                             | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Vanadium                         | mg/l                       | (0.11)                      | 0.00086                             | 0.0014                              | 0.00178                             | 0.00152                             | 0.00113                             | 0.00045                             | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Tungstène                        | mg/l                       |                             | 0.004                               | 0.0117                              | 0.012                               | 0.0115                              | 0.00993                             | 0.00552                             | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Yttrium                          | mg/l                       |                             | 0.00001                             | 0.000031                            | 0.00005                             | 0.00004                             | 0.000034                            | 0.000019                            | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Zinc                             | mg/l                       | 0.676                       | 0.004                               | 0.011                               | 0.01                                | 0.005                               | 0.009                               | 0.016                               | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |

## Notes :

RESIE : Critère de résurgence dans les eaux de surface et infiltration dans les égouts, Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés du MDDEP  
CVAA : Protection de la vie aquatique (effet aigu), Critères de qualité de l'eau de surface au Québec

Tableau A-1 Résultats des essais cinétiques - échantillon RS-08

| Paramètre                        | Unité                      | Critères RESIE<br>(ou CVAA) | Semaine 10<br>CA10013-NOV09<br>40120 | Semaine 11<br>CA11048-NOV09<br>40127 | Semaine 12<br>CA11130-NOV09<br>40134 | Semaine 13<br>CA11151-NOV09<br>40141 | Semaine 14<br>CA10009-DEC09<br>40148 | Semaine 15<br>CA10034-DEC09<br>40155 | Semaine 16<br>CA10059-DEC09<br>40162 | Semaine 17<br>CA11207-DEC09<br>40169 | Semaine 18<br>CA11240-DEC09<br>40176 | Semaine 19<br>CA10010-JAN10<br>40183 |
|----------------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Volume de lixiviat ajouté (ml)   | ml                         |                             | 1000                                 | 1000                                 | 1000                                 | 1000                                 | 1000                                 | 1000                                 | 1000                                 | 1000                                 | 1000                                 | 1000                                 |
| Volume de lixiviat récupéré (ml) | ml                         |                             | 865                                  | 992                                  | 993                                  | 980                                  | 981                                  | 992                                  | 990                                  | 954                                  | 974                                  | 992                                  |
| pH                               |                            |                             | 7.24                                 | 7.45                                 | 7.17                                 | 7.18                                 | 7.33                                 | 7.41                                 | 7.32                                 | 7.32                                 | 7.58                                 | 7.57                                 |
| Conductivité                     | µS/cm                      |                             | 101                                  | 165                                  | 87                                   | 106                                  | 99                                   | 126                                  | 107                                  | 100                                  | 131                                  | 98                                   |
| Acidité                          | mg/l CaCO <sub>3</sub> eq. |                             | < 2                                  | < 2                                  | < 2                                  | < 2                                  | < 2                                  | < 2                                  | < 2                                  | < 2                                  | < 2                                  | < 2                                  |
| Alcalinité                       | mg/l CaCO <sub>3</sub> eq. |                             | 29                                   | 45                                   | 28                                   | 31                                   | 27                                   | 33                                   | 31                                   | 30                                   | 37                                   | 32                                   |
| Sulfates                         | mg/l                       | (500)                       | 15                                   | 31                                   | 17                                   | 20                                   | 19                                   | 21                                   | 16                                   | 15                                   | 20                                   | 19                                   |
| Mercurure                        | mg/l                       | 0.00013                     | < 0.0001                             | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    | < 0.0001                             | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    |
| Argent                           | mg/l                       | 0.00062                     | < 0.00001                            | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    | < 0.00001                            | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    |
| Aluminium                        | mg/l                       | (0.75)                      | 0.01                                 | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    | 0.01                                 | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    |
| Arsenic                          | mg/l                       | 0.34                        | 0.0016                               | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    | 0.0033                               | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    |
| Bore                             | mg/l                       | (28)                        | 0.0028                               | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    | 0.0035                               | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    |
| Baryum                           | mg/l                       | 5.3                         | 0.0109                               | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    | 0.0129                               | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    |
| Bismuth                          | mg/l                       |                             | < 0.00001                            | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    | < 0.00001                            | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    |
| Béryllium                        | mg/l                       | (0.059)                     | 0.00005                              | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    | < 0.00002                            | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    |
| Calcium                          | mg/l                       |                             | 17.2                                 | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    | 21.5                                 | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    |
| Cadmium                          | mg/l                       | 0.0021                      | 0.000135                             | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    | 0.000123                             | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    |
| Cobalt                           | mg/l                       | 0.5                         | 0.000589                             | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    | 0.000614                             | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    |
| Chrome                           | mg/l                       | 0.016                       | < 0.0005                             | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    | < 0.0005                             | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    |
| Cuivre                           | mg/l                       | 0.0073                      | 0.0227                               | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    | 0.0157                               | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    |
| Fer                              | mg/l                       | (3.4)                       | 0.01                                 | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    | 0.02                                 | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    |
| Potassium                        | mg/l                       |                             | 2.74                                 | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    | 3.08                                 | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    |
| Lithium                          | mg/l                       | (0.91)                      | < 0.001                              | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    | 0.001                                | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    |
| Magnésium                        | mg/l                       |                             | 1.3                                  | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    | 1.49                                 | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    |
| Manganèse                        | mg/l                       | 2.3                         | 0.122                                | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    | 0.136                                | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    |
| Molybdène                        | mg/l                       | 2                           | 0.0607                               | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    | 0.0753                               | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    |
| Sodium                           | mg/l                       |                             | 0.36                                 | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    | 0.37                                 | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    |
| Nickel                           | mg/l                       | 0.26                        | 0.0012                               | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    | 0.0012                               | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    |
| Plomb                            | mg/l                       | 0.034                       | 0.00005                              | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    | 0.00004                              | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    |
| Soufre                           | mg/l                       |                             | 12.2                                 | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    | 8.25                                 | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    |
| Antimoine                        | mg/l                       | 0.088                       | 0.0006                               | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    | 0.0007                               | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    |
| Sélénium                         | mg/l                       | 0.02                        | < 0.001                              | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    | < 0.001                              | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    |
| Etain                            | mg/l                       |                             | 0.00024                              | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    | 0.00017                              | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    |
| Strontium                        | mg/l                       | (40)                        | 0.0627                               | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    | 0.0799                               | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    |
| Titane                           | mg/l                       |                             | 0.0002                               | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    | 0.0003                               | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    |
| Thallium                         | mg/l                       | (0.047)                     | < 0.0002                             | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    | < 0.0002                             | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    |
| Uranium                          | mg/l                       | (0.32)                      | 0.003674                             | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    | 0.00378                              | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    |
| Vanadium                         | mg/l                       | (0.11)                      | 0.00019                              | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    | 0.00057                              | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    |
| Tungstène                        | mg/l                       |                             | 0.00247                              | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    | 0.00415                              | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    |
| Yttrium                          | mg/l                       |                             | 0.000017                             | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    | 0.000014                             | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    |
| Zinc                             | mg/l                       | 0.676                       | 0.009                                | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    | 0.008                                | —                                    | —                                    | —                                    | —                                    |

## Notes :

RESIE : Critère de résurgence dans les eaux de surface et infiltration dans les égouts, Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés du MDPEP

CVAA : Protection de la vie aquatique (effet aigu), Critères de qualité de l'eau de surface au Québec



Tableau A-2 Résultats des essais cinétiques - échantillon BS-OP-07-045

| Paramètre                        | Unité                      | Critères RESIE<br>(ou CVAA) | Semaine 0<br>CA11166-AUG09<br>40049 | Semaine 1<br>CA10051-SEP09<br>40057 | Semaine 2<br>CA10052-SEP09<br>40064 | Semaine 3<br>CA10053-SEP09<br>40071 | Semaine 4<br>CA10157-SEP09<br>40078 | Semaine 5<br>CA11064-SEP09<br>40085 | Semaine 6<br>CA10020-OCT09<br>40092 | Semaine 7<br>CA11053-OCT09<br>40099 | Semaine 8<br>CA11063-OCT09<br>40107 | Semaine 9<br>CA11172-OCT09<br>40113 |
|----------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Volume de lixiviat ajouté (ml)   | ml                         |                             | 1000                                | 1000                                | 1000                                | 1000                                | 1000                                | 1000                                | 1000                                | 1000                                | 1000                                | 1000                                |
| Volume de lixiviat récupéré (ml) | ml                         |                             | 87                                  | 784                                 | 845                                 | 931                                 | 838                                 | 870                                 | 983                                 | 979                                 | 982                                 | 986                                 |
| pH                               |                            |                             | 7.88                                | 6.84                                | 7.18                                | 7.00                                | 7.55                                | 7.44                                | 7.54                                | 7.67                                | 7.5                                 | 7.52                                |
| Conductivité                     | µS/cm                      |                             | 3220                                | 492                                 | 275                                 | 305                                 | 323                                 | 246                                 | 380                                 | 342                                 | 326                                 | 345                                 |
| Acidité                          | mg/l CaCO <sub>3</sub> eq. |                             | 6                                   | < 2                                 | < 2                                 | < 2                                 | < 2                                 | < 2                                 | < 2                                 | < 2                                 | < 2                                 | < 2                                 |
| Alcalinité                       | mg/l CaCO <sub>3</sub> eq. |                             | 56                                  | 13                                  | 13                                  | 16                                  | 17                                  | 14                                  | 23                                  | 25                                  | 27                                  | 28                                  |
| Sulfates                         | mg/l                       | (500)                       | 1400                                | 220                                 | 110                                 | 140                                 | 130                                 | 98                                  | 160                                 | 140                                 | 130                                 | 150                                 |
| Mercurure                        | mg/l                       | 0.00013                     | —                                   | < 0.0001                            | < 0.0001                            | < 0.0001                            | < 0.0001                            | < 0.0001                            | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Argent                           | mg/l                       | 0.00062                     | 0.00335                             | < 0.00001                           | < 0.00001                           | < 0.00001                           | < 0.00001                           | < 0.00001                           | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Aluminium                        | mg/l                       | (0.75)                      | 0.0112                              | < 0.01                              | < 0.01                              | < 0.01                              | < 0.01                              | 0.01                                | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Arsenic                          | mg/l                       | 0.34                        | 0.0069                              | 0.0015                              | 0.0007                              | 0.0007                              | 0.0007                              | 0.0005                              | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Bore                             | mg/l                       | (28)                        | 0.0847                              | 0.0122                              | 0.0069                              | 0.0074                              | 0.0079                              | 0.006                               | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Baryum                           | mg/l                       | 5.3                         | 0.0886                              | 0.0132                              | 0.0135                              | 0.0105                              | 0.0127                              | 0.00799                             | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Bismuth                          | mg/l                       |                             | < 0.00001                           | < 0.00001                           | < 0.00001                           | < 0.00001                           | < 0.00001                           | < 0.00001                           | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Béryllium                        | mg/l                       | (0.059)                     | < 0.00002                           | < 0.00002                           | < 0.00002                           | < 0.00002                           | < 0.00002                           | < 0.00002                           | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Calcium                          | mg/l                       |                             | 409                                 | 85.3                                | 44.1                                | 46.4                                | 45.8                                | 37.2                                | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Cadmium                          | mg/l                       | 0.0021                      | 0.00048                             | 0.000114                            | 0.000059                            | 0.000104                            | 0.00008                             | 0.000056                            | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Cobalt                           | mg/l                       | 0.5                         | 0.00983                             | 0.0019                              | 0.00152                             | 0.00217                             | 0.00223                             | 0.00183                             | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Chrome                           | mg/l                       | 0.016                       | 0.0009                              | < 0.0005                            | < 0.0005                            | < 0.0005                            | < 0.0005                            | < 0.0005                            | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Cuivre                           | mg/l                       | 0.0073                      | 0.249                               | 0.0108                              | 0.0054                              | 0.007                               | 0.0061                              | 0.0025                              | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Fer                              | mg/l                       | (3.4)                       | < 0.01                              | < 0.01                              | < 0.01                              | < 0.01                              | < 0.01                              | < 0.01                              | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Potassium                        | mg/l                       |                             | 140                                 | 13.1                                | 7.65                                | 8.25                                | 8.16                                | 6.01                                | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Lithium                          | mg/l                       | (0.91)                      | 0.017                               | 0.002                               | 0.001                               | 0.002                               | 0.002                               | < 0.001                             | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Magnésium                        | mg/l                       |                             | 25.7                                | 3.41                                | 1.39                                | 1.69                                | 1.56                                | 1.27                                | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Manganèse                        | mg/l                       | 2.3                         | 0.48                                | 0.119                               | 0.074                               | 0.0855                              | 0.0871                              | 0.0704                              | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Molybdène                        | mg/l                       | 2                           | 0.858                               | 0.107                               | 0.0517                              | 0.0552                              | 0.0539                              | 0.0428                              | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Sodium                           | mg/l                       |                             | 312                                 | 21.1                                | 13.8                                | 10.9                                | 9.81                                | 7.39                                | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Nickel                           | mg/l                       | 0.26                        | 0.0163                              | 0.0023                              | 0.0019                              | 0.0012                              | 0.0011                              | 0.0013                              | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Plomb                            | mg/l                       | 0.034                       | 0.00006                             | < 0.00002                           | 0.00002                             | < 0.00002                           | < 0.00002                           | < 0.00002                           | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Soufre                           | mg/l                       |                             | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   | 33.7                                | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Antimoine                        | mg/l                       | 0.088                       | 0.0047                              | 0.0006                              | 0.0003                              | 0.0002                              | 0.0002                              | 0.0003                              | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Sélénium                         | mg/l                       | 0.02                        | 0.012                               | < 0.001                             | < 0.001                             | < 0.001                             | < 0.001                             | < 0.001                             | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Etain                            | mg/l                       |                             | 0.00761                             | 0.00083                             | 0.00051                             | 0.00043                             | 0.00026                             | 0.00004                             | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Strontium                        | mg/l                       | (40)                        | 2.62                                | 0.41                                | 0.213                               | 0.241                               | 0.233                               | 0.184                               | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Titane                           | mg/l                       |                             | 0.0004                              | 0.0001                              | < 0.0001                            | 0.0009                              | 0.0007                              | 0.0002                              | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Thallium                         | mg/l                       | (0.047)                     | 0.0003                              | < 0.0002                            | < 0.0002                            | < 0.0002                            | < 0.0002                            | < 0.0002                            | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Uranium                          | mg/l                       | (0.32)                      | 0.503                               | 0.0874                              | 0.038                               | 0.0488                              | 0.0466                              | 0.00884                             | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Vanadium                         | mg/l                       | (0.11)                      | 0.00063                             | 0.00008                             | 0.0001                              | 0.00007                             | 0.0001                              | 0.00007                             | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Tungstène                        | mg/l                       |                             | 0.00592                             | 0.00069                             | 0.00057                             | 0.00066                             | 0.0006                              | 0.00092                             | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Yttrium                          | mg/l                       |                             | 0.000029                            | < 0.000001                          | 0.000008                            | 0.000003                            | 0.000006                            | 0.000003                            | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |
| Zinc                             | mg/l                       | 0.676                       | 0.019                               | 0.002                               | 0.002                               | 0.003                               | 0.003                               | 0.002                               | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   |

Notes :

RESIE : Critère de résurgence dans les eaux de surface et infiltration dans les égouts, Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés du MDDEF

CVAA : Protection de la vie aquatique (effet aigu), Critères de qualité de l'eau de surface au Québec

Tableau A-2 Résultats des essais cinétiques - échantillon BS-OP-07-045

| Paramètre                        | Unité                      | Critères RESIE<br>(ou CVAA) | Semaine 10<br>CA110013-NOV09<br>40120 | Semaine 11<br>CA11048-NOV09<br>40127 | Semaine 12<br>CA11130-NOV09<br>40134 | Semaine 13<br>CA11151-NOV09<br>40141 | Semaine 14<br>CA10009-DEC09<br>40148 | Semaine 15<br>CA10034-DEC09<br>40155 | Semaine 16<br>CA10059-DEC09<br>40162 | Semaine 17<br>CA11207-DEC09<br>40169 | Semaine 18<br>CA11240-DEC09<br>40176 | Semaine 19<br>CA10010-JAN10<br>40183 |
|----------------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Volume de lixiviat ajouté (ml)   | ml                         |                             | 1000                                  | 1000                                 | 1000                                 | 1000                                 | 1000                                 | 1000                                 | 1000                                 | 1000                                 | 1000                                 | 1000                                 |
| Volume de lixiviat récupéré (ml) | ml                         |                             | 971                                   | 978                                  | 981                                  | 970                                  | 904                                  | 963                                  | 990                                  | 920                                  | 817                                  | 802                                  |
| pH                               |                            |                             | 7.42                                  | 7.41                                 | 7.4                                  | 7.36                                 | 7.3                                  | 7.44                                 | 7.31                                 | 7.31                                 | 7.2                                  | 7.25                                 |
| Conductivité                     | µS/cm                      |                             | 345                                   | 311                                  | 274                                  | 324                                  | 230                                  | 319                                  | 306                                  | 246                                  | 219                                  | 189                                  |
| Acidité                          | mg/l CaCO <sub>3</sub> eq. |                             | < 2                                   | < 2                                  | < 2                                  | < 2                                  | < 2                                  | < 2                                  | < 2                                  | < 2                                  | < 2                                  | < 2                                  |
| Alcalinité                       | mg/l CaCO <sub>3</sub> eq. |                             | 25                                    | 22                                   | 33                                   | 21                                   | 16                                   | 20                                   | 21                                   | 15                                   | 8                                    | 8                                    |
| Sulfates                         | mg/l                       | (500)                       | 140                                   | 130                                  | 140                                  | 130                                  | 110                                  | 120                                  | 120                                  | 94                                   | 84                                   | 74                                   |
| Mercuré                          | mg/l                       | 0.00013                     | < 0.0001                              | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | < 0.0001                             | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  |
| Argent                           | mg/l                       | 0.00062                     | < 0.00001                             | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | < 0.00001                            | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  |
| Aluminium                        | mg/l                       | (0.75)                      | < 0.01                                | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | < 0.01                               | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  |
| Arsenic                          | mg/l                       | 0.34                        | < 0.0002                              | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | 0.0005                               | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  |
| Bore                             | mg/l                       | (28)                        | 0.0085                                | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | 0.0068                               | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  |
| Baryum                           | mg/l                       | 5.3                         | 0.00988                               | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | 0.00843                              | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  |
| Bismuth                          | mg/l                       |                             | < 0.00001                             | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | < 0.00001                            | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  |
| Béryllium                        | mg/l                       | (0.059)                     | 0.00005                               | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | < 0.00002                            | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  |
| Calcium                          | mg/l                       |                             | 58.7                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | 58.2                                 | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  |
| Cadmium                          | mg/l                       | 0.0021                      | 0.000174                              | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | 0.000184                             | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  |
| Cobalt                           | mg/l                       | 0.5                         | 0.00332                               | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | 0.00301                              | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  |
| Chrome                           | mg/l                       | 0.016                       | < 0.0005                              | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | < 0.0005                             | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  |
| Cuivre                           | mg/l                       | 0.0073                      | 0.0173                                | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | 0.014                                | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  |
| Fer                              | mg/l                       | (3.4)                       | < 0.01                                | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | < 0.01                               | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  |
| Potassium                        | mg/l                       |                             | 7.16                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | 5.63                                 | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  |
| Lithium                          | mg/l                       | (0.91)                      | 0.002                                 | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | 0.002                                | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  |
| Magnésium                        | mg/l                       |                             | 1.85                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | 1.55                                 | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  |
| Manganèse                        | mg/l                       | 2.3                         | 0.114                                 | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | 0.0967                               | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  |
| Molybdène                        | mg/l                       | 2                           | 0.0581                                | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | 0.0653                               | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  |
| Sodium                           | mg/l                       |                             | 8.12                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | 5.38                                 | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  |
| Nickel                           | mg/l                       | 0.26                        | 0.0017                                | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | 0.0018                               | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  |
| Plomb                            | mg/l                       | 0.034                       | 0.00004                               | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | < 0.00002                            | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  |
| Soufre                           | mg/l                       |                             | 110                                   | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | 47.7                                 | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  |
| Antimoine                        | mg/l                       | 0.088                       | 0.0003                                | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | 0.0002                               | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  |
| Sélénium                         | mg/l                       | 0.02                        | < 0.001                               | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | < 0.001                              | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  |
| Etain                            | mg/l                       |                             | 0.0003                                | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | 0.00017                              | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  |
| Strontium                        | mg/l                       | (40)                        | 0.27                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | 0.246                                | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  |
| Titane                           | mg/l                       |                             | < 0.0001                              | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | < 0.0001                             | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  |
| Thallium                         | mg/l                       | (0.047)                     | < 0.0002                              | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | < 0.0002                             | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  |
| Uranium                          | mg/l                       | (0.32)                      | 0.050183                              | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | 0.0399                               | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  |
| Vanadium                         | mg/l                       | (0.11)                      | < 0.00003                             | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | < 0.00003                            | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  |
| Tungstène                        | mg/l                       |                             | 0.00046                               | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | 0.00047                              | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  |
| Yttrium                          | mg/l                       |                             | 0.000009                              | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | 0.000006                             | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  |
| Zinc                             | mg/l                       | 0.676                       | 0.008                                 | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  | 0.008                                | ---                                  | ---                                  | ---                                  | ---                                  |

## Notes :

RESIE : Critère de résurgence dans les eaux de surface et infiltration dans les égouts, Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés du MDDEF  
 CVAA : Protection de la vie aquatique (effet aigu), Critères de qualité de l'eau de surface au Québec



**SGS Lakefield Research Limited**  
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.  
Lakefield - Ontario - K0L 2H0  
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

**SNC Lavalin Inc**

Attn : Martine Paradis martine.paradis@sncclavalin.com

5500, boul. des Galeries, Bureau 200, Quebec  
, G2K 2E2  
Phone: 418-621-5500, Fax:418-621-8887

Modified ABA (Price 1997)

Tuesday, July 28, 2009

Date Rec. : 15 July 2009  
LR Report: CA10196-JUL09  
Reference: 865866-P-5173

Copy: #1

## CERTIFICATE OF ANALYSIS

### Final Report

| Analysis                 | 12:          | 13:           | 14:          | 15:          | 16:          | 17:          | 18:           | 19:          | 20:          |
|--------------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
|                          | BS-OP-07-045 | BS-OP-07-4590 | BS-OP-08-045 | BS-OP-10-045 | BS-OP-11-045 | BS-OP-13-045 | BS-OP-13-4590 | BS-OP-14-045 | BS-OP-15-045 |
| Sample Date & Time       | 08-Jul-09    | 08-Jul-09     | 08-Jul-09    | 08-Jul-09    | 08-Jul-09    | 08-Jul-09    | 08-Jul-09     | 08-Jul-09    | 08-Jul-09    |
| Paste pH [units]         | 8.15         | 8.27          | 8.28         | 7.55         | 8.72         | 8.35         | 8.26          | 8.56         | 8.49         |
| Fizz Rate [—]            | 4            | 4             | 4            | 4            | 4            | 4            | 4             | 4            | 4            |
| Sample [weight(g)]       | 2.03         | 2.00          | 2.04         | 1.98         | 2.02         | 1.98         | 1.96          | 1.98         | 2.04         |
| HCl added [mL]           | 78.70        | 82.20         | 74.15        | 54.50        | 54.00        | 85.50        | 92.10         | 77.05        | 77.40        |
| HCl [Normality]          | 0.10         | 0.10          | 0.10         | 0.10         | 0.10         | 0.10         | 0.10          | 0.10         | 0.10         |
| NaOH [Normality]         | 0.10         | 0.10          | 0.10         | 0.10         | 0.10         | 0.10         | 0.10          | 0.10         | 0.10         |
| NaOH to [pH=8.3 mL]      | 49.80        | 47.45         | 42.90        | 37.20        | 30.80        | 53.60        | 57.40         | 46.00        | 41.80        |
| Final pH [units]         | 1.63         | 1.76          | 1.71         | 1.73         | 1.78         | 1.53         | 1.76          | 1.79         | 1.83         |
| NP [t CaCO3/1000t]       | 71.2         | 86.9          | 76.6         | 43.7         | 57.4         | 80.6         | 88.5          | 78.4         | 87.3         |
| AP [t CaCO3/1000 t]      | 44.4         | 48.4          | 47.3         | 32.2         | 42.5         | 45.2         | 44.3          | 41.2         | 47.3         |
| Net NP [t CaCO3/1000 t]  | 26.8         | 38.6          | 29.3         | 11.5         | 14.9         | 35.4         | 44.2          | 37.2         | 40.0         |
| NP/AP [ratio]            | 1.60         | 1.80          | 1.62         | 1.36         | 1.35         | 1.78         | 2.00          | 1.90         | 1.84         |
| Total Sulphur [%]        | 1.80         | 1.92          | 1.77         | 1.22         | 1.58         | 1.80         | 1.67          | 1.68         | 1.77         |
| Acid Leachable SO4-S [%] | 0.38         | 0.38          | 0.25         | 0.19         | 0.22         | 0.36         | 0.25          | 0.36         | 0.26         |
| Sulphide-S [%]           | 1.42         | 1.55          | 1.51         | 1.03         | 1.36         | 1.45         | 1.42          | 1.32         | 1.51         |
| Total Carbon [%]         | 0.795        | 0.902         | 0.860        | 1.16         | 0.574        | 0.830        | 0.889         | 0.847        | 0.935        |
| Carbonate (CO3) [%]      | 2.13         | 2.59          | 2.32         | 1.30         | 1.55         | 2.54         | 2.48          | 2.41         | 3.02         |



SGS Lakefield Research Limited  
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.  
Lakefield - Ontario - K0L 2H0  
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Modified ABA (Price 1997)

LR Report : CA10196-JUL09

\*NP (Neutralization Potential)  
=  $50 \times (N \text{ of HCL} \times \text{Total HCL added} - N \text{ NaOH} \times \text{NaOH added})$   
-----  
Weight of Sample

\*AP (Acid Potential) = % Sulphide Sulphur x 31.25

\*Net NP (Net Neutralization Potential) = NP-AP

NP/AP Ratio = NP/AP

\*Results expressed as tonnes CaCO<sub>3</sub> equivalent/1000 tonnes of material  
Samples with a % Sulphide value of <0.01 will be calculated using a 0.01 value.

Sulphur analysis performed following BC ARD Guidelines (Price 1997)

53-54

Brian Graham B.Sc.  
Project Specialist  
Environmental Services, Analytical





SGS Lakefield Research Limited  
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.  
Lakefield - Ontario - K0L 2H0  
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

Modified ABA (Price 1997)

**SNC Lavalin Inc**  
Attn : Martine Paradis martine.paradis@sncclavalin.com

5500, boul. des Galeries, Bureau 200  
Quebec, QC  
G2K 2E2,

Phone: 418-621-5500  
Fax: 418-621-8887

Wednesday, July 15, 2009

Date Rec. : 06 July 2009  
LR Report: CA11044-JUL09  
Reference: 865866-P-5173

Copy: #1

## CERTIFICATE OF ANALYSIS

### Final Report

| Analysis                 | 3:<br>Analysis<br>Approval<br>Date | 4:<br>Analysis<br>Approval<br>Time | 5:<br>RS-01 | 6:<br>RS-03 | 7:<br>RS-05 | 8:<br>RS-06 | 9:<br>RS-07 | 10:<br>RS-08 |
|--------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| Sample Date & Time       |                                    |                                    | 02-Jul-09   | 02-Jul-09   | 02-Jul-09   | 02-Jul-09   | 02-Jul-09   | 02-Jul-09    |
| Paste pH [units]         | 15-Jul-09                          | 09:18                              | 8.10        | 8.02        | 7.99        | 7.96        | 8.39        | 8.32         |
| Fizz Rate [---]          | 15-Jul-09                          | 09:18                              | 4           | 3           | 3           | 4           | 3           | 3            |
| Sample [weight(g)]       | 15-Jul-09                          | 09:18                              | 2.02        | 2.01        | 2.02        | 2.03        | 2.01        | 1.99         |
| HCl added [mL]           | 15-Jul-09                          | 09:18                              | 73.50       | 65.60       | 84.30       | 72.50       | 35.50       | 34.70        |
| HCl [Normality]          | 15-Jul-09                          | 09:18                              | 0.10        | 0.10        | 0.10        | 0.10        | 0.10        | 0.10         |
| NaOH [Normality]         | 15-Jul-09                          | 09:18                              | 0.10        | 0.10        | 0.10        | 0.10        | 0.10        | 0.10         |
| NaOH to [pH=8.3 mL]      | 15-Jul-09                          | 09:19                              | 43.10       | 31.25       | 51.40       | 39.80       | 18.40       | 20.90        |
| Final pH [units]         | 15-Jul-09                          | 09:19                              | 1.48        | 1.80        | 1.52        | 1.68        | 1.66        | 1.74         |
| NP [t CaCO3/1000t]       | 15-Jul-09                          | 09:19                              | 75.2        | 85.4        | 81.4        | 80.5        | 42.5        | 34.7         |
| AP [t CaCO3/1000 t]      | 15-Jul-09                          | 09:19                              | 41.9        | 47.5        | 48.8        | 38.1        | 19.1        | 25.0         |
| Net NP [t CaCO3/1000 t]  | 15-Jul-09                          | 09:19                              | 33.3        | 37.9        | 32.6        | 42.4        | 23.4        | 9.70         |
| NP/AP [ratio]            | 15-Jul-09                          | 09:19                              | 1.8         | 1.8         | 1.7         | 2.1         | 2.2         | 1.4          |
| Total Sulphur [%]        | 13-Jul-09                          | 13:09                              | 1.46        | 1.81        | 1.77        | 1.49        | 0.810       | 0.972        |
| Acid Leachable SO4-S [%] | 13-Jul-09                          | 14:37                              | 0.12        | 0.29        | 0.21        | 0.27        | 0.20        | 0.18         |
| Sulphide-S [%]           | 13-Jul-09                          | 14:37                              | 1.34        | 1.52        | 1.56        | 1.22        | 0.61        | 0.80         |
| Total Carbon [%]         | 13-Jul-09                          | 13:09                              | 0.904       | 0.984       | 0.964       | 1.03        | 0.790       | 0.991        |
| Carbonate (CO3) [%]      | 13-Jul-09                          | 12:04                              | 2.85        | 2.99        | 2.69        | 2.97        | 1.83        | 1.24         |





Modified ABA (Price 1997)

SGS Lakefield Research Limited  
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.  
Lakefield - Ontario - K0L 2H0  
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : CA11044-JUL09

\*NP (Neutralization Potential)  
=  $50 \times (\text{N of HCL} \times \text{Total HCL added} - \text{N NaOH} \times \text{NaOH added})$   
-----  
weight of sample

\*AP (Acid Potential) = % Sulphide Sulphur  $\times$  31.25

\*Net NP (Net Neutralization Potential) = NP-AP

NP/AP Ratio = NP/AP

\*Results expressed as tonnes CaCO<sub>3</sub> equivalent/1000 tonnes of material  
Samples with a % sulphide value of <0.01 will be calculated using a 0.01 value.

Sulphur analysis performed following BC ARD Guidelines (Price 1997)

53-54

*Brian Graham B.Sc.  
Project Specialist  
Environmental Services, Analytical*



Modified ABA (Price 1997)

**SGS Lakefield Research Limited**  
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.  
Lakefield - Ontario - K0L 2H0  
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

**SNC Lavalin Inc**  
Attn : Martine Paradis martine.paradis@sncclavalin.com

5500, boul. des Galeries, Bureau 200  
Quebec, QC  
G2K 2E2,

Phone: 418-621-5500  
Fax: 418-621-8887

Tuesday, February 09, 2010

Date Rec. : 29 January 2010  
LR Report: CA11096-JAN10  
Reference: Hum Cell Shutdown

Copy: #1

## CERTIFICATE OF ANALYSIS

### Final Report

| Analysis                 | 3:<br>Analysis<br>Approval<br>Date | 4:<br>Analysis<br>Approval<br>Time | 5:<br>RS-08<br>Residue | 6:<br>BS-OP-07-04<br>5 Residue |
|--------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------|--------------------------------|
| Sample Date & Time       |                                    |                                    |                        |                                |
| Paste pH [units]         | 09-Feb-10                          | 13:32                              | 7.76                   | 7.79                           |
| Fizz Rate [---]          | 09-Feb-10                          | 13:32                              | 2                      | 3                              |
| Sample [weight(g)]       | 09-Feb-10                          | 13:32                              | 1.99                   | 2.03                           |
| HCl added [mL]           | 09-Feb-10                          | 13:32                              | 28.60                  | 53.70                          |
| HCl [Normality]          | 09-Feb-10                          | 13:32                              | 0.10                   | 0.10                           |
| NaOH [Normality]         | 09-Feb-10                          | 13:32                              | 0.10                   | 0.10                           |
| NaOH to [pH=8.3 mL]      | 09-Feb-10                          | 13:32                              | 16.10                  | 28.00                          |
| Final pH [units]         | 09-Feb-10                          | 13:32                              | 1.98                   | 2.01                           |
| NP [t CaCO3/1000t]       | 09-Feb-10                          | 13:32                              | 31.4                   | 63.3                           |
| AP [t CaCO3/1000 t]      | 09-Feb-10                          | 13:28                              | 24.1                   | 43.7                           |
| Net NP [t CaCO3/1000 t]  | 09-Feb-10                          | 13:28                              | 7.33                   | 19.6                           |
| NP/AP [ratio]            | 09-Feb-10                          | 13:28                              | 1.30                   | 1.45                           |
| Total Sulphur [%]        | 09-Feb-10                          | 13:28                              | 0.885                  | 1.58                           |
| Acid Leachable SO4-S [%] | 09-Feb-10                          | 13:28                              | 0.12                   | 0.18                           |
| Sulphide-S [%]           | 09-Feb-10                          | 13:28                              | 0.77                   | 1.40                           |
| Total Carbon [%]         | 09-Feb-10                          | 13:28                              | 0.908                  | 0.757                          |
| Carbonate (CO3) [%]      | 08-Feb-10                          | 11:56                              | 1.06                   | 2.11                           |



Modified ABA (Price 1997)

SGS Lakefield Research Limited  
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.  
Lakefield - Ontario - K0L 2H0  
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : CA11096-JAN10

\*NP (Neutralization Potential)  
=  $50 \times (N \text{ of HCL} \times \text{Total HCL added} - N \text{ NaOH} \times \text{NaOH added})$   
-----  
Weight of sample

\*AP (Acid Potential) = % Sulphide sulphur  $\times 31.25$

\*Net NP (Net Neutralization Potential) = NP-AP

NP/AP Ratio = NP/AP

\*Results expressed as tonnes CaCO<sub>3</sub> equivalent/1000 tonnes of material  
Samples with a % Sulphide value of <0.01 will be calculated using a 0.01 value.

Sulphur analysis performed following BC ARD Guidelines (Price 1997)

53-54

*Brian Graham B.Sc.  
Project Specialist  
Environmental Services, Analytical*



SGS Lakefield Research Limited  
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.  
Lakefield - Ontario - K0L 2H0  
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

**SNC Lavalin Inc**  
Attn : Martine Paradis martine.paradis@sncclavalin.com

5500, boul. des Galeries, Bureau 200  
Quebec, QC  
G2K 2E2,

Phone: 418-621-5500  
Fax: 418-621-8887

Thursday, February 11, 2010

Date Rec. : 29 January 2010  
LR Report: CA11097-JAN10  
Reference: Hum Cell Shutdown

Copy: #1

## CERTIFICATE OF ANALYSIS

### Final Report

| Analysis           | 3:<br>Analysis<br>Approval<br>Date | 4:<br>Analysis<br>Approval<br>Time | 5:<br>RS-08<br>Residue | 6:<br>BS-OP-07-045<br>Residue |
|--------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------|-------------------------------|
| Sample Date & Time |                                    |                                    |                        |                               |
| Silver [µg/g]      | 10-Feb-10                          | 14:15                              | 2.0                    | 4.0                           |
| Aluminum [µg/g]    | 11-Feb-10                          | 12:01                              | 51000                  | 51000                         |
| Arsenic [µg/g]     | 10-Feb-10                          | 14:15                              | 25                     | 41                            |
| Barium [µg/g]      | 10-Feb-10                          | 14:15                              | 310                    | 210                           |
| Beryllium [µg/g]   | 10-Feb-10                          | 14:15                              | 0.69                   | 0.67                          |
| Bismuth [µg/g]     | 10-Feb-10                          | 14:15                              | 0.46                   | 0.80                          |
| Calcium [µg/g]     | 11-Feb-10                          | 12:00                              | 23000                  | 32000                         |
| Cadmium [µg/g]     | 10-Feb-10                          | 14:15                              | < 0.02                 | < 0.02                        |
| Cobalt [µg/g]      | 10-Feb-10                          | 14:15                              | 60                     | 91                            |
| Chromium [µg/g]    | 10-Feb-10                          | 14:15                              | 71                     | 22                            |
| Copper [µg/g]      | 11-Feb-10                          | 12:00                              | 1100                   | 2300                          |
| Iron [µg/g]        | 11-Feb-10                          | 11:59                              | 75000                  | 110000                        |
| Potassium [µg/g]   | 11-Feb-10                          | 11:59                              | 14000                  | 14000                         |
| Lithium [µg/g]     | 10-Feb-10                          | 14:15                              | 7                      | 8                             |
| Magnesium [µg/g]   | 11-Feb-10                          | 11:59                              | 14000                  | 18000                         |
| Manganese [µg/g]   | 10-Feb-10                          | 14:15                              | 760                    | 1100                          |
| Molybdenum [µg/g]  | 10-Feb-10                          | 14:15                              | 46                     | 92                            |
| Nickel [µg/g]      | 10-Feb-10                          | 14:15                              | 40                     | 52                            |
| Lead [µg/g]        | 10-Feb-10                          | 14:15                              | 17                     | 28                            |
| Antimony [µg/g]    | 10-Feb-10                          | 14:15                              | < 0.8                  | 0.8                           |
| Selenium [µg/g]    | 10-Feb-10                          | 14:15                              | 0.8                    | 1.3                           |
| Tin [µg/g]         | 10-Feb-10                          | 14:15                              | 2.7                    | 4.3                           |
| Strontium [µg/g]   | 10-Feb-10                          | 14:15                              | 160                    | 100                           |
| Titanium [µg/g]    | 11-Feb-10                          | 11:59                              | 5100                   | 7100                          |
| Thallium [µg/g]    | 10-Feb-10                          | 14:15                              | 0.33                   | 0.40                          |
| Uranium [µg/g]     | 10-Feb-10                          | 14:15                              | 8.3                    | 16                            |
| Vanadium [µg/g]    | 10-Feb-10                          | 14:15                              | 91                     | 150                           |
| Yttrium [µg/g]     | 10-Feb-10                          | 14:15                              | 15                     | 21                            |
| Zinc [µg/g]        | 11-Feb-10                          | 11:59                              | 200                    | 270                           |

Online LIMS





SGS Lakefield Research Limited  
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.  
Lakefield - Ontario - K0L 2H0  
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : CA11097-JAN10

53-54

---

*Brian Graham B.Sc.*  
*Project Specialist*  
*Environmental Services, Analytical*



SGS Lakefield Research Limited  
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.  
Lakefield - Ontario - K0L 2H0  
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

**SNC Lavalin Inc**  
Attn : Martine Paradis martine.paradis@snclavalin.com  
  
5500, boul. des Galeries, Bureau 200  
Quebec, QC  
G2K 2E2,  
  
Phone: 418-621-5500  
Fax: 418-621-8887

Monday, February 08, 2010

Date Rec. : 29 January 2010  
LR Report: CA11098-JAN10  
Reference: Hum Cell Shutdown

Copy: #1

## CERTIFICATE OF ANALYSIS

### Final Report

| Analysis           | 5:<br>RS-08 Residue | 6:<br>BS-OP-07-045<br>Residue |
|--------------------|---------------------|-------------------------------|
| Sample Date & Time |                     |                               |
| SiO2 [%]           | 61.0                | 46.3                          |
| Al2O3 [%]          | 10.2                | 11.1                          |
| Fe2O3 [%]          | 11.5                | 19.5                          |
| MgO [%]            | 2.53                | 3.56                          |
| CaO [%]            | 3.64                | 5.67                          |
| Na2O [%]           | 2.90                | 3.34                          |
| K2O [%]            | 1.52                | 1.48                          |
| TiO2 [%]           | 0.81                | 1.20                          |
| P2O5 [%]           | 0.17                | 0.15                          |
| MnO [%]            | 0.13                | 0.18                          |
| Cr2O3 [%]          | 0.02                | < 0.01                        |
| V2O5 [%]           | 0.01                | 0.03                          |
| LOI [%]            | 4.02                | 5.50                          |
| Sum [%]            | 98.4                | 98.1                          |

53-54

**Brian Graham B.Sc.**  
Project Specialist  
Environmental Services, Analytical



SGS Lakefield Research Limited  
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.  
Lakefield - Ontario - K0L 2H0  
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

**SNC Lavalin Inc**  
Attn : Martine Paradis martine.paradis@sncclavalin.com

5500, boul. des Galeries, Bureau 200  
Quebec, QC  
G2K 2E2,

Phone: 418-621-5500  
Fax: 418-621-8887

Monday, August 24, 2009

Date Rec. : 30 July 2009  
LR Report: CA11284-JUL09  
Reference: Whole Rock Analysis

Copy: #1

## CERTIFICATE OF ANALYSIS

### Final Report

| Analysis           | 5:<br>RS-08 | 6:<br>BS-OP-07-045 |
|--------------------|-------------|--------------------|
| Sample Date & Time | Date:n/a    | Date:n/a           |
| SiO2 [%]           | 60.7        | 46.6               |
| Al2O3 [%]          | 10.1        | 10.9               |
| Fe2O3 [%]          | 11.7        | 19.4               |
| MgO [%]            | 2.59        | 3.47               |
| CaO [%]            | 3.71        | 5.75               |
| Na2O [%]           | 2.87        | 3.38               |
| K2O [%]            | 1.54        | 1.49               |
| TiO2 [%]           | 0.84        | 1.23               |
| P2O5 [%]           | 0.17        | 0.17               |
| MnO [%]            | 0.13        | 0.18               |
| Cr2O3 [%]          | 0.01        | < 0.01             |
| V2O5 [%]           | 0.03        | 0.03               |
| LOI [%]            | 4.14        | 4.44               |
| Sum [%]            | 98.6        | 97.1               |

53-54

*Brian Graham B.Sc.*  
*Project Specialist*  
*Environmental Services, Analytical*



SGS Lakefield Research Limited  
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.  
Lakefield - Ontario - K0L 2H0  
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

**SNC Lavalin Inc**  
Attn : Martine Paradis martine.paradis@sncclavalin.com

5500, boul. des Galeries, Bureau 200  
Quebec, QC  
G2K 2E2,

Phone: 418-621-5500  
Fax: 418-621-8887

Monday, August 17, 2009

Date Rec. : 30 July 2009  
LR Report: CA11285-JUL09

Copy: #1

## CERTIFICATE OF ANALYSIS

### Final Report

| Analysis           | 3:<br>Analysis<br>Approval<br>Date | 4:<br>Analysis<br>Approval<br>Time | 5:<br>RS-08 | 6:<br>BS-OP-07-045 |
|--------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------|--------------------|
| Sample Date & Time |                                    |                                    | Date:n/a    | Date:n/a           |
| Silver [g/t]       | 10-Aug-09                          | 15:29                              | 2.3         | 4.1                |
| Aluminum [µg/g]    | 11-Aug-09                          | 13:36                              | 52000       | 55000              |
| Arsenic [µg/g]     | 10-Aug-09                          | 15:29                              | 27          | 41                 |
| Barium [µg/g]      | 10-Aug-09                          | 15:29                              | 360         | 230                |
| Beryllium [µg/g]   | 10-Aug-09                          | 15:29                              | 0.71        | 0.68               |
| Bismuth [µg/g]     | 10-Aug-09                          | 15:29                              | 0.46        | 0.79               |
| Calcium [µg/g]     | 11-Aug-09                          | 13:36                              | 25000       | 37000              |
| Cadmium [µg/g]     | 10-Aug-09                          | 15:29                              | 0.81        | 1.1                |
| Cobalt [µg/g]      | 10-Aug-09                          | 15:29                              | 65          | 100                |
| Chromium [µg/g]    | 10-Aug-09                          | 15:29                              | 75          | 50                 |
| Copper [µg/g]      | 11-Aug-09                          | 13:36                              | 1200        | 2300               |
| Iron [µg/g]        | 11-Aug-09                          | 13:36                              | 79000       | 120000             |
| Potassium [µg/g]   | 11-Aug-09                          | 13:36                              | 14000       | 14000              |
| Lithium [µg/g]     | 10-Aug-09                          | 15:29                              | 7           | 7                  |
| Magnesium [µg/g]   | 11-Aug-09                          | 13:36                              | 15000       | 19000              |
| Manganese [µg/g]   | 10-Aug-09                          | 15:29                              | 960         | 1300               |
| Molybdenum [µg/g]  | 10-Aug-09                          | 15:29                              | 58          | 96                 |
| Nickel [µg/g]      | 10-Aug-09                          | 15:29                              | 50          | 68                 |
| Lead [µg/g]        | 10-Aug-09                          | 15:29                              | 21          | 32                 |
| Antimony [g/t]     | 10-Aug-09                          | 15:29                              | < 0.8       | 1.0                |
| Selenium [µg/g]    | 10-Aug-09                          | 15:29                              | 0.8         | < 0.7              |
| Tin [µg/g]         | 10-Aug-09                          | 15:29                              | 3.2         | 4.7                |
| Strontium [µg/g]   | 10-Aug-09                          | 15:29                              | 180         | 120                |
| Titanium [µg/g]    | 11-Aug-09                          | 13:36                              | 5100        | 7500               |
| Thallium [µg/g]    | 10-Aug-09                          | 15:29                              | 0.38        | 0.44               |
| Uranium [µg/g]     | 10-Aug-09                          | 15:29                              | 11          | 19                 |
| Vanadium [µg/g]    | 10-Aug-09                          | 15:29                              | 100         | 140                |
| Yttrium [µg/g]     | 10-Aug-09                          | 15:29                              | 15          | 20                 |
| Zinc [µg/g]        | 11-Aug-09                          | 13:36                              | 200         | 270                |

Online LIMS



**SGS Lakefield Research Limited**  
P.O. Box 4300 - 185 Concession St.  
Lakefield - Ontario - K0L 2H0  
Phone: 705-652-2000 FAX: 705-652-6365

LR Report : CA11285-JUL09

53-54

---

*Brian Graham B.Sc.*  
*Project Specialist*  
*Environmental Services, Analytical*





## Semi-Quantitative X-Ray Diffraction

**Report Prepared for:** SNC Lavelin Inc  
**Project Number/ LIMS No.** 11099/MI4502-FEB10  
**Reporting Date:** February 20, 2010

---

**Instrument:** BRUKER AXS D8 Advance Diffractometer  
**Test Conditions:** Co radiation, 40 kV, 35 mA  
Regular Scanning: Step: 0.02°, Step time: 0.2s, 2θ range: 3-70°  
**Interpretations:** PDF2/PDF4 powder diffraction databases issued by the International Center for Diffraction Data (ICDD). DiffracPlus Eva software.  
**Detection Limit:** 0.5-2%. Strongly dependent on crystallinity.

---

**Contents:**

- 1) Method Summary
- 2) Summary of Mineral Assemblages
- 3) Semi-Quantitative XRD Results
- 4) Chemical Balance(s)
- 5) XRD Pattern(s)

---

Bernie C. Yeung, B. Sc.  
Junior Mineralogist

---

Huyun Zhou, Ph.D.  
Senior Mineralogist



## Method Summary

### ***Mineral Identification and Interpretation:***

Mineral identification and interpretation involve matching the diffraction pattern of an unknown material to patterns of single-phase reference materials. The reference patterns are compiled by the Joint Committee on Powder Diffraction Standards - International Center for Diffraction Data (JCPDS-ICDD) database and released on software as Powder Diffraction Files (PDF).

Interpretations do not reflect the presence of non-crystalline and/or amorphous compounds. Mineral proportions are based on relative peak heights and may be strongly influenced by crystallinity, structural group or preferred orientations. Interpretations and relative proportions should be accompanied by supporting petrographic and geochemical data (Whole Rock Analysis, Inductively Coupled Plasma - Optical Emission Spectroscopy, etc.).

### ***Semi-Quantitative Analysis:***

The Semi-Quantitative analysis (RIR method) is performed based on each mineral's relative peak heights and of their respective  $I/I_0$  values, which are available from the PDF database. Mineral abundances for the bulk sample (in weight %) are generated by Bruker-EVA Software. These data are reconciled with a bulk chemistry (e.g. whole rock analysis including  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$  or other chemical data). A chemical balance table shows the difference between the assay results and elemental concentrations determined by XRD.

SGS Minerals  
a division of SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300, 185 Concession Street, Lakefield, Ontario, Canada K0L 2H0  
Tel: (705) 652-2000 Fax: (705) 652-6365 [www.sgs.com](http://www.sgs.com) [www.sgs.com/met](http://www.sgs.com/met)  
Member of the SGS Group (SGS SA)

### Summary of Semi-Quantitative X-ray Diffraction Results

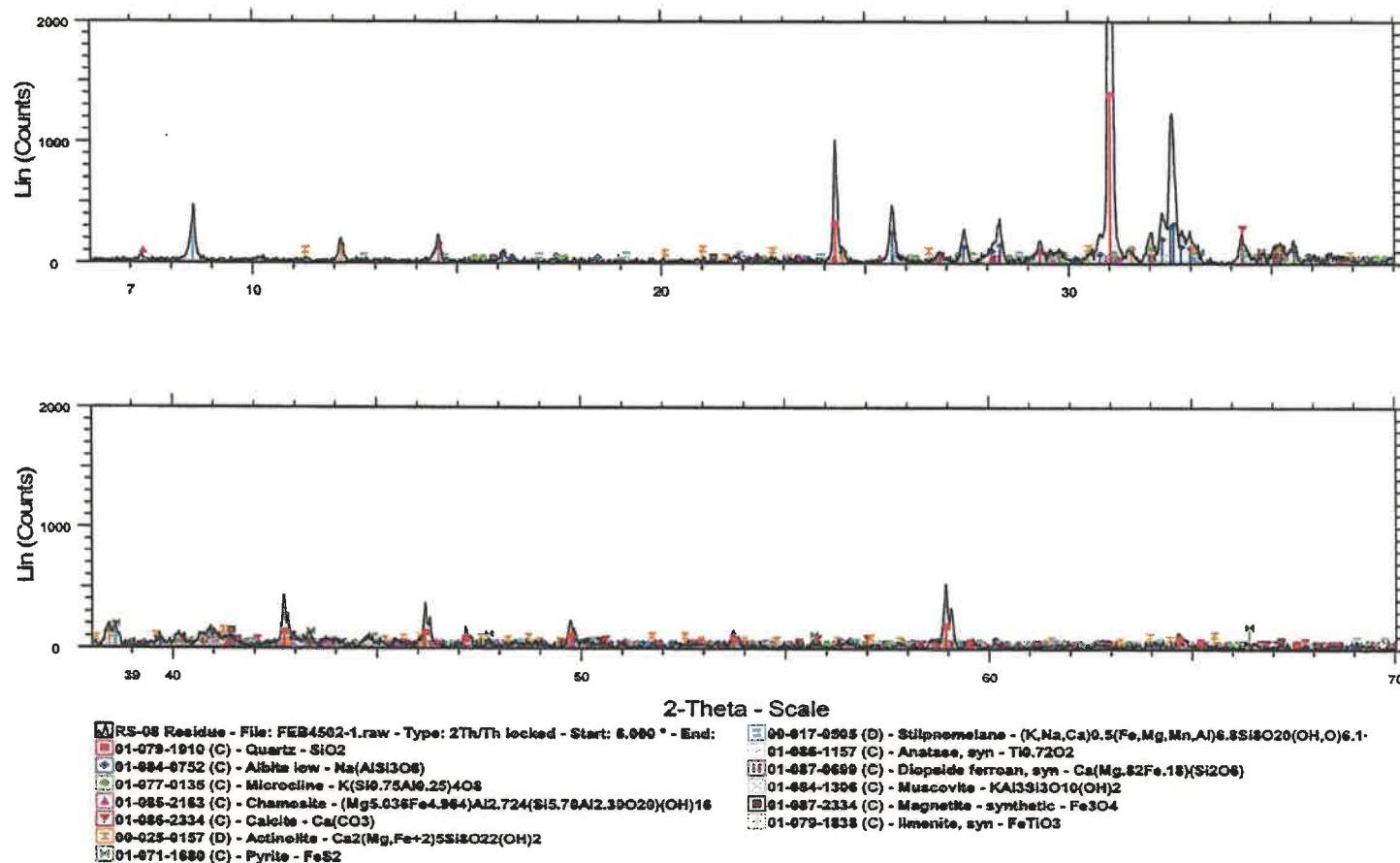
#### Crystalline Mineral Assemblage (relative proportions based on peak height)

| Sample               | Major<br>(>30% Wt) | Moderate<br>(10% -30% Wt)             | Minor<br>(2% -10% Wt)                                                                                   | Trace<br>(<2% Wt)                  |
|----------------------|--------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| RS-08 Residue        |                    | plagioclase, quartz,<br>stilpnomelane | potassium-feldspar,<br>amphibole, pyrite,<br>chlorite, calcite, mica,<br>pyroxene                       | *magnetite, *anatase,<br>*ilmenite |
| BS-OP-07-045 Residue |                    | plagioclase, stilpnomelane            | pyrite, amphibole,<br>potassium-feldspar,<br>calcite, chlorite, quartz,<br>pyroxene, mica,<br>magnetite | *ilmenite, *anatase,<br>*gypsum    |

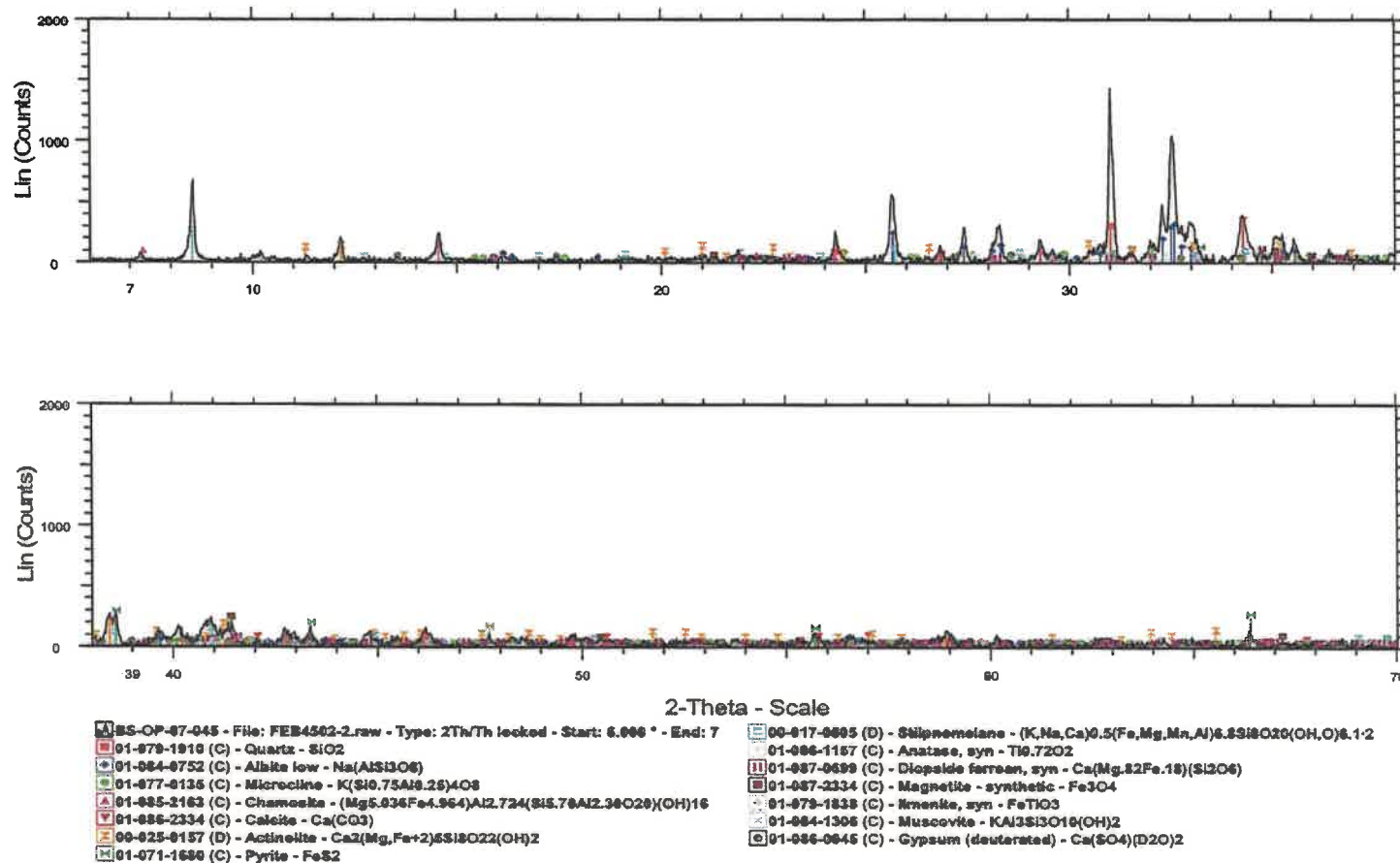
\* tentative identification due to low concentrations, diffraction line overlap or poor crystallinity

| Mineral            | Composition                                                                                                     |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Albite             | $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$                                                                                     |
| Amphibole          | $(\text{Na,K})\text{Ca}_2(\text{Fe,Mg})_5(\text{Al,Si})_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$                            |
| Anatase            | $\text{TiO}_2$                                                                                                  |
| Calcite            | $\text{CaCO}_3$                                                                                                 |
| Chlorite           | $(\text{Fe,Mg,Mn})_2\text{Al}(\text{Si}_2\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH})_8$                                  |
| Gypsum             | $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$                                                                       |
| Ilmenite           | $\text{FeTiO}_3$                                                                                                |
| Magnetite          | $\text{Fe}_3\text{O}_4$                                                                                         |
| Mica               | $\text{K}(\text{Mg,Fe})\text{Al}_2\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2$                                      |
| Potassium Feldspar | $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$                                                                                      |
| Pyrite             | $\text{FeS}_2$                                                                                                  |
| Pyroxene           | $(\text{Ca,Na})(\text{Mg,Fe,Al,Ti})(\text{Si,Al})_2\text{O}_6$                                                  |
| Quartz             | $\text{SiO}_2$                                                                                                  |
| Stilpnomelane      | $\text{K}(\text{Fe}^{2+},\text{Mg,Fe}^{3+})_8(\text{Si,Al})_{12}(\text{O,OH})_{22} \cdot n(\text{H}_2\text{O})$ |

## RS-08 Residue



BS-OP-07-045







SNC Lavalin Inc  
11099/MI4502-FEB10  
02/20/2010

### Semi-Quantitative X-ray Diffraction Results

| Mineral       | RS-08 Residue<br>(wt %) | BS-OP-07-045 Residue<br>(wt %) |
|---------------|-------------------------|--------------------------------|
| Quartz        | 25.5                    | 5.4                            |
| Albite        | 26.1                    | 28.0                           |
| Microcline    | 7.8                     | 8.3                            |
| Chamosite     | 5.2                     | 5.6                            |
| Calcite       | 4.6                     | 6.3                            |
| Actinolite    | 6.5                     | 9.5                            |
| Pyrite        | 5.6                     | 9.8                            |
| Stilpnomelane | 10.6                    | 14.3                           |
| Anatase       | 1.0                     | 1.0                            |
| Diopside      | 2.6                     | 3.7                            |
| Muscovite     | 2.7                     | 3.2                            |
| Magnetite     | 1.2                     | 2.5                            |
| Ilmenite      | 0.7                     | 1.5                            |
| Gypsum        | -                       | 0.7                            |
| TOTAL         | 100.1                   | 99.8                           |

*The Qualitative XRD method (METH # 8-8-1) used by SGS Minerals Services, P.O. Box 4300, 185 Concession Street, Lakefield, Ontario, Canada K0L 2H0.  
Tel: (705) 652-2000 Fax: (705) 652-6365 Mini-method available upon request.*



## Chemical Balance

### RS-O8 Residue

| Name                           | Assay <sup>1</sup> | SQD <sup>2</sup> | Delta | Status |
|--------------------------------|--------------------|------------------|-------|--------|
| SiO <sub>2</sub>               | 61.0               | 60.7             | 0.30  | Both   |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 11.5               | 11.00            | 0.46  | Both   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 10.2               | 9.52             | 0.68  | Both   |
| CaO                            | 3.64               | 4.04             | -0.40 | Both   |
| Na <sub>2</sub> O              | 2.90               | 3.15             | -0.25 | Both   |
| MgO                            | 2.53               | 2.57             | -0.04 | Both   |
| K <sub>2</sub> O               | 1.52               | 1.73             | -0.21 | Both   |
| TiO <sub>2</sub>               | 0.81               | 1.17             | -0.37 | Both   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.17               | -                | 0.17  | XRF    |
| MnO                            | 0.13               | 1.29             | -1.16 | Both   |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.02               | -                | 0.02  | XRF    |
| H <sub>2</sub> O               | -                  | 1.65             | 1.65  | SQD    |
| CO <sub>2</sub>                | -                  | 2.02             | 2.02  | SQD    |
| SO <sub>3</sub>                | -                  | 7.42             | 7.42  | SQD    |

### BS-OP-07-045 Residue

| Name                           | Assay <sup>1</sup> | SQD <sup>2</sup> | Delta | Status |
|--------------------------------|--------------------|------------------|-------|--------|
| SiO <sub>2</sub>               | 46.3               | 46.4             | -0.12 | Both   |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 19.5               | 17.6             | 1.94  | Both   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 11.1               | 10.6             | 0.53  | Both   |
| CaO                            | 5.67               | 5.87             | -0.20 | Both   |
| MgO                            | 3.58               | 3.35             | 0.21  | Both   |
| Na <sub>2</sub> O              | 3.34               | 3.39             | -0.05 | Both   |
| K <sub>2</sub> O               | 1.48               | 1.91             | -0.43 | Both   |
| TiO <sub>2</sub>               | 1.20               | 1.69             | -0.49 | Both   |
| MnO                            | 0.18               | 1.74             | -1.56 | Both   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.15               | -                | 0.15  | XRF    |
| V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.03               | -                | 0.03  | XRF    |
| H <sub>2</sub> O               | -                  | 2.06             | 2.06  | SQD    |
| CO <sub>2</sub>                | -                  | 2.77             | 2.77  | SQD    |
| SO <sub>3</sub>                | -                  | 13.4             | 13.4  | SQD    |
| D <sub>2</sub> O               | -                  | 0.16             | 0.16  | SQD    |

1. Values measured by chemical assay.

2. Values calculated based on mineral/compound formulas and quantiles identified by semi-quantitative XRD.



## Semi-Quantitative X-Ray Diffraction

**Report Prepared for:** SNC Lavalin

**Project Number/ LIMS No.** CA11286-JUL09/ MI4503-AUG09

**Reporting Date:** August 24, 2009

---

**Instrument:** BRUKER AXS D8 Advance Diffractometer

**Test Conditions:** Co radiation, 40 kV, 35 mA  
Regular Scanning: Step: 0.02°, Step time: 0.2s, 2θ range: 3-70°

**Interpretations:** PDF2/PDF4 (ICDD) powder diffraction database. DiffracPlus Eva software.

**Detection Limit:** 0.5-2%. Strongly dependent on crystallinity.

---

**Contents:**

- 1) Method Summary
- 2) Summary of Mineral Assemblages
- 3) Semi-Quantitative XRD Results
- 4) Chemical Balance(s)
- 5) XRD Pattern(s)

53-54

Jennifer LaBelle-Brown, A.Sc.T  
Technologist, XRD

53-54

Huyun Zhou, Ph.D.  
Senior Mineralogist



## Method Summary

### ***Mineral Identification and Interpretation:***

Mineral identification and interpretation involve matching the diffraction pattern of an unknown material to patterns of single-phase reference materials. The reference patterns are compiled by the JCPDS-ICDD database and released on software as Powder Diffraction File (PDF).

Interpretations do not reflect the presence of non-crystalline and/or amorphous compounds. Mineral proportions are based on relative peak heights and may be strongly influenced by crystallinity, structural group or preferred orientations. Interpretations and relative proportions should be accompanied by supporting petrographic and geochemical data (WRA, ICP-OES).

### ***Semi-Quantitative Analysis:***

The Semi-Quantitative analysis (RIR method) is performed based on each mineral's relative peak heights and of their respective  $I/I_{cor}$  values, which are available from the PDF database. Mineral abundances for the bulk sample (in weight %) are generated by Bruker-EVA Software. These data are reconciled with a bulk chemistry (e.g. whole rock analysis including  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Na_2O$ ,  $K_2O$ ,  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $MnO$ ,  $TiO_2$ ,  $P_2O_5$ ,  $V_2O_5$  or other chemical data). A chemical balance table shows the difference between the assay results and elemental concentrations determined by XRD.

SGS Minerals  
a division of SGS Canada Inc.

P.O. Box 4300, 185 Concession Street, Lakefield, Ontario, Canada K0L 2H0  
Tel: (705) 652-2000 Fax: (705) 652-6365 [www.sgs.com](http://www.sgs.com) [www.sgs.com/met](http://www.sgs.com/met)  
Member of the SGS Group (SGS SA)

### Summary of Semi-Quantitative X-ray Diffraction Results

#### Crystalline Mineral Assemblage (relative proportions based on peak height)

| Sample           | Major<br>(>30% Wt) | Moderate<br>(10% -30% Wt) | Minor<br>(2% -10% Wt)                                                                          | Trace<br>(<2% Wt)                    |
|------------------|--------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| (1) RS-08        | -                  | plagioclase,<br>quartz    | amphibole,<br>stilpnomelane,<br>potassium feldspar,<br>clinochlore, calcite,<br>mica, pyrite   | *diopside,<br>*magnetite,<br>*rutile |
| (2) BS-OP-07-045 | plagioclase        | stilpnomelane             | pyrite, amphibole,<br>quartz, chlorite,<br>calcite, mica,<br>potassium feldspar,<br>magnetite, | *diopside,<br>*rutile                |

\* tentative identification due to low concentrations, diffraction line overlap or poor crystallinity

| Mineral            | Composition                                                                                                       |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Amphibole          | $(\text{Na,K})\text{Ca}_2(\text{Fe,Mg})_6(\text{Al, Si})_6\text{O}_{22}(\text{OH})_2$                             |
| Calcite            | $\text{CaCO}_3$                                                                                                   |
| Chlorite           | $(\text{Fe,Mg,Mn})_3\text{Al}(\text{Si}_2\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH})_2$                                    |
| Diopside           | $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$                                                                                       |
| Magnetite          | $\text{Fe}_3\text{O}_4$                                                                                           |
| Mica               | $\text{K}(\text{Mg,Fe})\text{Al}_2\text{Si}_2\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2$                                        |
| Plagioclase        | $(\text{NaSi,CaAl})\text{AlSi}_2\text{O}_8$                                                                       |
| Potassium Feldspar | $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$                                                                                        |
| Pyrite             | $\text{FeS}_2$                                                                                                    |
| Quartz             | $\text{SiO}_2$                                                                                                    |
| Rutile             | $\text{TiO}_2$                                                                                                    |
| Stilpnomelane      | $\text{K}(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg, Fe}^{3+})_3(\text{Si,Al})_{12}(\text{O,OH})_{27} \cdot n(\text{H}_2\text{O})$ |





SNC Lavalin  
CA11286-JUL09/ MI4503-AUG09  
08/24/2009

### Semi-Quantitative X-ray Diffraction Results

| Mineral           | (1) RS-08<br>(wt %) | (2) BS-OP-07-045<br>(wt %) |
|-------------------|---------------------|----------------------------|
| Quartz            | 24.9                | 8.0                        |
| Albite            | 29.4                | 31.5                       |
| Orthoclase        | 7.3                 | 2.8                        |
| Actinolite        | 8.9                 | 9.0                        |
| Stilpnomelane     | 8.9                 | 13.9                       |
| Chamosite         | 5.5                 | 7.3                        |
| Mica              |                     |                            |
| <i>Phlogopite</i> | 2.0                 | 4.0                        |
| <i>Biotite</i>    | 1.6                 | 1.6                        |
| Calcite           | 4.9                 | 6.9                        |
| Diopside          | 1.7                 | 1.9                        |
| Pyrite            | 2.5                 | 9.3                        |
| Magnetite         | 1.4                 | 2.5                        |
| Rutile            | 0.9                 | 1.3                        |
| TOTAL             | 99.9                | 100.0                      |

The Qualitative XRD method (METH # 8-9-1) used by SGS Minerals Services, P.O. Box 4300, 185 Concession Street, Lakefield, Ontario, Canada K0L 2H0.  
Tel: (705) 652-2000 Fax: (705) 652-6365 Mini-method available upon request.



## Chemical Balance

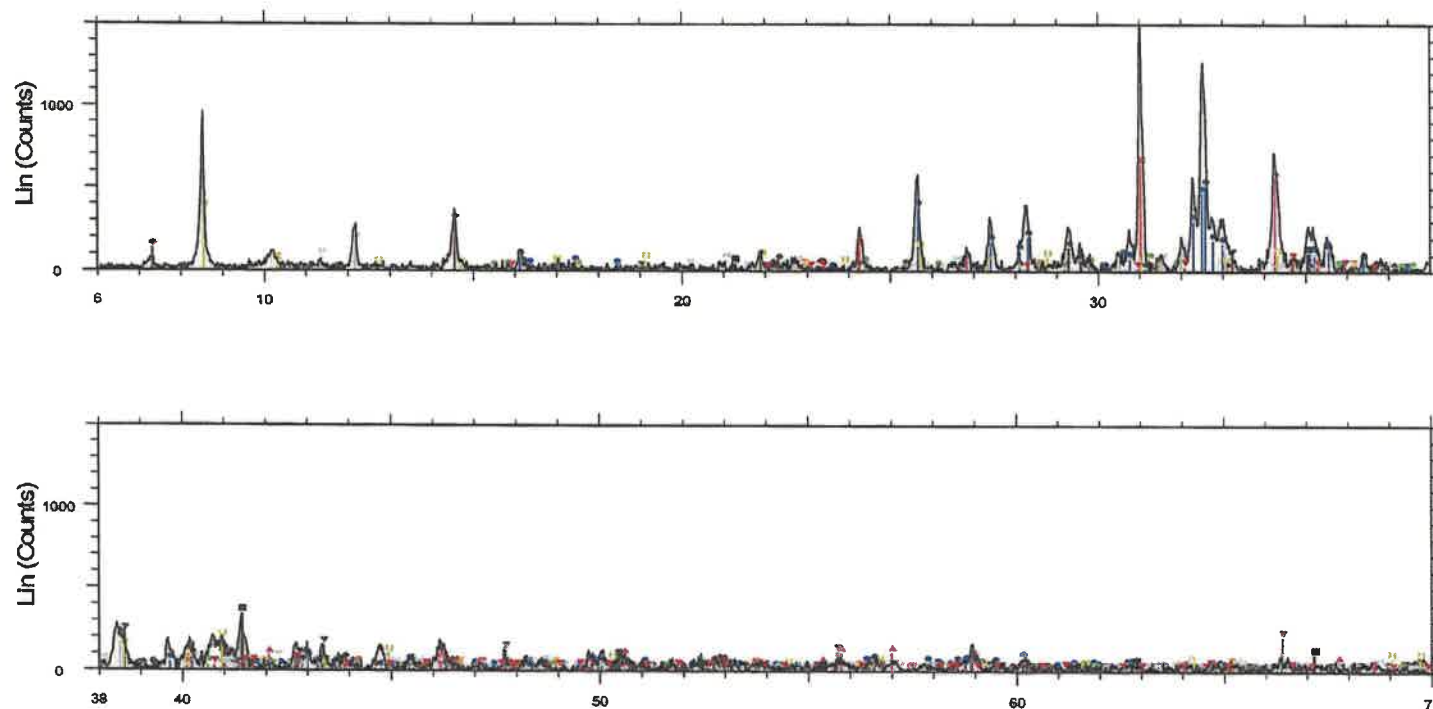
### (1) RS-08

| Name                           | Assay | SQD  | Delta | Status |
|--------------------------------|-------|------|-------|--------|
| SiO <sub>2</sub>               | 60.7  | 62.8 | -2.10 | Both   |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 11.7  | 11.6 | 0.12  | Both   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 10.1  | 9.26 | 0.84  | Both   |
| CaO                            | 3.71  | 4.33 | -0.62 | Both   |
| Na <sub>2</sub> O              | 2.87  | 3.48 | -0.61 | Both   |
| MgO                            | 2.59  | 3.31 | -0.72 | Both   |
| K <sub>2</sub> O               | 1.54  | 1.92 | -0.38 | Both   |
| TiO <sub>2</sub>               | 0.84  | 0.88 | -0.04 | Both   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.17  | -    | 0.17  | XRF    |
| MnO                            | 0.13  | -    | 0.13  | XRF    |
| V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.03  | -    | 0.03  | XRF    |
| H <sub>2</sub> O               | -     | 1.22 | 1.22  | SQD    |
| CO <sub>2</sub>                | -     | 2.15 | 2.15  | SQD    |
| Fluorine                       | -     | 0.09 | 0.09  | SQD    |
| SO <sub>3</sub>                | -     | 3.33 | 3.33  | SQD    |

### (2) BS-OP-07-045

| Name                           | Assay | SQD   | Delta | Status |
|--------------------------------|-------|-------|-------|--------|
| SiO <sub>2</sub>               | 46.6  | 48.3  | -1.66 | Both   |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 19.4  | 19.9  | -0.55 | Both   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 10.9  | 9.81  | 1.09  | Both   |
| CaO                            | 5.75  | 5.53  | 0.22  | Both   |
| MgO                            | 3.47  | 4.42  | -0.95 | Both   |
| Na <sub>2</sub> O              | 3.38  | 3.72  | -0.34 | Both   |
| K <sub>2</sub> O               | 1.49  | 1.55  | -0.06 | Both   |
| TiO <sub>2</sub>               | 1.23  | 1.33  | -0.10 | Both   |
| MnO                            | 0.18  | -     | 0.18  | XRF    |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.17  | -     | 0.17  | XRF    |
| V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.03  | -     | 0.03  | XRF    |
| H <sub>2</sub> O               | -     | 1.72  | 1.72  | SQD    |
| CO <sub>2</sub>                | -     | 3.04  | 3.04  | SQD    |
| Fluorine                       | -     | 0.18  | 0.18  | SQD    |
| SO <sub>3</sub>                | -     | 12.40 | 12.40 | SQD    |

BS-OP-07-045



BS-OP-07-045 - File: aug4503-2.raw

01-078-1910 (C) - Quartz -  $\text{SiO}_2$

01-084-0752 (C) - Albite low -  $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$

01-075-1592 (C) - Orthoclase -  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$

01-086-2334 (C) - Calcite -  $\text{Ca}(\text{CO}_3)$

01-071-1680 (C) - Pyrite -  $\text{FeS}_2$

01-087-2334 (C) - Magnetite - synthetic -  $\text{Fe}_3\text{O}_4$

01-085-2163 (C) - Chamosite -  $(\text{Mg}_{5.036}\text{Fe}_{4.964})\text{Al}_2.724(\text{Si}_{5.70}\text{Al}_{2.30}\text{O}_{20})(\text{OH})_{16}$

01-080-0521 (C) - Actinolite -  $\text{Ca}_2(\text{Mg},\text{Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})$

01-085-2275 (C) - Phlogopite -  $\text{KMg}_3\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{F},\text{OH})_2$

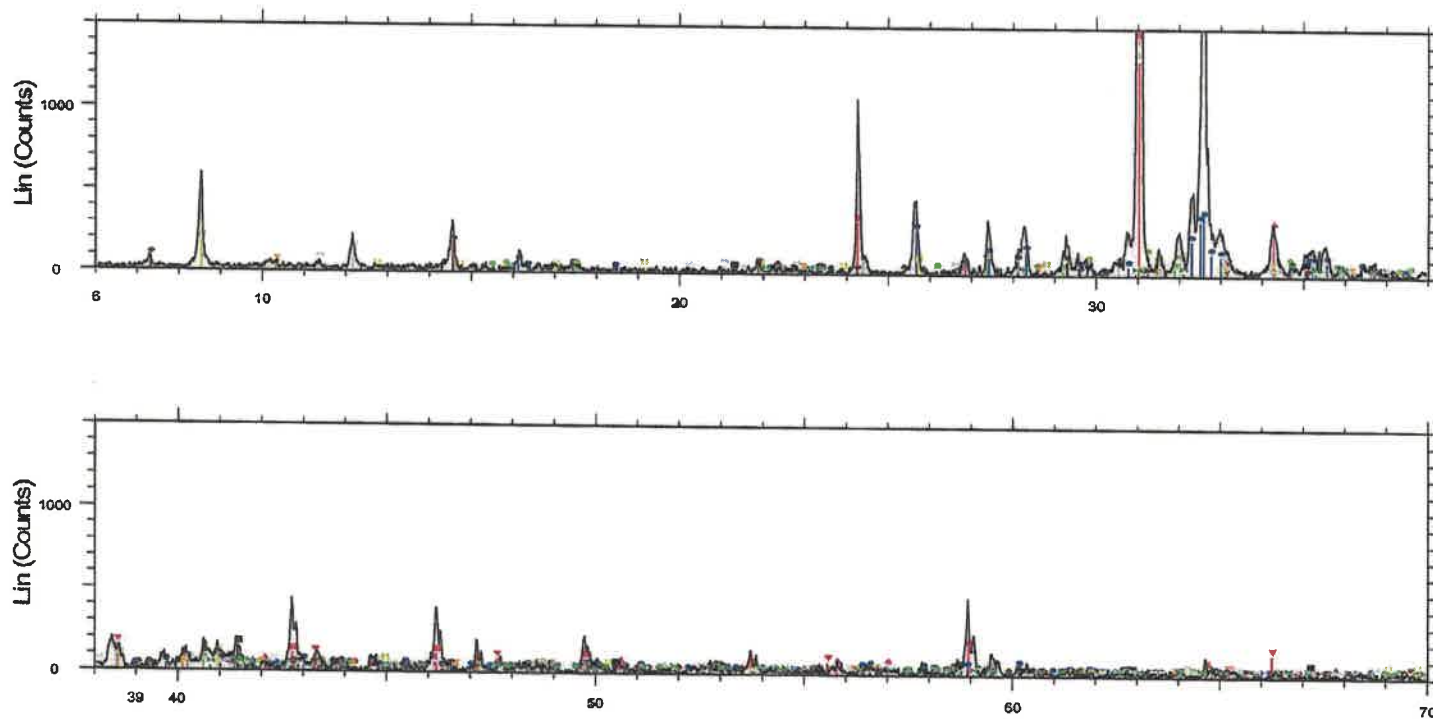
00-003-0024 (D) - Biotite -  $(\text{K},\text{H})_2(\text{Mg},\text{Fe}+2)_2(\text{Al},\text{Fe}+3)_2(\text{SiO}_4)_3$

00-017-0505 (D) - Stipnomelane -  $\text{KFe}_4.3\text{Mg}_{1.4}\text{Fe}_{2.3}\text{Si}_{10}\text{Al}_2\text{O}_{24}(\text{OH})_3 \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$

01-078-1510 (C) - Rutile -  $\text{TiO}_2$

01-086-0932 (C) - Diopside -  $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$

## RS-08



RS-08 - File: aug4503-1.raw  
 01-079-1910 (C) - Quartz - SiO<sub>2</sub>  
 01-084-0752 (C) - Albite low - Na(AlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>)  
 01-075-1592 (C) - Orthoclase - KAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>  
 01-086-2334 (C) - Calcite - Ca(CO<sub>3</sub>)  
 01-071-0063 (C) - Pyrite - FeS<sub>2</sub>  
 01-087-2334 (C) - Magnetite - synthetic - Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>  
 01-065-2163 (C) - Chamosite - (Mg<sub>5.03</sub>Fe<sub>4.964</sub>)Al<sub>2.724</sub>(Si<sub>8.70</sub>Al<sub>2.30</sub>O<sub>20</sub>(OH)<sub>16</sub>)

### 2-Theta - Scale

01-080-0521 (C) - Actinolite - Ca<sub>2</sub>(Mg,Fe)<sub>5</sub>Si<sub>8</sub>O<sub>22</sub>(OH)<sub>2</sub>  
 01-065-2275 (C) - Phlogopite - KMg<sub>3</sub>Si<sub>3</sub>AlO<sub>10</sub>(F,OH)<sub>2</sub>  
 00-003-0024 (D) - Biotite - (K,H)<sub>2</sub>(Mg,Fe<sup>2+</sup>)<sub>2</sub>(Al,Fe<sup>3+</sup>)<sub>2</sub>(SiO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>  
 00-017-0505 (D) - Sillpnomelane - KFe<sub>4.3</sub>Mg<sub>1.4</sub>Fe<sub>2.3</sub>Si<sub>10</sub>Al<sub>2</sub>O<sub>24</sub>(OH)<sub>3-2</sub>(H<sub>2</sub>O)  
 01-078-1510 (C) - Rutile - TiO<sub>2</sub>  
 01-086-0932 (C) - Diopside - CaMgSi<sub>2</sub>O<sub>6</sub>

|                                                                                                           |                                       |  |                          |             |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--|--------------------------|-------------|------------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | TRAVAUX CORRECTIFS À LA MINE OPÉMISKA |  | Préparé par : F. Besozzi |             |            |
|                                                                                                           | Investigation géochimique             |  | Révisé par : D. Isabel   |             |            |
|                                                                                                           | Résultats des essais cinétiques       |  | Rév                      | Date        | Page       |
|                                                                                                           | 020631-0000-4EER-0001                 |  | 00                       | 19-Avril-10 | B-1 de B-6 |

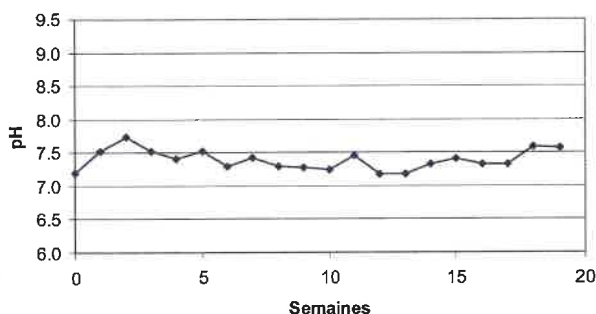
## ANNEXE B

---

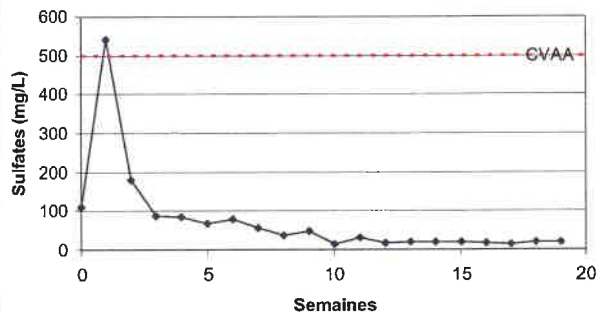
### Figures illustrant les résultats des essais cinétiques



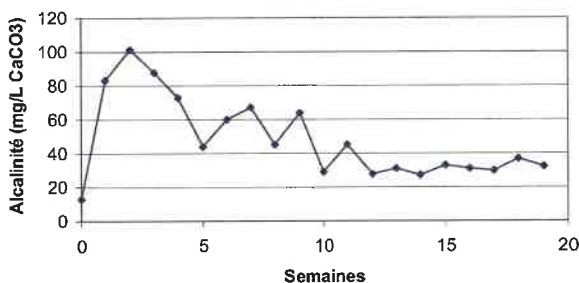
**Suivi du pH / RS-08**



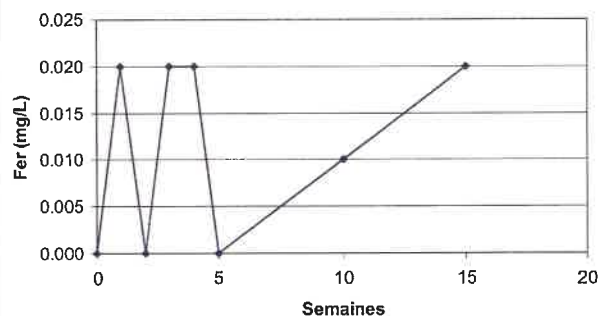
**Suivi des sulfates / RS-08**



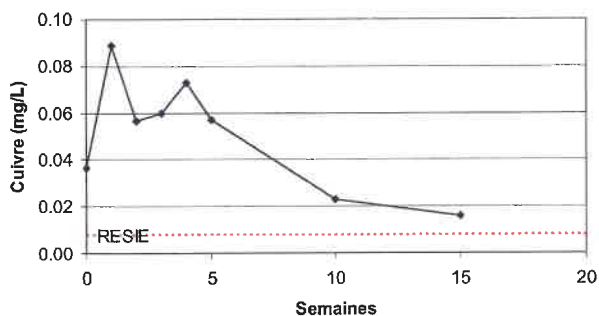
**Suivi de l'alcalinité / RS-08**



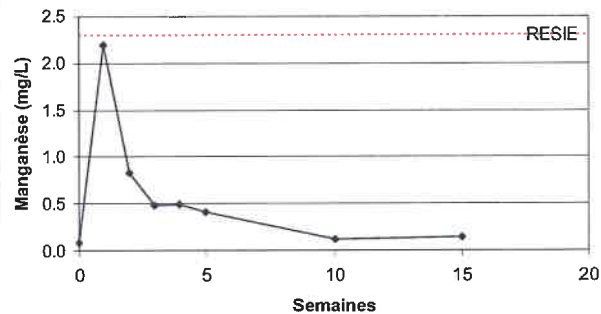
**Suivi du fer / RS-08**



**Suivi du cuivre / RS-08**



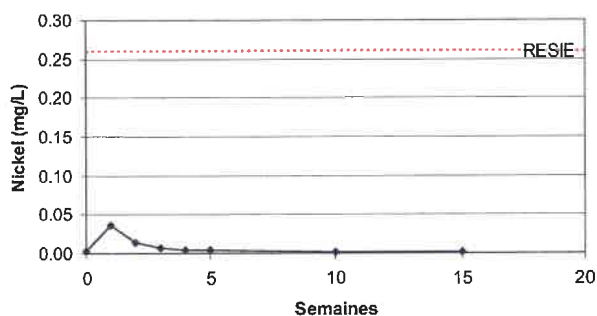
**Suivi du manganèse / RS-08**



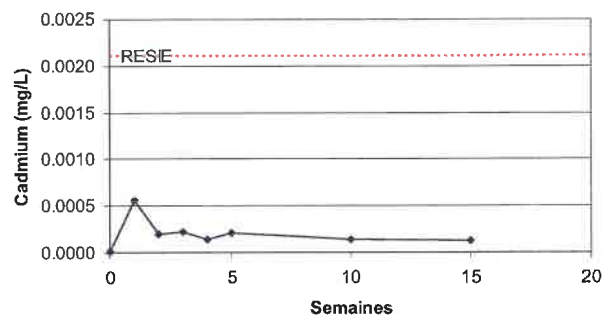
RESIE : Critère de résurgence dans les eaux de surface et infiltration dans les égouts, Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés du MDDEP

CVA : Protection de la vie aquatique (effet aigu), Critères de qualité de l'eau de surface au Québec

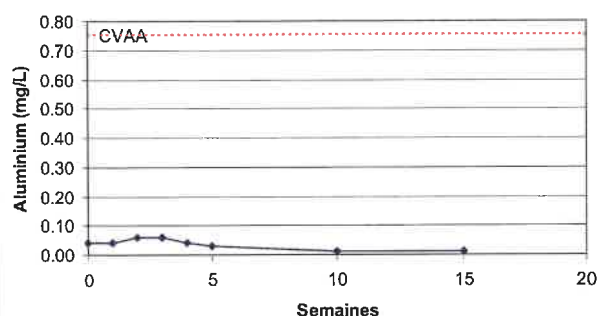
**Suivi du nickel / RS-08**



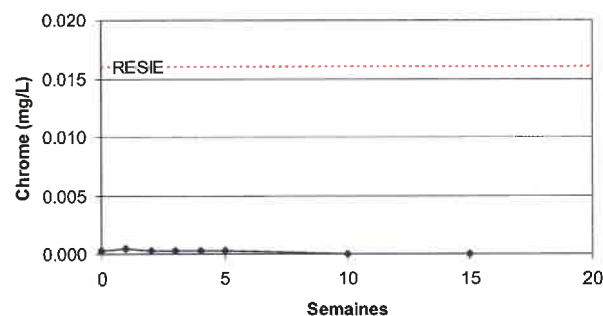
**Suivi du cadmium / RS-08**



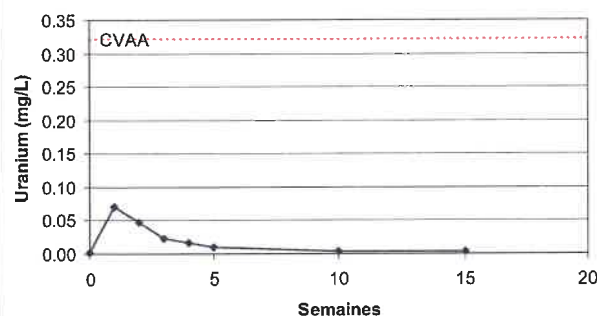
**Suivi de l'aluminium / RS-08**



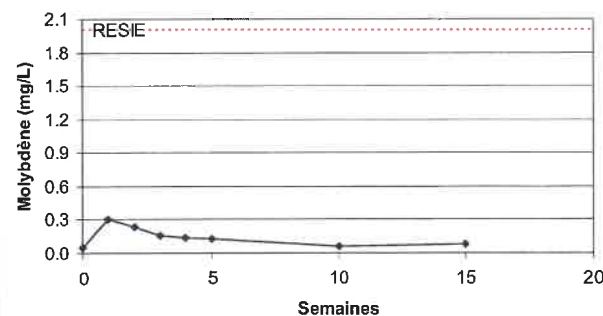
**Suivi du chrome / RS-08**



**Suivi de l'uranium / RS-08**



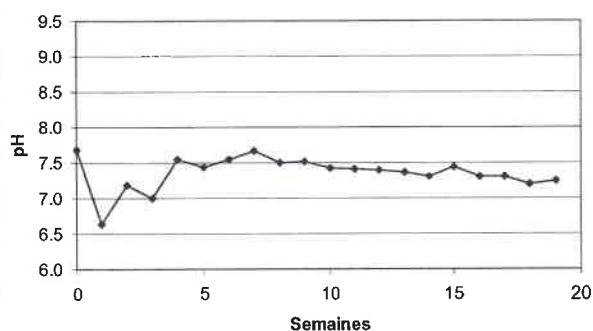
**Suivi du molybdène / RS-08**



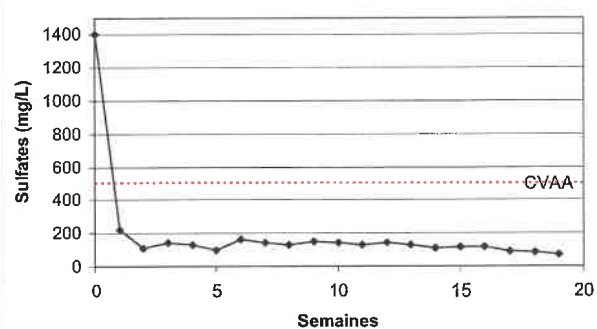
RESIE : Critère de résurgence dans les eaux de surface et infiltration dans les égouts, Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés du MDDEP

CVAA : Protection de la vie aquatique (effet aigu), Critères de qualité de l'eau de surface au Québec

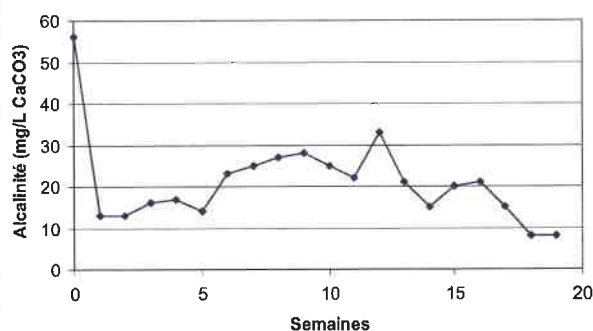
**Suivi du pH / BS-07**



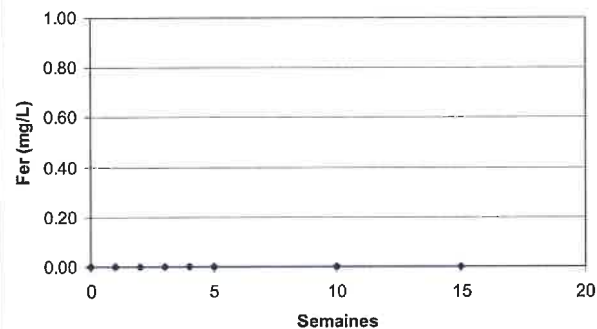
**Suivi des sulfates / BS-07**



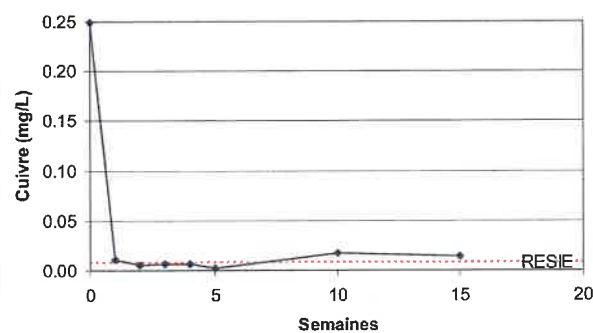
**Suivi de l'alcalinité / BS-07**



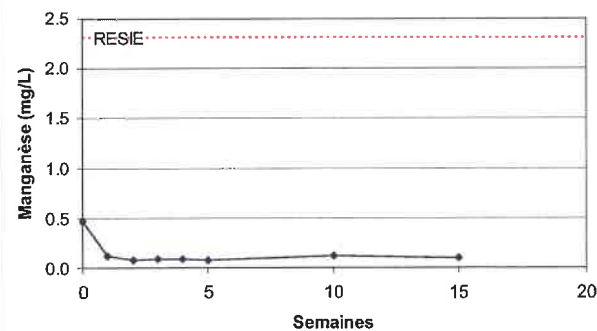
**Suivi du fer / BS-07**



**Suivi du cuivre / BS-07**



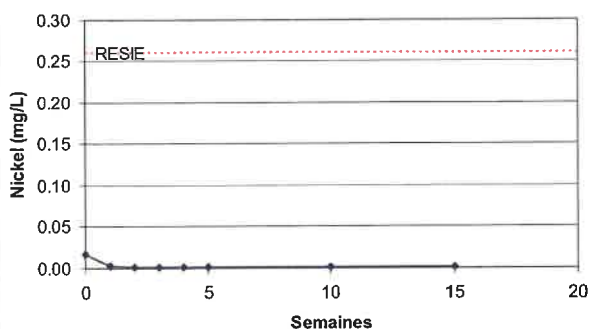
**Suivi du manganèse / BS-07**



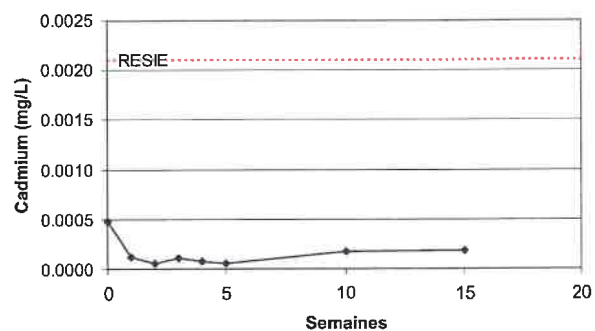
RESIE : Critère de résurgence dans les eaux de surface et infiltration dans les égouts, Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés du MDDEP

CVAA : Protection de la vie aquatique (effet aigu), Critères de qualité de l'eau de surface au Québec

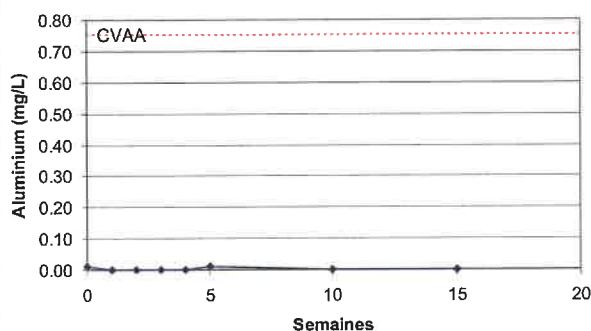
**Suivi du nickel / BS-07**



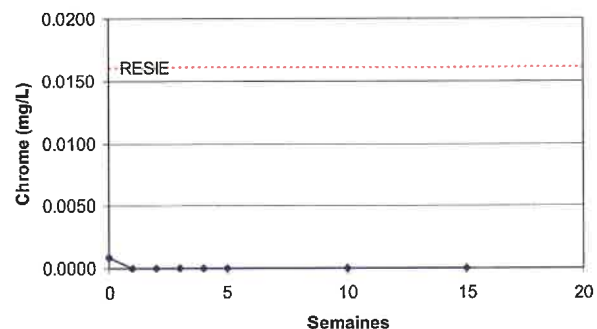
**Suivi du cadmium / BS-07**



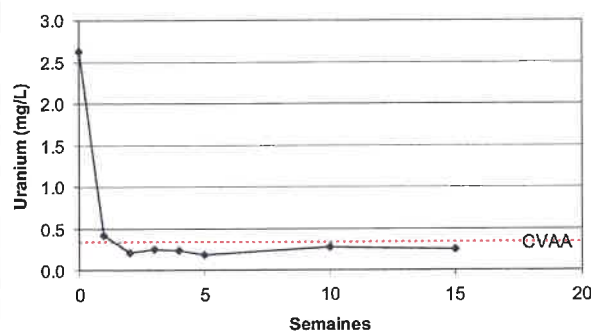
**Suivi de l'aluminium / BS-07**



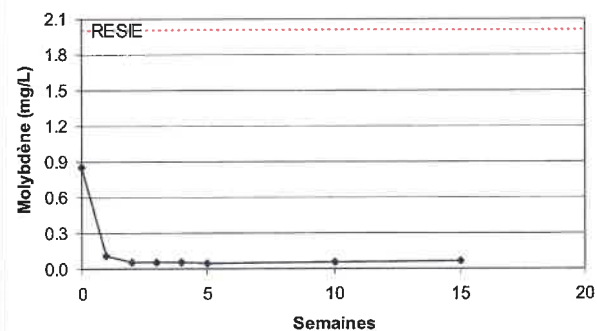
**Suivi du chrome / BS-07**



**Suivi de l'uranium / BS-07**



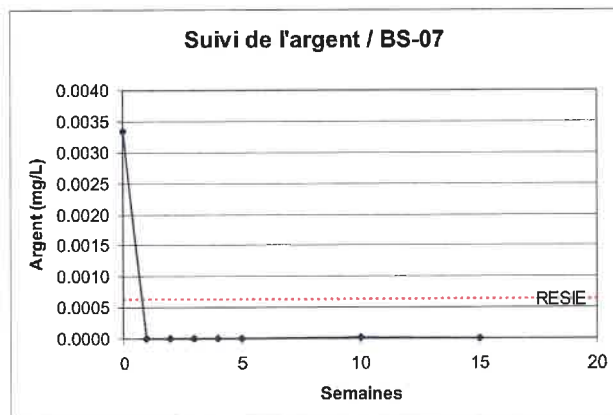
**Suivi du molybdène / BS-07**



**RESIE :** Critère de résurgence dans les eaux de surface et infiltration dans les égouts, Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés du MDDEP

**CVAA :** Protection de la vie aquatique (effet aigu), Critères de qualité de l'eau de surface au Québec

|                                                                                                           |                                                                                                                            |  |                                                    |             |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------|-------------|------------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>TRAVAUX CORRECTIFS À LA MINE OPÉMISKA</b><br><b>Investigation géochimique</b><br><b>Résultats des essais cinétiques</b> |  | Préparé par : F. Besozzi<br>Révisé par : D. Isabel |             |            |
|                                                                                                           | 020631-0000-4EER-0001                                                                                                      |  | Rév                                                | Date        | Page       |
|                                                                                                           |                                                                                                                            |  | 00                                                 | 19-Avril-10 | B-6 de B-6 |



RESIE : Critère de résurgence dans les eaux de surface et infiltration dans les égouts, Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés du MDDEP



# Restauration de l'habitat à la suite de la rupture de la digue du site minier Opémiska

Suivi environnemental de 2014





# **Restauration de l'habitat à la suite de la rupture de la digue du site minier Opémiska Suivi environnemental de 2014**

60323272

Mars 2015

## Réserves et Limites

Le rapport ci-joint (le « Rapport ») a été préparé par AECOM Consultants Inc. (« Consultant ») au bénéfice du client (« Client ») conformément à l'entente entre le Consultant et le Client, y compris l'étendue détaillée des services (le « Contrat »).

Les informations, données, recommandations et conclusions contenues dans le Rapport (collectivement, les « Informations ») :

- sont soumises à la portée des services, à l'échéancier et aux autres contraintes et limites contenues au Contrat ainsi qu'aux réserves et limites formulées dans le Rapport (les « Limites »);
- représentent le jugement professionnel du Consultant à la lumière des Limites et des standards de l'industrie pour la préparation de rapports similaires;
- peuvent être basées sur des informations fournies au Consultant qui n'ont pas été vérifiées de façon indépendante;
- n'ont pas été mises à jour depuis la date d'émission du Rapport et leur exactitude est limitée à la période de temps et aux circonstances dans lesquelles elles ont été collectées, traitées, produites ou émises;
- doivent être lues comme un tout et, par conséquent, aucune section du Rapport ne devrait être lue hors de ce contexte;
- ont été préparées pour les fins précises décrites dans le Rapport et le Contrat;
- dans le cas de conditions souterraines, environnementales ou géotechniques, peuvent être basées sur des tests limités et sur l'hypothèse que de telles conditions sont uniformes et ne varient pas géographiquement ou dans le temps.

Le Consultant est en droit de se fier sur les informations qui lui ont été fournies et d'en présumer l'exactitude et l'exhaustivité et n'a pas l'obligation de mettre à jour ces informations. Le Consultant n'accepte aucune responsabilité pour les événements ou les circonstances qui pourraient être survenus depuis la date à laquelle le Rapport a été préparé et, dans le cas de conditions souterraines, environnementales ou géotechniques, n'est pas responsable de toute variation dans de telles conditions, que ce soit géographiquement ou dans le temps.

Le Consultant convient que le Rapport représente son jugement professionnel tel que décrit ci-dessus et que l'Information a été préparée dans le but spécifique et pour l'utilisation décrite dans le Rapport et le Contrat, mais ne fait aucune autre représentation ou garantie de quelque nature que ce soit, expresse ou implicite, en ce qui concerne le Rapport, les Informations ou toute partie de ceux-ci.

Sans limiter de quelque façon la généralité de ce qui précède, toute estimation ou opinion fournies par le Consultant concernant les coûts et l'échéancier de travaux construction ou de toute autre activité professionnelle décrite dans le Contrat représentent le jugement professionnel du Consultant à la lumière de son expérience et de la connaissance et des informations dont il dispose au moment de la préparation du Rapport. N'ayant aucun contrôle sur le marché, les conditions économiques, le prix de la main-d'œuvre, du matériel et des équipements de construction ou les procédures d'appel d'offres, le Consultant, ses administrateurs, dirigeants et employés ne sont en mesure de faire aucune représentation ou garantie de quelque nature que ce soit, expresse ou implicite, quant à l'exactitude de ces estimations et opinions ou quant à l'écart possible entre celles-ci et les coûts et échéanciers de construction réels ou de toute autre activité professionnelle décrite dans le Contrat, et n'acceptent aucune responsabilité pour tout dommage ou perte découlant ou lié de quelque façon à celles-ci. Toute personne se fiant sur ces estimations ou opinions le fait à ses propres risques.

À moins que (1) le Consultant et le Client n'en conviennent autrement par écrit; (2) que ce soit requis en vertu d'une loi ou d'un règlement; ou (3) que ce soit utilisé par un organisme gouvernemental révisant une demande de permis ou d'approbation, seul le Client est en droit de se fier ou d'utiliser le Rapport et les Informations.

Le Consultant n'accepte et n'assume aucune responsabilité de quelque nature que ce soit envers toute partie, autre que le Client, qui pourrait avoir accès au Rapport ou à l'Information et l'utiliser, s'y fier ou prendre des décisions qui en découlent, à moins que cette dernière n'ait obtenu l'autorisation écrite préalable du Consultant par rapport à un tel usage (« Usage non conforme »). Tout dommage, blessure ou perte découlant d'un Usage non conforme du Rapport ou des Informations sera aux propres risques de la partie faisant un tel Usage.

Ces Réserves et Limites font partie intégrante du Rapport et toute utilisation du Rapport est sujette à ces Réserves et Limites.



## Signatures

**Rapport préparé par :** 53-54  
\_\_\_\_\_  
Claudie Gagnon, bio. M. Sc. (env.)  
Directrice de projet

Le 30 mars 2015

**Rapport vérifié par :** 53-54  
\_\_\_\_\_  
Claudia Cossette, bio. M. Sc. (env.)

Le 30 mars 2015





## Équipe de réalisation

### Ministère de l'Énergie des Ressources naturelles

5700, 4e Avenue Ouest, bureau C-318

Québec (Québec) G1H 6R1

Alexandre C. Dubé, ing.

Direction de la restauration des sites miniers

### AECOM

2, rue Fusey,

Trois-Rivières (QC) G8T 2T1

Claudie Gagnon, biologiste, M. Sc.

Chargée du projet, gestion et rédaction

Claudia Cosette, biologiste, M. Sc.

Révision

Mathieu Lafond, biologiste, M. Sc.

Inventaire, rédaction

Yannick Bergeron, technicien

Inventaire

Jean-Pierre Hamelin, cartographe

Géomatique et cartographie

Michèle Gagnon, éditrice

Édition

---

#### Référence à citer :

AECOM. 2015. *Restauration de l'habitat à la suite de la rupture de la digue du site minier Opémiska - Suivi environnemental de 2014*. Rapport présenté au Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles. 38 pages et annexes.



# Table des matières

|                                                                                 |           |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Équipe de réalisation.....</b>                                               | <b>v</b>  |
| <b>Introduction.....</b>                                                        | <b>1</b>  |
| <b>1 Historique de la rupture de la digue.....</b>                              | <b>3</b>  |
| 1.1 Historique et études réalisées .....                                        | 3         |
| 1.2 Bilan des effets de la rupture de la digue .....                            | 3         |
| 1.3 Sommaire des travaux de restauration faits depuis 2008.....                 | 4         |
| <b>2 Programme de suivi environnemental de 2014.....</b>                        | <b>9</b>  |
| 2.1 Suivi de la revégétalisation .....                                          | 9         |
| 2.1.1 Méthode .....                                                             | 9         |
| 2.1.2 Résultats.....                                                            | 9         |
| 2.2 Suivi de la libre circulation des poissons.....                             | 14        |
| 2.3 Suivi de l'efficacité des bassins de sédimentation en place .....           | 15        |
| 2.4 Qualité des eaux de surface.....                                            | 16        |
| 2.4.1 Méthode d'échantillonnage.....                                            | 16        |
| 2.4.2 Résultats et discussion des échantillons de 2011.....                     | 16        |
| 2.4.3 Résultats et discussion des échantillons de 2014.....                     | 17        |
| 2.4.4 Contrôle qualité des analyses pour 2014.....                              | 21        |
| 2.4.5 Comparaison des résultats entre les échantillons de 2011 et de 2014 ..... | 26        |
| 2.5 Qualité des sédiments .....                                                 | 26        |
| 2.5.1 Méthode d'échantillonnage de 2014.....                                    | 26        |
| 2.5.2 Résultats et discussion des échantillons de 2011.....                     | 28        |
| 2.5.3 Résultats et discussion des échantillons de 2014.....                     | 28        |
| 2.5.4 Contrôle qualité des analyses pour 2014.....                              | 30        |
| 2.5.5 Comparaison des résultats entre les échantillons de 2011 et de 2014 ..... | 31        |
| 2.6 Essais toxicologiques chroniques .....                                      | 31        |
| 2.6.1 Prélèvement des échantillons pour les bioessais .....                     | 31        |
| 2.6.2 Bioessais dans l'eau.....                                                 | 32        |
| 2.6.3 Bioessais dans les sédiments .....                                        | 32        |
| <b>3 Conclusion .....</b>                                                       | <b>35</b> |
| 3.1 Bilan de l'étude .....                                                      | 35        |
| 3.2 Recommandations .....                                                       | 36        |
| <b>Bibliographie.....</b>                                                       | <b>37</b> |

## Liste des tableaux

|             |                                                                                                                                                                                                                    |    |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1 : | Espèces végétales recensées en bordure du ruisseau Slam et du canal de dérivation.....                                                                                                                             | 10 |
| Tableau 2 : | Qualité du milieu aux stations en 2011, critères spécifiques applicables pour la protection de la faune aquatique et identification des dépassements des critères de toxicité chronique (eau douce).....           | 18 |
| Tableau 3 : | Qualité du milieu aux stations au printemps 2014, critères spécifiques applicables pour la protection de la faune aquatique et identification des dépassements des critères de toxicité chronique (eau douce)..... | 19 |
| Tableau 4 : | Qualité du milieu aux stations à l'été 2014, critères spécifiques applicables pour la protection de la faune aquatique et identification des dépassements des critères de toxicité chronique (eau douce).....      | 22 |
| Tableau 5 : | Résultats des analyses de contrôle de la qualité de la caractérisation de l'eau de surface au printemps 2014.....                                                                                                  | 24 |
| Tableau 6 : | Résultats des analyses de contrôle de la qualité de la caractérisation de l'eau de surface à l'été 2014 .....                                                                                                      | 25 |
| Tableau 7 : | Qualité des sédiments de surface en 2011 et 2014, critères spécifiques applicables et identification des dépassements des critères (sédiments d'eau douce).....                                                    | 29 |
| Tableau 8 : | Résultats des analyses de contrôle de la qualité de la caractérisation de sédiment de 2014.....                                                                                                                    | 30 |

## Liste des cartes

|           |                                                                                                  |    |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Carte 1 : | Présentation du territoire à l'étude et localisation des stations d'échantillonnage de 2014..... | 5  |
| Carte 2 : | Localisation des photographies prises au cours de la campagne de terrain de l'été 2014 .....     | 11 |

## Liste des photos

|            |                                                                                                 |    |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Photo 1 :  | Canal de sortie du bassin de polissage après la rupture de la digue en 2014 .....               | 7  |
| Photo 2 :  | Canal de sortie du bassin de polissage en 2011.....                                             | 7  |
| Photo 3 :  | Reprises de fagots sur matelas de bois (tiré d'Écogénie, 2011).....                             | 8  |
| Photo 4 :  | Reprises de fagots à la base d'un talus érodé (tiré d'Écogénie, 2011).....                      | 8  |
| Photo 5 :  | Végétation riveraine générale en bordure du canal de dérivation.....                            | 13 |
| Photo 6 :  | Végétation riveraine générale en bordure du canal de dérivation.....                            | 13 |
| Photo 7 :  | Végétation riveraine générale en bordure du canal de dérivation.....                            | 13 |
| Photo 8 :  | Végétation riveraine générale en bordure du ruisseau Slam .....                                 | 13 |
| Photo 9 :  | Végétation riveraine générale en bordure du ruisseau Slam .....                                 | 13 |
| Photo 10 : | Végétation riveraine générale en bordure du ruisseau Slam .....                                 | 13 |
| Photo 11 : | Végétation riveraine générale en bordure du ruisseau Slam .....                                 | 14 |
| Photo 12 : | Végétation du talus séparant le ruisseau Slam (droite) et le canal de dérivation (gauche) ..... | 14 |
| Photo 13 : | Amont du bassin de sédimentation n° 2 à la jonction avec le ruisseau Slam .....                 | 14 |



|            |                                                                            |    |
|------------|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Photo 14 : | Aval du bassin de sédimentation n° 2 .....                                 | 14 |
| Photo 15 : | Quenouilles (bassin n° 1) Photo 16 : Herbier aquatique (bassin n° 1) ..... | 15 |

## Liste des annexes

|          |                                                                     |
|----------|---------------------------------------------------------------------|
| Annexe A | Devis technique de végétalisation présenté au MERN en 2009          |
| Annexe B | Certificats d'analyses chimiques sur l'eau et les sédiments de 2014 |
| Annexe C | Rapports d'analyse écotoxicologique de 2014                         |



## Introduction

L'ancienne mine Opémiska, située à Chapais, est un site minier sous la responsabilité de l'État depuis 2002 à la suite de la libération des obligations de restauration de l'exploitant, Inmet Mining Corporation. Le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN) est responsable du site. Le 23 juin 2008, la digue du bassin de polissage céda et emporta une quantité importante de résidus miniers, évaluée à environ 50 000 m<sup>3</sup>, dans le ruisseau Slam jusqu'à la rivière Obatogamau près de Chapais au Québec. Lors de la rupture de la digue, une partie de la route 113, de la route du Lac Cavan et de la route Barrette fut également emportée par les eaux.

Les résidus miniers ont été transportés sur une grande distance dans le milieu récepteur. Le ruisseau Slam s'étend sur une longueur d'environ 8 km à partir du bassin de polissage de l'ancienne mine jusqu'à la rivière Obatogamau. Entre l'embouchure du ruisseau Slam et son déversement dans la rivière Chibougamau, la rivière Obatogamau s'étend sur environ 80 km.

À l'été 2011, AECOM a procédé à l'évaluation des impacts de la rupture de cette digue sur l'habitat du poisson dans le ruisseau Slam et la rivière Obatogamau. À la suite de cette étude, il a été démontré qu'aucun effet perceptible important sur les milieux aquatique et riverain n'existait dans la rivière Obatogamau. Cependant, le ruisseau Slam a subi des impacts démontrés (AECOM, 2013a). En réaction aux impacts observés, un plan de restauration a été planifié pour le ruisseau Slam (AECOM, 2014). Cette planification pour la restauration a ensuite été présentée par le client à certains intervenants au dossier au printemps 2014 dans le but d'obtenir une approbation des travaux planifiés et réalisés à l'été 2014 (AECOM, 2014). Les objectifs du programme de suivi de 2014 consistent à :

- déterminer si les berges demeurent stables après les travaux de restauration et si les végétaux reprennent naturellement afin de maintenir une bande riveraine végétalisée;
- vérifier la libre circulation du poisson entre le ruisseau Slam situé en aval et en amont du bassin de sédimentation n° 2 et le canal de dérivation;
- évaluer qualitativement l'efficacité des bassins de sédimentation;
- déterminer la qualité de l'eau et la qualité des sédiments;
- comparer les résultats des caractérisations de l'année 2014 avec ceux de l'année 2011 afin d'évaluer s'il y a eu ou non amélioration de la qualité de l'eau et des sédiments.

Ce rapport présente conséquemment les résultats du programme de suivi réalisé à l'été 2014. Le chapitre 1 expose un résumé de l'historique de la rupture de la digue et des activités de restauration ayant déjà eu lieu depuis juin 2008. Le chapitre 2 présente une description des activités de suivi du milieu effectué durant l'été 2014. Une conclusion globale sur les travaux effectués et les observations du site est finalement présentée, incluant des recommandations pour le prochain suivi du site.



# 1 Historique de la rupture de la digue

## 1.1 Historique et études réalisées

À la suite de la rupture de la digue, les résidus miniers ont été transportés sur une grande distance dans le milieu récepteur. Le ruisseau Slam s'étend sur une longueur d'environ 8 km à partir du bassin de polissage de l'ancienne mine jusqu'à la rivière Obatogamau. Entre l'embouchure du ruisseau Slam et son déversement dans la rivière Chibougamau, la rivière Obatogamau s'étend sur environ 80 km.

Depuis 2008, AECOM (alors sous le nom de Tecsalt) a réalisé divers documents visant à évaluer les impacts de la rupture de cette digue sur l'habitat du poisson dans le ruisseau Slam et la rivière Obatogamau. Rappelons qu'à la suite de ces études, il a été démontré qu'aucun effet perceptible important sur les milieux aquatique et riverain n'existait dans la rivière Obatogamau. Cependant, le ruisseau Slam a subi des impacts démontrés (AECOM, 2013a). En réaction aux impacts observés, un plan de restauration des habitats a été établi pour le ruisseau Slam (AECOM, 2014).

Pour comprendre l'ensemble de l'historique de ce projet, nous invitons le lecteur à consulter les différents documents suivants :

TECSULT INC. 2008. *Caractérisation du ruisseau Slam à la suite de la rupture de la digue du bassin de polissage de l'ancienne mine Opémiska*. Présenté au ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec. 21 p. + annexes.

AECOM. 2011. *Étude des impacts de la rupture de la digue du site minier Opémiska sur les poissons et leurs habitats. Plan de travail révisé*. 23 p. et annexe.

AECOM. 2013a. *Étude des impacts de la rupture de la digue du site minier Opémiska sur les poissons et leurs habitats*. Volume 1. 69 p.

AECOM. 2013b. *Étude des impacts de la rupture de la digue du site minier Opémiska sur les poissons et leurs habitats, Annexes*. Volume 2. Pagination multiple.

AECOM. 2014. *Restauration de l'habitat du poisson à la suite de la rupture de la digue du site minier Opémiska*. Plan de restauration pour le ministère des Ressources naturelles du Québec. 29 p. et annexes.

## 1.2 Bilan des effets de la rupture de la digue

Les observations récoltées lors des années 2008, 2010 et 2011 suggèrent que les résidus miniers grossiers répandus lors du bris de la digue se sont majoritairement déposés sur le pourtour du ruisseau Slam (AECOM, 2013a). Lors du bris de la digue, les eaux du ruisseau Slam ont débordé sur plusieurs dizaines de mètres de part et d'autre du ruisseau et ont eu pour effet de linéariser le cours d'eau jusqu'à la ligne de transport électrique. De grandes quantités de résidus miniers se seraient donc déposées en forêt lors du retrait progressif des eaux. La fraction plus grossière des résidus miniers se serait déposée sur le pourtour du ruisseau Slam, alors que la fraction plus fine, qui demeure en suspension plus facilement, aurait voyagé sur de grandes distances avant de se déposer dans l'environnement.

Les particules fines mises en suspension lors du bris de la digue ne se seraient pas déposées en grande quantité en des endroits précis, mais se seraient plutôt déposées en une mince couche sur une grande superficie d'habitat. À la suite de leur dépôt, ces particules ont pu être remises en suspension lors des crues printanières subséquentes ou ont pu se mélanger aux sédiments fins présents naturellement dans la rivière Obatogamau. Pour ces raisons, il a été impossible de les localiser visuellement dans les zones de déposition de la rivière en 2011. Les analyses chimiques sur les sédiments de la rivière Obatogamau ne permettraient pas non plus de déterminer leur emplacement, puisque la qualité des sédiments en aval de l'embouchure du ruisseau Slam était comparable à celle du milieu naturel (AECOM, 2013a).



Les résidus miniers présents dans le ruisseau Slam et sur son pourtour ont eu un impact indéniable sur la qualité de l'habitat du poisson de ce cours d'eau. Les résultats analysés en 2011 ont indiqué que la qualité chimique de l'eau et des sédiments était moindre au ruisseau Slam que dans le ruisseau de référence (AECOM, 2013a). De même, la structure de la communauté benthique trouvée au ruisseau Slam était significativement différente de celle trouvée dans le ruisseau de référence (AECOM, 2013a). La communauté benthique du ruisseau Slam était modulée en fonction de la tolérance à la pollution des organismes qui la composent. Les organismes tolérants à la pollution y étaient plus abondants, alors que les organismes sensibles étaient moins. Les différences observées pour la qualité des sédiments, des eaux de surface et la composition des communautés benthiques entre le ruisseau Slam et le ruisseau de référence pouvaient être attribuables en partie à la rupture de la digue du parc à résidus, de même qu'à la contamination historique de ce ruisseau en raison des activités minières passées.

Les populations de poissons du ruisseau Slam semblaient également être affectées par la présence des résidus miniers. Les densités de poissons étaient plus faibles dans le ruisseau Slam que dans le ruisseau de référence et l'espèce qui était la plus abondante est l'épinoche à cinq épines. Cette espèce tolérante à la pollution est fréquemment observée dans les cours d'eau récepteurs d'effluents de mines de métaux. Lors de la rupture de la digue de la mine Opémiska, les courants forts et la turbidité de l'eau ont pu induire une dévalaison précipitée des poissons vers l'aval du ruisseau. Les densités de poissons de ce ruisseau ont donc pu être drastiquement réduites à la suite de la rupture de la digue. De plus, la végétation aquatique et arbustive en périphérie du ruisseau a été détruite en plusieurs endroits. Des dommages importants à l'habitat du poisson ont été notés entre le point de rupture et la ligne de transport électrique à plus de 3 km en aval (AECOM, 2013a).

À la suite de ces observations, précisons que les travaux de suivi de la restauration et de la récupération du milieu portent uniquement sur le ruisseau Slam, et sont concentrés notamment entre le point de rupture et la ligne de transport électrique (carte 1).

### **1.3 Sommaire des travaux de restauration faits depuis 2008**

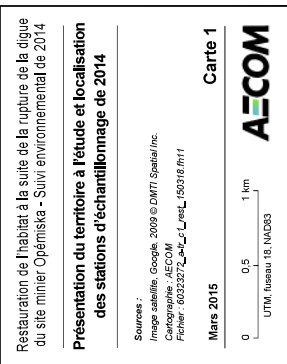
Depuis la rupture de la digue, le ruisseau Slam a fait l'objet de travaux de restauration sous la direction du MERN. Nous présentons ici un résumé des principales interventions pour la restauration du site.

Environ 50 000 m<sup>3</sup> de résidus miniers ont été emportés lors du bris de la digue. Selon l'étude de SNC-Lavalin (2008), le volume de résidus miniers dans le ruisseau Slam en 2008 était d'environ 7 000 m<sup>3</sup>. Des travaux d'excavation dans le ruisseau Slam ont permis le retrait de 93 000 m<sup>3</sup> de sédiments qui ont été réacheminés dans l'ancien bassin de polissage de la mine Opémiska. D'après les informations du MERN, les 93 000 m<sup>3</sup> de sédiments seraient composés de résidus déversés lors du bris de la digue, d'anciens résidus provenant des exploitations minières historiques et de sédiments naturels. La photo A de la carte 1 présente le bassin de polissage à la suite des travaux de restauration en 2011.

Les travaux qui ont été effectués en 2009 visaient (SNC-Lavalin, 2008) :

- à récupérer la majeure partie des résidus et des matériaux granulaires qui se sont répandus le long du ruisseau Slam et à réaménager ce ruisseau dans les secteurs de récupération des résidus;
- à stabiliser les résidus miniers dans le bassin de polissage en minimisant l'érosion par la canalisation des eaux de ruissellement;
- à dériver une partie de l'eau de ruissellement provenant du bassin versant en amont du bassin de polissage.

Un canal de sortie a été aménagé après le bris de la digue de telle sorte que les berges soient stables (photos 1 et 2). Le substrat est principalement composé de cailloux et de galets qui sont recouverts d'une fine couche de résidus miniers. Cet habitat a été restauré par l'enlèvement des sédiments excédentaires et la stabilisation des berges.









**Photo 1 : Canal de sortie du bassin de polissage après la rupture de la digue en 2014**



**Photo 2 : Canal de sortie du bassin de polissage en 2011**

En 2009, afin de limiter la dispersion des résidus miniers, des travaux correctifs au bassin de polissage et au ruisseau Slam ont été effectués par la firme SNC-Lavalin (données non publiées). Les travaux correctifs qui ont été effectués sur le ruisseau Slam se sont faits entre les deux bassins aménagés de sédimentation (carte 1). Les travaux effectués dans les environs du ruisseau Slam étaient les suivants :

- excavation des résidus miniers accumulés près de la route 113 en aval du bassin de sédimentation n° 1 existant (carte 1);
- excavation des résidus miniers accumulés près dans le ruisseau Slam, réalisée en tentant de conserver les courbes naturelles du ruisseau (carte 1);
- canalisation des eaux de l'étang et des eaux de la municipalité de Chapais vers le bassin de sédimentation n° 1 existant pour réduire le transport de particules fines dans le milieu récepteur;
- aménagement d'un bassin de sédimentation n° 2 dont la base est de 82,5 m x 165 m en aval des travaux correctifs (près de la ligne électrique — voir carte 1) pour réduire le transport de particules fines dans le milieu récepteur;
- aménagement d'un canal de dérivation des eaux de ruissellement le long du bassin de polissage. Le canal de dérivation a été corrigé à la suite de la rupture par un reprofilage sur une partie de manière à ce que celui-ci vienne suivre le chenal du ruisseau Slam (photos B à D de la carte 1). Ce canal de dérivation suit le reprofilage du ruisseau Slam en aval du bassin de sédimentation n° 1 et va rejoindre le bassin de sédimentation n° 2. Le substrat est un mélange de sable, de résidus miniers et de cailloux, quelques plantes aquatiques sont présentes. Les berges du canal de dérivation du ruisseau Slam ont été stabilisées avec des graminées.

Le tracé en jaune sur la carte 1, d'une longueur de 1,7 km, présente les travaux correctifs sur le ruisseau Slam effectués, soit :

- un nettoyage du ruisseau Slam par enlèvement des résidus sur une largeur variant entre 1,5 m et 5 m;
- une excavation d'un fossé de dérivation temporaire et dérivation des eaux;
- une excavation des résidus miniers déposés le long du ruisseau;

- un reprofilage d'une partie du fossé de dérivation de manière à ce que le ruisseau reprenne son cours normal;
- la mise en place d'un enrochement (100-200 mm) sur le lit du ruisseau sur une distance de 150 m au sud de la route 113, soit à la sortie du bassin de polissage (carte 1, photo 2);
- la mise en place de matelas de fibres de bois et ensemencement de plantes herbacées sur les talus érodés du ruisseau Slam afin de stabiliser les berges en aval de l'enrochement et en amont de la ligne de transport électrique (photos 3 et 4).



**Photo 3 : Reprises de fagots sur matelas de bois (tiré d'Écogénie, 2011)**



**Photo 4 : Reprises de fagots à la base d'un talus érodé (tiré d'Écogénie, 2011)**

En 2010, de jeunes spécimens d'épinette noire (*Picea mariana*), de saule discoloré (*salix discolor*), d'aulne rugueux (*Alnus rugosa*) et de mélèze laricin (*Larix laricina*) ont été plantés ponctuellement le long du ruisseau Slam afin de favoriser la recolonisation des berges par les strates arbustive et arborescente. Les plantations ont été faites par le MERN selon les directives émises par Écogénie (2009). Pour ce qui est du canal de dérivation en aval du bassin de polissage, un ensemencement d'essences mélangées a été effectué (Écogénie, 2009). Des quenouilles à feuilles larges (*Typha latifolia*) ont également été plantées au bassin de sédimentation n° 2 ainsi que de l'aulne rugueux et du saule discoloré autour du bassin n° 1. Le résumé du rapport d'Écogénie concernant les essences végétales et les quantités devant être plantées ou ensemencées est présenté à l'annexe A.



## 2 Programme de suivi environnemental de 2014

### 2.1 Suivi de la revégétalisation

#### 2.1.1 Méthode

Un suivi des aménagements devait être fait afin de s'assurer que les berges demeurent stables après les travaux de restauration et que les végétaux reprennent bien, l'objectif étant de maintenir une bande riveraine végétalisée.

Le suivi biologique axé sur la recolonisation naturelle des végétaux a ainsi été effectué le long des bandes riveraines du ruisseau Slam et du canal de dérivation. Cette reprise de la végétation a été quantifiée en évaluant la superficie de recouvrement par strates végétales (herbacée, arbustive et arborescente). Une visite au terrain a été effectuée en période d'été (août 2014) afin d'établir un portrait de la situation.

L'inventaire des espèces floristiques a été réalisé de façon à caractériser la composition de chacune des strates (arborescente, arbustive et herbacée) présentes dans les peuplements situés en bordure des cours d'eau. Les inventaires ont révélé que les peuplements végétaux situés en bordure du ruisseau Slam et du canal de dérivation étaient homogènes sur toute leur longueur parcourue. Par conséquent, une cote moyenne d'abondance a été attribuée pour chaque espèce végétale selon les observations effectuées au terrain afin d'alléger la présentation. L'abondance-dominance relative des taxons a été déterminée selon des cotes à l'intérieur d'une station de 20 mètres de rayon. Il s'agit d'une méthode de travail, les cotes sont applicables pour évaluer l'abondance-dominance relative des taxons efficacement et rapidement sur le terrain. Les cotes de 1 à 5 utilisées pour l'évaluation qualitative sont les suivantes (Braun-Blanquet, 1964) :

|   |            |   |              |
|---|------------|---|--------------|
| + | = traces   | 3 | = 26 – 50 %  |
| 1 | = < 5 %    | 4 | = 51 – 75 %  |
| 2 | = 5 – 25 % | 5 | = 76 – 100 % |

L'évolution de la reprise végétale dans les portions restaurées a également fait l'objet de photographies afin de compléter la documentation.

#### 2.1.2 Résultats

L'évolution de la reprise végétale dans les portions restaurées est présentée au tableau 1, le tableau résume ainsi les différentes espèces en présence ainsi que leur cote moyenne d'abondance.

La strate arborescente est encore en devenir et est représentée principalement par le peuplier faux-tremble. À noter que le peuplier faux-tremble était de petite taille (< 4 m) au moment des inventaires. Ce dernier, présentement dans sa taille arbustive, constituera un élément de la strate arborescente lorsqu'il parviendra à maturité. La strate arbustive se développe avec l'aulne rugueux, les saules et les framboisiers. Ces arbres et arbustes sont par ailleurs des espèces à croissance rapide, ce qui a visiblement favorisé la revégétalisation des bandes riveraines en raison de leurs racines profondes. Bien que les cotes d'abondance moyennes ne soient pas élevées présentement, il ne fait aucun doute que ces espèces coloniseront l'ensemble de la zone entre les deux bassins de sédimentation dans des délais relativement brefs.

L'aulne rugueux et le saule discoloré font partie des espèces qui ont été ponctuellement plantées le long des cours d'eau en 2010 pour favoriser la recolonisation des végétaux et la stabilisation des berges par le MERN (annexe A). Du mélèze laricin et de l'épinette noire ont également été plantés, mais aucun spécimen ne semble avoir survécu puisque les inventaires de l'été 2014 n'en font pas mention. Les plantations ont été faites par le MERN selon les directives émises par Écogénie (2009).

**Tableau 1 : Espèces végétales recensées en bordure du ruisseau Slam et du canal de dérivation**

| Espèce                       | Nom latin                         | Cote moyenne <sup>a</sup> |
|------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| <i>Strate arborescente</i>   |                                   |                           |
| Peuplier faux-tremble        | <i>Populus tremuloides</i>        | +                         |
| <i>Strates arbustive</i>     |                                   |                           |
| Aulne rugueux                | <i>Alnus incana</i>               | 2                         |
| Framboisier                  | <i>Rubus idaeus</i>               | 1                         |
| Saules                       | <i>Salix sp.</i>                  | 1                         |
| <i>Strate herbacée</i>       |                                   |                           |
| Épilobe à feuilles étroites  | <i>Epilobium leptophyllum</i>     | 1                         |
| Achillée millefeuille        | <i>Achillea millefolium</i>       | +                         |
| Carex                        | <i>Carex sp.</i>                  | 2                         |
| Fraisiers                    | <i>Fragaria sp.</i>               | +                         |
| Framboisier                  | <i>Rubus idaeus</i>               | +                         |
| Gaillet à trois fleurs       | <i>Galium triflorum</i>           | +                         |
| Graminées                    | -                                 | 3                         |
| Impatiente du cap            | <i>Impatiens capensis</i>         | 1                         |
| Lédon du groenland           | <i>Rhododendron groenlandicum</i> | +                         |
| Phalaris                     | <i>Phalaris sp.</i>               | 2                         |
| Prêles                       | <i>Equisetum sp.</i>              | 1                         |
| Quenouille à feuilles larges | <i>Typha latifolia</i>            | 1                         |
| Trèfles                      | <i>Trifolium sp.</i>              | 1                         |
| Verges d'or                  | <i>Solidago sp.</i>               | +                         |
| Vesce jargeau                | <i>Vicia cracca</i>               | 1                         |

<sup>a</sup> : Cotes d'abondance-dominance relatives de Braun-Blanquet (1964).

En ce qui concerne la strate herbacée, elle est bien développée sur l'ensemble des secteurs visités. On retrouve comme espèces dominantes (cote de 2 et plus), les carex, les phalaris et plusieurs espèces de graminées (tableau 1). Il n'y a donc pas de sols à nu et tous les secteurs qui ont fait l'objet d'une restauration semblent bien stabilisés.

Les photos 5 à 7 et 8 à 11 procurent respectivement un aperçu de la flore établie en bordure du canal de dérivation et du ruisseau Slam (carte 2). Seul le talus séparant le ruisseau Slam et le canal de dérivation semble être le moins recolonisé par la flore arbustive, mais on y observe beaucoup d'herbacés (photo 12). Ce constat semble vraisemblablement causé par le passage de véhicules pour les inspections du site. En effet, on peut constater les marques répétées de circulation motorisée sur la photo 12. Cette situation ne devrait cependant pas constituer une source de MES dans les cours d'eau puisque les berges sont bien recolonisées par la strate herbacée, ce qui en assure la stabilité.

En aval du bassin de sédimentation n° 2, et ce, jusqu'à son embouchure dans la rivière Obatogamau, le ruisseau Slam possède déjà des caractéristiques naturelles, les berges étant pour la plupart stables et végétalisées. La visite au terrain a d'ailleurs permis de valider que la végétation a bien repris sur les berges soulevées lors de la rupture de la digue, confirmant la colonisation des zones mises à nu. En effet, la stabilisation des berges est assurée par la présence de nombreuses espèces herbacées.



**Territoire à l'étude**

-  Barrage de castor (démantelé à l'automne 2011)
-  Sens de l'écoulement
-  Localisation des photos et prise de vue
-  Ligne de transport électrique

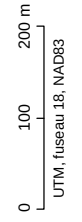
Restauration de l'habitat à la suite de la rupture de la digue  
du site minier Opémiska

**Localisation des photographies prises au cours  
de la campagne terrain de l'été 2014**

Sources :  
Image satellite, Google, 2009 © DM7I Spatial Inc.  
Cartographie : AECOM  
Fichier : 05-20755\_a-r\_c2\_rest\_140416.fh11

Mars 2015

Carte 2



**AECOM**









**Photo 5 : Végétation riveraine générale en  
bordure du canal de dérivation**



**Photo 6 : Végétation riveraine générale en bordure  
du canal de dérivation**



**Photo 7 : Végétation riveraine générale en  
bordure du canal de dérivation**



**Photo 8 : Végétation riveraine générale en bordure  
du ruisseau Slam**



**Photo 9 : Végétation riveraine générale en  
bordure du ruisseau Slam**



**Photo 10 : Végétation riveraine générale en bordure  
du ruisseau Slam**





**Photo 11 : Végétation riveraine générale en bordure du ruisseau Slam**



**Photo 12 : Végétation du talus séparant le ruisseau Slam (droite) et le canal de dérivation (gauche)**

## **2.2 Suivi de la libre circulation des poissons**

Une visite sur le terrain a été réalisée en période d'étiage 2014 (20 août 2014) afin de déterminer si des contraintes potentielles à la libre circulation du poisson pouvaient être identifiées entre le bassin de sédimentation n° 2 et le canal de dérivation d'une part, et le long du ruisseau Slam, d'autre part (carte 1).

Le point de rencontre entre le ruisseau Slam et le bassin de sédimentation n° 2 (dans sa portion amont) n'a présenté aucune contrainte infranchissable, comme en témoigne la photo 13 (carte 2). De même, l'eau évacuée du bassin n° 2 vers le ruisseau Slam en aval est dépourvue d'obstacles à la circulation du poisson (photo 14). Puisque les conditions d'écoulement en étiage n'ont pas démontré de contrainte à la circulation du poisson, on peut facilement supposer que ces conditions sont maintenues en période de crue.



**Photo 13 : Amont du bassin de sédimentation n° 2 à la jonction avec le ruisseau Slam**



**Photo 14 : Aval du bassin de sédimentation n° 2**

Pour ce qui est du point d'entrée du canal de dérivation vers le bassin de sédimentation n° 2, situé à proximité de l'exutoire du bassin, aucune contrainte n'a également été relevée.

### 2.3 Suivi de l'efficacité des bassins de sédimentation en place

Afin de s'assurer que les bassins de sédimentation ne sont pas remplis de particules et qu'ils opèrent toujours de façon efficace, des observations sommaires des bassins ont été réalisées à l'été 2014. Ce suivi qualitatif est fait à titre informatif, en complément à l'étude de suivi de restauration des habitats.

Bien que non exhaustive, une description sommaire des propriétés physiques des bassins a été réalisée au cours de la sortie au terrain. Le bassin n°2 constitue un véritable bassin, en ce sens que le bassin n°1 a été conçu en situation d'urgence de manière à répondre à la nécessité de freiner la contamination par les matières en suspension (MES) (via leur transport) engendrée par le bris de la digue. Aucune mesure précise datant du moment de la conception du bassin n°1 n'est donc disponible.

La profondeur totale moyenne du bassin de sédimentation n° 2 le jour de la caractérisation le 20 août 2014 était de 2,21 m, ce qui laisse présager que le bassin de sédimentation n'a pas atteint son seuil de saturation d'accumulation des sédiments. Le bassin était légèrement moins profond par endroits, avec une profondeur périphérique de près de 2,10 m. Il semble donc que la capacité résultante d'accumulation du bassin soit relativement importante. Au moment de sa conception, le bassin avait une profondeur approximative de 2 m sous le canal de sortie. La ligne des hautes eaux du bassin au moment des inventaires a été établie à environ 50 cm au-dessus du niveau d'eau. Cette limite démontre un accroissement de la capacité du bassin en période de crue. Le volume d'eau contenu à l'intérieur du bassin est sujet à fluctuer en raison de l'activité du castor dans le secteur. En effet, les barrages à castor peuvent exercer une influence sur le niveau d'eau en amont et en aval de leurs points d'insertion (et agir accessoirement sur le niveau du bassin).

Dans l'ensemble, le bassin de sédimentation n° 1 démontrait une profondeur uniforme de 1,30 m le 20 août 2014. Cependant, aucune limite des hautes eaux n'a pu être identifiée lors de la visite au terrain puisqu'aucune transition de végétation évidente (espèces aquatiques à terrestres) n'a pu être identifiée. Bien que de capacité inférieure au bassin n° 2, le bassin n° 1 peut néanmoins recevoir une quantité de sédiments appréciable. Une densité importante de quenouilles ainsi qu'un herbier aquatique important y ont été observés (photos 15 et 16, carte 2).



Photo 15 : Quenouilles (bassin n° 1)



Photo 16 : Herbier aquatique (bassin n° 1)



## 2.4 Qualité des eaux de surface

### 2.4.1 Méthode d'échantillonnage

Un premier échantillonnage de l'eau de surface a été effectué à huit stations le 27 mai 2014 par un responsable du MERN, soit aux stations 2, 2b, 3, 3b, 3c, 4, 9 et 10. La localisation des stations d'échantillonnage est présentée sur la carte 1. Un réplicat à l'échantillon 2, nommé « Réplicat 2 » dans ce rapport<sup>1</sup>, a été prélevé et envoyé au laboratoire en même temps et dans les mêmes conditions que l'échantillon 2. Le réplicat consiste à soutirer un deuxième échantillon à la même station. Un duplicata de laboratoire de l'échantillon 4 a été réalisé par le laboratoire d'analyse pour contrôle interne, nommé « Duplicata de laboratoire 4 ». Le duplicata correspond à un sous-échantillon issu d'un échantillon mère (homogénéisé), et donc de la division en laboratoire de l'échantillon 4 transmis par le client.

Un second échantillonnage de l'eau a été effectué aux mêmes stations les 19 et 20 août 2014 par l'équipe de terrain d'AECOM (carte 1). Un réplicat à l'échantillon 3C, nommé « Réplicat Z » dans ce rapport<sup>2</sup>, a été prélevé et envoyé au laboratoire en même temps et dans les mêmes conditions que l'échantillon. Un duplicata de laboratoire de l'échantillon 3C a été de plus réalisé par le laboratoire d'analyse et est nommé « Duplicata de laboratoire 3C ».

Pour les huit stations, les échantillons d'eau instantanés ont été récoltés à 30 cm sous la surface de l'eau, directement dans les contenants à usage unique fournis par le laboratoire d'analyse. Lors de la prise des échantillons, une attention particulière a été apportée afin d'éviter la perte des préservatifs présents dans les contenants à usage unique, conformément au Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales (MDDEP, 2008). Les contenants ont été conservés sur glace ou au réfrigérateur et acheminés au laboratoire dans les délais requis pour les analyses (MES et métaux) selon les modes de conservation préconisés (CEAEQ, 2012).

Lors de la campagne d'échantillonnage d'août 2014 uniquement, l'emplacement de la station (GPS) et les mesures de la température, de l'oxygène dissous, de la conductivité et du pH ont été pris à chaque station. Des appareils électroniques ont été utilisés pour mesurer ces paramètres *in situ*. L'étalonnage de chaque sonde des appareils a été fait au laboratoire d'AECOM avant la sortie sur le terrain selon les recommandations du fabricant et avec des solutions d'étalonnage. Une vérification a été faite à nouveau avant la prise des mesures sur le terrain.

Les valeurs mesurées ont été comparées avec les critères provinciaux de protection de la vie aquatique pour une toxicité chronique du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC, 2015) et les recommandations du Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME, 2015).

Les échantillons de 2011 avaient également été pris conformément à cette méthodologie et aux mêmes stations. Les résultats de 2011 ont été comparés avec ceux de 2014.

### 2.4.2 Résultats et discussion des échantillons de 2011

Pour des fins de comparaison, les résultats de 2011 sont représentés (AECOM, 2013 a). L'échantillonnage de l'eau avait été effectué à 13 stations du 21 au 27 juillet 2011 (AECOM, 2013a). Il n'y a eu qu'une seule caractérisation des eaux en été en 2011. Les résultats de la caractérisation de la qualité de l'eau de 2011 aux six stations 2, 2B 3, 4, 9 et 10 apparaissent au tableau 2. Les résultats de six stations sont uniquement présentés puisqu'elles ont été échantillonnées de nouveau en 2014. Pour référence ultérieure, les stations 3B et 3C de 2014 n'ont pas été échantillonnées en 2011.

<sup>1</sup> Le réplicat à l'échantillon 2, nommé « Réplicat 2 » dans ce rapport est cependant nommé « Duplicata » sur les certificats du laboratoire.

<sup>2</sup> Le réplicat à l'échantillon 3C, nommé « Réplicat Z » dans ce rapport est cependant nommé « Z » sur les certificats du laboratoire.

Les résultats montraient que la qualité de l'eau du ruisseau Slam était moins bonne dans la partie amont de celui-ci :

- faible teneur en oxygène dissous à la station 2 (5,81 mg/L);
- fortes valeurs de conductivité aux stations 2 à 4.

Les valeurs de conductivité étaient plus élevées aux stations du ruisseau Slam (stations 2 à 4) que dans la rivière Obatogamau (stations 9 et 10), ce qui indiquait que les résidus miniers affectaient la qualité de l'eau.

Le tableau 2 présente les mesures chimiques effectuées sur les échantillons d'eau par le laboratoire en 2011 (AECOM, 2013a). Outre le cuivre et le fer, aucune autre mesure ne montrait de dépassements des critères applicables. Les dépassements des critères de protection de la vie aquatique étaient cependant observés à toutes les stations du ruisseau Slam dans le cas du cuivre et du fer (stations 2, 2B, 3 et 4). Dans la rivière Obatogamau, aucun dépassement des critères n'était observé (stations 9 et 10).

Dans tous les cas, les résultats respectent les exigences au point de rejet d'un effluent final de la Directive 019 sur l'industrie minière (MDDEP, 2012).

#### **2.4.3 Résultats et discussion des échantillons de 2014**

Les résultats de la caractérisation de la qualité de l'eau au printemps 2014 aux huit stations apparaissent au tableau 3. Les stations d'échantillonnage sont présentées à la carte 1 alors que les certificats d'analyse sont joints à l'annexe B.

Aucune valeur de l'oxygène dissous n'apparaît en dehors des critères de qualité, alors que le pH présente une valeur légèrement acide (6,4) à la station 9. Les valeurs de conductivité sont en général plus élevées aux stations du ruisseau Slam (stations 2 à 4) que dans la rivière Obatogamau (stations 9 et 10). Seule la station du ruisseau Slam 2B démontre une faible conductivité. Les résidus miniers semblent donc affecter la qualité de l'eau du ruisseau.

L'aluminium a démontré des dépassements des critères applicables aux stations 3B (ruisseau Slam) et 9 (rivière Obatogamau). Néanmoins, il est à noter que la valeur de l'aluminium à la station 3B (0,12 mg/L) est très près du critère du CCME (0,10 mg/L). Pour ce qui est de la station 9, le critère est influencé par le pH légèrement acide (6,4) de l'eau. Des dépassements du critère de protection de la vie aquatique pour le cuivre sont observés à toutes les stations du ruisseau Slam (stations 2, 2B, 3, 3B, 3C et 4) et également dans la rivière Obatogamau (stations 9 et 10). Outre la station 2, des dépassements des recommandations du CCME pour le fer sont observés à toutes les autres stations du ruisseau Slam (stations 2B, 3, 3B, 3C et 4). Dans la rivière Obatogamau, aucun dépassement des critères du fer n'est observé (stations 9 et 10). Il y a une augmentation épisodique des MES à la station 3C.

Les résultats de la caractérisation de la qualité de l'eau à l'été 2014 aux huit stations apparaissent au tableau 4. Les certificats d'analyse sont également joints à l'annexe B.

Les résultats des mesures *in situ* du ruisseau Slam et de la rivière Obatogamau ne présentent aucun dépassement des critères applicables au niveau de l'oxygène dissous et du pH. Comme observé au printemps 2014, les valeurs de conductivité sont plus élevées aux stations du ruisseau Slam (stations 2 à 4) que dans la rivière Obatogamau (stations 9 et 10).

**Tableau 2 : Qualité du milieu aux stations en 2011, critères spécifiques applicables pour la protection de la faune aquatique et identification des dépassements des critères de toxicité chronique (eau douce)**

| Paramètre                   | Unité   | Station 2<br>21-07-2011 | Critère du<br>MDDELCC <sup>a</sup> | Critère du<br>CCME <sup>a</sup> | Station 2B<br>27-07-2011 | Critère du<br>MDDELCC <sup>a</sup> | Critère du<br>CCME <sup>a</sup> | Station 3<br>21-07-2011  | Critère du<br>MDDELCC <sup>a</sup> | Critère du<br>CCME <sup>a</sup> |
|-----------------------------|---------|-------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| Arsenic                     | mg/L    | 0,0009                  | 0,15                               | 0,005                           | 0,0034                   | 0,15                               | 0,005                           | 0,0024                   | 0,15                               | 0,005                           |
| Conductivité                | µS/cm   | 1051                    | n. d.                              | n. d.                           | 142                      | n. d.                              | n. d.                           | 129                      | n. d.                              | n. d.                           |
| Cuivre                      | mg/L    | <b>0,0048</b>           | 0,0336                             | 0,004                           | <b>0,0174</b>            | 0,0053                             | 0,002                           | <b>0,0093</b>            | 0,0057                             | 0,002                           |
| Dureté                      | mg Ca/L | 448                     | n. d.                              | n. d.                           | 51,3                     | n. d.                              | n. d.                           | 55,7                     | n. d.                              | n. d.                           |
| Fer                         | mg/L    | <b>0,595</b>            |                                    | 0,3                             | <b>0,522</b>             | Voir Fct <sup>b</sup>              | 0,3                             | <b>0,98</b>              | Voir Fct <sup>b</sup>              | 0,3                             |
| + Fct de corr. <sup>b</sup> |         | 0,30                    | 1,3                                | s. o.                           | 0,26                     | 1,3                                | s. o.                           | 0,32                     | 1,3                                | s. o.                           |
| MES                         | mg/L    | 4                       | +5                                 | +5                              | 2                        | +5                                 | +5                              | <2                       | +5                                 | +5                              |
| Nickel                      | mg/L    | <0,0025                 | 0,186                              | 0,150                           | <0,0025                  | 0,030                              | 0,025                           | <0,0025                  | 0,032                              | 0,025                           |
| Oxygène                     | mg/L    | <b>5,81</b>             | 6                                  | 6,5                             | 10,02                    | 5                                  | 6,5                             | 8,56                     | 6                                  | 6,5                             |
| pH                          | -       | 8,26                    | 6,5 à 9                            | 6,5 à 9                         | 7,51                     | 6,5 à 9                            | 6,5 à 9                         | 7,65                     | 6,5 à 9                            | 6,5 à 9                         |
| Plomb                       | mg/L    | 0,0004                  | 0,0215                             | 0,0070                          | 0,0002                   | 0,0014                             | 0,0010                          | 0,0002                   | 0,0015                             | 0,0010                          |
| Température                 | ° C     | 16,7                    | n. d.                              | n. d.                           | 24,5                     | n. d.                              | n. d.                           | 17,6                     | n. d.                              | n. d.                           |
| Zinc                        | mg/L    | 0,0064                  | 0,427                              | 0,03                            | 0,007                    | 0,068                              | 0,03                            | 0,007                    | 0,073                              | 0,03                            |
| Paramètre                   | Unité   | Station 4<br>23-07-2011 | Critère du<br>MDDELCC <sup>a</sup> | Critère du<br>CCME <sup>a</sup> | Station 9<br>23-07-2011  | Critère du<br>MDDELCC <sup>a</sup> | Critère du<br>CCME <sup>a</sup> | Station 10<br>23-07-2011 | Critère du<br>MDDELCC <sup>a</sup> | Critère du<br>CCME <sup>a</sup> |
| Arsenic                     | mg/L    | 0,0025                  | 0,15                               | 0,005                           | <0,0005                  | 0,15                               | 0,005                           | <0,0005                  | 0,15                               | 0,005                           |
| Conductivité                | µS/cm   | 252                     | n. d.                              | n. d.                           | 48                       | n. d.                              | n. d.                           | 46                       | n. d.                              | n. d.                           |
| Cuivre                      | mg/L    | <b>0,0091</b>           | 0,0083                             | 0,002                           | 0,0008                   | 0,0029                             | 0,002                           | 0,0005                   | 0,0026                             | 0,002                           |
| Dureté                      | mg Ca/L | 87,3                    | n. d.                              | n. d.                           | 25,9                     | n. d.                              | n. d.                           | 22,8                     | n. d.                              | n. d.                           |
| Fer                         | mg/L    | <b>0,689</b>            |                                    | 0,3                             | 0,076                    | Voir Fct <sup>b</sup>              | 0,3                             | 0,059                    | Voir Fct <sup>b</sup>              | 0,3                             |
| + Fct de corr. <sup>b</sup> |         | 0,23                    | 1,3                                | s. o.                           | 0,04                     | 1,3                                | s. o.                           | 0,02                     | 1,3                                | s. o.                           |
| MES                         | mg/L    | <2                      | +5                                 | +5                              | 2                        | +5                                 | +5                              | <2                       | +5                                 | +5                              |
| Nickel                      | mg/L    | <0,0025                 | 0,047                              | 0,086                           | <0,0025                  | 0,017                              | 0,025                           | <0,0025                  | 0,015                              | 0,025                           |
| Oxygène                     | mg/L    | 11,02                   | 6                                  | 6,5                             | 10,6                     | 5                                  | 6,5                             | 10,64                    | 5                                  | 6,5                             |
| pH                          | -       | 7,75                    | 6,5 à 9                            | 6,5 à 9                         | 7,43                     | 6,5 à 9                            | 6,5 à 9                         | 7,39                     | 6,5 à 9                            | 6,5 à 9                         |
| Plomb                       | mg/L    | 0,0002                  | 0,0027                             | 0,0027                          | 0,0002                   | 0,0006                             | 0,0010                          | <0,0001                  | 0,0005                             | 0,0010                          |
| Température                 | ° C     | 16,7                    | n. d.                              | n. d.                           | 20,5                     | n. d.                              | n. d.                           | 20,5                     | n. d.                              | n. d.                           |
| Zinc                        | mg/L    | 0,004                   | 0,107                              | 0,03                            | 0,0045                   | 0,038                              | 0,03                            | <0,003                   | 0,034                              | 0,03                            |

a : Critère spécifique calculé en fonction de la dureté, des MES ou du pH lorsque applicable.

b : Un facteur de correction est applicable sur les valeurs mesurées de l'aluminium et du fer avant la comparaison avec le critère du MDDELCC.

n. d. : Non déterminé.

s. o. : Sans objet.

■ : Dépassement du critère du MDDELCC - CVAC (critère de protection de la vie aquatique, toxicité chronique).

**Gras - souligné** : Dépassement de la recommandation pour la protection de la vie aquatique (critère chronique) du CCME.



**Tableau 3 : Qualité du milieu aux stations au printemps 2014, critères spécifiques applicables pour la protection de la faune aquatique et identification des dépassements des critères de toxicité chronique (eau douce)**

| Paramètre<br>(mg/L)                      | Station 2<br>27-05-2014 | Réplicat 2<br>Terrain | Critère du<br>MDDELCC <sup>a</sup> | Critère du<br>CCME <sup>b</sup> | Station 2B<br>27-05-2014 | Critère du<br>MDDELCC <sup>a</sup> | Critère du<br>CCME <sup>a</sup> | Station 3<br>27-05-2014 | Critère du<br>MDDELCC <sup>a</sup> | Critère du<br>CCME <sup>a</sup> | Station 3B<br>27-05-2014 | Critère du<br>MDDELCC <sup>a</sup> | Critère du<br>CCME <sup>a</sup> |
|------------------------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| Aluminium<br>+ Fct de corr. <sup>b</sup> | 0,011<br>0,007          | 0,016<br>0,011        | Voir Fct <sup>b</sup><br>0,087     | 0,1<br>s. o.                    | 0,061<br>0,040           | Voir Fct <sup>b</sup><br>0,087     | 0,1<br>s. o.                    | 0,022<br>0,007          | Voir Fct <sup>b</sup><br>0,087     | 0,1<br>s. o.                    | <u>0,12</u><br>0,079     | Voir Fct <sup>b</sup><br>0,087     | 0,1<br>s. o.                    |
| Arsenic                                  | 0,0013<br><0,0002       | 0,0012<br><0,0002     | 0,15<br>0,00076                    | 0,005<br>0,00037                | 0,0016<br><0,0002        | 0,15<br>0,00011                    | 0,005<br>0,00006                | 0,0018<br><0,0002       | 0,15<br>0,00040                    | 0,005<br>0,00025                | 0,0016<br><0,0002        | 0,15<br>0,00029                    | 0,005<br>0,00017                |
| Cadmium                                  | 877<br><u>0,025</u>     | 877<br><u>0,026</u>   | n. d.<br>0,0305                    | n. d.<br>0,004                  | 74,5<br><u>0,013</u>     | n. d.<br>0,0034                    | n. d.<br>0,002                  | 445<br><u>0,0074</u>    | n. d.<br>0,0147                    | n. d.<br>0,004                  | 292<br><u>0,014</u>      | n. d.<br>0,0101                    | n. d.<br>0,003                  |
| Cuivre                                   | 400                     | 400                   | n. d.                              | n. d.                           | 31                       | n. d.                              | n. d.                           | 170                     | n. d.                              | n. d.                           | 110                      | n. d.                              | n. d.                           |
| Dureté                                   | 0,19                    | 0,2                   | Voir Fct <sup>b</sup>              | 0,3                             | <u>0,38</u>              | Voir Fct <sup>b</sup>              | 0,3                             | <u>0,32</u>             | Voir Fct <sup>b</sup>              | 0,3                             | <u>0,59</u>              | Voir Fct <sup>b</sup>              | 0,3                             |
| Fer<br>+ Fct de corr. <sup>b</sup>       | 0,095                   | 0,1                   | 1,3                                | s. o.                           | 0,19                     | 1,3                                | s. o.                           | 0,11                    | 1,3                                | s. o.                           | 0,295                    | 1,3                                | s. o.                           |
| MES                                      | 0,8                     | 0,5                   | +5                                 | +5                              | 0,5                      | +5                                 | +5                              | <0,4                    | +5                                 | +5                              | 3,3                      | +5                                 | +5                              |
| Nickel                                   | <0,002                  | <0,002                | 0,169                              | 0,150                           | <0,002                   | 0,019                              | 0,025                           | <0,002                  | 0,082                              | 0,143                           | <0,002                   | 0,057                              | 0,103                           |
| Oxygène dissous                          | n. d.                   | n. d.                 | 6,0                                | 6,5                             | n. d.                    | 6,0                                | 6,5                             | n. d.                   | 6,0                                | 6,5                             | n. d.                    | 6,0                                | 6,5                             |
| pH                                       | 8,17                    | 8,17                  | 6,5 à 9                            | 6,5 à 9                         | 7,42                     | 6,5 à 9                            | 6,5 à 9                         | 8,28                    | 6,5 à 9                            | 6,5 à 9                         | 7,54                     | 6,5 à 9                            | 6,5 à 9                         |
| Plomb                                    | <0,0005                 | <0,0005               | 0,0186                             | 0,0070                          | <0,0005                  | 0,0007                             | 0,0010                          | <0,0005                 | 0,0063                             | 0,0063                          | <0,0005                  | 0,0036                             | 0,0036                          |
| Température (°C)                         | 17,3                    | 17,3                  | n. d.                              | n. d.                           | 16,9                     | n. d.                              | n. d.                           | 15,3                    | n. d.                              | n. d.                           | 13,2                     | n. d.                              | n. d.                           |
| Zinc                                     | 0,0074                  | 0,014                 | 0,388                              | 0,03                            | <0,007                   | 0,044                              | 0,03                            | <0,007                  | 0,188                              | 0,03                            | <0,007                   | 0,130                              | 0,03                            |

a : Critère spécifique calculé en fonction de la dureté, des MES ou du pH lorsque applicable.

b : Un facteur de correction est applicable sur les valeurs mesurées de l'aluminium et du fer avant la comparaison avec le critère du MDDELCC.

n. d. : Non déterminé. s. o. : Sans objet.

■ : Dépassement du critère du MDDELCC - CVAC (critère de protection de la vie aquatique, toxicité chronique).

**Gras - souligné** : Dépassement de la recommandation pour la protection de la vie aquatique (critère chronique) du CCME.

**Tableau 3 : Qualité du milieu aux stations au printemps 2014, critères spécifiques applicables pour la protection de la faune aquatique et identification des dépassements des critères de toxicité chronique (eau douce)(suite)**

| Paramètre<br>(mg/L)                      | Station 3C<br>27-05-2014 | Critère du<br>MDDELCC <sup>a</sup> | Critère du<br>CCME <sup>a</sup> | Station 4<br>27-05-2014 | Duplicata 4<br>Laboratoire | Critère du<br>MDDELCC <sup>a</sup> | Critère du<br>CCME <sup>a</sup> | Station 9<br>27-05-2014 | Critère du<br>MDDELCC <sup>a</sup> | Critère du<br>CCME <sup>a</sup> | Station 10<br>27-05-2014 | Critère du<br>MDDELCC <sup>a</sup> | Critère du<br>CCME <sup>a</sup> |
|------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| Aluminium<br>+ Fct de corr. <sup>b</sup> | 0,069                    | Voir Fct <sup>b</sup>              | 0,1                             | 0,075                   | 0,071                      | Voir Fct <sup>b</sup>              | 0,1                             | <u>0,07</u>             | Voir Fct <sup>b</sup>              | 0,005                           | 0,064                    | Voir Fct <sup>b</sup>              | 0,1                             |
| Arsenic                                  | 0,023                    | 0,087                              | s. o.                           | 0,050                   | 0,047                      | 0,087                              | s. o.                           | 0,046                   | 0,087                              | s. o.                           | 0,042                    | 0,087                              | s. o.                           |
| Cadmium                                  | 0,0013                   | 0,15                               | 0,005                           | 0,0014                  | 0,0014                     | 0,15                               | 0,005                           | <0,001                  | 0,15                               | 0,005                           | <0,001                   | 0,15                               | 0,005                           |
|                                          | <0,0002                  | 0,00022                            | 0,00013                         | <0,0002                 | <0,0002                    | 0,00023                            | 0,00013                         | <0,0002                 | 0,00010                            | 0,00005                         | <0,0002                  | 0,00009                            | 0,00005                         |
| Conductivité (µS/cm)                     | 189,6                    | n. d.                              | n. d.                           | 192                     | -                          | n. d.                              | n. d.                           | 55,4                    | n. d.                              | n. d.                           | 48,8                     | n. d.                              | n. d.                           |
| Cuivre                                   | <u>0,012</u>             | 0,0075                             | 0,002                           | <u>0,012</u>            | <u>0,012</u>               | 0,0075                             | 0,002                           | <u>0,0029</u>           | 0,00285                            | 0,002                           | <u>0,0027</u>            | 0,00266                            | 0,002                           |
| Dureté                                   | 77                       | n. d.                              | n. d.                           | 78                      | 77                         | n. d.                              | n. d.                           | 25                      | n. d.                              | n. d.                           | 23                       | n. d.                              | n. d.                           |
| Fer                                      | <u>0,4</u>               | Voir Fct <sup>b</sup>              | 0,3                             | <u>0,4</u>              | <u>0,4</u>                 | Voir Fct <sup>b</sup>              | 0,3                             | 0,19                    | Voir Fct <sup>b</sup>              | 0,3                             | 0,16                     | Voir Fct <sup>b</sup>              | 0,3                             |
| + Fct de corr. <sup>b</sup>              | 0,2                      | 1,3                                | s. o.                           | 0,2                     | 0,2                        | 1,3                                | s. o.                           | 0,095                   | 1,3                                | s. o.                           | 0,08                     | 1,3                                | s. o.                           |
| MES                                      | <u>6,7</u>               | +5                                 | +5                              | 3,3                     | 1,9                        | +5                                 | +5                              | 0,8                     | +5                                 | +5                              | 1,4                      | +5                                 | +5                              |
| Nickel                                   | <0,002                   | 0,042                              | 0,078                           | <0,002                  | <0,002                     | 0,042                              | 0,079                           | <0,002                  | 0,016                              | 0,025                           | <0,002                   | 0,015                              | 0,025                           |
| Oxygène dissous                          | n. d.                    | 6,0                                | 6,5                             | n. d.                   | -                          | 6,0                                | 6,5                             | n. d.                   | 6,0                                | 6,5                             | n. d.                    | 6,0                                | 6,5                             |
| pH                                       | 6,99                     | 6,5 à 9                            | 6,5 à 9                         | 6,75                    | -                          | 6,5 à 9                            | 6,5 à 9                         | <u>6,4</u>              | 6,5 à 9                            | 6,5 à 9                         | 6,58                     | 6,5 à 9                            | 6,5 à 9                         |
| Plomb                                    | <0,0005                  | 0,0023                             | 0,0023                          | <0,0005                 | <0,0005                    | 0,0023                             | 0,0023                          | <0,0005                 | 0,0005                             | 0,0010                          | <0,0005                  | 0,0005                             | 0,0010                          |
| Température (°C)                         | 13,4                     | n. d.                              | n. d.                           | 13,6                    | -                          | n. d.                              | n. d.                           | 13,8                    | n. d.                              | n. d.                           | 13,9                     | n. d.                              | n. d.                           |
| Zinc                                     | 0,0098                   | 0,096                              | 0,03                            | 0,0072                  | <0,007                     | 0,097                              | 0,03                            | <0,007                  | 0,037                              | 0,03                            | <0,007                   | 0,034                              | 0,03                            |

a : Critère spécifique calculé en fonction de la dureté, des MES ou du pH lorsque applicable.

b : Un facteur de correction est applicable sur les valeurs mesurées de l'aluminium et du fer avant la comparaison avec le critère du MDDELCC.

n. d. : Non déterminé. s. o. : Sans objet.

■ : Dépassement du critère du MDDELCC - CVAC (critère de protection de la vie aquatique, toxicité chronique).

**Gras - souligné** : Dépassement de la recommandation pour la protection de la vie aquatique (critère chronique) du CCME.

Tout comme à la caractérisation du printemps, le cuivre et le fer montrent des dépassements des critères applicables. Les dépassements du critère de protection de la vie aquatique pour le cuivre sont observés à toutes les stations du ruisseau Slam (stations 2, 2B, 3, 3B, 3C et 4). Contrairement à la caractérisation du printemps, aucun dépassement des critères du cuivre n'est observé dans la rivière Obatogamau (stations 9 et 10). Des dépassements des critères pour le fer sont observés aux stations 3, 3C et 4 du ruisseau Slam, ce qui est différent de ce qui a été observé au printemps 2014. Dans la rivière Obatogamau, aucun dépassement des critères du fer n'est observé (stations 9 et 10). En été, aucune valeur de l'aluminium ne dépasse les critères de qualité, contrairement au printemps où une occurrence est relevée aux stations 3B et 9.

Il y a une augmentation épisodique des MES pour la station 3 et pour le réplicat de la station 3C (nommé « Réplicat Z » dans le tableau 4). Selon le contrôle qualité (Réplicat Z), la validité des mesures de MES (uniquement) effectuées par le laboratoire est remise en question puisque les résultats ne semblent pas toujours reproductibles.

Dans tous les cas, les résultats respectent les exigences au point de rejet d'un effluent final de la Directive 019 sur l'industrie minière (MDDEP, 2012).

#### 2.4.4 Contrôle qualité des analyses pour 2014

Lors de la réalisation des travaux de la caractérisation du printemps 2014, le contrôle qualité pour les mesures de qualité de l'eau a été effectué avec un réplicat au terrain de la station 2 (nommé « Réplicat 2 ») et avec un « Duplicata en laboratoire 4 » de la station 4 (tableau 5). À l'analyse des résultats, le caractère identique ou analogue (c.-à-d. du même ordre de grandeur) des valeurs obtenues témoigne généralement de la validité des procédures d'échantillonnage et de la reproductibilité des résultats. Puisque les valeurs *in situ* (conductivité, pH, oxygène dissous et température) proviennent d'une lecture unique, les résultats n'ont pas été inclus dans l'analyse du contrôle qualité.

Le coefficient d'erreur relative<sup>3</sup> moyen entre la station 2 et son réplicat est de  $18,9 \pm 29,7 \%$ , indiquant une variabilité dans certains coefficients d'erreur relative, soit pour les paramètres MES, aluminium et zinc. Malgré cela, les résultats pour ces substances sont essentiellement du même ordre de grandeur et s'inscrivent dans la même plage de critères. Pour les autres paramètres ayant des valeurs quantifiables, les coefficients sont demeurés en deçà de 20 % d'erreur. Globalement, pour les paramètres en présence, les résultats sont essentiellement du même ordre de grandeur et s'inscrivent dans la même plage de critères.

Le coefficient d'erreur relative moyen entre la station 4 et son Duplicata de laboratoire 4 est de  $4,9 \pm 13,3 \%$ . On note une variabilité du coefficient importante pour les paramètres MES. Cependant, à l'analyse des résultats, le caractère identique ou analogue (c.-à-d. du même ordre de grandeur) des valeurs obtenues témoigne de la validité des procédures d'échantillonnage et de la reproductibilité des résultats. Pour les paramètres en présence, les résultats sont essentiellement du même ordre de grandeur et s'inscrivent dans la même plage de critères.

Le coefficient d'erreur relative moyen entre la station 3C et son Réplicat Z est de  $127,9 \pm 393,9 \%$ , indiquant une variabilité importante du coefficient d'erreur relative pour les MES (tableau 6). De fait, le coefficient de variation moyen entre la station 3C et son Réplicat Z est plutôt de  $3,4 \pm 3,4 \%$  sans le résultat des MES. Il semble y avoir eu un problème avec la mesure des MES qui est très excessive dans le Réplicat Z. Il est possible que la prise du premier échantillon ait perturbé le milieu et causé une erreur sur le Réplicat Z, mais aucun autre paramètre ne montre de coefficients d'erreur relative importants. La validité des mesures de MES effectuées par le laboratoire est alors remise en question, ce résultat ne semblant pas valide. Pour les autres paramètres ayant des valeurs quantifiables, les coefficients sont demeurés en deçà de 20 % d'erreur relative, les résultats sont essentiellement du même ordre de grandeur et s'inscrivent dans la même plage de critères.

<sup>3</sup> Le coefficient d'erreur relative a été calculé à partir de l'équation suivante (en valeur absolue):  $(\text{Concentration A} - \text{Concentration B}) / \text{Concentration A} \times 100$ .

**Tableau 4 : Qualité du milieu aux stations à l'été 2014, critères spécifiques applicables pour la protection de la faune aquatique et identification des dépassements des critères de toxicité chronique (eau douce)**

| Paramètre                                | Unité   | Station 2<br>20-08-2014 | Station 2B<br>20-08-2014 | Station 3<br>20-08-2014 | Station 3B<br>20-08-2014 | Station 3<br>20-08-2014 | Station 3B<br>20-08-2014 |
|------------------------------------------|---------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
|                                          |         | MDDELCC <sup>a</sup>    | MDDELCC <sup>a</sup>     | MDDELCC <sup>a</sup>    | MDDELCC <sup>a</sup>     | MDDELCC <sup>a</sup>    | MDDELCC <sup>a</sup>     |
|                                          |         | CCME <sup>a</sup>       | CCME <sup>a</sup>        | CCME <sup>a</sup>       | CCME <sup>a</sup>        | CCME <sup>a</sup>       | CCME <sup>a</sup>        |
| Aluminium<br>+ Fct de corr. <sup>b</sup> | mg/L    | 0,01<br>0,007           | 0,04<br>0,026            | 0,043<br>0,014          | 0,034<br>0,022           | 0,043<br>0,014          | 0,034<br>0,022           |
| Arsenic                                  | mg/L    | 0,001<br>0,0002         | 0,0017<br><0,0002        | 0,0013<br><0,0002       | 0,0018<br><0,0002        | 0,0013<br><0,0002       | 0,0018<br><0,0002        |
| Cadmium                                  | mg/L    | 108                     | 170                      | 299                     | 280                      | 299                     | 280                      |
| Conductivité                             | µS/cm   | 0,021                   | 0,0089                   | 0,0085                  | 0,0061                   | 0,0085                  | 0,0061                   |
| Cuivre                                   | mg/L    | 0,033                   | 0,006                    | 0,015                   | 0,012                    | 0,015                   | 0,012                    |
| Durété                                   | mg Ca/L | n. d.                   | n. d.                    | n. d.                   | n. d.                    | n. d.                   | n. d.                    |
| Fer                                      | mg/L    | 0,098                   | 0,22                     | 1                       | 0,26                     | 1                       | 0,26                     |
| + Fct de corr. <sup>b</sup>              | mg/L    | 0,049                   | 0,11                     | 0,33                    | 0,13                     | 0,33                    | 0,13                     |
| MES                                      | mg/L    | 4,4                     | 1,3                      | 14                      | 4,7                      | 14                      | 4,7                      |
| Nickel                                   | mg/L    | <0,002                  | <0,002                   | <0,002                  | <0,002                   | <0,002                  | <0,002                   |
| Oxygène                                  | mg/L    | 11,52                   | 9,05                     | 13,19                   | 10,36                    | 13,19                   | 10,36                    |
| pH                                       | -       | 7,66                    | 7,73                     | 7,64                    | 7,54                     | 7,64                    | 7,54                     |
| Plomb                                    | mg/L    | <0,0005                 | <0,0005                  | <0,0005                 | <0,0005                  | <0,0005                 | <0,0005                  |
| Température                              | ° C     | 19,1                    | 23,4                     | 13,4                    | 14,2                     | 13,4                    | 14,2                     |
| Zinc                                     | mg/L    | <0,007                  | <0,007                   | <0,007                  | <0,007                   | <0,007                  | <0,007                   |

a : Critère spécifique calculé en fonction de la dureté, des MES ou du pH lorsque applicable.

b : Un facteur de correction est applicable sur les valeurs mesurées de l'aluminium et du fer avant la comparaison avec le critère du MDDELCC.

n. d. : Non déterminé.

s. o. : Sans objet.

■ : Dépassement du critère du MDDELCC - CVAC (critère de protection de la vie aquatique, toxicité chronique).

**Gras - souligné** : Dépassement de la recommandation pour la protection de la vie aquatique (critère chronique) du CCME.

**Tableau 4 : Qualité du milieu aux stations à l'été 2014, critères spécifiques applicables pour la protection de la faune aquatique et identification des dépassements des critères de toxicité chronique (eau douce) (suite)**

| Paramètre (mg/L)            | Station 3C<br>19-08-2014 | Réplica Z<br>Terrain | Duplicata<br>3C<br>Laboratoire | Station 4<br>19-08-2014 | Critère du<br>MDDELCC <sup>a</sup> | Critère du<br>CCME <sup>a</sup> | Station 9<br>19-08-2014 | Critère du<br>MDDELCC <sup>a</sup> | Critère du<br>CCME <sup>a</sup> | Station 10<br>19-08-2014 | Critère du<br>MDDELCC <sup>a</sup> | Critère du<br>CCME <sup>a</sup> |
|-----------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------------|-------------------------|------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| Aluminium                   | 0,038                    | 0,036                | 0,038                          | 0,038                   | Voir Fct <sup>b</sup>              | 0,1                             | 0,034                   | Voir Fct <sup>b</sup>              | 0,1                             | 0,032                    | Voir Fct <sup>b</sup>              | 0,1                             |
| + Fct de corr. <sup>b</sup> | 0,025                    | 0,012                | 0,013                          | 0,025                   | 0,087                              | s. o.                           | 0,022                   | 0,087                              | s. o.                           | 0,021                    | 0,087                              | s. o.                           |
| Arsenic                     | 0,0016                   | 0,0015               | 0,0016                         | 0,0016                  | 0,15                               | 0,005                           | <0,001                  | 0,15                               | 0,005                           | <0,001                   | 0,15                               | 0,005                           |
| Cadmium                     | <0,0002                  | <0,0002              | <0,0002                        | <0,0002                 | 0,00031                            | 0,00018                         | <0,0002                 | 0,00008                            | 0,00004                         | <0,0002                  | 0,00008                            | 0,00004                         |
| Conductivité (µS/cm)        | 233                      | -                    | -                              | 237                     | n. d.                              | n. d.                           | 35                      | n. d.                              | n. d.                           | 38                       | n. d.                              | n. d.                           |
| Cuivre                      | <u>0,0066</u>            | <u>0,0062</u>        | <u>0,0064</u>                  | <u>0,0064</u>           | 0,0109                             | 0,003                           | <0,001                  | 0,0022                             | 0,002                           | <0,001                   | 0,0022                             | 0,002                           |
| Dureté                      | 120                      | 110                  | 110                            | 120                     | n. d.                              | n. d.                           | 18                      | n. d.                              | n. d.                           | 18                       | n. d.                              | n. d.                           |
| Fer                         | <u>0,47</u>              | <u>0,45</u>          | <u>0,47</u>                    | <u>0,49</u>             | Voir Fct <sup>b</sup>              | 0,3                             | 0,083                   | Voir Fct <sup>b</sup>              | 0,3                             | 0,081                    | Voir Fct <sup>b</sup>              | 0,3                             |
| + Fct de corr. <sup>b</sup> | 0,235                    | 0,149                | 0,16                           | 0,245                   | 1,3                                | s. o.                           | 0,042                   | 1,3                                | s. o.                           | 0,041                    | 1,3                                | s. o.                           |
| MES                         | 4,3                      | <u>58</u>            | -                              | 4,7                     | +5                                 | +5                              | 0,7                     | +5                                 | +5                              | 1,7                      | +5                                 | +5                              |
| Nickel                      | <0,002                   | <0,002               | <0,002                         | <0,002                  | 0,061                              | 0,110                           | <0,002                  | 0,012                              | 0,025                           | <0,002                   | 0,012                              | 0,025                           |
| Oxygène                     | 10,56                    | -                    | -                              | 11,47                   | 6                                  | 6,5                             | 8,94                    | 6                                  | 6,5                             | 8,7                      | 6                                  | 6,5                             |
| pH                          | 7,38                     | -                    | -                              | 7,02                    | 6,5 à 9                            | 6,5 à 9                         | 7,19                    | 6,5 à 9                            | 6,5 à 9                         | 7,08                     | 6,5 à 9                            | 6,5 à 9                         |
| Plomb                       | <0,0005                  | <0,0005              | <0,0005                        | <0,0005                 | 0,0040                             | 0,0040                          | <0,0005                 | 0,0004                             | 0,0010                          | <0,0005                  | 0,0004                             | 0,0010                          |
| Température (°C)            | 11,5                     | -                    | -                              | 12,4                    | n. d.                              | n. d.                           | 18,1                    | n. d.                              | n. d.                           | 18,2                     | n. d.                              | n. d.                           |
| Zinc                        | <0,007                   | <0,007               | <0,007                         | <0,007                  | 0,140                              | 0,03                            | <0,007                  | 0,028                              | 0,03                            | <0,007                   | 0,028                              | 0,03                            |

a : Critère spécifique calculé en fonction de la dureté, des MES ou du pH lorsque applicable.

b : Un facteur de correction est applicable sur les valeurs mesurées de l'aluminium et du fer avant la comparaison avec le critère du MDDELCC.

n. d. : Non déterminé. s. o. : Sans objet.

 : Dépassement du critère du MDDELCC - CVAC (critère de protection de la vie aquatique, toxicité chronique).**Gras - souligné** : Dépassement de la recommandation pour la protection de la vie aquatique (critère chronique) du CCME.



**Tableau 5 : Résultats des analyses de contrôle de la qualité de la caractérisation de l'eau de surface au printemps 2014**

| Échantillon          |         | 2          | 2                              | Réplicat 2       | Réplicat 2                     | Coefficient d'erreur relative <sup>a</sup> |
|----------------------|---------|------------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------------------|
| Date échantillonnage |         | 27-05-2014 | Valeur utilisée pour le calcul | 27-05-2014       | Valeur utilisée pour le calcul | (%)                                        |
| Paramètre            | Unités  |            |                                |                  |                                |                                            |
| Dureté               | mg Ca/L | 400        | 400                            | 400              | 400                            | 0,0                                        |
| MES                  | mg/L    | 0,8        | 0,8                            | 0,5              | 0,5                            | 37,5                                       |
| Aluminium            | mg/L    | 0,011      | 0,011                          | 0,016            | 0,016                          | 45,5                                       |
| Arsenic              | mg/L    | 0,0013     | 0,0013                         | 0,0012           | 0,0012                         | 7,7                                        |
| Cadmium              | mg/L    | <0,0002    | 0,0002                         | <0,0002          | 0,0002                         | 0,0                                        |
| Cuivre               | mg/L    | 0,025      | 0,025                          | 0,026            | 0,026                          | 4,0                                        |
| Fer                  | mg/L    | 0,19       | 0,19                           | 0,2              | 0,2                            | 5,3                                        |
| Nickel               | mg/L    | <0,002     | 0,002                          | <0,002           | 0,002                          | 0,0                                        |
| Plomb                | mg/L    | <0,0005    | 0,0005                         | <0,0005          | 0,0005                         | 0,0                                        |
| Zinc                 | mg/L    | 0,0074     | 0,0074                         | 0,014            | 0,014                          | 89,2                                       |
| Moyenne              |         |            |                                |                  |                                | 18,9                                       |
| Écart-type           |         |            |                                |                  |                                | 29,7                                       |
| Échantillon          |         | 4          | 4                              | Duplicata labo 4 | Duplicata labo 4               | Coefficient d'erreur relative <sup>a</sup> |
| Date échantillonnage |         | 27-05-2014 | Valeur utilisée pour le calcul | 27-05-2014       | Valeur utilisée pour le calcul | (%)                                        |
| Paramètre            | Unités  |            |                                |                  |                                |                                            |
| Dureté               | mg Ca/L | 78         | 78                             | 77               | 77                             | 1,3                                        |
| MES                  | mg/L    | 3,3        | 3,3                            | 1,9              | 1,9                            | 42,4                                       |
| Aluminium            | mg/L    | 0,075      | 0,075                          | 0,071            | 0,071                          | 5,3                                        |
| Arsenic              | mg/L    | 0,0014     | 0,0014                         | 0,0014           | 0,0014                         | 0,0                                        |
| Cadmium              | mg/L    | <0,0002    | 0,0002                         | <0,0002          | 0,0002                         | 0,0                                        |
| Cuivre               | mg/L    | 0,012      | 0,012                          | 0,012            | 0,012                          | 0,0                                        |
| Fer                  | mg/L    | 0,4        | 0,4                            | 0,4              | 0,4                            | 0,0                                        |
| Nickel               | mg/L    | <0,002     | 0,002                          | <0,002           | 0,002                          | 0,0                                        |
| Plomb                | mg/L    | <0,0005    | 0,0005                         | <0,0005          | 0,0005                         | 0,0                                        |
| Zinc                 | mg/L    | 0,0072     | 0,007                          | <0,007           | 0,007                          | 0,0                                        |
| Moyenne              |         |            |                                |                  |                                | 4,9                                        |
| Écart-type           |         |            |                                |                  |                                | 13,3                                       |

<sup>a</sup> : Le coefficient d'erreur relative a été calculé à partir de l'équation suivante (en valeur absolue): (Concentration A – Concentration B) / Concentration A x 100.

**Tableau 6 : Résultats des analyses de contrôle de la qualité de la caractérisation de l'eau de surface à l'été 2014**

| Échantillon          |         | 3C         | 3C                             | Réplicat Z        | Réplicat Z                     | Coefficient d'erreur relative <sup>a</sup> |
|----------------------|---------|------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------------------|
| Date échantillonnage |         | 19-08-2014 | Valeur utilisée pour le calcul | 19-08-2014        | Valeur utilisée pour le calcul | (%)                                        |
| Paramètre            | Unités  |            |                                |                   |                                |                                            |
| Dureté               | mg Ca/L | 120        | 120                            | 110               | 110                            | 8,3                                        |
| MES                  | mg/L    | 4,3        | 4,3                            | 58                | 58                             | 1248,8                                     |
| Aluminium            | mg/L    | 0,038      | 0,038                          | 0,036             | 0,036                          | 5,3                                        |
| Arsenic              | mg/L    | 0,0016     | 0,0016                         | 0,0015            | 0,0015                         | 6,3                                        |
| Cadmium              | mg/L    | <0,0002    | 0,0002                         | <0,0002           | 0,0002                         | 0,0                                        |
| Cuivre               | mg/L    | 0,0066     | 0,0066                         | 0,0062            | 0,0062                         | 6,1                                        |
| Fer                  | mg/L    | 0,47       | 0,47                           | 0,45              | 0,45                           | 4,3                                        |
| Nickel               | mg/L    | <0,002     | 0,002                          | <0,002            | 0,002                          | 0,0                                        |
| Plomb                | mg/L    | <0,0005    | 0,0005                         | <0,0005           | 0,0005                         | 0,0                                        |
| Zinc                 | mg/L    | <0,007     | 0,007                          | <0,007            | 0,007                          | 0,0                                        |
| Moyenne              |         |            |                                |                   |                                | 127,9                                      |
| Écart-type           |         |            |                                |                   |                                | 393,9                                      |
| Échantillon          |         | 3C         | 3C                             | Duplicata labo 3C | Duplicata labo 3C              | Coefficient d'erreur relative <sup>a</sup> |
| Date échantillonnage |         | 19-08-2014 | Valeur utilisée pour le calcul | 19-08-2014        | Valeur utilisée pour le calcul | (%)                                        |
| Paramètre            | Unités  |            |                                |                   |                                |                                            |
| Dureté               | mg Ca/L | 120        | 120                            | 110               | 110                            | 8,3                                        |
| MES                  | mg/L    | 4,3        | 4,3                            | -                 | -                              | -                                          |
| Aluminium            | mg/L    | 0,038      | 0,038                          | 0,038             | 0,038                          | 0,0                                        |
| Arsenic              | mg/L    | 0,0016     | 0,0016                         | 0,0016            | 0,0016                         | 0,0                                        |
| Cadmium              | mg/L    | <0,0002    | 0,0002                         | <0,0002           | 0,0002                         | 0,0                                        |
| Cuivre               | mg/L    | 0,0066     | 0,0066                         | 0,0064            | 0,0064                         | 3,0                                        |
| Fer                  | mg/L    | 0,47       | 0,47                           | 0,47              | 0,47                           | 0,0                                        |
| Nickel               | mg/L    | <0,002     | 0,002                          | <0,002            | 0,002                          | 0,0                                        |
| Plomb                | mg/L    | <0,0005    | 0,0005                         | <0,0005           | 0,0005                         | 0,0                                        |
| Zinc                 | mg/L    | <0,007     | 0,007                          | <0,007            | 0,007                          | 0,0                                        |
| Moyenne              |         |            |                                |                   |                                | 1,3                                        |
| Écart-type           |         |            |                                |                   |                                | 2,8                                        |

<sup>a</sup> : Le coefficient d'erreur relative a été calculé à partir de l'équation suivante (en valeur absolue): (Concentration A – Concentration B) / Concentration A x 100.

Le coefficient d'erreur relative moyen entre la station 3C et son Duplicata de laboratoire 3C est de  $1,3 \pm 2,8 \%$ . À l'analyse des résultats, le caractère identique ou analogue (c.-à-d. du même ordre de grandeur) des valeurs obtenues témoigne de la validité des procédures d'échantillonnage et de la reproductibilité des résultats. Pour les paramètres en présence, les résultats sont essentiellement du même ordre de grandeur et s'inscrivent dans la même plage de critères.

#### **2.4.5 Comparaison des résultats entre les échantillons de 2011 et de 2014**

Rappelons qu'il n'y a eu ainsi qu'une seule caractérisation des eaux en été en 2011 et deux caractérisations en 2014, soit au printemps et à l'été. Tant pour les caractérisations de 2011 que de 2014, plusieurs dépassements du critère de protection de la vie aquatique pour le cuivre et le fer sont observés aux stations du ruisseau Slam (stations 2, 2B, 3, 3B, 3C et 4). Il ne semble pas y avoir d'évolution, d'amélioration ou de récupération du milieu entre 2011 et 2014.

Dans la rivière Obatogamau, aucun dépassement des critères du cuivre n'était observé (stations 9 et 10) en 2011. Pourtant, les mesures du printemps 2014 laissent présumer que le cuivre serait plus important en montrant des dépassements des critères aux stations 9 et 10. Cependant, il pourrait s'agir d'un pic ponctuel puisqu'aucun dépassement des critères du cuivre n'a ensuite été mesuré à l'été 2014 dans la rivière. En effet, il est possible que les dépassements du cuivre observés dans la rivière Obatogamau au printemps soient attribuables à la crue printanière (fonte des neiges, fortes pluies), bien que cette hypothèse ne puisse pas être confirmée. On remarque néanmoins que les valeurs du cuivre sont très près des valeurs seuils des critères de qualité (près de 0,002 mg/L).

Il est à noter que le fer présente également des dépassements de critères aux différentes stations. Cependant, le MDDELCC (2015) indique que certaines eaux de surface de bonne qualité peuvent contenir des teneurs naturelles de ces métaux plus élevées que le critère de qualité.

Puisque l'aluminium ne faisait pas partie des paramètres mesurés en 2011, il n'est pas possible d'établir de comparaison avec le printemps 2014. En effet, deux dépassements ont été observés aux stations 3B et 9 au printemps 2014, ce qui ne fut pas le cas en été 2014. Aucune valeur acide ( $< 6,5$ ) n'est d'ailleurs relevée en 2011 et en été 2014, alors qu'au printemps 2014, une valeur (station 9) avait atteint 6,4. Du point de vue de l'aluminium, la qualité de l'eau du milieu semble donc s'être améliorée. Pour ce qui est du pH, malgré un événement ponctuel au printemps 2014 dans la rivière, la qualité semble stable de 2011 à 2014.

Mentionnons que la localisation des stations d'échantillonnage de 2011 et 2014 faites par AECOM est différente par rapport aux stations de suivi réalisées pour le MERN. La comparaison des stations d'AECOM et du MERN ne fait ainsi pas partie du présent mandat. Toutefois, une demande peut être adressée au MERN pour obtenir les résultats de leur suivi.

## **2.5 Qualité des sédiments**

### **2.5.1 Méthode d'échantillonnage de 2014**

Les sédiments de surface ont été prélevés à huit sites, soit aux stations 2, 2B, 3, 3B, 3C, 4, 9 et 10 en août 2014. Les stations ont été localisées aux mêmes points que lors de la caractérisation de 2011. Ajoutons que l'échantillon 3C a été pris en répliat (échantillon complet répété nommé « Répliat Z »). Le Répliat Z a été aléatoirement sélectionné par le laboratoire d'analyse qui en a fait un duplicata de laboratoire (nommé « Duplicata Z ») (fractionnement en deux parties distinctes du même échantillon au laboratoire).

Le prélèvement des échantillons a été effectué par l'intermédiaire d'une benne Ponar standard. Les 10 premiers centimètres des échantillons ont été utilisés pour les analyses chimiques des sédiments. Les travaux ont été réalisés en respectant les exigences du Guide d'échantillonnage des sols (MDDEP, 2003; 2009). Avant chaque prélèvement, la benne a été rincée avec l'eau du milieu de manière à retirer les matières étrangères. Des

cuillères jetables de plastique ont été utilisées pour les prélèvements. À la suite des prélèvements, les échantillons ont été directement insérés dans des contenants à usage unique fournis par le laboratoire d'analyse de manière à conserver l'intégrité des sédiments jusqu'à leur analyse. Les contenants ont été conservés sur glace ou au réfrigérateur et acheminés au laboratoire dans les délais requis pour les analyses selon les modes de conservation préconisés (CEAEQ, 2013).

Les échantillons de 2011 avaient également été pris conformément à cette méthodologie.

Les métaux suivants ont été mesurés sur les sédiments dans la couche 0 à 10 cm (aluminium, arsenic, cadmium, cuivre, fer, nickel, plomb et zinc). Pour les stations 2 et 4 uniquement, le pourcentage d'humidité, l'azote ammoniacal, le carbone organique total, le pH et les solides totaux ont de plus été mesurés.

Les critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec (Environnement Canada et MDDEP, 2007) ont été utilisés pour effectuer l'interprétation des résultats d'analyse chimique des sédiments d'eau douce. Ces critères sont employés pour évaluer l'ampleur d'une contamination et pour orienter les modes de gestion appropriés des sédiments. Cinq degrés de critères sont prévus pour plusieurs contaminants :

**CER : Concentration d'effets rares.** Il s'agit d'un critère utilisé pour suivre l'évolution de la qualité des sédiments. Lorsque la concentration de toutes les substances analysées est inférieure ou égale à la CER (classe 1), aucune mesure n'est envisagée, car les sédiments sont jugés sans effet sur le milieu. Si les concentrations mesurées excèdent les CER, des mesures de suivi devraient alors être mises en place pour identifier la source de contamination dans le milieu.

**CSE : Concentration seuil produisant un effet.** Lorsque les concentrations sont égales ou inférieures aux CSE (classe 2), la probabilité que les sédiments aient un impact sur le milieu est considérée comme faible. Toutefois, à partir de ce seuil, un contaminant peut présenter un danger pour le biote aquatique. Les effets néfastes sur les organismes benthiques augmentent avec les concentrations mesurées. Des mesures de suivi peuvent toutefois être adoptées afin de vérifier l'évolution de la situation. S'il y a augmentation des teneurs, il faudra envisager de poursuivre les investigations pour identifier la source de contamination et évaluer l'impact sur le milieu.

La concentration d'une ou de plusieurs substances peut être supérieure à la CSE (classe 3) et atteindre les critères suivants :

**CEO : Concentration d'effets occasionnels.** Seuil à partir duquel la probabilité d'observer des effets biologiques néfastes est relativement élevée.

**CEP : Concentration produisant un effet probable.** Seuil à partir duquel la probabilité d'observer des effets biologiques néfastes est élevée.

**CEF : Concentration d'effets fréquents.** Seuil à partir duquel la probabilité d'observer des effets biologiques néfastes est très élevée.

La concentration d'effets rares (CER) et la concentration seuil produisant un effet (CSE) constituent les deux balises de la prévention de la contamination et permettent de définir le cadre de gestion des sédiments. Dans le cas où la CSE est dépassée, la probabilité d'observer des effets néfastes sur les organismes benthiques augmente avec les concentrations mesurées. En plus de la CSE, si la concentration mesurée dépasse également les teneurs naturelles ou les teneurs ambiantes, les sources de contamination doivent être recherchées, et au besoin, des démarches doivent être entreprises auprès des responsables afin de mettre en place les mesures nécessaires pour limiter la contamination. Il serait alors important pour l'entreprise d'éviter un nouvel apport de contaminants et de travailler à la réduction des contaminants.

## 2.5.2 Résultats et discussion des échantillons de 2011

Pour des fins de comparaison, les résultats de 2011 sont représentés au tableau 7 (AECOM, 2013a). Une caractérisation biophysique a été réalisée entre les 21 et 28 juillet 2011 à diverses stations dans le secteur potentiel de dispersion des résidus de la mine Opémiska. Nous présentons à nouveau les résultats des stations qui ont été échantillonnées de nouveau en 2014 pour aider aux comparaisons. Rappelons que les stations 3B et 3C n'ont pas été caractérisées en 2011.

Les résultats des analyses chimiques de métaux effectuées sur les sédiments du ruisseau Slam en 2011 montraient des dépassements des critères d'Environnement Canada et du MDDEP (2007) (tableau 7). À la station 2, la concentration d'arsenic dépassait la CEP, la concentration de cuivre la CEF et le zinc la CEO. À la station 2B, seule la concentration de cuivre dépassait la CEO. À la station 3, toutes les concentrations mesurées se situaient sous les critères. À la station 4, la concentration d'arsenic dépassait la CEO, la concentration de cuivre la CEP et le zinc la CER.

Dans la rivière Obatogamau, les concentrations de cuivre dépassaient la CSE dans les deux stations situées le plus près de l'embouchure du ruisseau Slam (stations 9 et 10).

La CER et la CSE constituent les deux balises de la prévention de la contamination et permettent de définir le cadre de gestion des sédiments. Dans le cas où la CSE est dépassée, la probabilité d'observer des effets néfastes sur les organismes benthiques augmente avec les concentrations mesurées. C'est notamment les cas pour certaines mesures de 2011 en arsenic, cuivre ou zinc aux stations 2, 2B et 4 dans le ruisseau Slam et aux stations 9 et 10 dans la rivière Obatogamau.

## 2.5.3 Résultats et discussion des échantillons de 2014

Les résultats issus des analyses chimiques des sédiments, de même que les critères de concentrations maximales de qualité des variables, sont présentés au tableau 7. La station Z est le réplikat de la station 3C. La localisation des stations est présentée sur la carte 1 alors que les certificats d'analyse sont joints à l'annexe B.

Les éléments arsenic, cadmium, cuivre, nickel et zinc sont les variables affichant des teneurs produisant certains effets pour quelques stations. Ainsi, l'arsenic présente un dépassement de la CER aux stations 3B, 4 et 10, et un dépassement du CEF aux stations 2 et 3C (également le Réplikat Z et le Duplicata Z de la station 3C). Le cadmium présente un dépassement du CER (station 3C, Réplikat Z et Duplicata Z) et du CSE (station 2). Le cuivre semble plus préoccupant puisqu'il démontre des dépassements de certains critères à toutes les stations. La mesure du nickel à la station 2 présente un dépassement de la CEO. Le zinc présente un dépassement de la CER (station 3C, Réplikat Z et Duplicata Z) et de la CEO (station 2).

Ainsi, les stations 2 et 3C, suivies des stations 3B et 10, montrent le plus de dépassements de critères. Ce sont d'ailleurs uniquement à ces deux premières stations que des dépassements de la CEF sont observés. Également, c'est la station 2 qui présente le plus fréquemment des dépassements de critères. Étant donné que la CEO, CEP et la CEF constituent les valeurs seuils permettant d'orienter les impacts de contamination d'un site, la contamination notée dans ce secteur semble présenter un enjeu important pour la faune en place. Cependant, des travaux de décontamination ont déjà été réalisés dans ce secteur et des sédiments ont été excavés. Rappelons qu'environ 50 000 m<sup>3</sup> de résidus miniers ont été emportés lors du bris de la digue et que les travaux d'excavation dans le ruisseau Slam ont permis le retrait de 93 000 m<sup>3</sup> de sédiments qui ont été réacheminés dans l'ancien bassin de polissage de la mine Opémiska. Il est donc plausible de penser que la contamination en place serait plutôt une accumulation historique et non nécessairement reliée au bris de la digue de 2008. La qualité des sédiments est relativement bonne aux stations 2B, 3 et 9, bien qu'on y observe certains dépassements de la CSE.



**Tableau 7 : Qualité des sédiments de surface en 2011 et 2014, critères spécifiques applicables et identification des dépassements des critères (sédiments d'eau douce)**

| N° station                                  |           | 2          | 2B         | 3          | 3B         | 3C         | Z²         | Z Dup <sup>b</sup> | 4          | 9          | 10         | Critère pour l'évaluation de la qualité des sédiments d'eau douce <sup>c</sup> |     |     |     |     |
|---------------------------------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------------|------------|------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Paramètre (date)                            | Unité     | 20-08-2014 | 20-08-2014 | 20-08-2014 | 20-08-2014 | 19-08-2014 | 19-08-2014 | 19-08-2014         | 19-08-2014 | 19-08-2014 | 19-08-2014 | CER                                                                            | CSE | CEO | CEP | CEF |
| Métaux et métalloïdes 21 au 27 juillet 2011 |           |            |            |            |            |            |            |                    |            |            |            |                                                                                |     |     |     |     |
| Arsenic (As)                                | mg/kg     | 22         | 2          | 3          | -          | -          | -          | -                  | 10         | <2         | <2         | 4,1                                                                            | 5,9 | 7,6 | 17  | 23  |
| Cuivre (Cu)                                 | mg/kg     | 2140       | 93         | 8          | -          | -          | -          | -                  | 493        | 53         | 41         | 22                                                                             | 36  | 63  | 200 | 700 |
| Fer (Fe)                                    | mg/kg     | 81600      | 5290       | 7350       | -          | -          | -          | -                  | 27500      | 5270       | 4470       | -                                                                              | -   | -   | -   | -   |
| Nickel (Ni)                                 | mg/kg     | 37         | <30        | <30        | -          | -          | -          | -                  | <30        | <30        | <30        | -                                                                              | -   | 47  | -   | -   |
| Plomb (Pb)                                  | mg/kg     | 15         | <5         | <5         | -          | -          | -          | -                  | 10         | <5         | <5         | 25                                                                             | 35  | 52  | 91  | 150 |
| Zinc (Zn)                                   | mg/kg     | 200        | <20        | <20        | -          | -          | -          | -                  | 96         | <20        | <20        | 80                                                                             | 120 | 170 | 310 | 770 |
| Inorganique 19 et 20 août 2014              |           |            |            |            |            |            |            |                    |            |            |            |                                                                                |     |     |     |     |
| Humidité                                    | %         | 41         | -          | -          | -          | -          | -          | -                  | 28         | -          | -          | -                                                                              | -   | -   | -   | -   |
| Azote ammoniacal (N-NH3)                    | mg/kg - N | 130        | -          | -          | -          | -          | -          | -                  | <20        | -          | -          | -                                                                              | -   | -   | -   | -   |
| Carbone organique total                     | % g/g     | 0,9        | -          | -          | -          | -          | -          | -                  | 0,8        | -          | -          | -                                                                              | -   | -   | -   | -   |
| pH                                          | pH        | 8,02       | -          | -          | -          | -          | -          | -                  | 6,96       | -          | -          | -                                                                              | -   | -   | -   | -   |
| Solides totaux                              | % g/g     | 44         | -          | -          | -          | -          | -          | -                  | -          | -          | -          | -                                                                              | -   | -   | -   | -   |
| Métaux et métalloïdes 19 et 20 août 2014    |           |            |            |            |            |            |            |                    |            |            |            |                                                                                |     |     |     |     |
| Aluminium (Al)                              | mg/kg     | 16 000     | 2 700      | 3 000      | 5 400      | 9 100      | 8 700      | 8 900              | 5 100      | 3 800      | 5 900      | -                                                                              | -   | -   | -   | -   |
| Arsenic (As)                                | mg/kg     | 44         | <2         | <2         | 5          | 26         | 23         | 23                 | 4          | <2         | 5          | 4,1                                                                            | 5,9 | 7,6 | 17  | 23  |
| Cadmium (Cd)                                | mg/kg     | 1,1        | <0,2       | <0,2       | 0,2        | 0,5        | 0,4        | 0,4                | 0,2        | <0,2       | 0,2        | 0,33                                                                           | 0,6 | 1,7 | 3,5 | 12  |
| Cuivre (Cu)                                 | mg/kg     | 2500       | 36         | 48         | 260        | 490        | 430        | 460                | 150        | 50         | 220        | 22                                                                             | 36  | 63  | 200 | 700 |
| Fer (Fe)                                    | mg/kg     | 92 000     | 5 700      | 6 500      | 18 000     | 30 000     | 27 000     | 29 000             | 12 000     | 7 500      | 15 000     | -                                                                              | -   | -   | -   | -   |
| Nickel (Ni)                                 | mg/kg     | 47         | 7          | 8          | 13         | 21         | 20         | 20                 | 11         | 8          | 13         | -                                                                              | -   | 47  | -   | -   |
| Plomb (Pb)                                  | mg/kg     | 13         | <5         | <5         | <5         | 11         | 10         | 11                 | <5         | <5         | 5          | 25                                                                             | 35  | 52  | 91  | 150 |
| Zinc (Zn)                                   | mg/kg     | 220        | 11         | 24         | 54         | 91         | 86         | 89                 | 39         | 18         | 50         | 80                                                                             | 120 | 170 | 310 | 770 |

<sup>a</sup> : Réplicat de la station 3C.<sup>b</sup> : Duplicat fait par le laboratoire.<sup>c</sup> : Environnement Canada et MDDEFP, 2007. Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application : prévention, dragage, restauration, 39 pages.**CER** : Concentration d'effets rares.**CSE** : Concentration seuil produisant un effet.**CEO** : Concentration d'effets occasionnels.**CEP** : Concentration produisant un effet probable.**CEF** : Concentration d'effets fréquents.

## 2.5.4 Contrôle qualité des analyses pour 2014

Lors de la réalisation des travaux de la présente caractérisation de l'été 2014, des mesures de la qualité de sédiments à la station 3C ont été faites avec un réplikat nommé Z, et un duplicata de laboratoire de l'échantillon Z nommé « Duplicata de laboratoire Z ». Le coefficient d'erreur relative moyen entre la station 3C et son Réplikat Z est de  $9,7 \pm 5,2$  % (tableau 8). Outre le cadmium, les coefficients sont demeurés en deçà de 20 % d'erreur relative pour les autres paramètres ayant des valeurs quantifiables. Le coefficient d'erreur relative moyen entre le Réplikat Z et le Duplicata de laboratoire Z est de  $3,8 \pm 3,9$  %. Les coefficients sont demeurés en deçà de 20 % d'erreur relative pour tous les paramètres. À l'analyse des résultats, le caractère identique ou analogue (c.-à-d. du même ordre de grandeur) des valeurs obtenues témoigne de la validité des procédures d'échantillonnage et de la reproductibilité des résultats. Pour les paramètres en présence, les résultats sont essentiellement du même ordre de grandeur.

**Tableau 8 : Résultats des analyses de contrôle de la qualité de la caractérisation de sédiment de 2014**

| Échantillon          |        | 3C         | Réplikat Z       | Coefficient d'erreur relative <sup>a</sup> |
|----------------------|--------|------------|------------------|--------------------------------------------|
| Date échantillonnage |        | 19-08-2014 | 19-08-2014       | (%)                                        |
| Paramètre            | Unités |            |                  |                                            |
| Aluminium (Al)       | mg/kg  | 9 100      | 8 700            | 4,4                                        |
| Arsenic (As)         | mg/kg  | 26         | 23               | 11,5                                       |
| Cadmium (Cd)         | mg/kg  | 0,50       | 0,40             | 20,0                                       |
| Cuivre (Cu)          | mg/kg  | 490        | 430              | 12,2                                       |
| Fer (Fe)             | mg/kg  | 30 000     | 27 000           | 10,0                                       |
| Nickel (Ni)          | mg/kg  | 21         | 20               | 4,8                                        |
| Plomb (Pb)           | mg/kg  | 11         | 10               | 9,1                                        |
| Zinc (Zn)            | mg/kg  | 91         | 86               | 5,5                                        |
| Moyenne              |        |            |                  | 9,7                                        |
| Écart-type           |        |            |                  | 5,2                                        |
| Échantillon          |        | Réplikat Z | Duplicata labo Z | Coefficient d'erreur relative <sup>a</sup> |
| Date échantillonnage |        | 19-08-2014 | 19-08-2014       | (%)                                        |
| Paramètre            | Unités |            |                  |                                            |
| Aluminium (Al)       | mg/kg  | 8 700      | 8 900            | 2,3                                        |
| Arsenic (As)         | mg/kg  | 23         | 23               | 0,0                                        |
| Cadmium (Cd)         | mg/kg  | 0,40       | 0,40             | 0,0                                        |
| Cuivre (Cu)          | mg/kg  | 430        | 460              | 7,0                                        |
| Fer (Fe)             | mg/kg  | 27 000     | 29 000           | 7,4                                        |
| Nickel (Ni)          | mg/kg  | 20         | 20               | 0,0                                        |
| Plomb (Pb)           | mg/kg  | 10         | 11               | 10,0                                       |
| Zinc (Zn)            | mg/kg  | 86         | 89               | 3,5                                        |
| Moyenne              |        |            |                  | 3,8                                        |
| Écart-type           |        |            |                  | 3,9                                        |

<sup>a</sup> : Le coefficient d'erreur relative a été calculé à partir de l'équation suivante (en valeur absolue): (Concentration A – Concentration B) / Concentration A x 100.

## 2.5.5 Comparaison des résultats entre les échantillons de 2011 et de 2014

Lorsque l'on compare les résultats de 2011 et de 2014 pour les stations 2, 2B, 3, 4, 9 et 10, les dépassements des critères applicables sont plus fréquents et de plus grandes ampleurs aux stations 2, 3 et 10 en 2014. À l'inverse, certaines stations montrent une amélioration de la qualité des sédiments, comme aux stations 2B et 4. Les résultats sont équivalents à la station 9. Nous supposons que les variations sont causées par le brassage des sédiments notamment par la présence des courants, les vents, le déplacement et la fonte des glaces, mais aucune tendance claire n'est observée.

## 2.6 Essais toxicologiques chroniques

### 2.6.1 Prélèvement des échantillons pour les bioessais

Les prélèvements de l'eau et de sédiments destinés aux bioessais ont été réalisés le 19 août 2014 à la station 4 et le 20 août 2014 à la station 2 (carte 1). Les échantillons d'eau instantanés ont été récoltés à 30 cm sous la surface de l'eau directement dans les contenants destinés au laboratoire d'analyse. Les échantillons de sédiments ont été prélevés à l'aide d'une benne Ponar. Les échantillons nécessitant un volume important de sédiments pouvaient être constitués de plusieurs coups de benne.

Les échantillons d'eau et de sédiments récoltés ont été mis dans des sacs de polyéthylène et placés dans une chaudière. Pour le transport vers le laboratoire, des « ice pack » ont été insérés entre le sac et la chaudière pour refroidir les échantillons.

Les contenants ont été acheminés au laboratoire dans les délais prescrits pour procéder aux bioessais pour le prélèvement de l'eau et de sédiments du 20 août 2014 à la station 2. Cependant, les contenants pour procéder aux bioessais pour le prélèvement réalisé le 19 août 2014 à la station 4 ont été égarés par le transporteur. Le temps de retracer les échantillons et de les faire parvenir aux laboratoires situés à Burnaby (larves *Chironomus*, *Hyalella azteca* et méné tête-de-boule) et à Edmonton (*Ceriodaphnia dubia*), les délais pour débiter les bioessais étaient dépassés. Les échantillons ont été rejetés, aucune analyse n'a été faite sur l'échantillon 4. Puisque le site est difficile d'accès, Environnement Canada a confirmé à M. Alexandre C. Dubé qu'il n'était pas obligatoire de refaire l'échantillonnage pour 2014.

Les bioessais sur l'eau ont été effectués par le laboratoire Maxxam selon les protocoles suivants :

- essai de croissance et de survie sur des larves de tête-de-boule, protocole SPE 1/RM/22 d'Environnement Canada;
- essai de reproduction et de survie du cladocère *Ceriodaphnia dubia*, protocole SPE 1/RM/21 d'Environnement Canada.

L'essai de croissance et de survie sur des larves de tête-de-boule est d'une durée de 7 jours et mesure les effets sur la croissance et la survie des ménés tête-de-boule (*Pimephales promelas*) au stade larvaire (au plus 24 h) exposé à différentes concentrations de l'échantillon, incluant notamment une concentration témoin et un 100 % d'échantillon. La survie des larves est notée quotidiennement, et leur croissance est évaluée à la fin de l'essai par la mesure du poids sec. Une substance d'essais est considérée comme toxique lorsque l'on observe une inhibition statistiquement significative de la croissance des larves en fonction de la concentration de l'échantillon testé.

Le principe de la méthode d'essai avec le cladocère consiste à exposer des *Ceriodaphnia dubia* aptes à se reproduire à différentes concentrations de l'échantillon, incluant notamment une concentration témoin et un 100 % d'échantillon. La survie des cladocères adultes est notée tous les jours, de même que le nombre de rejetons de trois couvées. L'essai est d'une durée maximale de 8 jours. Une substance d'essais est considérée comme toxique lorsque l'on observe une inhibition statistiquement significative de la reproduction des cladocères en fonction de la concentration de l'échantillon testé.

Les bioessais sur les sédiments ont été effectués par le laboratoire Maxxam selon les protocoles suivants :

- essai de survie et de croissance des larves dulcicoles de chironomides (*Chironomus tentans* ou *Chironomus riparius*) dans les sédiments, protocole 1/RM/32 d'Environnement Canada;
- essai de survie et de croissance de l'amphipode dulcicole *Hyalella azteca* dans les sédiments, protocole 1/RM/33 d'Environnement Canada.

Le principe de la méthode consiste à exposer des organismes à des sédiments recouverts d'un surnageant d'eau pendant une période de 10 jours (*Chironomus*) ou de 14 jours (*Hyalella*). Deux concentrations sont suivies pour chaque essai, soit des concentrations témoins et des échantillons constitués à 100 % de sédiments testés. Ces tests permettent d'évaluer la réduction du taux de survie et le ralentissement de la croissance des organismes par rapport aux groupes témoins.

Pour tous les bioessais sublétaux, la toxicité létale est mesurée à l'aide de la  $CL_{50}$ , exprimée en pourcentage volume/volume (%  $V/V$ ) de dilution de l'effluent. La  $CL_{50}$  correspond à la concentration d'effluent létale pour 50 % des organismes (c.-à-d. concentration d'effluent qui tue 50 % des organismes). Le paramètre de mesure de la toxicité sublétales calculé pour les différents bioessais est la  $CI_{25}$ , également exprimée en %  $V/V$  de dilution de l'effluent. Cette mesure correspond à la concentration d'effluent qui inhibe 25 % de la prolifération, de la reproduction ou de la croissance des organismes exposés à l'effluent par rapport à des organismes témoins.

### 2.6.2 Bioessais dans l'eau

Les détails sur les conditions des bioessais avec le méné tête-de-boule et la cériodaphnie sont présentés dans les rapports d'analyse écotoxicologique du laboratoire à l'annexe C.

Pour la station 2, la  $CL_{50}$  avec le méné tête de boule est supérieure à 100 %  $V/V$  et donc l'échantillon ne démontre aucune toxicité létale. De même, la  $CI_{25}$  est supérieure à 100 %  $V/V$  et donc l'échantillon ne démontre aucune toxicité sublétales sur la croissance des larves.

Pour la station 2, la  $CL_{50}$  avec la cériodaphnie est supérieure à 100 %  $V/V$  et donc l'échantillon ne démontre aucune toxicité létale. De même, la  $CI_{25}$  est supérieure à 100 %  $V/V$  et donc l'échantillon ne démontre aucune toxicité sublétales sur la reproduction.

Rappelons que les essais effectués sur l'eau en 2011 ont été faits avec des méthodes différentes et utilisaient la lentille d'eau (*Lemna minor*) et l'algue verte (*Pseudokirchneriella subcapitata*). Malgré cela, pour tous les tests effectués, l'eau prélevée dans la zone d'étude n'avait causé aucune inhibition de la croissance de l'algue verte ni de la lentille d'eau (AECOM, 2013a).

### 2.6.3 Bioessais dans les sédiments

Les détails sur les conditions des bioessais avec le chironomides (*Chironomus dilutus*) et l'amphipode dulcicole (*Hyalella azteca*) sont présentés dans le rapport d'analyse écotoxicologique du laboratoire à l'annexe C.

Pour la station 2, les chironomides placés dans l'échantillon de sédiments (100 %  $V/V$ ) et le contrôle n'ont démontré aucune différence significative entre eux en regard du taux de survie et de la croissance pondérale. Le taux de survie moyen des chironomides a été de 98 % dans les échantillons contrôles et de 96 % dans les sédiments de la station 2. Le poids sec moyen des organismes a été de 0,93 mg dans les échantillons contrôles et de 1,82 mg dans les sédiments de la station 2. Ces moyennes ne sont statistiquement pas différentes.

Les résultats sont similaires pour l'essai avec *Hyalella azteca*. Pour la station 2, les amphipodes placés dans l'échantillon de sédiments (100 %  $V/V$ ) et le contrôle n'ont démontré aucune différence significative entre eux en regard du taux de survie et de la croissance pondérale. Le taux de survie moyen des chironomides a été de 94 %

dans les échantillons contrôles et de 100 % dans les sédiments de la station 2. Le poids sec moyen des organismes a été de 0,10 mg dans les échantillons contrôles et de 0,17 mg dans les sédiments de la station 2. Ces moyennes ne sont statistiquement pas différentes.

Rappelons que les essais effectués sur les sédiments en 2011 avaient démontré certains effets. Les chironomidés placés dans les différents échantillons de sédiments de la zone à l'étude ainsi que le contrôle n'avaient démontré aucune différence significative entre eux en regard de leur taux de survie, mais des différences significatives avaient toutefois été observées dans la croissance pondérale des chironomidés pour certains échantillons. Le laboratoire avait rencontré de nombreux ennuis lors de la réalisation des essais avec *Hyalella* et cette situation compliquait l'interprétation des résultats, les conclusions étaient incertaines. Dans tous les cas, puisque les sédiments de la station 2 n'avaient pas été testés en 2011, les comparaisons ne sont pas possibles.





## 3 Conclusion

### 3.1 Bilan de l'étude

Le suivi de 2014 a été réalisé trois ans après le terrain de 2011 concernant l'étude des impacts de la rupture de la digue produite le 23 juin 2008 au site minier Opémiska (AECOM, 2013). À la suite de cette étude sur les poissons et leurs habitats, il avait été démontré qu'aucun effet perceptible important sur les milieux aquatique et riverain n'existait dans la rivière Obatogamau. Cependant, le ruisseau Slam a subi des impacts démontrés. Un programme de suivi a ainsi été réalisé à l'été 2014 afin de déterminer si les berges demeurent stables et que les végétaux recolonisent naturellement le secteur, d'identifier des contraintes à la libre circulation du poisson, d'évaluer sommairement l'efficacité des bassins de sédimentation et de déterminer la qualité de l'eau et des sédiments.

La visite de site a permis de valider l'évolution de la reprise végétale naturelle dans les portions restaurées.

La strate arborescente est formée de peuplier faux-tremble (espèce arborescente en devenir). La strate arbustive se développe également, avec l'aulne rugueux, les saules et les framboisiers. Ces arbres et arbustes sont par ailleurs des espèces à croissance rapide, ce qui a visiblement favorisé la revégétalisation et la stabilisation des bandes riveraines en raison de leurs racines profondes. En 2010, de jeunes spécimens de saule discoloré, d'épinette noire, d'aulne rugueux et de mélèze laricin ont été plantés ponctuellement le long du canal de dérivation et du ruisseau Slam afin de favoriser la recolonisation des berges par les strates arbustive et arborescente. Les plantations ont été faites par le MERN selon les directives émises par Écogénie (2009). La strate herbacée est bien développée et compte comme espèces dominantes le carex, le phalaris et plusieurs espèces de graminées. Dans l'ensemble, la stabilisation des berges est assurée par la présence de nombreuses espèces herbacées.

Les travaux sur le terrain réalisés en période d'étiage 2014 ont permis de confirmer l'absence de contraintes potentielles à la libre circulation du poisson entre le bassin de sédimentation n° 2 et le canal de dérivation d'une part, et le long du ruisseau Slam, d'autre part. Puisque les conditions d'écoulement en étiage n'ont pas démontré de contraintes à la circulation du poisson, on peut supposer que ces conditions sont ainsi maintenues en période de crue.

Afin de s'assurer que les bassins de sédimentation n° 1 et 2 ne sont pas remplis de particules et qu'ils opèrent toujours de façon efficace, les profondeurs moyennes des bassins de sédimentation ont été mesurées le 20 août 2014. Les résultats qualitatifs laissent présager que les bassins n'ont pas atteint leur seuil de saturation d'accumulation des sédiments, car la profondeur moyenne est supérieure à 1 m. La capacité d'accumulation des bassins semble demeurer importante et ils protègent ainsi les portions aval du ruisseau Slam de l'étalement de particules.

Les résultats des deux caractérisations de la qualité de l'eau de 2014 aux huit stations indiquent qu'outre le cuivre et le fer, aucune autre mesure de métaux ne montre de dépassements des critères applicables. Les dépassements du critère de protection de la vie aquatique pour le cuivre et le fer sont principalement observés aux stations du ruisseau Slam (stations 2, 2B, 3, 3B, 3C et 4). Dans la rivière Obatogamau, aucun dépassement des critères du fer n'est observé à l'été, mais des dépassements des critères du cuivre ont été observés à la caractérisation du printemps 2014 aux stations 9 et 10. Des dépassements ponctuels des MES ont également été notés, mais selon le contrôle qualité, la validité des mesures de MES effectuée par le laboratoire est remise en question. Deux dépassements de l'aluminium (stations 3B et 9) et une valeur relativement faible du pH (station 9) sont observés au printemps 2014, contrairement à l'été 2014. Les valeurs de conductivité sont plus élevées aux stations du ruisseau Slam (stations 2 à 4) que dans la rivière Obatogamau (stations 9 et 10) indiquant que les résidus miniers affectent la qualité de l'eau du ruisseau.

Les résultats issus des analyses chimiques des sédiments indiquent que les éléments arsenic, cadmium, cuivre, nickel et zinc sont les seules variables affichant des teneurs pouvant produire certains effets pour quelques stations. Ainsi, l'arsenic présente un dépassement de la CER aux stations 3B, 4 et 10, et un dépassement du CEF aux stations 2 et 3C. Le cadmium présente un dépassement du CER (station 3C) et du CSE (station 2). Le cuivre semble plus préoccupant puisqu'il démontre des dépassements de certains critères à toutes les stations. La mesure du nickel à la station 2 dépasse la CEO. Le zinc présente un dépassement de la CER (station 3C) et de la CEO (station 2).

Au niveau de la localisation, les stations 2 et 3C, suivies des stations 3B et 10, montrent le plus de dépassements de critères. Ce sont d'ailleurs uniquement à ces deux premières stations que des dépassements de la CEF sont observés. Étant donné que la CEO, CEP et la CEF constituent les valeurs seuils permettant d'orienter les impacts de contamination d'un site, la contamination notée dans ce secteur semble présenter un enjeu important pour la faune en place. Cependant, des travaux de décontamination ont déjà été réalisés dans ce secteur et les sédiments de surface ont été excavés et retournés au parc à résidus. Il est donc plausible de penser que la contamination en place serait plutôt une accumulation historique et non nécessairement reliée au récent bris de la digue de 2008. La qualité des sédiments est relativement bonne aux stations 2B, 3 et 9, bien qu'on y observe certains dépassements de la CSE.

Pour l'eau de surface prélevée à la station 2, les  $CL_{50}$  avec le méné tête-de-boule et la cériodaphnie sont supérieures à 100 %  $V/V$  et donc l'échantillon d'eau ne démontre aucune toxicité létale pour ces deux essais. De même, les  $CI_{25}$  avec ces deux organismes sont supérieures à 100 %  $V/V$  et donc l'échantillon d'eau ne démontre aucune toxicité sublétales sur la croissance des larves du méné tête-de-boule ni sur la reproduction de la cériodaphnie. Pour les sédiments, les chironomides et les amphipodes placés dans les échantillons de sédiments (100 %  $V/V$ ) de la station 2 ainsi que les contrôles n'ont démontré aucune différence significative entre eux en regard du taux de survie et de la croissance pondérale.

La comparaison des analyses physico-chimiques (eau de surface, sédiments) et écotoxicologiques de 2011 et de 2014 semble indiquer que le milieu est resté relativement stable depuis les trois dernières années. Il n'y a pas eu d'amélioration ou de dégradation notable de la qualité de l'eau et des sédiments.

## 3.2 Recommandations

Ce programme de suivi environnemental a été réalisé afin de suivre l'évolution des impacts sur le cours d'eau Slam, particulièrement par le suivi de la reprise végétale et la qualité physico-chimique du secteur. Considérant que le ruisseau était lourdement contaminé avant la rupture de la digue, les travaux de restauration présentés dans ce document compensent adéquatement les pertes en habitats du poisson ayant eu cours à la suite de cet événement. La visite de site a permis de valider la reprise végétale naturelle dans les portions restaurées. Les strates arborescente, arbustive et herbacée se développent.

Les caractérisations faites dans le milieu en 2011 et 2014 seront refaites également en 2017. Ce plan de suivi compte ainsi un total de trois suivis séparés par un intervalle de trois ans.

Un suivi biologique à l'été 2017 est suggéré pour valider principalement les points suivants :

- effectuer un suivi de la qualité de l'eau et des sédiments aux stations 2, 2b, 3, 3b, 3c, 4, 9 et 10 pendant la crue printanière et l'étiage;
- vérifier que la reprise végétale s'est bien amorcée sur les bandes riveraines revégétalisées en effectuant une quantification de la superficie de recouvrement par strates végétales (herbacées, arbustive et arborescente);
- s'assurer que les bassins de sédimentation ne sont pas remplis de particules et qu'ils opèrent toujours de façon efficace.

## Bibliographie

- AECOM. 2011. *Étude des impacts de la rupture de la digue du site minier Opémiska sur les poissons et leurs habitats. Plan de travail révisé*. 23 p. et annexe.
- AECOM. 2013a. *Étude des impacts de la rupture de la digue du site minier Opémiska sur les poissons et leurs habitats*. Volume 1. 69 p.
- AECOM. 2013b. *Étude des impacts de la rupture de la digue du site minier Opémiska sur les poissons et leurs habitats, Annexes*. Volume 2. Pagination multiple.
- AECOM. 2014. *Restauration de l'habitat du poisson à la suite de la rupture de la digue du site minier Opémiska*. Rapport pour le ministère des Ressources naturelles du Québec. 29 p. et annexes.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1964. *Plant Sociology*. McGraw-Hill, New York.
- CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC (CEAEQ). 2012. *Modes de conservation pour l'échantillonnage des rejets liquides (eaux usées)*, DR-09-04, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 2012, 6 p.
- CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC. 2013. *Modes de conservation pour l'échantillonnage des sols*, DR-09-02, Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 6 p.
- CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DE L'ENVIRONNEMENT (CCME). 2015. *Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement*. [En ligne] : <http://ceqg-rcqe.ccme.ca/?lang=fr>
- ÉCOGÉNIE. 2011. *Rapport d'inspection des fagots et des matelas de branches réalisés au site minier Opémiska*. Rapport présenté au ministère des Ressources naturelles et de la Faune. 5 p.
- ÉCOGÉNIE. 2009. *Travaux correctifs de végétalisation suite à la rupture de la digue sud du bassin de polissage de la mine Opémiska*. Rapport présenté au ministère des Ressources naturelles et de la Faune.
- ENVIRONNEMENT CANADA ET MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC (EC et MDDEP). 2007. *Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application : prévention, dragage et restauration*. 39 p.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MDDELCC). 2015. *Critères de la qualité de l'eau de surface au Québec*. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, Québec. [En ligne] : [http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/criteres\\_eau/index.asp](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp)
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (MDDEP). 2012. *Directive 019 sur l'industrie minière*. 66 p. et annexes.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (MDDEP). 2009. *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales. Cahier 5 - échantillonnage des sols*. Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 53 p.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS. 2008. *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales : Cahier 1 – Généralités*. Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 58 p., 3 annexes,

- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (MDDEP). 2003. *Guide de caractérisation des terrains*. Les Publications du Québec, 111 p.
- SNC-LAVALIN. 2008. *Impacts environnementaux causés par la rupture de la digue retenant les résidus miniers de la mine Opémiska à Chapais. Plan d'intervention d'urgence à la suite de la rupture de la digue à la mine Opémiska*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune. 020183-1000-4GER-0002. 28 p. + annexes.
- TECSULT INC. Décembre 2008. *Caractérisation du ruisseau Slam à la suite de la rupture de la digue du bassin de polissage de l'ancienne mine Opémiska*. Présenté au ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec. 21 p. + annexes.



**Annexe A**  
**Devis technique de**  
**végétalisation présenté au**  
**MERN en 2009**



Ressources naturelles  
et Faune

Québec 

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE

TRAVAUX CORRECTIFS DE VÉGÉTALISATION  
SUITE À LA RUPTURE DE LA DIGUE SUD DU BASSIN DE POLISSAGE  
DE LA MINE OPEMISKA

NO PROJET : DRSM0145-08

CAHIER DES CHARGES - SERVICE D'ENTREPRENEUR

DEVIS TECHNIQUE DE VÉGÉTALISATION

NOVEMBRE 2009

| <b>Ressources naturelles<br/>et Faune</b><br><b>Québec</b> |                                                             | <b>Formulaire de soumission - ANNEXE 1A</b><br><b>VENTILATION DES PRIX ET BORDEREAU</b><br><b>(TRAVAUX À PRIX UNITAIRE)</b> |                  |                        |              |              |                      | <b>Mine Opémiska</b> |              |       |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------|--------------|--------------|----------------------|----------------------|--------------|-------|
| N°                                                         | Description <sup>1</sup>                                    | Unité de mesure                                                                                                             | Quantité Estimée | Prix Unitaire          |              |              | Prix Total Estimatif |                      |              |       |
|                                                            |                                                             |                                                                                                                             |                  | Matériaux <sup>2</sup> | Main d'œuvre | Equipe-ments | Total                | Matériau x           | Installation | Total |
| U 1.0                                                      | FOSSÉ DE DÉRIVATION AU NORD-OUEST<br>DU BASSIN DE POLISSAGE |                                                                                                                             |                  |                        |              |              |                      |                      |              |       |
|                                                            | Plantation d'arbres                                         |                                                                                                                             |                  |                        |              |              |                      |                      |              |       |

23-24

<sup>1</sup> Voir détail à l'annexe 1B

<sup>2</sup> Les prix des matériaux sont DDP rendus à destination au chantier, toutes taxes incluses.

La présente Annexe fait partie intégrante de la Soumission présentée par:

Pour le projet de: Travaux correctifs de végétalisation suite à la rupture de la  
digue sud du bassin de polissage de la mine Opémiska

Appel d'offres No:

DRSM-0145-08

En date du:

| <b>Ressources naturelles<br/>et Faune</b><br><b>Québec</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                          | <b>Formulaire de soumission - ANNEXE 1A</b><br><b>VENTILATION DES PRIX ET BORDEREAU</b><br><b>(TRAVAUX À PRIX UNITAIRE)</b> |                  |                        |              |              |                      | <b>Mine Opémiska</b> |              |       |  |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------|--------------|--------------|----------------------|----------------------|--------------|-------|--|--|
| N°                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Description <sup>1</sup> | Unité de mesure                                                                                                             | Quantité Estimée | Prix Unitaire          |              |              | Prix Total Estimatif |                      |              |       |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                          |                                                                                                                             |                  | Matériaux <sup>2</sup> | Main d'œuvre | Equipe-ments | Total                | Matériau x           | Installation | Total |  |  |
| <div style="background-color: yellow; width: 100%; height: 100%;"></div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                          |                                                                                                                             |                  |                        |              |              |                      |                      |              |       |  |  |
| SOUS-TOTAL DES TRAVAUX À PRIX UNITAIRE (TAXES EXCLUES)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                          |                                                                                                                             |                  |                        |              |              |                      |                      |              |       |  |  |
| SOUS-TOTAL DES TRAVAUX À PRIX FORFAITAIRE (TAXES EXCLUES) - REPORTER MONTANT DE LA PAGE 1 DE 3                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                          |                                                                                                                             |                  |                        |              |              |                      |                      |              |       |  |  |
| GRAND TOTAL (TAXES EXCLUES)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                          |                                                                                                                             |                  |                        |              |              |                      |                      |              |       |  |  |
| <sup>1</sup> Voir détail à l'annexe 1B<br><sup>2</sup> Les prix des matériaux sont DDP rendus à destination au chantier, toutes taxes incluses.<br>La présente Annexe fait partie intégrante de la Soumission présentée par:<br>Pour le projet de: <u>Travaux correctifs de végétalisation suite à la rupture de la</u><br><u>digue sud du bassin de polissage de la mine Opémiska</u> |                          |                                                                                                                             |                  |                        |              |              |                      |                      |              |       |  |  |
| Appel d'offres No: <u>DRSM-0145-08</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                          |                                                                                                                             |                  |                        |              |              | En date du: _____    |                      |              |       |  |  |





**Annexe B**  
**Certificats d'analyses chimiques**  
**sur l'eau et les sédiments de**  
**2014**



Votre # du projet: 2014-0151-15  
 Adresse du site: RUISSEAU SLAM  
 Votre # Bordereau: 107428-02-01

**Attention: Monica Duarte**

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
 Restauration des sites miniers  
 5700, 4e Avenue Ouest  
 local C318  
 Québec, PQ  
 CANADA G1H 6R1

**Date du rapport: 2014/06/05**  
 # Rapport: R1874023  
 Version: 1

**CERTIFICAT D'ANALYSES**

**# DE DOSSIER MAXXAM: B430160**

**Reçu: 2014/05/30, 9:00**

Matrice: EAU USÉE  
 Nombre d'échantillons reçus: 7

| Analyses                                  | Quantité | Date de l' extraction | Date Analysé | Méthode de laboratoire | Référence Primaire |
|-------------------------------------------|----------|-----------------------|--------------|------------------------|--------------------|
| Matières en suspension (1)*               | 7        | 2014/06/02            | 2014/06/03   | STL SOP-00015          | MA. 104 - S.S. 2.0 |
| Métaux extractibles totaux(basse limite)* | 7        | 2014/06/02            | 2014/06/02   | LCQ 05.12/ICP-MS       | MA. 200 - Mét. 1.1 |

Notez: Les données brutes sont utilisées pour le calcul du RPD (% d'écart relatif). L'arrondissement des résultats finaux peut expliquer la variation apparente.

(1) Cette analyse a été effectuée par Maxxam -Ville St. Laurent

\* Maxxam détient l'accréditation pour cette analyse selon le programme du MDDEFP.

clé de cryptage

Veuillez adresser toute question concernant ce certificat d'analyse à votre chargé(e) de projets

Martine Bergeron, Chargée de projets

Email: M.Bergeron@maxxam.ca

Phone# (418)658-5784 Ext:245

=====

Ce rapport a été produit et distribué en utilisant une procédure automatisée sécuritaire.

Maxxam a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation non autorisée de la signature électronique et emploie les «signataires» requis, conformément à la section 5.10.2 de la norme ISO/CEI 17025:2005(E). Veuillez vous référer à la page des signatures de validation pour obtenir les détails des validations pour chaque division.

Dossier Maxxam: B430160  
Date du rapport: 2014/06/05

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
Votre # du projet: 2014-0151-15  
Adresse du site: RUISSEAU SLAM

### MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (EAU USÉE)

|                        |        |              |              |              |              |              |              |     |        |
|------------------------|--------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----|--------|
| ID Maxxam              |        | Y52162       | Y52163       | Y52164       | Y52165       | Y52166       | Y52167       |     |        |
| Date d'échantillonnage |        | 2014/05/27   | 2014/05/27   | 2014/05/27   | 2014/05/27   | 2014/05/27   | 2014/05/27   |     |        |
| # Bordereau            |        | 107428-02-01 | 107428-02-01 | 107428-02-01 | 107428-02-01 | 107428-02-01 | 107428-02-01 |     |        |
|                        | UNITÉS | 2            | 2B           | 3            | 3B           | 3C           | 4            | LDR | Lot CQ |

#### MÉTAUX ICP-MS

|                                    |      |        |       |        |        |       |       |      |         |
|------------------------------------|------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|------|---------|
| Aluminium (Al)                     | ug/L | 11     | 61    | 22     | 120    | 69    | 75    | 10   | 1313561 |
| Arsenic (As)                       | ug/L | 1.3    | 1.6   | 1.8    | 1.6    | 1.3   | 1.4   | 1.0  | 1313561 |
| Cadmium (Cd)                       | ug/L | <0.20  | <0.20 | <0.20  | <0.20  | <0.20 | <0.20 | 0.20 | 1313561 |
| Calcium (Ca)                       | ug/L | 140000 | 9800  | 53000  | 33000  | 23000 | 24000 | 500  | 1313561 |
| Cuivre (Cu)                        | ug/L | 25     | 13    | 7.4    | 14     | 12    | 12    | 1.0  | 1313561 |
| Dureté totale (CaCO <sub>3</sub> ) | ug/L | 400000 | 31000 | 170000 | 110000 | 77000 | 78000 | 1000 | 1313561 |
| Fer (Fe)                           | ug/L | 190    | 380   | 320    | 590    | 400   | 400   | 60   | 1313561 |
| Magnésium (Mg)                     | ug/L | 10000  | 1600  | 9500   | 6600   | 4700  | 4700  | 100  | 1313561 |
| Nickel (Ni)                        | ug/L | <2.0   | <2.0  | <2.0   | <2.0   | <2.0  | <2.0  | 2.0  | 1313561 |
| Plomb (Pb)                         | ug/L | <0.50  | <0.50 | <0.50  | <0.50  | <0.50 | <0.50 | 0.50 | 1313561 |
| Zinc (Zn)                          | ug/L | 7.4    | <7.0  | <7.0   | <7.0   | 9.8   | 7.2   | 7.0  | 1313561 |

LDR = Limite de détection rapportée

Lot CQ = Lot contrôle qualité

|                        |        |              |              |           |        |
|------------------------|--------|--------------|--------------|-----------|--------|
| ID Maxxam              |        | Y52167       | Y52168       |           |        |
| Date d'échantillonnage |        | 2014/05/27   | 2014/05/27   |           |        |
| # Bordereau            |        | 107428-02-01 | 107428-02-01 |           |        |
|                        | UNITÉS | 4            | Dup. de Lab. | DUPLICATA | LDR    |
|                        |        |              |              |           | Lot CQ |

#### MÉTAUX ICP-MS

|                                    |      |       |        |      |         |
|------------------------------------|------|-------|--------|------|---------|
| Aluminium (Al)                     | ug/L | 71    | 16     | 10   | 1313561 |
| Arsenic (As)                       | ug/L | 1.4   | 1.2    | 1.0  | 1313561 |
| Cadmium (Cd)                       | ug/L | <0.20 | <0.20  | 0.20 | 1313561 |
| Calcium (Ca)                       | ug/L | 23000 | 140000 | 500  | 1313561 |
| Cuivre (Cu)                        | ug/L | 12    | 26     | 1.0  | 1313561 |
| Dureté totale (CaCO <sub>3</sub> ) | ug/L | 77000 | 400000 | 1000 | 1313561 |
| Fer (Fe)                           | ug/L | 400   | 200    | 60   | 1313561 |
| Magnésium (Mg)                     | ug/L | 4700  | 11000  | 100  | 1313561 |
| Nickel (Ni)                        | ug/L | <2.0  | <2.0   | 2.0  | 1313561 |
| Plomb (Pb)                         | ug/L | <0.50 | <0.50  | 0.50 | 1313561 |
| Zinc (Zn)                          | ug/L | <7.0  | 14     | 7.0  | 1313561 |

LDR = Limite de détection rapportée

Lot CQ = Lot contrôle qualité



Dossier Maxxam: B430160  
Date du rapport: 2014/06/05

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
Votre # du projet: 2014-0151-15  
Adresse du site: RUISSEAU SLAM

### PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (EAU USÉE)

|                                     |               |              |            |              |              |              |              |            |               |
|-------------------------------------|---------------|--------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|---------------|
| <b>ID Maxxam</b>                    |               | Y52162       |            | Y52163       | Y52164       | Y52165       | Y52166       |            |               |
| <b>Date d'échantillonnage</b>       |               | 2014/05/27   |            | 2014/05/27   | 2014/05/27   | 2014/05/27   | 2014/05/27   |            |               |
| <b># Bordereau</b>                  |               | 107428-02-01 |            | 107428-02-01 | 107428-02-01 | 107428-02-01 | 107428-02-01 |            |               |
|                                     | <b>UNITÉS</b> | <b>2</b>     | <b>LDR</b> | <b>2B</b>    | <b>3</b>     | <b>3B</b>    | <b>3C</b>    | <b>LDR</b> | <b>Lot CQ</b> |
| <b>CONVENTIONNELS</b>               |               |              |            |              |              |              |              |            |               |
| Matières en suspension (MES)        | mg/L          | 0.8          | 0.5        | <0.4         | 3.3          | 6.7          | 3.3          | 0.4        | 1314400       |
| LDR = Limite de détection rapportée |               |              |            |              |              |              |              |            |               |
| Lot CQ = Lot contrôle qualité       |               |              |            |              |              |              |              |            |               |

|                                     |               |              |                  |            |               |
|-------------------------------------|---------------|--------------|------------------|------------|---------------|
| <b>ID Maxxam</b>                    |               | Y52167       | Y52168           |            |               |
| <b>Date d'échantillonnage</b>       |               | 2014/05/27   | 2014/05/27       |            |               |
| <b># Bordereau</b>                  |               | 107428-02-01 | 107428-02-01     |            |               |
|                                     | <b>UNITÉS</b> | <b>4</b>     | <b>DUPLICATA</b> | <b>LDR</b> | <b>Lot CQ</b> |
| <b>CONVENTIONNELS</b>               |               |              |                  |            |               |
| Matières en suspension (MES)        | mg/L          | 1.9          | 0.5              | 0.4        | 1314400       |
| LDR = Limite de détection rapportée |               |              |                  |            |               |
| Lot CQ = Lot contrôle qualité       |               |              |                  |            |               |

Dossier Maxxam: B430160  
Date du rapport: 2014/06/05

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
Votre # du projet: 2014-0151-15  
Adresse du site: RUISSEAU SLAM

### REMARQUES GÉNÉRALES

État des échantillons à l'arrivée: BON

#### **MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (EAU USÉE)**

Veillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés ni pour la récupération des échantillons de contrôle qualité, ni pour le blanc de méthode.

#### **PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (EAU USÉE)**

Veillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés ni pour la récupération des échantillons de contrôle qualité, ni pour le blanc de méthode.

**Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour analyse**

Dossier Maxxam: B430160  
Date du rapport: 2014/06/05

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
Votre # du projet: 2014-0151-15  
Adresse du site: RUISSEAU SLAM

### RAPPORT ASSURANCE QUALITÉ

| Lot     |      |                  |                              |              |        |     |        |
|---------|------|------------------|------------------------------|--------------|--------|-----|--------|
| AQ/CQ   | Init | Type CQ          | Groupe                       | Date Analysé | Valeur | Réc | UNITÉS |
| 1313561 | JB3  | MRC              | Aluminium (Al)               | 2014/06/02   |        | 109 | %      |
|         |      |                  | Arsenic (As)                 | 2014/06/02   |        | 115 | %      |
|         |      |                  | Cadmium (Cd)                 | 2014/06/02   |        | 110 | %      |
|         |      |                  | Calcium (Ca)                 | 2014/06/02   |        | 110 | %      |
|         |      |                  | Cuivre (Cu)                  | 2014/06/02   |        | 112 | %      |
|         |      |                  | Fer (Fe)                     | 2014/06/02   |        | 113 | %      |
|         |      |                  | Magnésium (Mg)               | 2014/06/02   |        | 114 | %      |
|         |      |                  | Nickel (Ni)                  | 2014/06/02   |        | 113 | %      |
|         |      |                  | Plomb (Pb)                   | 2014/06/02   |        | 111 | %      |
|         |      |                  | Zinc (Zn)                    | 2014/06/02   |        | 114 | %      |
|         |      |                  | Aluminium (Al)               | 2014/06/02   |        | 102 | %      |
|         |      |                  | Arsenic (As)                 | 2014/06/02   |        | 104 | %      |
|         |      |                  | Cadmium (Cd)                 | 2014/06/02   |        | 103 | %      |
| 1313561 | JB3  | Blanc fortifié   | Calcium (Ca)                 | 2014/06/02   |        | 101 | %      |
|         |      |                  | Cuivre (Cu)                  | 2014/06/02   |        | 101 | %      |
|         |      |                  | Fer (Fe)                     | 2014/06/02   |        | 102 | %      |
|         |      |                  | Magnésium (Mg)               | 2014/06/02   |        | 105 | %      |
|         |      |                  | Nickel (Ni)                  | 2014/06/02   |        | 102 | %      |
|         |      |                  | Plomb (Pb)                   | 2014/06/02   |        | 103 | %      |
|         |      |                  | Zinc (Zn)                    | 2014/06/02   |        | 106 | %      |
|         |      |                  | Aluminium (Al)               | 2014/06/02   | <10    |     | ug/L   |
|         |      |                  | Arsenic (As)                 | 2014/06/02   | <1.0   |     | ug/L   |
|         |      |                  | Cadmium (Cd)                 | 2014/06/02   | <0.20  |     | ug/L   |
|         |      |                  | Calcium (Ca)                 | 2014/06/02   | <500   |     | ug/L   |
|         |      |                  | Cuivre (Cu)                  | 2014/06/02   | <1.0   |     | ug/L   |
|         |      |                  | Dureté totale (CaCO3)        | 2014/06/02   | <1000  |     | ug/L   |
| 1313561 | JB3  | Blanc de méthode | Fer (Fe)                     | 2014/06/02   | <60    |     | ug/L   |
|         |      |                  | Magnésium (Mg)               | 2014/06/02   | <100   |     | ug/L   |
|         |      |                  | Nickel (Ni)                  | 2014/06/02   | <2.0   |     | ug/L   |
|         |      |                  | Plomb (Pb)                   | 2014/06/02   | <0.50  |     | ug/L   |
|         |      |                  | Zinc (Zn)                    | 2014/06/02   | <7.0   |     | ug/L   |
|         |      |                  | Matières en suspension (MES) | 2014/06/03   |        | 99  | %      |
|         |      |                  | Matières en suspension (MES) | 2014/06/03   |        | 99  | %      |
|         |      |                  | Matières en suspension (MES) | 2014/06/03   | <0.2   |     | mg/L   |
|         |      |                  |                              |              |        |     |        |
|         |      |                  |                              |              |        |     |        |
|         |      |                  |                              |              |        |     |        |
|         |      |                  |                              |              |        |     |        |
|         |      |                  |                              |              |        |     |        |

MRC: Un échantillon de concentration connue préparé dans des conditions rigoureuses par un organisme externe. Utilisé pour vérifier la justesse de la méthode.

Blanc fortifié: Un blanc, d'une matrice exempte de contaminants, auquel a été ajouté une quantité connue d'analyte provenant généralement d'une deuxième source. Utilisé pour évaluer la précision de la méthode.

Blanc de méthode: Une partie aliquote de matrice pure soumise au même processus analytique que les échantillons, du prétraitement au dosage. Sert à évaluer toutes contaminations du laboratoire.

Réc = Récupération

Dossier Maxxam: B430160  
Date du rapport: 2014/06/05

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
Votre # du projet: 2014-0151-15  
Adresse du site: RUISSEAU SLAM

## PAGE DES SIGNATURES DE VALIDATION

Les résultats analytiques ainsi que les données de contrôle-qualité contenus dans ce rapport furent vérifiés et validés par les personnes suivantes:

53-54



David Provencher, B.Sc., Chimiste, Québec

53-54

Karyn Vaucher  
Membre OCQ #2011-004

Karyn Vaucher

---

Maxxam a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation non autorisée de la signature électronique et emploie les «signataires» requis, conformément à la section 5.10.2 de la norme ISO/CEI 17025:2005(E). Veuillez vous référer à la page des signatures de validation pour obtenir les détails des validations pour chaque division.

Votre # du projet: 2014-0151-15  
 Adresse du site: RIVIERE OBATOGAMAU  
 Votre # Bordereau: 107428-02-01

**Attention: Monica Duarte**

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
 Restauration des sites miniers  
 5700, 4e Avenue Ouest  
 local C318  
 Québec, PQ  
 CANADA G1H 6R1

**Date du rapport: 2014/06/05**  
 # Rapport: R1874025  
 Version: 1

**CERTIFICAT D'ANALYSES**

**# DE DOSSIER MAXXAM: B430204**

**Reçu: 2014/05/30, 9:00**

Matrice: EAU USÉE  
 Nombre d'échantillons reçus: 2

| Analyses                                  | Quantité | Date de l' extraction | Date Analysé | Méthode de laboratoire | Référence Primaire |
|-------------------------------------------|----------|-----------------------|--------------|------------------------|--------------------|
| Matières en suspension (1)*               | 2        | 2014/06/02            | 2014/06/03   | STL SOP-00015          | MA. 104 - S.S. 2.0 |
| Métaux extractibles totaux(basse limite)* | 2        | 2014/06/02            | 2014/06/02   | LCQ 05.12/ICP-MS       | MA. 200 - Mét. 1.1 |

Notez: Les données brutes sont utilisées pour le calcul du RPD (% d'écart relatif). L'arrondissement des résultats finaux peut expliquer la variation apparente.

(1) Cette analyse a été effectuée par Maxxam -Ville St. Laurent

\* Maxxam détient l'accréditation pour cette analyse selon le programme du MDDEFP.

clé de cryptage

Veuillez adresser toute question concernant ce certificat d'analyse à votre chargé(e) de projets

Martine Bergeron, Chargée de projets

Email: M.Bergeron@maxxam.ca

Phone# (418)658-5784 Ext:245

=====

Ce rapport a été produit et distribué en utilisant une procédure automatisée sécuritaire.

Maxxam a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation non autorisée de la signature électronique et emploie les «signataires» requis, conformément à la section 5.10.2 de la norme ISO/CEI 17025:2005(E). Veuillez vous référer à la page des signatures de validation pour obtenir les détails des validations pour chaque division.



Dossier Maxxam: B430204  
Date du rapport: 2014/06/05

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
Votre # du projet: 2014-0151-15  
Adresse du site: RIVIERE OBATOGAMAU

### MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (EAU USÉE)

|                                     |        |              |              |      |         |
|-------------------------------------|--------|--------------|--------------|------|---------|
| ID Maxxam                           |        | Y52456       | Y52459       |      |         |
| Date d'échantillonnage              |        | 2014/05/27   | 2014/05/27   |      |         |
| # Bordereau                         |        | 107428-02-01 | 107428-02-01 |      |         |
|                                     | UNITÉS | 9            | 10           | LDR  | Lot CQ  |
| <b>MÉTAUX ICP-MS</b>                |        |              |              |      |         |
| Aluminium (Al)                      | ug/L   | 70           | 64           | 10   | 1313561 |
| Arsenic (As)                        | ug/L   | <1.0         | <1.0         | 1.0  | 1313561 |
| Cadmium (Cd)                        | ug/L   | <0.20        | <0.20        | 0.20 | 1313561 |
| Calcium (Ca)                        | ug/L   | 7300         | 6600         | 500  | 1313561 |
| Cuivre (Cu)                         | ug/L   | 2.9          | 2.7          | 1.0  | 1313561 |
| Dureté totale (CaCO <sub>3</sub> )  | ug/L   | 25000        | 23000        | 1000 | 1313561 |
| Fer (Fe)                            | ug/L   | 190          | 160          | 60   | 1313561 |
| Magnésium (Mg)                      | ug/L   | 1800         | 1600         | 100  | 1313561 |
| Nickel (Ni)                         | ug/L   | <2.0         | <2.0         | 2.0  | 1313561 |
| Plomb (Pb)                          | ug/L   | <0.50        | <0.50        | 0.50 | 1313561 |
| Zinc (Zn)                           | ug/L   | <7.0         | <7.0         | 7.0  | 1313561 |
| LDR = Limite de détection rapportée |        |              |              |      |         |
| Lot CQ = Lot contrôle qualité       |        |              |              |      |         |

Dossier Maxxam: B430204  
Date du rapport: 2014/06/05

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
Votre # du projet: 2014-0151-15  
Adresse du site: RIVIERE OBATOGAMAU

### PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (EAU USÉE)

|                                     |               |              |              |            |               |
|-------------------------------------|---------------|--------------|--------------|------------|---------------|
| <b>ID Maxxam</b>                    |               | Y52456       | Y52459       |            |               |
| <b>Date d'échantillonnage</b>       |               | 2014/05/27   | 2014/05/27   |            |               |
| <b># Bordereau</b>                  |               | 107428-02-01 | 107428-02-01 |            |               |
|                                     | <b>UNITÉS</b> | <b>9</b>     | <b>10</b>    | <b>LDR</b> | <b>Lot CQ</b> |
| <b>CONVENTIONNELS</b>               |               |              |              |            |               |
| Matières en suspension (MES)        | mg/L          | 0.8          | 1.4          | 0.4        | 1314400       |
| LDR = Limite de détection rapportée |               |              |              |            |               |
| Lot CQ = Lot contrôle qualité       |               |              |              |            |               |

Dossier Maxxam: B430204  
Date du rapport: 2014/06/05

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
Votre # du projet: 2014-0151-15  
Adresse du site: RIVIERE OBATOGAMAU

### REMARQUES GÉNÉRALES

État des échantillons à l'arrivée: BON

#### MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (EAU USÉE)

Veillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés ni pour la récupération des échantillons de contrôle qualité, ni pour le blanc de méthode.

#### PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (EAU USÉE)

Veillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés ni pour la récupération des échantillons de contrôle qualité, ni pour le blanc de méthode.

**Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour analyse**

Dossier Maxxam: B430204  
Date du rapport: 2014/06/05

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
Votre # du projet: 2014-0151-15  
Adresse du site: RIVIERE OBATOGAMAU

# RAPPORT ASSURANCE QUALITÉ

| Lot     |      |                  |                              |              |        |     |        |
|---------|------|------------------|------------------------------|--------------|--------|-----|--------|
| AQ/CQ   | Init | Type CQ          | Groupe                       | Date Analysé | Valeur | Réc | UNITÉS |
| 1313561 | JB3  | MRC              | Aluminium (Al)               | 2014/06/02   |        | 109 | %      |
|         |      |                  | Arsenic (As)                 | 2014/06/02   |        | 115 | %      |
|         |      |                  | Cadmium (Cd)                 | 2014/06/02   |        | 110 | %      |
|         |      |                  | Calcium (Ca)                 | 2014/06/02   |        | 110 | %      |
|         |      |                  | Cuivre (Cu)                  | 2014/06/02   |        | 112 | %      |
|         |      |                  | Fer (Fe)                     | 2014/06/02   |        | 113 | %      |
|         |      |                  | Magnésium (Mg)               | 2014/06/02   |        | 114 | %      |
|         |      |                  | Nickel (Ni)                  | 2014/06/02   |        | 113 | %      |
|         |      |                  | Plomb (Pb)                   | 2014/06/02   |        | 111 | %      |
|         |      |                  | Zinc (Zn)                    | 2014/06/02   |        | 114 | %      |
|         |      |                  | Aluminium (Al)               | 2014/06/02   |        | 102 | %      |
|         |      |                  | Arsenic (As)                 | 2014/06/02   |        | 104 | %      |
|         |      |                  | Cadmium (Cd)                 | 2014/06/02   |        | 103 | %      |
| 1313561 | JB3  | Blanc fortifié   | Calcium (Ca)                 | 2014/06/02   |        | 101 | %      |
|         |      |                  | Cuivre (Cu)                  | 2014/06/02   |        | 101 | %      |
|         |      |                  | Fer (Fe)                     | 2014/06/02   |        | 102 | %      |
|         |      |                  | Magnésium (Mg)               | 2014/06/02   |        | 105 | %      |
|         |      |                  | Nickel (Ni)                  | 2014/06/02   |        | 102 | %      |
|         |      |                  | Plomb (Pb)                   | 2014/06/02   |        | 103 | %      |
|         |      |                  | Zinc (Zn)                    | 2014/06/02   |        | 106 | %      |
|         |      |                  | Aluminium (Al)               | 2014/06/02   | <10    |     | ug/L   |
|         |      |                  | Arsenic (As)                 | 2014/06/02   | <1.0   |     | ug/L   |
|         |      |                  | Cadmium (Cd)                 | 2014/06/02   | <0.20  |     | ug/L   |
|         |      |                  | Calcium (Ca)                 | 2014/06/02   | <500   |     | ug/L   |
|         |      |                  | Cuivre (Cu)                  | 2014/06/02   | <1.0   |     | ug/L   |
|         |      |                  | Dureté totale (CaCO3)        | 2014/06/02   | <1000  |     | ug/L   |
| 1313561 | JB3  | Blanc de méthode | Fer (Fe)                     | 2014/06/02   | <60    |     | ug/L   |
|         |      |                  | Magnésium (Mg)               | 2014/06/02   | <100   |     | ug/L   |
|         |      |                  | Nickel (Ni)                  | 2014/06/02   | <2.0   |     | ug/L   |
|         |      |                  | Plomb (Pb)                   | 2014/06/02   | <0.50  |     | ug/L   |
|         |      |                  | Zinc (Zn)                    | 2014/06/02   | <7.0   |     | ug/L   |
|         |      |                  | Matières en suspension (MES) | 2014/06/03   |        | 99  | %      |
|         |      |                  | Matières en suspension (MES) | 2014/06/03   |        | 99  | %      |
|         |      |                  | Matières en suspension (MES) | 2014/06/03   | <0.2   |     | mg/L   |
|         |      |                  |                              |              |        |     |        |
|         |      |                  |                              |              |        |     |        |
|         |      |                  |                              |              |        |     |        |
|         |      |                  |                              |              |        |     |        |
|         |      |                  |                              |              |        |     |        |

MRC: Un échantillon de concentration connue préparé dans des conditions rigoureuses par un organisme externe. Utilisé pour vérifier la justesse de la méthode.

Blanc fortifié: Un blanc, d'une matrice exempte de contaminants, auquel a été ajouté une quantité connue d'analyte provenant généralement d'une deuxième source. Utilisé pour évaluer la précision de la méthode.

Blanc de méthode: Une partie aliquote de matrice pure soumise au même processus analytique que les échantillons, du prétraitement au dosage. Sert à évaluer toutes contaminations du laboratoire.

Réc = Récupération

Dossier Maxxam: B430204  
Date du rapport: 2014/06/05

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
Votre # du projet: 2014-0151-15  
Adresse du site: RIVIERE OBATOGAMAU

## PAGE DES SIGNATURES DE VALIDATION

Les résultats analytiques ainsi que les données de contrôle-qualité contenus dans ce rapport furent vérifiés et validés par les personnes suivantes:

53-54



David Provencher, B.Sc., Chimiste, Québec

53-54

Karyn Vaucher  
Membre OCQ #2011-004

Karyn Vaucher

---

Maxxam a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation non autorisée de la signature électronique et emploie les «signataires» requis, conformément à la section 5.10.2 de la norme ISO/CEI 17025:2005(E). Veuillez vous référer à la page des signatures de validation pour obtenir les détails des validations pour chaque division.



**Attention: Alexandre Couturier-Dubé**

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
Restauration des sites miniers  
5700, 4e Avenue Ouest  
local C318  
Québec, PQ  
CANADA G1H 6R1

Votre # de commande: 2014-0151-15  
Votre # du projet: Rivière Obatogamau  
No. de site: Rivière Obatogamau  
Adresse du site: Rivière Obatogamau  
Votre # Bordereau: 111419-01-01

**Date du rapport: 2014/08/27**  
# Rapport: R1911414  
Version: 1

**CERTIFICAT D'ANALYSES**

**# DE DOSSIER MAXXAM: B451192**

**Reçu: 2014/08/21, 09:00**

Matrice: EAU  
Nombre d'échantillons reçus: 5

| Analyses                                  | Quantité | Date de l' | Date       | Méthode de laboratoire | Référence Primaire |
|-------------------------------------------|----------|------------|------------|------------------------|--------------------|
|                                           |          | extraction | Analysé    |                        |                    |
| Matières en suspension (1)*               | 5        | 2014/08/25 | 2014/08/25 | STL SOP-00015          | MA104 - S.S. 2.0 m |
| Métaux extractibles totaux(basse limite)* | 5        | 2014/08/26 | 2014/08/26 | LCQ 05.12/ICP-MS       | MA. 200 - Mét. 1.1 |

Notez: Les données brutes sont utilisées pour le calcul du RPD (% d'écart relatif). L'arrondissement des résultats finaux peut expliquer la variation apparente.

(1) Cette analyse a été effectuée par Maxxam -Ville St. Laurent

\* Maxxam détient l'accréditation pour cette analyse selon le programme du MDDELCC.

clé de cryptage

Veuillez adresser toute question concernant ce certificat d'analyse à votre chargé(e) de projets

Martine Bergeron, Chargée de projets

Courriel: M.Bergeron@maxxam.ca

Téléphone (418)658-5784 Ext:245

=====

Ce rapport a été produit et distribué en utilisant une procédure automatisée sécuritaire.

Maxxam a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation non autorisée de la signature électronique et emploie les «signataires» requis, conformément à la section 5.10.2 de la norme ISO/CEI 17025:2005(E). Veuillez vous référer à la page des signatures de validation pour obtenir les détails des validations pour chaque division.

Dossier Maxxam: B451192  
Date du rapport: 2014/08/27

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
Votre # du projet: Rivière Obatogamau  
Adresse du site: Rivière Obatogamau  
Votre # de commande: 2014-0151-15

### MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (EAU)

| ID Maxxam              |        | Z54233              | Z54233                | Z54256              | Z54257              | Z54258              | Z54259              |     |        |
|------------------------|--------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----|--------|
| Date d'échantillonnage |        | 2014/08/19<br>12:00 | 2014/08/19<br>12:00   | 2014/08/19<br>12:00 | 2014/08/19<br>12:00 | 2014/08/19<br>12:00 | 2014/08/19<br>13:00 |     |        |
| # Bordereau            |        | 111419-01-01        | 111419-01-01          | 111419-01-01        | 111419-01-01        | 111419-01-01        | 111419-01-01        |     |        |
|                        | UNITÉS | 3C                  | 3C<br>Dup. de<br>Lab. | 9                   | 10                  | 2                   | 4                   | LDR | Lot CQ |

| MÉTAUX ICP-MS                      |      |        |        |       |       |        |        |      |         |
|------------------------------------|------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|------|---------|
| Aluminium (Al)                     | ug/L | 38     | 38     | 34    | 32    | 36     | 38     | 10   | 1352505 |
| Arsenic (As)                       | ug/L | 1.6    | 1.6    | <1.0  | <1.0  | 1.5    | 1.6    | 1.0  | 1352505 |
| Cadmium (Cd)                       | ug/L | <0.20  | <0.20  | <0.20 | <0.20 | <0.20  | <0.20  | 0.20 | 1352505 |
| Calcium (Ca)                       | ug/L | 34000  | 34000  | 4700  | 4800  | 33000  | 34000  | 500  | 1352505 |
| Cuivre (Cu)                        | ug/L | 6.6    | 6.4    | <1.0  | <1.0  | 6.2    | 6.4    | 1.0  | 1352505 |
| Dureté totale (CaCO <sub>3</sub> ) | ug/L | 120000 | 110000 | 18000 | 18000 | 110000 | 120000 | 1000 | 1352505 |
| Fer (Fe)                           | ug/L | 470    | 470    | 83    | 81    | 450    | 490    | 60   | 1352505 |
| Magnésium (Mg)                     | ug/L | 7300   | 7100   | 1400  | 1400  | 7100   | 7300   | 100  | 1352505 |
| Nickel (Ni)                        | ug/L | <2.0   | <2.0   | <2.0  | <2.0  | <2.0   | <2.0   | 2.0  | 1352505 |
| Plomb (Pb)                         | ug/L | <0.50  | <0.50  | <0.50 | <0.50 | <0.50  | <0.50  | 0.50 | 1352505 |
| Zinc (Zn)                          | ug/L | <7.0   | <7.0   | <7.0  | <7.0  | <7.0   | <7.0   | 7.0  | 1352505 |

LDR = Limite de détection rapportée

Lot CQ = Lot contrôle qualité

Dossier Maxxam: B451192  
Date du rapport: 2014/08/27

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
Votre # du projet: Rivière Obatogamau  
Adresse du site: Rivière Obatogamau  
Votre # de commande: 2014-0151-15

### PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (EAU)

|                        |        |                     |                     |                     |                     |                     |     |        |
|------------------------|--------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----|--------|
| ID Maxxam              |        | Z54233              | Z54256              | Z54257              | Z54258              | Z54259              |     |        |
| Date d'échantillonnage |        | 2014/08/19<br>12:00 | 2014/08/19<br>12:00 | 2014/08/19<br>12:00 | 2014/08/19<br>12:00 | 2014/08/19<br>13:00 |     |        |
| # Bordereau            |        | 111419-01-01        | 111419-01-01        | 111419-01-01        | 111419-01-01        | 111419-01-01        |     |        |
|                        | UNITÉS | 3C                  | 9                   | 10                  | 2                   | 4                   | LDR | Lot CQ |

| CONVENTIONNELS                      |      |     |     |     |    |     |     |         |
|-------------------------------------|------|-----|-----|-----|----|-----|-----|---------|
| Matières en suspension (MES)        | mg/L | 4.3 | 0.7 | 1.7 | 58 | 4.7 | 0.2 | 1352270 |
| LDR = Limite de détection rapportée |      |     |     |     |    |     |     |         |
| Lot CQ = Lot contrôle qualité       |      |     |     |     |    |     |     |         |

Dossier Maxxam: B451192  
Date du rapport: 2014/08/27

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
Votre # du projet: Rivière Obatogamau  
Adresse du site: Rivière Obatogamau  
Votre # de commande: 2014-0151-15

## REMARQUES GÉNÉRALES

État des échantillons à l'arrivée: BON

### MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (EAU)

Veillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés ni pour la récupération des échantillons de contrôle qualité, ni pour le blanc de méthode.

### PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (EAU)

Veillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés ni pour la récupération des échantillons de contrôle qualité, ni pour le blanc de méthode.

**Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour analyse**

Dossier Maxxam: B451192  
Date du rapport: 2014/08/27

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
Votre # du projet: Rivière Obatogamau  
Adresse du site: Rivière Obatogamau  
Votre # de commande: 2014-0151-15

## RAPPORT ASSURANCE QUALITÉ

| Lot     | AQ/CQ | Init | Type CQ            | Groupe                       | Date Analysé | Valeur | Réc | UNITÉS |
|---------|-------|------|--------------------|------------------------------|--------------|--------|-----|--------|
| 1352270 | ALE   |      | Blanc fortifié     | Matières en suspension (MES) | 2014/08/25   |        | 99  | %      |
| 1352270 | ALE   |      | Blanc fortifié DUP | Matières en suspension (MES) | 2014/08/25   |        | 100 | %      |
| 1352270 | ALE   |      | Blanc de méthode   | Matières en suspension (MES) | 2014/08/25   | <0.2   |     | mg/L   |
| 1352505 | NS    |      | MRC                | Aluminium (Al)               | 2014/08/26   |        | 108 | %      |
|         |       |      |                    | Arsenic (As)                 | 2014/08/26   |        | 112 | %      |
|         |       |      |                    | Cadmium (Cd)                 | 2014/08/26   |        | 110 | %      |
|         |       |      |                    | Calcium (Ca)                 | 2014/08/26   |        | 106 | %      |
|         |       |      |                    | Cuivre (Cu)                  | 2014/08/26   |        | 112 | %      |
|         |       |      |                    | Fer (Fe)                     | 2014/08/26   |        | 110 | %      |
|         |       |      |                    | Magnésium (Mg)               | 2014/08/26   |        | 113 | %      |
|         |       |      |                    | Nickel (Ni)                  | 2014/08/26   |        | 112 | %      |
|         |       |      |                    | Plomb (Pb)                   | 2014/08/26   |        | 109 | %      |
|         |       |      |                    | Zinc (Zn)                    | 2014/08/26   |        | 109 | %      |
| 1352505 | NS    |      | Blanc fortifié     | Aluminium (Al)               | 2014/08/26   |        | 99  | %      |
|         |       |      |                    | Arsenic (As)                 | 2014/08/26   |        | 101 | %      |
|         |       |      |                    | Cadmium (Cd)                 | 2014/08/26   |        | 101 | %      |
|         |       |      |                    | Calcium (Ca)                 | 2014/08/26   |        | 100 | %      |
|         |       |      |                    | Cuivre (Cu)                  | 2014/08/26   |        | 101 | %      |
|         |       |      |                    | Fer (Fe)                     | 2014/08/26   |        | 101 | %      |
|         |       |      |                    | Magnésium (Mg)               | 2014/08/26   |        | 102 | %      |
|         |       |      |                    | Nickel (Ni)                  | 2014/08/26   |        | 102 | %      |
|         |       |      |                    | Plomb (Pb)                   | 2014/08/26   |        | 101 | %      |
|         |       |      |                    | Zinc (Zn)                    | 2014/08/26   |        | 100 | %      |
| 1352505 | NS    |      | Blanc de méthode   | Aluminium (Al)               | 2014/08/26   | <10    |     | ug/L   |
|         |       |      |                    | Arsenic (As)                 | 2014/08/26   | <1.0   |     | ug/L   |
|         |       |      |                    | Cadmium (Cd)                 | 2014/08/26   | <0.20  |     | ug/L   |
|         |       |      |                    | Calcium (Ca)                 | 2014/08/26   | <500   |     | ug/L   |
|         |       |      |                    | Cuivre (Cu)                  | 2014/08/26   | <1.0   |     | ug/L   |
|         |       |      |                    | Dureté totale (CaCO3)        | 2014/08/26   | <1000  |     | ug/L   |
|         |       |      |                    | Fer (Fe)                     | 2014/08/26   | <60    |     | ug/L   |
|         |       |      |                    | Magnésium (Mg)               | 2014/08/26   | <100   |     | ug/L   |
|         |       |      |                    | Nickel (Ni)                  | 2014/08/26   | <2.0   |     | ug/L   |
|         |       |      |                    | Plomb (Pb)                   | 2014/08/26   | <0.50  |     | ug/L   |
|         |       |      |                    | Zinc (Zn)                    | 2014/08/26   | <7.0   |     | ug/L   |

MRC: Un échantillon de concentration connue préparé dans des conditions rigoureuses par un organisme externe. Utilisé pour vérifier la justesse de la méthode.

Blanc fortifié: Un blanc, d'une matrice exempte de contaminants, auquel a été ajouté une quantité connue d'analyte provenant généralement d'une deuxième source. Utilisé pour évaluer la précision de la méthode.

Blanc de méthode: Une partie aliquote de matrice pure soumise au même processus analytique que les échantillons, du prétraitement au dosage. Sert à évaluer toutes contaminations du laboratoire.

Réc = Récupération



Dossier Maxxam: B451192  
Date du rapport: 2014/08/27

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
Votre # du projet: Rivière Obatogamau  
Adresse du site: Rivière Obatogamau  
Votre # de commande: 2014-0151-15

## PAGE DES SIGNATURES DE VALIDATION

Les résultats analytiques ainsi que les données de contrôle-qualité contenus dans ce rapport furent vérifiés et validés par les personnes suivantes:

53-54



David Provencher, B.Sc., Chimiste, Québec

53-54

Karyn Vaucher  
Membre OCQ #2011-004

Karyn Vaucher

---

Maxxam a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation non autorisée de la signature électronique et emploie les «signataires» requis, conformément à la section 5.10.2 de la norme ISO/CEI 17025:2005(E). Veuillez vous référer à la page des signatures de validation pour obtenir les détails des validations pour chaque division.

Votre # du projet: B451219  
Votre # Bordereau: N/A

**Attention: Martine Bergeron**

Maxxam Analytics  
Sainte-Foy to Bedford  
2690 Dalton Ave  
Sainte-Foy, QC  
CANADA G1P3S4

**Date du rapport: 2014/09/04**  
# Rapport: R3144604  
Version: 1

**CERTIFICAT D'ANALYSES**

**# DE DOSSIER MAXXAM: B4F5102**

**Reçu: 2014/08/26, 10:35**

Matrice: Sol  
Nombre d'échantillons reçus: 1

| Analyses                                | Date de l' |            | Date       | Méthode de laboratoire | (référence) |
|-----------------------------------------|------------|------------|------------|------------------------|-------------|
|                                         | Quantité   | extraction |            |                        |             |
| Particle size in solids (pipette&sieve) | 1          | N/A        | 2014/09/04 | ATL SOP 00012          |             |

\* Les données brutes sont utilisées pour le calcul du RPD (% d'écart relatif). L'arrondissement des résultats finaux peut expliquer la variation apparente.

clé de cryptage

Veuillez adresser toute question concernant ce certificat d'analyse à votre chargé(e) de projets  
Melissa DiPinto,  
Courriel: mdipinto@maxxam.ca  
Téléphone (902) 420-0203

=====

Maxxam a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation non autorisée de la signature électronique et emploie les <<signataires>> requis, conformément à la section 5.10.2 de la norme ISO/CEI 17025:2005(E). Veuillez vous référer à la page des signatures de validation pour obtenir les détails des validations pour chaque division.

Dossier Maxxam: B4F5102  
Date du rapport: 2014/09/04

Maxxam Analytics  
Votre # du projet: B451219

### RÉSULTATS D'ANALYSES POUR LES ÉCHANTILLONS DE SOL

|                                     |           |                     |      |         |
|-------------------------------------|-----------|---------------------|------|---------|
| Identification Maxxam               |           | XH2688              |      |         |
| Date d'échantillonnage              |           | 2014/08/19<br>13:00 |      |         |
| # Bordereau                         |           | N/A                 |      |         |
|                                     | Unités de | Z54354-02R \ 4      | LDR  | Lot CQ  |
| <b>INORGANIQUES</b>                 |           |                     |      |         |
| < -1 Phi (2 mm)                     | %         | 100                 | 0.10 | 3730238 |
| < 0 Phi (1 mm)                      | %         | 100                 | 0.10 | 3730238 |
| < +1 Phi (0.5 mm)                   | %         | 99                  | 0.10 | 3730238 |
| < +2 Phi (0.25 mm)                  | %         | 95                  | 0.10 | 3730238 |
| < +3 Phi (0.12 mm)                  | %         | 63                  | 0.10 | 3730238 |
| < +4 Phi (0.062 mm)                 | %         | 43                  | 0.10 | 3730238 |
| < +5 Phi (0.031 mm)                 | %         | 27                  | 0.10 | 3730238 |
| < +6 Phi (0.016 mm)                 | %         | 19                  | 0.10 | 3730238 |
| < +7 Phi (0.0078 mm)                | %         | 9.4                 | 0.10 | 3730238 |
| < +8 Phi (0.0039 mm)                | %         | 7.0                 | 0.10 | 3730238 |
| < +9 Phi (0.0020 mm)                | %         | 4.7                 | 0.10 | 3730238 |
| Gravier                             | %         | <0.10               | 0.10 | 3730238 |
| Sable                               | %         | 57                  | 0.10 | 3730238 |
| Vase                                | %         | 36                  | 0.10 | 3730238 |
| Argile                              | %         | 7.0                 | 0.10 | 3730238 |
| LDR = limite de détection rapportée |           |                     |      |         |
| Lot CQ = Lot Contrôle Qualité       |           |                     |      |         |

Dossier Maxxam: B4F5102  
Date du rapport: 2014/09/04

Maxxam Analytics  
Votre # du projet: B451219

### REMARQUES GÉNÉRALES

Each temperature is the average of up to three cooler temperatures taken at receipt

|           |        |
|-----------|--------|
| Package 1 | 11.3°C |
|-----------|--------|

Sample integrity compromised due to a tear in the sample bag causing potential loss of sample.

**Les résultats s'appliquent seulement pour les paramètres analysés.**

Dossier Maxxam: B4F5102  
Date du rapport: 2014/09/04

Maxxam Analytics  
Votre # du projet: B451219

## RAPPORT ASSURANCE QUALITÉ

| Lot                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Lot | Init | Type CQ | Groupe  | Date Analysé | Valeur | Réc | Unités de | Limites CQ |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------|---------|---------|--------------|--------|-----|-----------|------------|
| 3730238                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | SLT | RPD  |         | Gravier | 2014/09/04   | NC     |     | %         | 35         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |      |         | Sable   | 2014/09/04   | 30     |     | %         | 35         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |      |         | Vase    | 2014/09/04   | 0.34   |     | %         | 35         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |      |         | Argile  | 2014/09/04   | 0.64   |     | %         | 35         |
| <p>Duplicata: Deux parties aliquotes distinctes obtenues à partir d'un même échantillon et soumises en même temps au même processus analytique du prétraitement au dosage. Les duplicatas servent à vérifier la variance de la mesure.</p> <p>NC (RPD des duplicatas) : La RPD des duplicatas n'a pu être calculée. La concentration dans l'échantillon et/ou le duplicata était insuffisante pour permettre un calcul fiable (l'un des échantillons ou les deux &lt; 5x LDR)</p> <p>Réc = Récupération</p> |     |      |         |         |              |        |     |           |            |



Dossier Maxxam: B4F5102  
Date du rapport: 2014/09/04

Maxxam Analytics  
Votre # du projet: B451219

## PAGE DES SIGNATURES DE VALIDATION

Les résultats analytiques ainsi que les données de contrôle-qualité contenus dans ce rapport furent vérifiés et validés par les personnes suivantes:

53-54

Mike MacGillivray

---

Maxxam a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation non autorisée de la signature électronique et emploie les <<signataires>> requis, conformément à la section 5.10.2 de la norme ISO/CEI 17025:2005(E). Veuillez vous référer à la page des signatures de validation pour obtenir les détails des validations pour chaque division.

**Attention: Alexandre Couturier-Dubé**

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
Restauration des sites miniers  
5700, 4e Avenue Ouest  
local C318  
Québec, QC  
CANADA G1H 6R1

Votre # de commande: 2014-0151-15  
Votre # du projet: Rivière Obatogamau  
No. de site: Rivière Obatogamau  
Adresse du site: Rivière Obatogamau  
Votre # Bordereau: 111419-01-01

**Date du rapport: 2014/10/15**

# Rapport: R1931344

Version: 2 - Révisé

**CERTIFICAT D'ANALYSE – RÉVISÉ**

**# DE DOSSIER MAXXAM: B451219**

**Reçu: 2014/08/21, 09:00**

Matrice: SÉDIMENT  
Nombre d'échantillons reçus: 5

| Analyses                             | Quantité | Date de l' extraction | Date Analysé | Méthode de laboratoire | Référence Primaire |
|--------------------------------------|----------|-----------------------|--------------|------------------------|--------------------|
| Métaux extractibles totaux*          | 5        | 2014/08/22            | 2014/08/22   | QUE SOP-00132          | MA 200-Mét 1.2     |
| Azote ammoniacal (1)*                | 1        | 2014/08/25            | 2014/08/25   | STL SOP-00040          | MMA300-N 2.0 R1 m  |
| pH*                                  | 1        | 2014/08/25            | 2014/08/25   | QUE SOP-00103          | MA. 100- pH 1.1    |
| Granulométrie et sédimentométrie (2) | 1        | N/A                   | N/A          |                        |                    |
| Carbone organique total (1)**        | 1        | 2014/08/25            | 2014/08/26   | STL SOP-00068          | MA310-CS 1.0 R3 m  |

Notez: Les données brutes sont utilisées pour le calcul du RPD (% d'écart relatif). L'arrondissement des résultats finaux peut expliquer la variation apparente.

(1) Cette analyse a été effectuée par Maxxam -Ville St. Laurent

(2) Cette analyse a été effectuée par Maxxam Analytics - Bedford

\* Maxxam détient l'accréditation pour cette analyse selon le programme du MDDELCC.

\*\* Maxxam ne détient pas l'accréditation pour cette analyse selon le programme du MDDELCC.

**clé de cryptage**

Veuillez adresser toute question concernant ce certificat d'analyse à votre chargé(e) de projets

Martine Bergeron, Chargée de projets

Courriel: M.Bergeron@maxxam.ca

Téléphone (418)658-5784 Ext:245

=====

Maxxam a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation non autorisée de la signature électronique et emploie les «signataires» requis, conformément à la section 5.10.2 de la norme ISO/CEI 17025:2005(E). Veuillez vous référer à la page des signatures de validation pour obtenir les détails des validations pour chaque division.

Dossier Maxxam: B451219  
Date du rapport: 2014/10/15

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
Votre # du projet: Rivière Obatogamau  
Adresse du site: Rivière Obatogamau  
Votre # de commande: 2014-0151-15

### MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (SÉDIMENT)

| ID Maxxam                           |        |     |     |      | Z54354              | Z54364              | Z54365              | Z54366              | Z54367              |     |         |
|-------------------------------------|--------|-----|-----|------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----|---------|
| Date d'échantillonnage              |        |     |     |      | 2014/08/19<br>13:00 | 2014/08/19<br>12:00 | 2014/08/19<br>12:00 | 2014/08/19<br>12:00 | 2014/08/19<br>12:00 |     |         |
| # Bordereau                         |        |     |     |      | 111419-01-01        | 111419-01-01        | 111419-01-01        | 111419-01-01        | 111419-01-01        |     |         |
|                                     | UNITÉS | A   | B   | C    | 4                   | 3C                  | 9                   | 10                  | Z                   | LDR | Lot CQ  |
| % HUMIDITÉ                          | %      | -   | -   | -    | 28                  | N/A                 | N/A                 | N/A                 | N/A                 | N/A | N/A     |
| <b>MÉTAUX</b>                       |        |     |     |      |                     |                     |                     |                     |                     |     |         |
| Aluminium (Al)                      | mg/kg  | -   | -   | -    | 5100                | 9100                | 3800                | 5900                | 8700                | 20  | 1351129 |
| Arsenic (As)                        | mg/kg  | 6   | 30  | 50   | 4                   | 26                  | <2                  | 5                   | 23                  | 2   | 1351129 |
| Cadmium (Cd)                        | mg/kg  | 1.5 | 5   | 20   | 0.2                 | 0.5                 | <0.2                | 0.2                 | 0.4                 | 0.2 | 1351129 |
| Cuivre (Cu)                         | mg/kg  | 40  | 100 | 500  | 150                 | 490                 | 50                  | 220                 | 430                 | 1   | 1351129 |
| Fer (Fe)                            | mg/kg  | -   | -   | -    | 12000               | 30000               | 7500                | 15000               | 27000               | 10  | 1351129 |
| Nickel (Ni)                         | mg/kg  | 50  | 100 | 500  | 11                  | 21                  | 8                   | 13                  | 20                  | 1   | 1351129 |
| Plomb (Pb)                          | mg/kg  | 50  | 500 | 1000 | <5                  | 11                  | <5                  | 5                   | 10                  | 5   | 1351129 |
| Zinc (Zn)                           | mg/kg  | 110 | 500 | 1500 | 39                  | 91                  | 18                  | 50                  | 86                  | 5   | 1351129 |
| LDR = Limite de détection rapportée |        |     |     |      |                     |                     |                     |                     |                     |     |         |
| Lot CQ = Lot contrôle qualité       |        |     |     |      |                     |                     |                     |                     |                     |     |         |
| N/A = Non Applicable                |        |     |     |      |                     |                     |                     |                     |                     |     |         |

| ID Maxxam                           |        |     |     |      | Z54367               |     |         |
|-------------------------------------|--------|-----|-----|------|----------------------|-----|---------|
| Date d'échantillonnage              |        |     |     |      | 2014/08/19<br>12:00  |     |         |
| # Bordereau                         |        |     |     |      | 111419-01-01         |     |         |
|                                     | UNITÉS | A   | B   | C    | Z<br>Dup. de<br>Lab. | LDR | Lot CQ  |
| <b>MÉTAUX</b>                       |        |     |     |      |                      |     |         |
| Aluminium (Al)                      | mg/kg  | -   | -   | -    | 8900                 | 20  | 1351129 |
| Arsenic (As)                        | mg/kg  | 6   | 30  | 50   | 23                   | 2   | 1351129 |
| Cadmium (Cd)                        | mg/kg  | 1.5 | 5   | 20   | 0.4                  | 0.2 | 1351129 |
| Cuivre (Cu)                         | mg/kg  | 40  | 100 | 500  | 460                  | 1   | 1351129 |
| Fer (Fe)                            | mg/kg  | -   | -   | -    | 29000                | 10  | 1351129 |
| Nickel (Ni)                         | mg/kg  | 50  | 100 | 500  | 20                   | 1   | 1351129 |
| Plomb (Pb)                          | mg/kg  | 50  | 500 | 1000 | 11                   | 5   | 1351129 |
| Zinc (Zn)                           | mg/kg  | 110 | 500 | 1500 | 89                   | 5   | 1351129 |
| LDR = Limite de détection rapportée |        |     |     |      |                      |     |         |
| Lot CQ = Lot contrôle qualité       |        |     |     |      |                      |     |         |

Dossier Maxxam: B451219  
Date du rapport: 2014/10/15

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
Votre # du projet: Rivière Obatogamau  
Adresse du site: Rivière Obatogamau  
Votre # de commande: 2014-0151-15

### PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (SÉDIMENT)

|                                     |               |                     |            |               |
|-------------------------------------|---------------|---------------------|------------|---------------|
| <b>ID Maxxam</b>                    |               | Z54354              |            |               |
| <b>Date d'échantillonnage</b>       |               | 2014/08/19<br>13:00 |            |               |
| <b># Bordereau</b>                  |               | 111419-01-01        |            |               |
|                                     | <b>UNITÉS</b> | <b>4</b>            | <b>LDR</b> | <b>Lot CQ</b> |
| % HUMIDITÉ                          | %             | 28                  | N/A        | N/A           |
| <b>CONVENTIONNELS</b>               |               |                     |            |               |
| Azote ammoniacal (N-NH3)            | mg/kg         | <20                 | 20         | 1352124       |
| Carbone organique total             | % g/g         | 0.8                 | 0.5        | 1352205       |
| pH                                  | pH            | 6.96                | N/A        | 1352328       |
| LDR = Limite de détection rapportée |               |                     |            |               |
| Lot CQ = Lot contrôle qualité       |               |                     |            |               |
| N/A = Non Applicable                |               |                     |            |               |

Dossier Maxxam: B451219  
Date du rapport: 2014/10/15

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
Votre # du projet: Rivière Obatogamau  
Adresse du site: Rivière Obatogamau  
Votre # de commande: 2014-0151-15

## REMARQUES GÉNÉRALES

État des échantillons à l'arrivée: BON

Tous les résultats sont calculés sur une base sèche excepté lorsque non-applicable.

Rév 1 Ré-émission du certificat suite à la demande du client reçue par courriel le 2014-10-15, corriger l'identification de l'échantillon Z54367 nommé 2 par Z

A,B,C: Ces critères proviennent de l'Annexe 2 de la « Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés ». Pour les analyses de métaux(et métalloïdes) dans les sols, le critère A désigne la « Teneur de fond Secteur Basses-Terres du Saint-Laurent ».

A,B-eau souterraine: A=Critère pour fin de consommation; B=Critère pour la résurgence dans les eaux de surface ou infiltration dans les égouts. Ces références ne sont rapportées qu'à titre indicatif et ne doivent être interprétées dans aucun autre contexte.

- = Ce composé ne fait pas parti de la réglementation.

### MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (SÉDIMENT)

Veuillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés ni pour la récupération des échantillons de contrôle qualité, ni pour le blanc de méthode.

### PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (SÉDIMENT)

Veuillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés ni pour la récupération des échantillons de contrôle qualité, ni pour le blanc de méthode.

Les limites de détections indiquées sont multipliées par les facteurs de dilution utilisés pour l'analyse des échantillons.

Veuillez noter que le résultat de TOC inclut le carbone graphitique

**Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour analyse**



Dossier Maxxam: B451219  
Date du rapport: 2014/10/15

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
Votre # du projet: Rivière Obatogamau  
Adresse du site: Rivière Obatogamau  
Votre # de commande: 2014-0151-15

## RAPPORT ASSURANCE QUALITÉ

| Lot     | AQ/CQ | Init             | Type CQ | Groupe                   | Date Analysé | Valeur | Réc | UNITÉS |
|---------|-------|------------------|---------|--------------------------|--------------|--------|-----|--------|
| 1351129 | NS    | MRC              |         | Aluminium (Al)           | 2014/08/22   |        | 101 | %      |
|         |       |                  |         | Arsenic (As)             | 2014/08/22   |        | 101 | %      |
|         |       |                  |         | Cadmium (Cd)             | 2014/08/22   |        | 107 | %      |
|         |       |                  |         | Cuivre (Cu)              | 2014/08/22   |        | 104 | %      |
|         |       |                  |         | Fer (Fe)                 | 2014/08/22   |        | 100 | %      |
|         |       |                  |         | Nickel (Ni)              | 2014/08/22   |        | 112 | %      |
|         |       |                  |         | Plomb (Pb)               | 2014/08/22   |        | 101 | %      |
|         |       |                  |         | Zinc (Zn)                | 2014/08/22   |        | 98  | %      |
| 1351129 | NS    | Blanc fortifié   |         | Aluminium (Al)           | 2014/08/22   |        | 101 | %      |
|         |       |                  |         | Arsenic (As)             | 2014/08/22   |        | 100 | %      |
|         |       |                  |         | Cadmium (Cd)             | 2014/08/22   |        | 105 | %      |
|         |       |                  |         | Cuivre (Cu)              | 2014/08/22   |        | 103 | %      |
|         |       |                  |         | Fer (Fe)                 | 2014/08/22   |        | 109 | %      |
|         |       |                  |         | Nickel (Ni)              | 2014/08/22   |        | 109 | %      |
|         |       |                  |         | Plomb (Pb)               | 2014/08/22   |        | 102 | %      |
|         |       |                  |         | Zinc (Zn)                | 2014/08/22   |        | 98  | %      |
| 1351129 | NS    | Blanc de méthode |         | Aluminium (Al)           | 2014/08/22   | <20    |     | mg/kg  |
|         |       |                  |         | Arsenic (As)             | 2014/08/22   | <2     |     | mg/kg  |
|         |       |                  |         | Cadmium (Cd)             | 2014/08/22   | <0.2   |     | mg/kg  |
|         |       |                  |         | Cuivre (Cu)              | 2014/08/22   | <1     |     | mg/kg  |
|         |       |                  |         | Fer (Fe)                 | 2014/08/22   | <10    |     | mg/kg  |
|         |       |                  |         | Nickel (Ni)              | 2014/08/22   | <1     |     | mg/kg  |
|         |       |                  |         | Plomb (Pb)               | 2014/08/22   | <5     |     | mg/kg  |
|         |       |                  |         | Zinc (Zn)                | 2014/08/22   | <5     |     | mg/kg  |
| 1352124 | DKH   | MRC              |         | Azote ammoniacal (N-NH3) | 2014/08/25   |        | 83  | %      |
| 1352124 | DKH   | Blanc fortifié   |         | Azote ammoniacal (N-NH3) | 2014/08/25   |        | 100 | %      |
| 1352124 | DKH   | Blanc de méthode |         | Azote ammoniacal (N-NH3) | 2014/08/25   | <5     |     | mg/kg  |
| 1352205 | DKH   | MRC              |         | Carbone organique total  | 2014/08/26   |        | 108 | %      |
| 1352205 | DKH   | Blanc de méthode |         | Carbone organique total  | 2014/08/26   | <0.5   |     | % g/g  |
| 1352328 | FTN   | Blanc fortifié   |         | pH                       | 2014/08/25   |        | 100 | %      |

MRC: Un échantillon de concentration connue préparé dans des conditions rigoureuses par un organisme externe. Utilisé pour vérifier la justesse de la méthode.

Blanc fortifié: Un blanc, d'une matrice exempte de contaminants, auquel a été ajouté une quantité connue d'analyte provenant généralement d'une deuxième source. Utilisé pour évaluer la précision de la méthode.

Blanc de méthode: Une partie aliquote de matrice pure soumise au même processus analytique que les échantillons, du prétraitement au dosage. Sert à évaluer toutes contaminations du laboratoire.

Réc = Récupération

Dossier Maxxam: B451219  
Date du rapport: 2014/10/15

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
Votre # du projet: Rivière Obatogamau  
Adresse du site: Rivière Obatogamau  
Votre # de commande: 2014-0151-15

## PAGE DES SIGNATURES DE VALIDATION

Les résultats analytiques ainsi que les données de contrôle-qualité contenus dans ce rapport furent vérifiés et validés par les personnes suivantes:

53-54



Dochka Koleva Hristova, B.Sc., Chimiste

53-54



David Provencher, B.Sc., Chimiste, Québec

---

Maxxam a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation non autorisée de la signature électronique et emploie les «signataires» requis, conformément à la section 5.10.2 de la norme ISO/CEI 17025:2005(E). Veuillez vous référer à la page des signatures de validation pour obtenir les détails des validations pour chaque division.

Votre # du projet: B451316  
Votre # Bordereau: N/A

**Attention: Martine Bergeron**

Maxxam Analytics  
Sainte-Foy to Bedford  
2690 Dalton Ave  
Sainte-Foy, QC  
CANADA G1P3S4

**Date du rapport: 2014/09/04**  
# Rapport: R3144606  
Version: 1

**CERTIFICAT D'ANALYSES**

**# DE DOSSIER MAXXAM: B4F5098**

**Reçu: 2014/08/26, 10:35**

Matrice: Sol  
Nombre d'échantillons reçus: 1

| Analyses                                | Date de l' |            | Date       | Méthode de laboratoire | (référence) |
|-----------------------------------------|------------|------------|------------|------------------------|-------------|
|                                         | Quantité   | extraction |            |                        |             |
| Particle size in solids (pipette&sieve) | 1          | N/A        | 2014/09/04 | ATL SOP 00012          |             |

\* Les données brutes sont utilisées pour le calcul du RPD (% d'écart relatif). L'arrondissement des résultats finaux peut expliquer la variation apparente.

clé de cryptage

Veuillez adresser toute question concernant ce certificat d'analyse à votre chargé(e) de projets  
Melissa DiPinto,  
Courriel: mdipinto@maxxam.ca  
Téléphone (902) 420-0203

=====

Maxxam a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation non autorisée de la signature électronique et emploie les <<signataires>> requis, conformément à la section 5.10.2 de la norme ISO/CEI 17025:2005(E). Veuillez vous référer à la page des signatures de validation pour obtenir les détails des validations pour chaque division.

Dossier Maxxam: B4F5098  
Date du rapport: 2014/09/04

Maxxam Analytics  
Votre # du projet: B451316

## RÉSULTATS D'ANALYSES POUR LES ÉCHANTILLONS DE SOL

|                                     |           |                     |      |         |
|-------------------------------------|-----------|---------------------|------|---------|
| Identification Maxxam               |           | XH2677              |      |         |
| Date d'échantillonnage              |           | 2014/08/20<br>16:15 |      |         |
| # Bordereau                         |           | N/A                 |      |         |
|                                     | Unités de | Z54748-02R \ 2      | LDR  | Lot CQ  |
| <b>INORGANIKES</b>                  |           |                     |      |         |
| < -1 Phi (2 mm)                     | %         | 100                 | 0.10 | 3730238 |
| < 0 Phi (1 mm)                      | %         | 100                 | 0.10 | 3730238 |
| < +1 Phi (0.5 mm)                   | %         | 99                  | 0.10 | 3730238 |
| < +2 Phi (0.25 mm)                  | %         | 90                  | 0.10 | 3730238 |
| < +3 Phi (0.12 mm)                  | %         | 68                  | 0.10 | 3730238 |
| < +4 Phi (0.062 mm)                 | %         | 51                  | 0.10 | 3730238 |
| < +5 Phi (0.031 mm)                 | %         | 29                  | 0.10 | 3730238 |
| < +6 Phi (0.016 mm)                 | %         | 18                  | 0.10 | 3730238 |
| < +7 Phi (0.0078 mm)                | %         | 8.8                 | 0.10 | 3730238 |
| < +8 Phi (0.0039 mm)                | %         | 7.0                 | 0.10 | 3730238 |
| < +9 Phi (0.0020 mm)                | %         | 3.9                 | 0.10 | 3730238 |
| Gravier                             | %         | 0.19                | 0.10 | 3730238 |
| Sable                               | %         | 49                  | 0.10 | 3730238 |
| Vase                                | %         | 44                  | 0.10 | 3730238 |
| Argile                              | %         | 7.0                 | 0.10 | 3730238 |
| LDR = limite de détection rapportée |           |                     |      |         |
| Lot CQ = Lot Contrôle Qualité       |           |                     |      |         |

Dossier Maxxam: B4F5098  
Date du rapport: 2014/09/04

Maxxam Analytics  
Votre # du projet: B451316

### REMARQUES GÉNÉRALES

Each temperature is the average of up to three cooler temperatures taken at receipt

|           |        |
|-----------|--------|
| Package 1 | 11.3°C |
|-----------|--------|

**Les résultats s'appliquent seulement pour les paramètres analysés.**



Dossier Maxxam: B4F5098  
Date du rapport: 2014/09/04

Maxxam Analytics  
Votre # du projet: B451316

## RAPPORT ASSURANCE QUALITÉ

| Lot                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Lot | Init | Type CQ | Groupe  | Date Analysé | Valeur | Réc | Unités de | Limites CQ |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------|---------|---------|--------------|--------|-----|-----------|------------|
| 3730238                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | SLT | RPD  |         | Gravier | 2014/09/04   | NC     |     | %         | 35         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |      |         | Sable   | 2014/09/04   | 30     |     | %         | 35         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |      |         | Vase    | 2014/09/04   | 0.34   |     | %         | 35         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |      |         | Argile  | 2014/09/04   | 0.64   |     | %         | 35         |
| <p>Duplicata: Deux parties aliquotes distinctes obtenues à partir d'un même échantillon et soumises en même temps au même processus analytique du prétraitement au dosage. Les duplicatas servent à vérifier la variance de la mesure.</p> <p>NC (RPD des duplicatas) : La RPD des duplicatas n'a pu être calculée. La concentration dans l'échantillon et/ou le duplicata était insuffisante pour permettre un calcul fiable (l'un des échantillons ou les deux &lt; 5x LDR)</p> <p>Réc = Récupération</p> |     |      |         |         |              |        |     |           |            |

Dossier Maxxam: B4F5098  
Date du rapport: 2014/09/04

Maxxam Analytics  
Votre # du projet: B451316

## PAGE DES SIGNATURES DE VALIDATION

Les résultats analytiques ainsi que les données de contrôle-qualité contenus dans ce rapport furent vérifiés et validés par les personnes suivantes:

53-54

Mike MacGillivray

---

Maxxam a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation non autorisée de la signature électronique et emploie les <<signataires>> requis, conformément à la section 5.10.2 de la norme ISO/CEI 17025:2005(E). Veuillez vous référer à la page des signatures de validation pour obtenir les détails des validations pour chaque division.

**Attention: Alexandre Couturier-Dubé**

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
Restauration des sites miniers  
5700, 4e Avenue Ouest  
local C318  
Québec, PQ  
CANADA G1H 6R1

Votre # de commande: 2014-0151-15  
Votre # du projet: Rivière Obatogamau  
No. de site: Rivière Obatogamau  
Adresse du site: Rivière Obatogamau  
Votre # Bordereau: 111419-01-01

**Date du rapport: 2014/09/04**

# Rapport: R1914561

Version: 1

**CERTIFICAT D'ANALYSES**

**# DE DOSSIER MAXXAM: B451316**

Reçu: 2014/08/21, 14:00

Matrice: SÉDIMENT

Nombre d'échantillons reçus: 4

| Analyses                             | Quantité | Date de l' extraction | Date Analysé | Méthode de laboratoire | Référence Primaire |
|--------------------------------------|----------|-----------------------|--------------|------------------------|--------------------|
| Métaux extractibles totaux*          | 4        | 2014/08/27            | 2014/08/27   | QUE SOP-00132          | MA 200-Mét 1.2     |
| Azote ammoniacal (1)*                | 1        | 2014/08/27            | 2014/08/27   | STL SOP-00040          | MMA300-N 2.0 R1 m  |
| pH*                                  | 1        | 2014/08/25            | 2014/08/25   | QUE SOP-00103          | MA. 100- pH 1.1    |
| Granulométrie et sédimentométrie (2) | 1        | N/A                   | N/A          |                        |                    |
| Carbone organique total (1)**        | 1        | 2014/08/27            | 2014/08/28   | STL SOP-00068          | MA310-CS 1.0 R3 m  |
| Solides totaux séchés à 105°C*       | 1        | 2014/08/22            | 2014/08/22   | QUE SOP-00120          | MA. 100 - S.T. 1.1 |

Notez: Les données brutes sont utilisées pour le calcul du RPD (% d'écart relatif). L'arrondissement des résultats finaux peut expliquer la variation apparente.

(1) Cette analyse a été effectuée par Maxxam -Ville St. Laurent

(2) Cette analyse a été effectuée par Maxxam Analytics - Bedford

\* Maxxam détient l'accréditation pour cette analyse selon le programme du MDDELCC.

\*\* Maxxam ne détient pas l'accréditation pour cette analyse selon le programme du MDDELCC.

clé de cryptage

Veuillez adresser toute question concernant ce certificat d'analyse à votre chargé(e) de projets

Martine Bergeron, Chargée de projets

Courriel: MBergeron@maxxam.ca

Téléphone (418)658-5784 Ext:245

=====

Ce rapport a été produit et distribué en utilisant une procédure automatisée sécuritaire.

Maxxam a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation non autorisée de la signature électronique et emploie les «signataires» requis, conformément à la section 5.10.2 de la norme ISO/CEI 17025:2005(E). Veuillez vous référer à la page des signatures de validation pour obtenir les détails des validations pour chaque division.

Dossier Maxxam: B451316  
Date du rapport: 2014/09/04

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
Votre # du projet: Rivière Obatogamau  
Adresse du site: Rivière Obatogamau  
Votre # de commande: 2014-0151-15

### MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (SÉDIMENT)

| ID Maxxam                           |        |     |     |      | Z54737              | Z54746              | Z54747              | Z54748              |     |         |
|-------------------------------------|--------|-----|-----|------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----|---------|
| Date d'échantillonnage              |        |     |     |      | 2014/08/20<br>09:42 | 2014/08/20<br>12:35 | 2014/08/20<br>15:25 | 2014/08/20<br>16:15 |     |         |
| # Bordereau                         |        |     |     |      | 111419-01-01        | 111419-01-01        | 111419-01-01        | 111419-01-01        |     |         |
|                                     | UNITÉS | A   | B   | C    | 3                   | 3B                  | 2B                  | 2                   | LDR | Lot CQ  |
| % HUMIDITÉ                          | %      | -   | -   | -    | N/A                 | N/A                 | N/A                 | 41                  | N/A | N/A     |
| <b>MÉTAUX</b>                       |        |     |     |      |                     |                     |                     |                     |     |         |
| Aluminium (Al)                      | mg/kg  | -   | -   | -    | 3000                | 5400                | 2700                | 16000               | 20  | 1353091 |
| Arsenic (As)                        | mg/kg  | 6   | 30  | 50   | <2                  | 5                   | <2                  | 44                  | 2   | 1353091 |
| Cadmium (Cd)                        | mg/kg  | 1.5 | 5   | 20   | <0.2                | 0.2                 | <0.2                | 1.1                 | 0.2 | 1353091 |
| Cuivre (Cu)                         | mg/kg  | 40  | 100 | 500  | 48                  | 260                 | 36                  | 2500                | 1   | 1353091 |
| Fer (Fe)                            | mg/kg  | -   | -   | -    | 6500                | 18000               | 5700                | 92000               | 10  | 1353091 |
| Nickel (Ni)                         | mg/kg  | 50  | 100 | 500  | 8                   | 13                  | 7                   | 47                  | 1   | 1353091 |
| Plomb (Pb)                          | mg/kg  | 50  | 500 | 1000 | <5                  | <5                  | <5                  | 13                  | 5   | 1353091 |
| Zinc (Zn)                           | mg/kg  | 110 | 500 | 1500 | 24                  | 54                  | 11                  | 220                 | 5   | 1353091 |
| LDR = Limite de détection rapportée |        |     |     |      |                     |                     |                     |                     |     |         |
| Lot CQ = Lot contrôle qualité       |        |     |     |      |                     |                     |                     |                     |     |         |
| N/A = Non Applicable                |        |     |     |      |                     |                     |                     |                     |     |         |

Dossier Maxxam: B451316  
Date du rapport: 2014/09/04

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
Votre # du projet: Rivière Obatogamau  
Adresse du site: Rivière Obatogamau  
Votre # de commande: 2014-0151-15

### PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (SÉDIMENT)

|                                       |               |                     |            |               |
|---------------------------------------|---------------|---------------------|------------|---------------|
| <b>ID Maxxam</b>                      |               | Z54748              |            |               |
| <b>Date d'échantillonnage</b>         |               | 2014/08/20<br>16:15 |            |               |
| <b># Bordereau</b>                    |               | 111419-01-01        |            |               |
|                                       | <b>UNITÉS</b> | <b>2</b>            | <b>LDR</b> | <b>Lot CQ</b> |
| % HUMIDITÉ                            | %             | 41                  | N/A        | N/A           |
| <b>CONVENTIONNELS</b>                 |               |                     |            |               |
| Azote ammoniacal (N-NH <sub>3</sub> ) | mg/kg         | 130                 | 50         | 1353118       |
| Carbone organique total               | % g/g         | 0.9                 | 0.5        | 1353597       |
| pH                                    | pH            | 8.02                | N/A        | 1352328       |
| Solides Totaux                        | % g/g         | 44                  | 0.2        | 1351644       |
| LDR = Limite de détection rapportée   |               |                     |            |               |
| Lot CQ = Lot contrôle qualité         |               |                     |            |               |
| N/A = Non Applicable                  |               |                     |            |               |



Dossier Maxxam: B451316  
Date du rapport: 2014/09/04

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
Votre # du projet: Rivière Obatogamau  
Adresse du site: Rivière Obatogamau  
Votre # de commande: 2014-0151-15

## REMARQUES GÉNÉRALES

État des échantillons à l'arrivée: BON

Tous les résultats sont calculés sur une base sèche excepté lorsque non-applicable.

A,B,C: Ces critères proviennent de l'Annexe 2 de la « Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés ». Pour les analyses de métaux(et métalloïdes) dans les sols, le critère A désigne la « Teneur de fond Secteur Basses-Terres du Saint-Laurent ».

A,B-eau souterraine: A=Critère pour fin de consommation; B=Critère pour la résurgence dans les eaux de surface ou infiltration dans les égouts. Ces références ne sont rapportées qu'à titre indicatif et ne doivent être interprétées dans aucun autre contexte.

- = Ce composé ne fait pas parti de la réglementation.

### MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (SÉDIMENT)

Veuillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés ni pour la récupération des échantillons de contrôle qualité, ni pour le blanc de méthode.

### PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (SÉDIMENT)

Veuillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés ni pour la récupération des échantillons de contrôle qualité, ni pour le blanc de méthode.

Les limites de détections indiquées sont multipliées par les facteurs de dilution utilisés pour l'analyse des échantillons.

Veuillez noter que le résultat de TOC inclut le carbone graphitique.

**Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour analyse**

Dossier Maxxam: B451316  
Date du rapport: 2014/09/04

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
Votre # du projet: Rivière Obatogamau  
Adresse du site: Rivière Obatogamau  
Votre # de commande: 2014-0151-15

## RAPPORT ASSURANCE QUALITÉ

| Lot     |      |                  |                          |              |        |     |        |
|---------|------|------------------|--------------------------|--------------|--------|-----|--------|
| AQ/CQ   | Init | Type CQ          | Groupe                   | Date Analysé | Valeur | Réc | UNITÉS |
| 1351644 | CG0  | Blanc fortifié   | Solides Totaux           | 2014/08/22   |        | 113 | %      |
| 1351644 | CG0  | Blanc de méthode | Solides Totaux           | 2014/08/22   | <0.2   |     | % g/g  |
| 1352328 | FTN  | Blanc fortifié   | pH                       | 2014/08/25   |        | 100 | %      |
| 1353091 | NS   | MRC              | Aluminium (Al)           | 2014/08/27   |        | 88  | %      |
|         |      |                  | Arsenic (As)             | 2014/08/27   |        | 99  | %      |
|         |      |                  | Cadmium (Cd)             | 2014/08/27   |        | 101 | %      |
|         |      |                  | Cuivre (Cu)              | 2014/08/27   |        | 102 | %      |
|         |      |                  | Fer (Fe)                 | 2014/08/27   |        | 102 | %      |
|         |      |                  | Nickel (Ni)              | 2014/08/27   |        | 107 | %      |
|         |      |                  | Plomb (Pb)               | 2014/08/27   |        | 107 | %      |
|         |      |                  | Zinc (Zn)                | 2014/08/27   |        | 98  | %      |
| 1353091 | NS   | Blanc fortifié   | Aluminium (Al)           | 2014/08/27   |        | 103 | %      |
|         |      |                  | Arsenic (As)             | 2014/08/27   |        | 91  | %      |
|         |      |                  | Cadmium (Cd)             | 2014/08/27   |        | 103 | %      |
|         |      |                  | Cuivre (Cu)              | 2014/08/27   |        | 101 | %      |
|         |      |                  | Fer (Fe)                 | 2014/08/27   |        | 113 | %      |
|         |      |                  | Nickel (Ni)              | 2014/08/27   |        | 102 | %      |
|         |      |                  | Plomb (Pb)               | 2014/08/27   |        | 102 | %      |
|         |      |                  | Zinc (Zn)                | 2014/08/27   |        | 94  | %      |
| 1353091 | NS   | Blanc de méthode | Aluminium (Al)           | 2014/08/27   | <20    |     | mg/kg  |
|         |      |                  | Arsenic (As)             | 2014/08/27   | <2     |     | mg/kg  |
|         |      |                  | Cadmium (Cd)             | 2014/08/27   | <0.2   |     | mg/kg  |
|         |      |                  | Cuivre (Cu)              | 2014/08/27   | <1     |     | mg/kg  |
|         |      |                  | Fer (Fe)                 | 2014/08/27   | <10    |     | mg/kg  |
|         |      |                  | Nickel (Ni)              | 2014/08/27   | <1     |     | mg/kg  |
|         |      |                  | Plomb (Pb)               | 2014/08/27   | <5     |     | mg/kg  |
|         |      |                  | Zinc (Zn)                | 2014/08/27   | <5     |     | mg/kg  |
| 1353118 | FS   | Blanc fortifié   | Azote ammoniacal (N-NH3) | 2014/08/27   |        | 90  | %      |
| 1353118 | FS   | Blanc de méthode | Azote ammoniacal (N-NH3) | 2014/08/27   | <5     |     | mg/kg  |
| 1353597 | VB   | MRC              | Carbone organique total  | 2014/08/28   |        | 102 | %      |
| 1353597 | VB   | Blanc de méthode | Carbone organique total  | 2014/08/28   | <0.5   |     | % g/g  |

MRC: Un échantillon de concentration connue préparé dans des conditions rigoureuses par un organisme externe. Utilisé pour vérifier la justesse de la méthode.

Blanc fortifié: Un blanc, d'une matrice exempte de contaminants, auquel a été ajouté une quantité connue d'analyte provenant généralement d'une deuxième source. Utilisé pour évaluer la précision de la méthode.

Blanc de méthode: Une partie aliquote de matrice pure soumise au même processus analytique que les échantillons, du prétraitement au dosage. Sert à évaluer toutes contaminations du laboratoire.

Réc = Récupération

Dossier Maxxam: B451316  
Date du rapport: 2014/09/04

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
Votre # du projet: Rivière Obatogamau  
Adresse du site: Rivière Obatogamau  
Votre # de commande: 2014-0151-15

## PAGE DES SIGNATURES DE VALIDATION

Les résultats analytiques ainsi que les données de contrôle-qualité contenus dans ce rapport furent vérifiés et validés par les personnes suivantes:

53-54



Dochka Koleva Hristo, B.Sc., Chimiste

53-54



David Provencher, B.Sc., Chimiste, Québec

53-54



Veronic Beausejour, B.Sc., Chimiste, Superviseur

---

Maxxam a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation non autorisée de la signature électronique et emploie les «signataires» requis, conformément à la section 5.10.2 de la norme ISO/CEI 17025:2005(E). Veuillez vous référer à la page des signatures de validation pour obtenir les détails des validations pour chaque division.

**Attention: Alexandre Couturier-Dubé**

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
Restauration des sites miniers  
5700, 4e Avenue Ouest  
local C318  
Québec, PQ  
CANADA G1H 6R1

Votre # de commande: 2014-0151-15  
Votre # du projet: Rivière Obatogamau  
No. de site: Rivière Obatogamau  
Adresse du site: Rivière Obatogamau  
Votre # Bordereau: 111417-01-01

**Date du rapport: 2014/08/28**  
# Rapport: R1911707  
Version: 1

**CERTIFICAT D'ANALYSES**

**# DE DOSSIER MAXXAM: B451323**

**Reçu: 2014/08/21, 14:00**

Matrice: EAU  
Nombre d'échantillons reçus: 4

| Analyses                                  | Quantité | Date de l' | Date       | Méthode de laboratoire | Référence Primaire |
|-------------------------------------------|----------|------------|------------|------------------------|--------------------|
|                                           |          | extraction | Analysé    |                        |                    |
| Matières en suspension (1)*               | 4        | 2014/08/25 | 2014/08/25 | STL SOP-00015          | MA104 - S.S. 2.0 m |
| Métaux extractibles totaux(basse limite)* | 4        | 2014/08/26 | 2014/08/26 | LCQ 05.12/ICP-MS       | MA. 200 - Mét. 1.1 |

Notez: Les données brutes sont utilisées pour le calcul du RPD (% d'écart relatif). L'arrondissement des résultats finaux peut expliquer la variation apparente.

(1) Cette analyse a été effectuée par Maxxam -Ville St. Laurent

\* Maxxam détient l'accréditation pour cette analyse selon le programme du MDDELCC.

clé de cryptage

Veuillez adresser toute question concernant ce certificat d'analyse à votre chargé(e) de projets

Martine Bergeron, Chargée de projets

Courriel: MBERGERON@maxxam.ca

Téléphone (418)658-5784 Ext:245

=====

Ce rapport a été produit et distribué en utilisant une procédure automatisée sécuritaire.

Maxxam a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation non autorisée de la signature électronique et emploie les «signataires» requis, conformément à la section 5.10.2 de la norme ISO/CEI 17025:2005(E). Veuillez vous référer à la page des signatures de validation pour obtenir les détails des validations pour chaque division.

Dossier Maxxam: B451323  
Date du rapport: 2014/08/28

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
Votre # du projet: Rivière Obatogamau  
Adresse du site: Rivière Obatogamau  
Votre # de commande: 2014-0151-15

### MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (EAU)

|                                     |               |                     |                     |                     |                     |            |               |
|-------------------------------------|---------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------|---------------|
| <b>ID Maxxam</b>                    |               | Z54791              | Z54792              | Z54793              | Z54794              |            |               |
| <b>Date d'échantillonnage</b>       |               | 2014/08/20<br>09:42 | 2014/08/20<br>12:35 | 2014/08/20<br>15:25 | 2014/08/20<br>16:15 |            |               |
| <b># Bordereau</b>                  |               | 111417-01-01        | 111417-01-01        | 111417-01-01        | 111417-01-01        |            |               |
|                                     | <b>UNITÉS</b> | <b>3</b>            | <b>3B</b>           | <b>2B</b>           | <b>2</b>            | <b>LDR</b> | <b>Lot CQ</b> |
| <b>MÉTAUX ICP-MS</b>                |               |                     |                     |                     |                     |            |               |
| Aluminium (Al)                      | ug/L          | 43                  | 34                  | 40                  | 10                  | 10         | 1352505       |
| Arsenic (As)                        | ug/L          | 1.3                 | 1.8                 | 1.7                 | 1.0                 | 1.0        | 1352505       |
| Cadmium (Cd)                        | ug/L          | <0.20               | <0.20               | <0.20               | <0.20               | 0.20       | 1352505       |
| Calcium (Ca)                        | ug/L          | 43000               | 39000               | 20000               | 150000              | 500        | 1352505       |
| Cuivre (Cu)                         | ug/L          | 8.5                 | 6.1                 | 8.9                 | 21                  | 1.0        | 1352505       |
| Dureté totale (CaCO <sub>3</sub> )  | ug/L          | 170000              | 130000              | 65000               | 440000              | 1000       | 1352505       |
| Fer (Fe)                            | ug/L          | 1000                | 260                 | 220                 | 98                  | 60         | 1352505       |
| Magnésium (Mg)                      | ug/L          | 14000               | 8400                | 3600                | 13000               | 100        | 1352505       |
| Nickel (Ni)                         | ug/L          | <2.0                | <2.0                | <2.0                | <2.0                | 2.0        | 1352505       |
| Plomb (Pb)                          | ug/L          | <0.50               | <0.50               | <0.50               | <0.50               | 0.50       | 1352505       |
| Zinc (Zn)                           | ug/L          | <7.0                | <7.0                | <7.0                | <7.0                | 7.0        | 1352505       |
| LDR = Limite de détection rapportée |               |                     |                     |                     |                     |            |               |
| Lot CQ = Lot contrôle qualité       |               |                     |                     |                     |                     |            |               |



Dossier Maxxam: B451323  
Date du rapport: 2014/08/28

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
Votre # du projet: Rivière Obatogamau  
Adresse du site: Rivière Obatogamau  
Votre # de commande: 2014-0151-15

### PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (EAU)

|                                     |               |                     |                     |                     |                     |            |               |
|-------------------------------------|---------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------|---------------|
| <b>ID Maxxam</b>                    |               | Z54791              | Z54792              | Z54793              | Z54794              |            |               |
| <b>Date d'échantillonnage</b>       |               | 2014/08/20<br>09:42 | 2014/08/20<br>12:35 | 2014/08/20<br>15:25 | 2014/08/20<br>16:15 |            |               |
| <b># Bordereau</b>                  |               | 111417-01-01        | 111417-01-01        | 111417-01-01        | 111417-01-01        |            |               |
|                                     | <b>UNITÉS</b> | <b>3</b>            | <b>3B</b>           | <b>2B</b>           | <b>2</b>            | <b>LDR</b> | <b>Lot CQ</b> |
| <b>CONVENTIONNELS</b>               |               |                     |                     |                     |                     |            |               |
| Matières en suspension (MES)        | mg/L          | 14                  | 4.7                 | 1.3                 | 4.4                 | 0.2        | 1352270       |
| LDR = Limite de détection rapportée |               |                     |                     |                     |                     |            |               |
| Lot CQ = Lot contrôle qualité       |               |                     |                     |                     |                     |            |               |

Dossier Maxxam: B451323  
Date du rapport: 2014/08/28

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
Votre # du projet: Rivière Obatogamau  
Adresse du site: Rivière Obatogamau  
Votre # de commande: 2014-0151-15

## REMARQUES GÉNÉRALES

État des échantillons à l'arrivée: BON

### MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (EAU)

Veillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés ni pour la récupération des échantillons de contrôle qualité, ni pour le blanc de méthode.

### PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (EAU)

Veillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés ni pour la récupération des échantillons de contrôle qualité, ni pour le blanc de méthode.

**Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour analyse**

Dossier Maxxam: B451323  
Date du rapport: 2014/08/28

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
Votre # du projet: Rivière Obatogamau  
Adresse du site: Rivière Obatogamau  
Votre # de commande: 2014-0151-15

## RAPPORT ASSURANCE QUALITÉ

| Lot     | AQ/CQ | Init | Type CQ            | Groupe                       | Date Analysé | Valeur | Réc | UNITÉS |
|---------|-------|------|--------------------|------------------------------|--------------|--------|-----|--------|
| 1352270 | ALE   |      | Blanc fortifié     | Matières en suspension (MES) | 2014/08/25   |        | 99  | %      |
| 1352270 | ALE   |      | Blanc fortifié DUP | Matières en suspension (MES) | 2014/08/25   |        | 100 | %      |
| 1352270 | ALE   |      | Blanc de méthode   | Matières en suspension (MES) | 2014/08/25   | <0.2   |     | mg/L   |
| 1352505 | NS    |      | MRC                | Aluminium (Al)               | 2014/08/26   |        | 108 | %      |
|         |       |      |                    | Arsenic (As)                 | 2014/08/26   |        | 112 | %      |
|         |       |      |                    | Cadmium (Cd)                 | 2014/08/26   |        | 110 | %      |
|         |       |      |                    | Calcium (Ca)                 | 2014/08/26   |        | 106 | %      |
|         |       |      |                    | Cuivre (Cu)                  | 2014/08/26   |        | 112 | %      |
|         |       |      |                    | Fer (Fe)                     | 2014/08/26   |        | 110 | %      |
|         |       |      |                    | Magnésium (Mg)               | 2014/08/26   |        | 113 | %      |
|         |       |      |                    | Nickel (Ni)                  | 2014/08/26   |        | 112 | %      |
|         |       |      |                    | Plomb (Pb)                   | 2014/08/26   |        | 109 | %      |
|         |       |      |                    | Zinc (Zn)                    | 2014/08/26   |        | 109 | %      |
| 1352505 | NS    |      | Blanc fortifié     | Aluminium (Al)               | 2014/08/26   |        | 99  | %      |
|         |       |      |                    | Arsenic (As)                 | 2014/08/26   |        | 101 | %      |
|         |       |      |                    | Cadmium (Cd)                 | 2014/08/26   |        | 101 | %      |
|         |       |      |                    | Calcium (Ca)                 | 2014/08/26   |        | 100 | %      |
|         |       |      |                    | Cuivre (Cu)                  | 2014/08/26   |        | 101 | %      |
|         |       |      |                    | Fer (Fe)                     | 2014/08/26   |        | 101 | %      |
|         |       |      |                    | Magnésium (Mg)               | 2014/08/26   |        | 102 | %      |
|         |       |      |                    | Nickel (Ni)                  | 2014/08/26   |        | 102 | %      |
|         |       |      |                    | Plomb (Pb)                   | 2014/08/26   |        | 101 | %      |
|         |       |      |                    | Zinc (Zn)                    | 2014/08/26   |        | 100 | %      |
| 1352505 | NS    |      | Blanc de méthode   | Aluminium (Al)               | 2014/08/26   | <10    |     | ug/L   |
|         |       |      |                    | Arsenic (As)                 | 2014/08/26   | <1.0   |     | ug/L   |
|         |       |      |                    | Cadmium (Cd)                 | 2014/08/26   | <0.20  |     | ug/L   |
|         |       |      |                    | Calcium (Ca)                 | 2014/08/26   | <500   |     | ug/L   |
|         |       |      |                    | Cuivre (Cu)                  | 2014/08/26   | <1.0   |     | ug/L   |
|         |       |      |                    | Dureté totale (CaCO3)        | 2014/08/26   | <1000  |     | ug/L   |
|         |       |      |                    | Fer (Fe)                     | 2014/08/26   | <60    |     | ug/L   |
|         |       |      |                    | Magnésium (Mg)               | 2014/08/26   | <100   |     | ug/L   |
|         |       |      |                    | Nickel (Ni)                  | 2014/08/26   | <2.0   |     | ug/L   |
|         |       |      |                    | Plomb (Pb)                   | 2014/08/26   | <0.50  |     | ug/L   |
|         |       |      |                    | Zinc (Zn)                    | 2014/08/26   | <7.0   |     | ug/L   |

MRC: Un échantillon de concentration connue préparé dans des conditions rigoureuses par un organisme externe. Utilisé pour vérifier la justesse de la méthode.

Blanc fortifié: Un blanc, d'une matrice exempte de contaminants, auquel a été ajouté une quantité connue d'analyte provenant généralement d'une deuxième source. Utilisé pour évaluer la précision de la méthode.

Blanc de méthode: Une partie aliquote de matrice pure soumise au même processus analytique que les échantillons, du prétraitement au dosage. Sert à évaluer toutes contaminations du laboratoire.

Réc = Récupération

Dossier Maxxam: B451323  
Date du rapport: 2014/08/28

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles  
Votre # du projet: Rivière Obatogamau  
Adresse du site: Rivière Obatogamau  
Votre # de commande: 2014-0151-15

## PAGE DES SIGNATURES DE VALIDATION

Les résultats analytiques ainsi que les données de contrôle-qualité contenus dans ce rapport furent vérifiés et validés par les personnes suivantes:

53-54



David Provencher, B.Sc., Chimiste, Québec

53-54

Karyn Vaucher  
Membre OCQ #2011-004

Karyn Vaucher

---

Maxxam a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation non autorisée de la signature électronique et emploie les «signataires» requis, conformément à la section 5.10.2 de la norme ISO/CEI 17025:2005(E). Veuillez vous référer à la page des signatures de validation pour obtenir les détails des validations pour chaque division.

**Annexe C**  
**Rapports d'analyse**  
**écotoxicologique de 2014**







Ceriodaphnia dubia Bioassay Report

**Project :** B473611-KK3855

**Client :**  
**Company Name :** Maxxam Analytique  
**Location :** Sainte-Foy, PQ

|                      |                      |              |                 |          |        |      |
|----------------------|----------------------|--------------|-----------------|----------|--------|------|
| <b>Sample Data :</b> | Sample Description : | Z54348-02R\2 | Sample Date :   | 14 08 20 | Time : | 1615 |
|                      | Sampling Location :  | N/A          | Date Received : | 14 08 22 | Time : | 0900 |
|                      | Sampling Method :    | Grab         | Bioassay Date : | 14 08 23 | Time : | 1100 |
|                      | Sampled By :         | N/A          | Report Date :   | 14 09 08 |        |      |
|                      | Volume Obtained :    | 8 L          |                 |          |        |      |

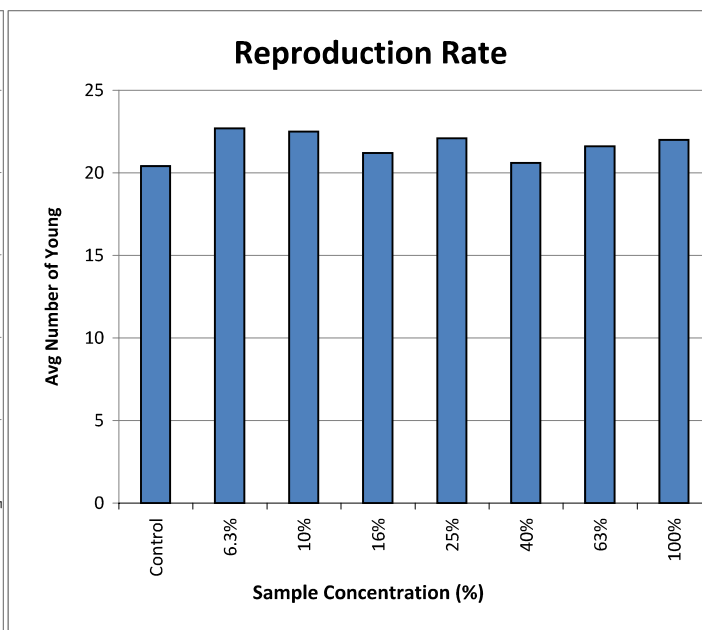
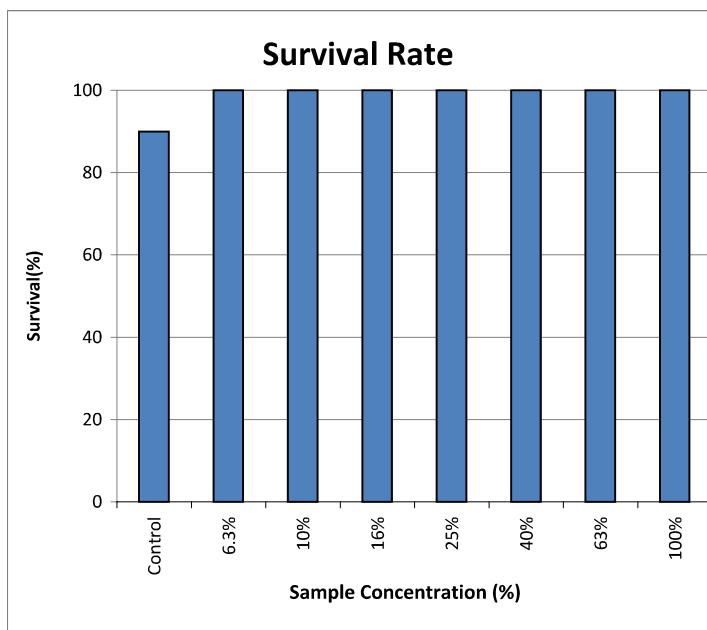
**Test Results :**

**Survival Statistics:**  
LC50 ( 7 day ) : >100%  
95% Confidence Level : N/A  
Method : Linear Interpolation

LC 25 ( 7 day ) : >100%  
95% Confidence Level: N/A  
Method : Linear Interpolation

**Reproduction Statistics:**  
IC 50 ( 7 day ) : >100%  
95% Confidence Level: N/A  
Method : Linear Interpolation

IC 25 ( 7 day ) : >100%  
95% Confidence Level: N/A  
Method : Linear Interpolation



*Note: Results generated with CETIS Statistical Program, and relate only to the items tested.*

Data  
Verified By: **53-54**  
Elizabeth Dowling, Analyst 2

Data & QA/QC  
Reviewed By: **53-54**  
Joshua Baker, Senior Analyst

**Legend:**  
LC50 = Lethal Concentration of sample, in percent, which kills  
50% of test organisms.  
IC50= Inhibitory Concentration of sample in percent, which inhibits  
50% of the reproduction rate of test organisms



Project : B473611-KK3855

### Sample Handling:

Sub-samples Used : Yes - 8 Subsamples  
 Dates Sub-samples Used (YY MM DD): 14 08 23 14 08 24 14 08 25 14 08 26 14 08 27 14 08 28  
 Storage Conditions : 4°C +/- 2°C in darkness  
 Aeration : Yes - 5 Subsamples  
 Sample Prep : None  
 Deviations from Method : None

### Test Method:

as per Environment Canada EPS 1/RM/21 (February 2007 Amendments)

### Location Specific Method:

EENVSOP-00155

Type of Bioassay :

7 Day Static Renewal Chronic Bioassay

Test Species :

*Ceriodaphnia dubia* (single brood)

Initial Source of Test Species :

National Water Research Institute, Burlington, Ontario

Source of organisms in Current Test:

All test organisms used to initiate this test were taken from a series of individual cultures, that originated from the same mass culture.

### Culture Health:

(see Appendix 5 for Raw Data)

Culture Mortality, Previous 7 Days :

0%

Unusual Appearance / Behaviour prior to Test :

None

Mean Number of Neonates /Adult /First 3 Broods:

18.5

Mean Number of Neonates /Adult /First 3 Broods

in 7 days preceding test:

>15

Ephippia, Previous 7 Days :

None

Age of Test Animals :

<24 hours (within 12 hours)

### Test Protocol :

(see Appendices 1, 2, 3 for Raw Data)

Culture Water and Test Dilution Water:

Dilute Mineral Water

Lighting and Photoperiod :

100 - 600 lux; 16±1hr light & 8±1hr dark

Daily Feeding Rate per Daphnid:

0.1 mL YTC and Algae each daily

Size and Material of Test Container :

Fisherbrand 50 x 120 mm disposable glass test tubes, 50 mL capacity

Container Covers :

N/A

Volume and Depth of Test Solution per Container :

15 mL / 50 mm

Concentrations of Test Material :

0, 6.3, 10, 16, 25, 40, 63 and 100%

Number of Neonates per Container :

1

Number of Replicates per Treatment :

10

Volume of Solution per Daphnid :

≥15 mL

Frequency of Solution Replacement :

24 hour Intervals

Hardness Adjustment :

None

pH Adjustment or Filtration :

None

Aeration During Test :

Yes

Controls average ≥15 neonates / First 3 broods:

Yes

Date When 60% of Controls Produced 3 Broods :

14 08 29

Randomization Code:

N/A

Statistical Criteria:

The 4th brood or subsequent broods produced during the test are not included in the final statistical analysis

### Additional Comments:

---

---

---

---


**Appendix 1: Effluent properties at beginning of each 24hr period  
With Behaviour/Mortality Data and Summation Statistics**
**Project : B473611-KK3855**

| Setup        | Effluent Properties Upon Arrival:                                          | Temperature °C | pH  | EC µS cm-1 | Dissolved Oxygen mg/L |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------|-----|------------|-----------------------|
|              |                                                                            | 16.2           | 7.8 | 885        | 9.6                   |
| Analyst: ICD | Effluent Properties Before Aeration (upon temp acclim.):                   | N/A            | N/A | N/A        | N/A                   |
|              | Aeration Time (rate ≈100 bubbles/min/L for max. 20 min. or 40% saturation) | 20 Minutes     |     |            |                       |
|              | After aeration (if required, max. 20 min./100 bubbles/min.)                | N/A            | N/A | N/A        | N/A                   |

| Date and Time                                            | Description             | Chemical Data of Test Concentrations |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                                          |                         | Control                              | 6.3% | 10%  | 16%  | 25%  | 40%  | 63%  | 100% |
| Start<br>14 08 23<br>11:00                               | Temperature °C          | 24.1                                 | 24.3 | 24.4 | 24.4 | 24.3 | 24.3 | 24.4 | 24.4 |
|                                                          | pH                      | 7.8                                  | 7.9  | 7.8  | 7.8  | 7.9  | 7.8  | 7.8  | 7.6  |
|                                                          | Conductivity (µS cm-1)  | 645                                  | 655  | 672  | 673  | 687  | 735  | 811  | 971  |
|                                                          | Dissolved Oxygen (mg/L) | 6.8                                  | 6.9  | 6.7  | 6.4  | 6.9  | 6.7  | 6.7  | 6.6  |
|                                                          | Mortality %             | 0                                    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Day 1<br>14 08 24<br>Time: 11:00<br>Analyst: ED3/CT9     | Temperature °C          | 24.4                                 | 24.5 | 24.4 | 24.4 | 24.3 | 24.2 | 24.1 | 24.2 |
|                                                          | pH                      | 7.8                                  | 7.9  | 7.9  | 8.0  | 8.0  | 7.9  | 7.9  | 7.8  |
|                                                          | Conductivity (µS cm-1)  | 175                                  | 233  | 268  | 320  | 407  | 542  | 742  | 1053 |
|                                                          | Dissolved Oxygen (mg/L) | 7.5                                  | 7.5  | 7.6  | 7.6  | 7.7  | 7.9  | 8.1  | 8.8  |
|                                                          | Mortality %             | 0                                    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Day 2<br>14 08 25<br>Time: 11:08<br>Analyst: ED3/TDO/MHD | Temperature °C          | 24.3                                 | 24.0 | 24.5 | 24.7 | 24.1 | 24.2 | 24.1 | 24.7 |
|                                                          | pH                      | 8.0                                  | 7.9  | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 8.0  | 7.9  | 7.8  |
|                                                          | Conductivity (µS cm-1)  | 169                                  | 223  | 264  | 320  | 406  | 540  | 746  | 1068 |
|                                                          | Dissolved Oxygen (mg/L) | 7.5                                  | 7.7  | 7.6  | 7.7  | 7.8  | 7.9  | 8.1  | 8.6  |
|                                                          | Mortality %             | 0                                    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Day 3<br>14 08 26<br>Time: 11:11<br>Analyst: ED3         | Temperature °C          | 24.4                                 | 24.2 | 24.1 | 24.0 | 24.2 | 24.1 | 24.1 | 24.0 |
|                                                          | pH                      | 7.7                                  | 7.8  | 7.9  | 7.9  | 7.8  | 7.8  | 7.8  | 7.8  |
|                                                          | Conductivity (µS cm-1)  | 170                                  | 226  | 260  | 314  | 398  | 524  | 726  | 1051 |
|                                                          | Dissolved Oxygen (mg/L) | 7.4                                  | 7.6  | 7.7  | 7.7  | 7.6  | 7.9  | 8.0  | 8.6  |
|                                                          | Mortality %             | 0                                    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Day 4<br>14 08 27<br>Time: 11:29<br>Analyst: MHD         | Temperature °C          | 24.2                                 | 24.3 | 24.4 | 24.4 | 24.6 | 24.7 | 25.1 | 25.9 |
|                                                          | pH                      | 7.6                                  | 7.8  | 7.8  | 7.8  | 7.8  | 7.8  | 7.8  | 7.7  |
|                                                          | Conductivity (µS cm-1)  | 173                                  | 228  | 259  | 320  | 416  | 541  | 765  | 1090 |
|                                                          | Dissolved Oxygen (mg/L) | 7.5                                  | 7.6  | 7.6  | 7.7  | 7.8  | 8.0  | 8.3  | 9.2  |
|                                                          | Mortality %             | 0                                    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Day 5<br>14 08 28<br>Time: 11:30<br>Analyst: ICD         | Temperature °C          | 24.5                                 | 24.8 | 24.7 | 24.7 | 24.7 | 24.4 | 24.3 | 24.1 |
|                                                          | pH                      | 7.8                                  | 7.9  | 7.9  | 7.9  | 7.9  | 7.9  | 7.9  | 7.8  |
|                                                          | Conductivity (µS cm-1)  | 170                                  | 229  | 263  | 322  | 409  | 539  | 738  | 1044 |
|                                                          | Dissolved Oxygen (mg/L) | 7.3                                  | 7.4  | 7.5  | 6.9  | 7.4  | 7.8  | 7.7  | 8.6  |
|                                                          | Mortality %             | 10                                   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Day 6<br>14 08 29<br>Time: 11:15<br>Analyst: ICD         | Temperature °C          | 24.5                                 | 24.8 | 24.7 | 24.7 | 24.7 | 24.4 | 24.3 | 24.1 |
|                                                          | pH                      | 7.8                                  | 7.9  | 7.9  | 7.9  | 7.9  | 7.9  | 7.9  | 7.8  |
|                                                          | Conductivity (µS cm-1)  | 170                                  | 229  | 263  | 322  | 409  | 539  | 738  | 1044 |
|                                                          | Dissolved Oxygen (mg/L) | 7.3                                  | 7.4  | 7.5  | 6.9  | 7.4  | 7.8  | 7.7  | 8.6  |
|                                                          | Mortality %             | 10                                   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Day 7<br>14 08 30<br>Time: N/A<br>Analyst: N/A           | Temperature °C          | N/A                                  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  |
|                                                          | pH                      | N/A                                  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  |
|                                                          | Conductivity (µS cm-1)  | N/A                                  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  |
|                                                          | Dissolved Oxygen (mg/L) | N/A                                  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  |
|                                                          | Mortality %             | 0                                    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Day 8 (if required)<br>14 08 31<br>Analyst: N/A          | Temperature °C          | N/A                                  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  |
|                                                          | pH                      | N/A                                  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  |
|                                                          | Conductivity (µS cm-1)  | N/A                                  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  |
|                                                          | Dissolved Oxygen (mg/L) | N/A                                  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  |
|                                                          | Mortality %             | 0                                    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Final Data                                               | Total of Young          | 204                                  | 227  | 225  | 212  | 221  | 206  | 216  | 220  |
|                                                          | Avg Number of Young     | 20.4                                 | 22.7 | 22.5 | 21.2 | 22.1 | 20.6 | 21.6 | 22.0 |
|                                                          | Total % Mortality       | 10                                   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
|                                                          | Total % Survival        | 90                                   | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
|                                                          |                         |                                      |      |      |      |      |      |      |      |

**Appendix 2: Effluent properties at end of each 24hr period**

Project : B473611-KK3855

| Time                         | Description             | Chemical Data of Test Concentrations |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|                              |                         | Control                              | 6.3% | 10%  | 16%  | 25%  | 40%  | 63%  | 100% |
| After Start Date<br>14 08 24 | Temperature °C          | 25.4                                 | 25.4 | 25.1 | 25.1 | 24.9 | 24.7 | 24.5 | 24.2 |
|                              | pH                      | 7.6                                  | 7.7  | 7.8  | 7.8  | 7.8  | 7.9  | 7.9  | 8.0  |
|                              | Conductivity (µS cm-1)  | 187                                  | 245  | 279  | 333  | 418  | 547  | 740  | 1036 |
|                              | Dissolved Oxygen (mg/L) | 6.5                                  | 6.5  | 6.5  | 6.5  | 6.5  | 6.5  | 6.5  | 6.6  |
| After Day 1<br>14 08 25      | Temperature °C          | 25.4                                 | 25.6 | 25.3 | 25.4 | 25.2 | 25.0 | 24.8 | 24.6 |
|                              | pH                      | 7.5                                  | 7.6  | 7.7  | 7.8  | 7.8  | 7.8  | 8.0  | 8.0  |
|                              | Conductivity (µS cm-1)  | 181                                  | 239  | 274  | 326  | 411  | 542  | 735  | 1035 |
|                              | Dissolved Oxygen (mg/L) | 6.4                                  | 6.4  | 6.4  | 6.5  | 6.5  | 6.6  | 6.6  | 6.7  |
| After Day 2<br>14 08 26      | Temperature °C          | 25.2                                 | 25.1 | 24.9 | 24.7 | 24.4 | 24.3 | 24.0 | 24.6 |
|                              | pH                      | 7.4                                  | 7.5  | 7.6  | 7.6  | 7.6  | 7.7  | 7.8  | 7.8  |
|                              | Conductivity (µS cm-1)  | 174                                  | 232  | 266  | 317  | 404  | 529  | 725  | 1034 |
|                              | Dissolved Oxygen (mg/L) | 6.2                                  | 6.3  | 6.3  | 6.3  | 6.3  | 6.4  | 6.5  | 6.6  |
| After Day 3<br>14 08 27      | Temperature °C          | 25.3                                 | 25.3 | 25.0 | 25.2 | 24.8 | 24.3 | 24.2 | 24.1 |
|                              | pH                      | 7.2                                  | 7.4  | 7.4  | 7.5  | 7.5  | 7.6  | 7.6  | 7.7  |
|                              | Conductivity (µS cm-1)  | 175                                  | 233  | 266  | 319  | 400  | 519  | 714  | 1031 |
|                              | Dissolved Oxygen (mg/L) | 6.0                                  | 6.2  | 6.0  | 6.0  | 6.0  | 6.1  | 6.1  | 6.1  |
| After Day 4<br>14 08 28      | Temperature °C          | 25.0                                 | 25.0 | 24.6 | 24.5 | 24.7 | 24.3 | 24.3 | 24.3 |
|                              | pH                      | 7.2                                  | 7.3  | 7.4  | 7.5  | 7.5  | 7.6  | 7.6  | 7.7  |
|                              | Conductivity (µS cm-1)  | 176                                  | 230  | 260  | 319  | 410  | 523  | 731  | 1027 |
|                              | Dissolved Oxygen (mg/L) | 5.8                                  | 5.8  | 5.7  | 5.8  | 5.7  | 5.8  | 5.8  | 5.6  |
| After Day 5<br>14 08 29      | Temperature °C          | 25.4                                 | 25.4 | 25.0 | 24.9 | 24.9 | 24.7 | 24.6 | 24.4 |
|                              | pH                      | 7.1                                  | 7.2  | 7.3  | 7.3  | 7.4  | 7.5  | 7.6  | 7.7  |
|                              | Conductivity (µS cm-1)  | 174                                  | 233  | 264  | 317  | 413  | 541  | 734  | 1040 |
|                              | Dissolved Oxygen (mg/L) | 5.7                                  | 5.7  | 5.5  | 5.4  | 5.3  | 5.3  | 5.2  | 5.5  |
| After Day 6<br>14 08 30      | Temperature °C          | N/A                                  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  |
|                              | pH                      | N/A                                  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  |
|                              | Conductivity (µS cm-1)  | N/A                                  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  |
|                              | Dissolved Oxygen (mg/L) | N/A                                  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  |
| After Day 7<br>14 08 31      | Temperature °C          | N/A                                  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  |
|                              | pH                      | N/A                                  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  |
|                              | Conductivity (µS cm-1)  | N/A                                  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  |
|                              | Dissolved Oxygen (mg/L) | N/A                                  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  | N/A  |





**Appendix 3:**

**Raw Data for Test Mortality and Reproduction**

**Project : B473611-KK3855**

| Control              |     |   |   |    |    |    |   |   |                                   |
|----------------------|-----|---|---|----|----|----|---|---|-----------------------------------|
| Replicate            | Day |   |   |    |    |    |   |   | Total #<br>Young                  |
|                      | 1   | 2 | 3 | 4  | 5  | 6  | 7 | 8 |                                   |
| 1                    | 0   | 0 | 0 | 4  | 10 | 11 |   |   | 25                                |
| 2                    | 0   | 0 | 0 | 2  | X  |    |   |   | 2                                 |
| 3                    | 0   | 0 | 0 | 5  | 12 | 6  |   |   | 23                                |
| 4                    | 0   | 0 | 0 | 6  | 9  | 0  |   |   | 15                                |
| 5                    | 0   | 0 | 0 | 6  | 9  | 9  |   |   | 24                                |
| 6                    | 0   | 0 | 0 | 6  | 12 | 12 |   |   | 30                                |
| 7                    | 0   | 0 | 0 | 6  | 9  | 10 |   |   | 25                                |
| 8                    | 0   | 0 | 0 | 4  | 6  | 5  |   |   | 15                                |
| 9                    | 0   | 0 | 0 | 5  | 10 | 9  |   |   | 24                                |
| 10                   | 0   | 0 | 0 | 5  | 8  | 8  |   |   | 21                                |
| Total<br>Young / Day | 0   | 0 | 0 | 49 | 85 | 70 | 0 | 0 | Total Stats<br>avg=20.4<br>sd=7.9 |
| % Mort./<br>Day      | 0   | 0 | 0 | 0  | 10 | 0  | 0 | 0 | Total % Mort<br>10                |

| 6.3%                 |     |   |   |    |    |    |   |   |                                   |
|----------------------|-----|---|---|----|----|----|---|---|-----------------------------------|
| Replicate            | Day |   |   |    |    |    |   |   | Total #<br>Young                  |
|                      | 1   | 2 | 3 | 4  | 5  | 6  | 7 | 8 |                                   |
| 1                    | 0   | 0 | 0 | 5  | 9  | 11 |   |   | 25                                |
| 2                    | 0   | 0 | 0 | 5  | 8  | 8  |   |   | 21                                |
| 3                    | 0   | 0 | 0 | 4  | 12 | 8  |   |   | 24                                |
| 4                    | 0   | 0 | 0 | 6  | 14 | 6  |   |   | 26                                |
| 5                    | 0   | 0 | 0 | 5  | 8  | 8  |   |   | 21                                |
| 6                    | 0   | 0 | 0 | 5  | 10 | 12 |   |   | 27                                |
| 7                    | 0   | 0 | 0 | 6  | 9  | 8  |   |   | 23                                |
| 8                    | 0   | 0 | 0 | 5  | 7  | 8  |   |   | 20                                |
| 9                    | 0   | 0 | 0 | 6  | 7  | 9  |   |   | 22                                |
| 10                   | 0   | 0 | 0 | 6  | 6  | 6  |   |   | 18                                |
| Total<br>Young / Day | 0   | 0 | 0 | 53 | 90 | 84 | 0 | 0 | Total Stats<br>avg=22.7<br>sd=2.8 |
| % Mort./<br>Day      | 0   | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | Total % Mort<br>0                 |

| 10%                  |     |   |   |    |    |    |   |   |                                   |
|----------------------|-----|---|---|----|----|----|---|---|-----------------------------------|
| Replicate            | Day |   |   |    |    |    |   |   | Total<br>Young                    |
|                      | 1   | 2 | 3 | 4  | 5  | 6  | 7 | 8 |                                   |
| 1                    | 0   | 0 | 0 | 4  | 9  | 12 |   |   | 25                                |
| 2                    | 0   | 0 | 0 | 5  | 10 | 8  |   |   | 23                                |
| 3                    | 0   | 0 | 0 | 6  | 10 | 8  |   |   | 24                                |
| 4                    | 0   | 0 | 0 | 6  | 9  | 6  |   |   | 21                                |
| 5                    | 0   | 0 | 0 | 4  | 8  | 8  |   |   | 20                                |
| 6                    | 0   | 0 | 0 | 6  | 12 | 9  |   |   | 27                                |
| 7                    | 0   | 0 | 0 | 6  | 8  | 8  |   |   | 22                                |
| 8                    | 0   | 0 | 0 | 6  | 6  | 7  |   |   | 19                                |
| 9                    | 0   | 0 | 0 | 5  | 12 | 12 |   |   | 29                                |
| 10                   | 0   | 0 | 0 | 6  | 9  | 0  |   |   | 15                                |
| Total<br>Young / Day | 0   | 0 | 0 | 54 | 93 | 78 | 0 | 0 | Total Stats<br>avg=22.5<br>sd=4.1 |
| % Mort./<br>Day      | 0   | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | Total % Mort<br>0                 |

| 16%                  |     |   |   |    |    |    |   |   |                                 |
|----------------------|-----|---|---|----|----|----|---|---|---------------------------------|
| Replicate            | Day |   |   |    |    |    |   |   | Total<br>Young                  |
|                      | 1   | 2 | 3 | 4  | 5  | 6  | 7 | 8 |                                 |
| 1                    | 0   | 0 | 0 | 4  | 8  | 8  |   |   | 20                              |
| 2                    | 0   | 0 | 0 | 5  | 8  | 7  |   |   | 20                              |
| 3                    | 0   | 0 | 0 | 4  | 4  | 9  |   |   | 17                              |
| 4                    | 0   | 0 | 0 | 5  | 8  | 9  |   |   | 22                              |
| 5                    | 0   | 0 | 0 | 5  | 8  | 7  |   |   | 20                              |
| 6                    | 0   | 0 | 0 | 6  | 8  | 14 |   |   | 28                              |
| 7                    | 0   | 0 | 0 | 7  | 6  | 8  |   |   | 21                              |
| 8                    | 0   | 0 | 0 | 6  | 6  | 12 |   |   | 24                              |
| 9                    | 0   | 0 | 0 | 6  | 8  | 6  |   |   | 20                              |
| 10                   | 0   | 0 | 0 | 4  | 8  | 8  |   |   | 20                              |
| Total<br>Young / Day | 0   | 0 | 0 | 52 | 72 | 88 | 0 | 0 | Total Stats<br>avg=21.2<br>sd=3 |
| % Mort./<br>Day      | 0   | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | Total % Mort<br>0               |

**Legend:**

X - Dead Adult

M - Missing/Lost Adult



**Appendix 3:**  
**(Continued)**

**Raw Data for Test Mortality and Reproduction**

**Project : B473611-KK3855**

| 25%               |     |   |   |    |    |    |   |   |                                   |
|-------------------|-----|---|---|----|----|----|---|---|-----------------------------------|
| Replicate         | Day |   |   |    |    |    |   |   | Total Young                       |
|                   | 1   | 2 | 3 | 4  | 5  | 6  | 7 | 8 |                                   |
| 1                 | 0   | 0 | 0 | 6  | 8  | 12 |   |   | 26                                |
| 2                 | 0   | 0 | 0 | 2  | 9  | 14 |   |   | 25                                |
| 3                 | 0   | 0 | 0 | 6  | 4  | 4  |   |   | 14                                |
| 4                 | 0   | 0 | 0 | 6  | 10 | 8  |   |   | 24                                |
| 5                 | 0   | 0 | 0 | 6  | 12 | 10 |   |   | 28                                |
| 6                 | 0   | 0 | 0 | 6  | 8  | 12 |   |   | 26                                |
| 7                 | 0   | 0 | 0 | 6  | 6  | 8  |   |   | 20                                |
| 8                 | 0   | 0 | 0 | 6  | 4  | 8  |   |   | 18                                |
| 9                 | 0   | 0 | 0 | 6  | 4  | 12 |   |   | 22                                |
| 10                | 0   | 0 | 0 | 4  | 4  | 10 |   |   | 18                                |
| Total Young / Day | 0   | 0 | 0 | 54 | 69 | 98 | 0 | 0 | Total Stats<br>avg=22.1<br>sd=4.5 |
| % Mort./ Day      | 0   | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | Total % Mort<br>0                 |

| 40%               |     |   |   |    |    |    |   |   |                                   |
|-------------------|-----|---|---|----|----|----|---|---|-----------------------------------|
| Replicate         | Day |   |   |    |    |    |   |   | Total Young                       |
|                   | 1   | 2 | 3 | 4  | 5  | 6  | 7 | 8 |                                   |
| 1                 | 0   | 0 | 0 | 4  | 8  | 12 |   |   | 24                                |
| 2                 | 0   | 0 | 0 | 0  | 12 | 10 |   |   | 22                                |
| 3                 | 0   | 0 | 0 | 5  | 10 | 8  |   |   | 23                                |
| 4                 | 0   | 0 | 0 | 5  | 8  | 12 |   |   | 25                                |
| 5                 | 0   | 0 | 0 | 6  | 10 | 9  |   |   | 25                                |
| 6                 | 0   | 0 | 0 | 5  | 8  | 16 |   |   | 29                                |
| 7                 | 0   | 0 | 0 | 0  | 9  | 4  |   |   | 13                                |
| 8                 | 0   | 0 | 0 | 4  | 6  | 8  |   |   | 18                                |
| 9                 | 0   | 0 | 0 | 7  | 8  | 12 |   |   | 27                                |
| 10                | M   |   |   |    |    |    |   |   | 0                                 |
| Total Young / Day | 0   | 0 | 0 | 36 | 79 | 91 | 0 | 0 | Total Stats<br>avg=20.6<br>sd=8.6 |
| % Mort./ Day      | 0   | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | Total % Mort<br>0                 |

| 63%               |     |   |   |    |    |    |   |   |                                   |
|-------------------|-----|---|---|----|----|----|---|---|-----------------------------------|
| Replicate         | Day |   |   |    |    |    |   |   | Total Young                       |
|                   | 1   | 2 | 3 | 4  | 5  | 6  | 7 | 8 |                                   |
| 1                 | 0   | 0 | 0 | 5  | 10 | 12 |   |   | 27                                |
| 2                 | 0   | 0 | 5 | 0  | 11 | 14 |   |   | 30                                |
| 3                 | 0   | 0 | 0 | 5  | 6  | 14 |   |   | 25                                |
| 4                 | 0   | 0 | 0 | 6  | 13 | 0  |   |   | 19                                |
| 5                 | 0   | 0 | 0 | 7  | 9  | 14 |   |   | 30                                |
| 6                 | 0   | 0 | 0 | 6  | 8  | 6  |   |   | 20                                |
| 7                 | 0   | 0 | 0 | 6  | 8  | 8  |   |   | 22                                |
| 8                 | 0   | 0 | 0 | 8  | 2  | 4  |   |   | 14                                |
| 9                 | 0   | 0 | 0 | 5  | 8  | 0  |   |   | 13                                |
| 10                | 0   | 0 | 0 | 4  | 8  | 4  |   |   | 16                                |
| Total Young / Day | 0   | 0 | 5 | 52 | 83 | 76 | 0 | 0 | Total Stats<br>avg=21.6<br>sd=6.3 |
| % Mort./ Day      | 0   | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | Total % Mort<br>0                 |

| 100%              |     |   |   |    |    |    |   |   |                                 |
|-------------------|-----|---|---|----|----|----|---|---|---------------------------------|
| Replicate         | Day |   |   |    |    |    |   |   | Total Young                     |
|                   | 1   | 2 | 3 | 4  | 5  | 6  | 7 | 8 |                                 |
| 1                 | 0   | 0 | 0 | 6  | 10 | 8  |   |   | 24                              |
| 2                 | 0   | 0 | 4 | 0  | 8  | 6  |   |   | 18                              |
| 3                 | 0   | 0 | 0 | 6  | 8  | 11 |   |   | 25                              |
| 4                 | 0   | 0 | 0 | 6  | 12 | 12 |   |   | 30                              |
| 5                 | 0   | 0 | 0 | 6  | 8  | 6  |   |   | 20                              |
| 6                 | 0   | 0 | 0 | 3  | 2  | 10 |   |   | 15                              |
| 7                 | 0   | 0 | 0 | 8  | 6  | 6  |   |   | 20                              |
| 8                 | 0   | 0 | 0 | 5  | 6  | 10 |   |   | 21                              |
| 9                 | 0   | 0 | 0 | 6  | 12 | 16 |   |   | 34                              |
| 10                | 0   | 0 | 0 | 5  | 6  | 2  |   |   | 13                              |
| Total Young / Day | 0   | 0 | 4 | 51 | 78 | 87 | 0 | 0 | Total Stats<br>avg=22<br>sd=6.5 |
| % Mort./ Day      | 0   | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | Total % Mort<br>0               |

**Legend:**

X - Dead Adult

M - Missing/Lost Adult



# Appendix 4:

# Results of Seven Day NaCl Reference Bioassay

Project :

B473611-KK3855

The reference toxicant is conducted under the same experimental conditions as the definitive testing.

## Survival Statistics:

### Current

LC50 ( 7 day ) : 2.00 g/L

95% Confidence Level: 1.62, 2.59

Method : Linear Interpolation

Date Initiated : 08/27/2014

### Historical

Geometric Mean : 1.76 g/L

Warning Limits : 1.14, 2.71

Method : Shewart

## Reproduction Statistics:

### Current

IC50 ( 7 day ) : 1.11 g/L

95% Confidence Level: 1.04, 1.18

Method : Linear Interpolation

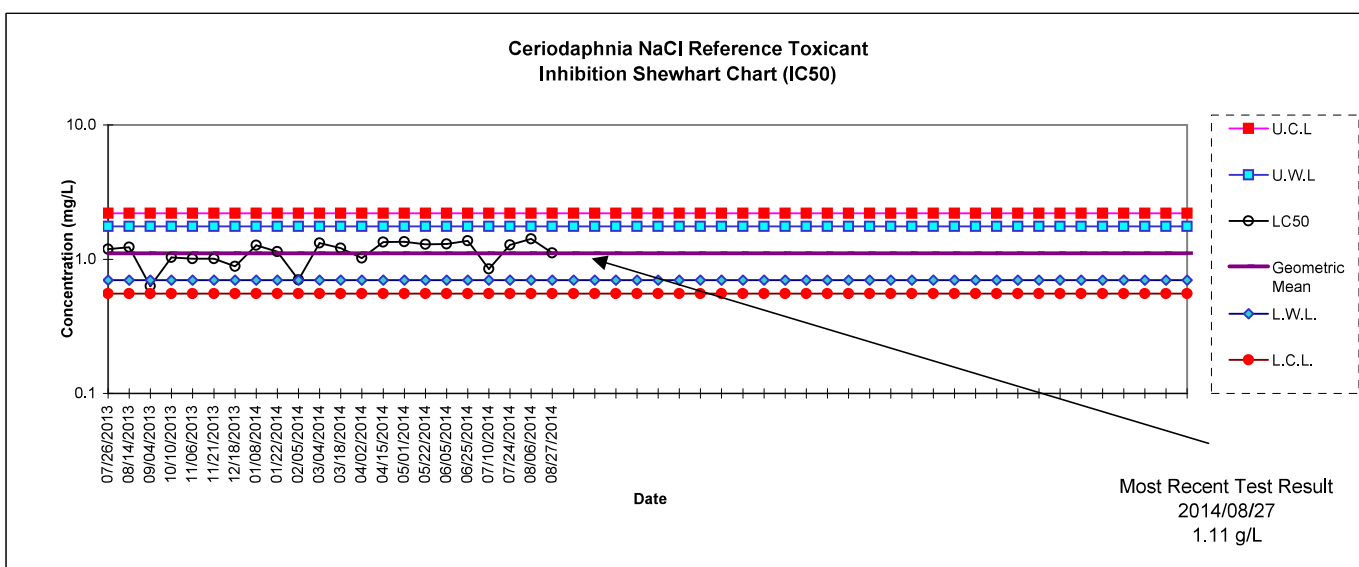
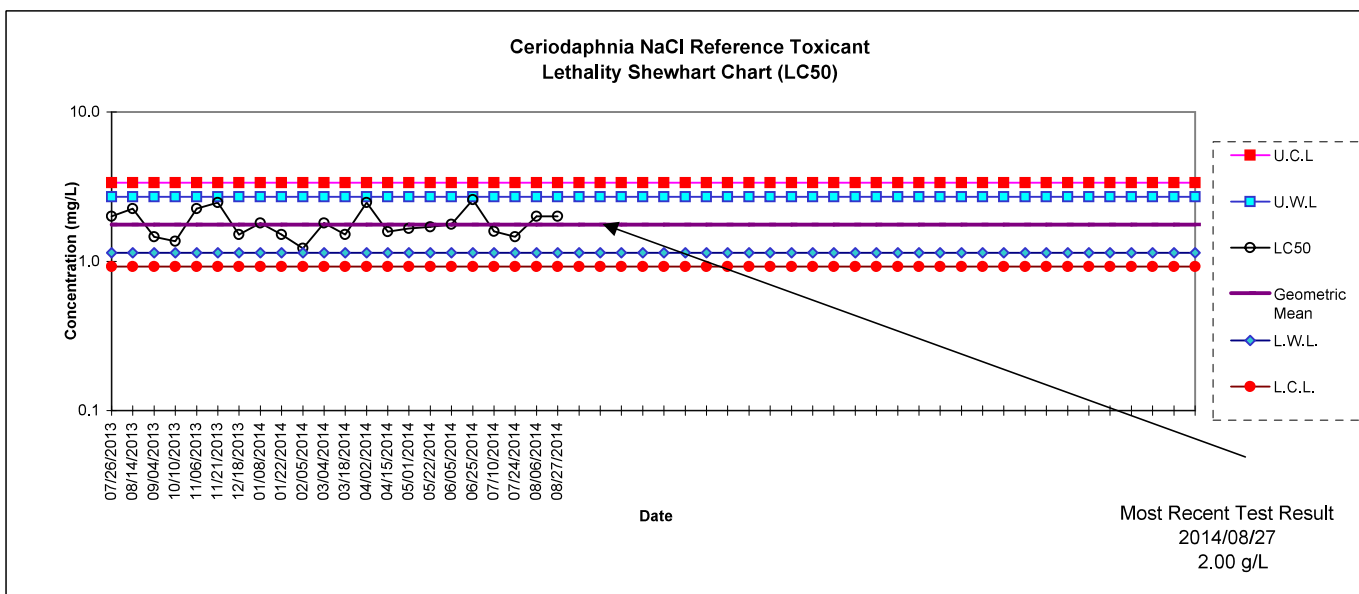
Date Initiated : 08/27/2014

### Historical

Geometric Mean : 1.11 g/L

Warning Limits : 0.699, 1.75

Method : Shewart



Appendix 5: Ceriodaphnia dubia 14+ Day Culture Health Raw Data Sheet

Culture

Start Date : 2014/08/13B

Finish Date : 08/24/2014

Start Time : 12:05

FinishTime : 9:35

Set up Tech Initials : CT9

Organism lot # : CD121106 (HT140805A)

Brood Size

| Culturing Date: |    | 14-Aug | 15-Aug | 16-Aug | 17-Aug | 18-Aug | 19-Aug | 20-Aug | 20-Aug | 21-Aug | 21-Aug | 22-Aug | 22-Aug | 23-Aug |  |  |  |  |    |
|-----------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|--|--|--|----|
| Start Time :    |    | 9:55   | 9:15   | 15:25  | 9:13   | 11:35  | 15:40  | 15:36  | 21:38  | 8:28   | 14:56  | 17:30  | 9:30   |        |  |  |  |  |    |
| Row A 1         |    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |  |  |  |    |
|                 | 1  | 0      | 0      | 0      | 0      | 4      | 6      | 7      | 0      | 0      | 0      | 8      | 0      | 0      |  |  |  |  | 17 |
|                 | 2  | 0      | 0      | 2      | 0      | 6      | 8      | 11     | 0      | 0      | 0      | 12     | 16     |        |  |  |  |  | 16 |
|                 | 3  | 0      | 0      | 3      | 0      | 4      | 6      | 10     | 0      | 0      | 0      | 12     | 14     |        |  |  |  |  | 13 |
|                 | 4  | 0      | 0      | 3      | 0      | 6      | 7      | 9      | 0      | 0      | 0      | 11     | 11     |        |  |  |  |  | 16 |
|                 | 5  | 0      | 0      | 4      | 0      | 8      | 5      | 12     | 0      | 0      | 0      | 10     | 14     |        |  |  |  |  | 17 |
|                 | 6  | 0      | 0      | 6      | 0      | 8      | 9      | 13     | 0      | 0      | 0      | 8      | 14     |        |  |  |  |  | 23 |
|                 | 7  | 0      | 0      | 4      | 0      | 5      | 11     | 13     | 0      | 0      | 0      | 8      | 17     |        |  |  |  |  | 20 |
|                 | 8  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 7      | 11     | 0      | 0      | 0      | 10     | 16     |        |  |  |  |  | 18 |
|                 | 9  | 0      | 0      | 4      | 0      | 9      | 9      | 12     | 0      | 0      | 0      | 12     | 16     |        |  |  |  |  | 22 |
|                 | 10 | 0      | 0      | 6      | 0      | 8      | 9      | 8      | 0      | 0      | 0      | 9      | 14     |        |  |  |  |  | 23 |
| Row B 1         |    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |  |  |  |    |
|                 | 1  | 0      | 0      | 0      | 4      | 2      | 4      | 0      | 5      | 0      | 0      | 5      | 0      |        |  |  |  |  | 10 |
|                 | 2  | 0      | 0      | 5      | 0      | 5      | 6      | 11     | 0      | 0      | 0      | 7      | 16     |        |  |  |  |  | 16 |
|                 | 3  | 0      | 0      | 6      | 0      | 9      | 8      | 11     | 0      | 0      | 0      | 12     | 18     |        |  |  |  |  | 23 |
|                 | 4  | 0      | 0      | 0      | 0      | 6      | 9      | 0      | 0      | 14     | 0      | 8      | 0      |        |  |  |  |  | 29 |
|                 | 5  | 0      | 0      | 3      | 0      | 3      | 9      | 12     | 0      | 0      | 0      | 10     | 18     |        |  |  |  |  | 15 |
|                 | 6  | 0      | 0      | 0      | 7      | 5      | 6      | 11     | 0      | 0      | 0      | 12     | 17     |        |  |  |  |  | 18 |
|                 | 7  | 0      | 0      | 4      | 0      | 6      | 9      | 10     | 0      | 0      | 0      | 12     | 13     |        |  |  |  |  | 19 |
|                 | 8  | 0      | 0      | 4      | 0      | 6      | 7      | 8      | 0      | 0      | 0      | 12     | 16     |        |  |  |  |  | 17 |
|                 | 9  | 0      | 0      | 0      | 4      | 0      | 7      | 8      | 0      | 7      | 0      | 4      | 0      |        |  |  |  |  | 19 |
|                 | 10 | 0      | 0      | 5      | 0      | 8      | 11     | 12     | 0      | 0      | 0      | 8      | 0      |        |  |  |  |  | 24 |
| Row C 1         |    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |  |  |  |    |
|                 | 1  | 0      | 0      | 4      | 0      | 8      | 5      | 14     | 0      | 0      | 0      | 12     | 22     |        |  |  |  |  | 17 |
|                 | 2  | 0      | 0      | 0      | 4      | 6      | 7      | 10     | 0      | 0      | 0      | 5      | 10     |        |  |  |  |  | 17 |
|                 | 3  | 0      | 0      | 7      | 0      | 6      | 7      | 12     | 0      | 0      | 0      | 8      | 14     |        |  |  |  |  | 20 |
|                 | 4  | 0      | 0      | 4      | 0      | 3      | 8      | 9      | 0      | 0      | 0      | 6      | 11     |        |  |  |  |  | 15 |
|                 | 5  | 0      | 0      | 3      | 0      | 8      | 7      | 12     | 0      | 0      | 0      | 8      | 8      |        |  |  |  |  | 18 |
|                 | 6  | 0      | 0      | 3      | 0      | 4      | 7      | 9      | 0      | 0      | 0      | 12     | 14     |        |  |  |  |  | 14 |
|                 | 7  | 0      | 0      | 0      | 6      | 0      | 0      | 13     | 0      | 13     | 0      | 12     | 0      |        |  |  |  |  | 32 |
|                 | 8  | 0      | 0      | 5      | 0      | 8      | 8      | 11     | 0      | 0      | 0      | 8      | 14     |        |  |  |  |  | 21 |
|                 | 9  | 0      | 0      | 5      | 2      | 8      | 7      | 12     | 0      | 0      | 0      | 10     | 16     |        |  |  |  |  | 15 |
|                 | 10 | 0      | 0      | 4      | 0      | 12     | 5      | 12     | 0      | 0      | 0      | 8      | 12     |        |  |  |  |  | 21 |

Total Young in First 3 Broods  
by day 8

| Culturing Date: |  | 14-Aug | 15-Aug | 16-Aug | 17-Aug | 18-Aug | 19-Aug | 20-Aug | 20-Aug | 21-Aug | 21-Aug | 22-Aug | 23-Aug |     |      |
|-----------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|------|
| Start Time :    |  | 10:05  | 9:24   | 15:40  | 9:29   | 11:55  | 15:51  | 15:53  | 21:40  | 8:39   | 14:58  | 17:30  | 10:00  |     |      |
| Row D           |  | 1      | 0      | 3      | 0      | 7      | 9      | 10     | 0      | 0      | 0      | 12     | 16     |     | 19   |
|                 |  | 2      | 0      | 3      | 0      | 6      | 8      | 11     | 0      | 2      | 0      | 8      | 14     |     | 17   |
|                 |  | 3      | 0      | 5      | 0      | 10     | 10     | 12     | 0      | 0      | 0      | 12     | 12     |     | 25   |
|                 |  | 4      | 0      | 5      | 0      | 4      | 12     | 11     | 0      | 0      | 0      | 12     | 13     |     | 21   |
|                 |  | 5      | 0      | 5      | 0      | 6      | 10     | 14     | 0      | 0      | 0      | 9      | 14     |     | 21   |
|                 |  | 6      | 0      | 0      | 6      | 0      | 6      | M      |        |        |        |        |        |     | 12   |
|                 |  | 7      | 0      | 4      | 0      | 6      | 9      | 15     | 0      | 0      | 0      | 11     | 18     |     | 19   |
|                 |  | 8      | 0      | 2      | 0      | 4      | 8      | 9      | 0      | 0      | 0      | 12     | 14     |     | 14   |
|                 |  | 9      | 0      | 5      | 0      | 8      | 5      | 12     | 0      | 0      | 0      | 12     | 16     |     | 18   |
|                 |  | 10     | 0      | 6      | 0      | 6      | 7      | 11     | 0      | 0      | 0      | 16     | 12     |     | 19   |
| Row E           |  | 1      | 0      | 0      | 5      | 3      | 0      | 12     | 0      | 13     | 0      | 12     | 0      |     | 20   |
|                 |  | 2      | 0      | 4      | 0      | 6      | 7      | 8      | 0      | 0      | 0      | 8      | 10     |     | 17   |
|                 |  | 3      | 0      | 5      | 0      | 5      | 8      | 13     | 0      | 0      | 0      | 10     | 16     |     | 18   |
|                 |  | 4      | 0      | 4      | 0      | 5      | 8      | 3      | 0      | 0      | 0      | 12     | 12     |     | 17   |
|                 |  | 5      | 0      | 4      | 0      | 5      | 9      | 13     | 0      | 10     | 0      | 8      | 14     |     | 18   |
|                 |  | 6      | 0      | 4      | 0      | 6      | 6      | 14     | 0      | 0      | 0      | 14     | 14     |     | 16   |
|                 |  | 7      | 0      | 5      | 0      | 7      | 7      | 13     | 0      | 0      | 0      | 8      | 12     |     | 19   |
|                 |  | 8      | 0      | 4      | 0      | 5      | 6      | 13     | 0      | 0      | 0      | 12     | 12     |     | 15   |
|                 |  | 9      | 0      | 4      | 0      | 6      | 9      | 12     | 0      | 0      | 0      | 12     | 8      |     | 19   |
|                 |  | 10     | 0      | 4      | 0      | 9      | 9      | 12     | 0      | 0      | 0      | 8      | 12     |     | 22   |
| Row F           |  | 1      | 0      | 4      | 0      | 9      | 8      | 13     | 0      | 0      | 0      | 14     | 8      |     | 21   |
|                 |  | 2      | 0      | 4      | 0      | 8      | 8      | 13     | 0      | 0      | 0      | 8      | 6      |     | 20   |
|                 |  | 3      | 0      | 5      | 0      | 6      | 8      | 10     | 0      | 0      | 0      | 8      | 12     |     | 19   |
|                 |  | 4      | 0      | 3      | 0      | 7      | 6      | 12     | 0      | 0      | 0      | 8      | 9      |     | 16   |
|                 |  | 5      | 0      | 4      | 0      | 5      | 8      | 14     | 0      | 0      | 0      | 12     | 12     |     | 17   |
|                 |  | 6      | 0      | 4      | 3      | 6      | 5      | 10     | 0      | 0      | 0      | 8      | 12     |     | 13   |
|                 |  | 7      | 0      | 4      | 0      | 6      | 5      | 13     | 0      | 0      | 0      | 8      | 8      |     | 15   |
|                 |  | 8      | 0      | 5      | 0      | 3      | 8      | 12     | 0      | 0      | 0      | 8      | 14     |     | 16   |
|                 |  | 9      | 0      | 8      | 0      | 7      | 6      | 12     | 0      | 0      | 0      | 10     | 8      |     | 21   |
|                 |  | 10     | 0      | 6      | 0      | 3      | 10     | 13     | 0      | 0      | 0      | 12     | 14     |     | 19   |
| Finish Time :   |  | 10:16  | 9:34   | 15:52  | 9:38   | 12:05  | 16:01  | 16:07  | 21:41  | 8:47   | 15:00  | 17:45  | 10:15  | Tot | 1108 |
| Tech :          |  | CT9    | ED3    | MHD    | CT9    | ICD    | ED3    | MHD    | MHD    | ED3    | ED3    | ICD    | ICD    | Avg | 18.5 |

Legend:

- X = Dead  
M = Missing Adult  
S = Small Adult  
P = Pale Adult  
C = Culled/Removed
- On test day:  
Select appropriate neonates as per defined req'ments in EENV SOP-00175.  
and indicate in the brood size entries above which test they will be used for  
by placing a letter according to this legend to the right.  
A number will follow the letter to track which brood is where in the test.  
(ie, A1 is 1st brood in Client A test. Sequential numbering A2, A3, A4 etc)

| Client ID |        | Client ID |  |
|-----------|--------|-----------|--|
| A         | KK3855 | D         |  |
| B         |        | E         |  |
| C         |        | F         |  |

Culture Mortality Records:

|                  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Start Population | 60  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Dead             | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| Missing/Culled   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| Total Number     | 60  | 60  | 60  | 60  | 60  | 59  | 59  | 59  | 59  | 59  | 59  |
| % Mort           |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Daily            | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Prev 7 days      |     |     |     |     |     | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |



---

**Chronic Fathead Minnow Survival and Growth Test Results**  
**Sample Date: August 20, 2014**

**Maxxam Job No. B473729**

| <b>Sample</b>   | <b>Reproduction IC25<br/>(%v/v)</b> | <b>Survival LC50<br/>(%v/v)</b> | <b>TU</b> |
|-----------------|-------------------------------------|---------------------------------|-----------|
| M2 (Z54348-01R) | > 100 (N/A)                         | > 100 (N/A)                     | 1         |

95% confidence limits in parentheses, N/A = not applicable

## Fathead Minnow Test Data Summary

|                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Client Name/Location                                                                                                       | MERN / Quebec, PC                                                                                                                                                                                      |
| Testing Lab/Location                                                                                                       | Maxxam Analytics / Burnaby, BC                                                                                                                                                                         |
| Collection Approach                                                                                                        | 1 grab sample                                                                                                                                                                                          |
| <b>Sample</b>                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                        |
| Maxxam Job No.                                                                                                             | B473729                                                                                                                                                                                                |
| Sample Name                                                                                                                | M2 (Z54348-01R)                                                                                                                                                                                        |
| Information on labelling/coding                                                                                            | See Chain of Custody forms                                                                                                                                                                             |
| Sample collection date (y/m/d)                                                                                             | 2014/Aug/20                                                                                                                                                                                            |
| Date (y/m/d)/time of sample receipt at lab                                                                                 | 2014/Aug/22 @ 09:00                                                                                                                                                                                    |
| <b>Test Organisms Imported from External Supplier</b>                                                                      | The Environment Canada document on the importation of test organisms has been followed (September 1999)                                                                                                |
| Species                                                                                                                    | <i>Pimephales promelas</i>                                                                                                                                                                             |
| Source                                                                                                                     | Aquatic Biosystems Inc., Fort Collins, CO.                                                                                                                                                             |
| Age at start of test                                                                                                       | 25 hour old larvae                                                                                                                                                                                     |
| Unusual appearance, behaviour, or treatment of larvae by supplier before shipping or by lab immediately preceding the test | See Organism History sheet from Aquatic Biosystems Inc., and Acclimation and Holding Conditions sheet.                                                                                                 |
| Swim bladders inflated & actively feeding                                                                                  | Bladders were inflated and larvae were actively feeding                                                                                                                                                |
| Temp. & DO of shipping water immediately before shipped and upon arrival                                                   | See Organism History sheet from Aquatic Biosystems Inc. and Acclimation and Holding Conditions sheet                                                                                                   |
| Acclimation rate & procedure                                                                                               | See Acclimation and Holding Conditions sheet                                                                                                                                                           |
| Culturing conditions                                                                                                       | There were no deviations from test-method-specific "must" requirements for culturing of test organisms, facilities, apparatus used for culturing test organisms, and culture/holding-water conditions. |
| Mortality upon arrival and 24h preceding test                                                                              | See Acclimation and Holding Conditions sheet                                                                                                                                                           |
| <b>Test Conditions &amp; Facilities</b>                                                                                    |                                                                                                                                                                                                        |
| Test method                                                                                                                | EPS 1/RM/22 Second Edition – February 2011<br>BBY2SOP-00002 Fathead Minnow 7 Day Survival and Growth Test                                                                                              |
| Dates or days when subsamples used                                                                                         | See Test Observations sheet                                                                                                                                                                            |
| Date for test start (y/m/d)                                                                                                | 2014/Aug/22                                                                                                                                                                                            |
| Date for test completion (y/m/d)                                                                                           | 2014/Aug/29                                                                                                                                                                                            |

|                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Test vessels                                                                                            | 600mL polypropylene plastic beakers                                                                                                                                                                                           |
| Persons performing test                                                                                 | D. Greschner , N. Blassnitz, M. Brassil, C. Tong, M. O'Toole, M. Thompson                                                                                                                                                     |
| Rate of preaeration                                                                                     | <100 bubbles/min                                                                                                                                                                                                              |
| Duration of preaeration                                                                                 | See "Test Observations" sheet                                                                                                                                                                                                 |
| Duration/rate of aeration during test                                                                   | No aeration                                                                                                                                                                                                                   |
| pH adjustment procedure                                                                                 | No pH adjustment of samples                                                                                                                                                                                                   |
| Filtration procedure                                                                                    | No filtration of samples                                                                                                                                                                                                      |
| Control/dilution water                                                                                  | Deionized water hardened to 103 - 142 mg/L CaCO <sub>3</sub>                                                                                                                                                                  |
| Type & quantity of chemicals added to control/dilution water                                            | NaHCO <sub>3</sub> , CaSO <sub>4</sub> , MgSO <sub>4</sub> , and KCl in the ratio of 1.6:0.8:1.0:0.07                                                                                                                         |
| Number and concentration of test solutions                                                              | 7 (100, 50, 25, 12.5, 6.25, 3.13 and 1.56%v/v) plus a control                                                                                                                                                                 |
| Volume and depth of solution                                                                            | 250 mL & 4.5 cm depth                                                                                                                                                                                                         |
| Number of replicates per concentration                                                                  | 3                                                                                                                                                                                                                             |
| Number of organisms per test vessel                                                                     | 10                                                                                                                                                                                                                            |
| Type of food, frequency of feeding, and ration of food delivered to each replicate                      | 50uL of concentrated, live <i>Artemia</i> nauplii (<24 hours old) was fed to each replicate twice daily; 2 hours prior to water renewal and in the afternoon following water renewal                                          |
| Manner & rate of exchange of test solutions                                                             | Daily - 80% of solution was removed by siphoning along with debris and uneaten <i>Artemia</i>                                                                                                                                 |
| DO & Temperature of sample just before its use                                                          | See "Test Observations" sheet                                                                                                                                                                                                 |
| Conductivity, Temperature, DO, & pH of test solutions and controls at the beginning of the 24-hr period | See "Daily Test Conditions" sheet; 'initial' water quality measurements                                                                                                                                                       |
| Temperature, DO, & pH of test solutions and controls at the end of the 24-hr period                     | See "Daily Test Conditions" sheet; 'final' water quality measurements                                                                                                                                                         |
| Anything unusual about the test, deviation from test method, problems                                   | The shipment of organisms was delayed; the test set-up took place when the larval fish were 25 hours old, which is 1 hour past the required age of ≤24 hours. The overall impact of this deviation is considered to be minor. |
| <b>Results</b>                                                                                          | Results contained in this report refer only to the testing of samples as submitted.                                                                                                                                           |
| <b>Survival endpoint statistics</b>                                                                     |                                                                                                                                                                                                                               |
| NOEC/LOEC for Survival (%v/v)                                                                           | NOEC: 100 / LOEC: >100                                                                                                                                                                                                        |
| LC50 (95% CL) for survival (%v/v)                                                                       | > 100 (N/A)                                                                                                                                                                                                                   |
| Name and citation of program(s) and methods used for calculating                                        | CETIS v1.8.7.16 – Linear Interpolation                                                                                                                                                                                        |

|                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| statistical endpoint(s)                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Behaviour, number & percent mortality in each test vessel                                                             | See "Test Observations" sheet and "Survival Data" sheet                                                                                                                                                                                                                       |
| Mean ( $\pm$ SD) percent mortality for each treatment                                                                 | See "Survival Data" sheet                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Percent of control fish which either appear moribund, display loss of equilibrium or show atypical swimming behaviour | 0 % appeared abnormal in any way. See Test Observations sheet                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Growth (Biomass) endpoint statistics</b>                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| NOEC/LOEC for Biomass (%v/v)                                                                                          | NOEC: 100 / LOEC: >100                                                                                                                                                                                                                                                        |
| IC25 (95% CL) for Biomass (%v/v)                                                                                      | > 100 (N/A)                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Name and citation of program(s) and methods used for calculating statistical endpoint(s)                              | CETIS v1.8.7.16 – Data did not lend themselves to regression analysis; defaulted to linear interpolation.                                                                                                                                                                     |
| Mean growth rate in each test solution at test end                                                                    | See CETIS for mean growth rate                                                                                                                                                                                                                                                |
| Weighting techniques applied?                                                                                         | NA                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Residuals Analysis                                                                                                    | NA                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Quality Assurance</b>                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Invalid test (>20% mortality and abnormality in controls and average dry weight of surviving controls <250 $\mu$ g)?  | Percent mortality and abnormality: 0 %<br>Average dry weight: 345 $\mu$ g                                                                                                                                                                                                     |
| Reference Toxicant test: LC50 (95% CL) (g NaCl/L) for survival                                                        | 5.84 (5.38, 6.35)                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Reference toxicant test historic mean & 2SD range (g NaCl/L) for survival                                             | 6.44; 2SD range: (5.76, 7.19)                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Reference Toxicant test: IC50 (95% CL) (g NaCl/L) for biomass                                                         | 4.71 (4.36, 5.06)                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Reference toxicant test historic mean & 2SD range (g NaCl/L) for biomass                                              | 5.91; 2SD range: (5.27, 6.64); 3SD range: (4.97, 7.03)                                                                                                                                                                                                                        |
| Invalid Reference toxicant test?                                                                                      | Although the IC50 for biomass was below the normal range indicating sensitivity to NaCl, the coefficient of variation was very small, 5.68%. The survival LC50 was within normal range. The negative controls responded normally therefore this does not invalidate the test. |
| Date of Reference toxicant test (y/m/d) and test duration                                                             | 2014/Aug/22<br>7 days                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Conditions of reference toxicant test                                                                                 | Same as test conditions, same batch of organisms                                                                                                                                                                                                                              |

# CETIS Summary Report

Report Date: 15 Sep-14 18:43 (p 1 of 1)  
Test Code: PP-3120-0114 | 06-2379-1174

## Fathead Minnow 7-d Larval Survival and Growth Test

Maxxam Analytics

|               |                 |            |                        |          |                         |
|---------------|-----------------|------------|------------------------|----------|-------------------------|
| Batch ID:     | 14-4861-2716    | Test Type: | Growth-Survival (7d)   | Analyst: | N. Blassnitz            |
| Start Date:   | 22 Aug-14 15:40 | Protocol:  | EC/EPS 1/RM/21         | Diluent: | Reconstituted Water     |
| Ending Date:  | 29 Aug-14 13:03 | Species:   | Pimephales promelas    | Brine:   | Not Applicable          |
| Duration:     | 6d 21h          | Source:    | Aquatic Biosystems, CO | Age:     |                         |
| Sample ID:    | 15-9024-1557    | Code:      | B473729                | Client:  | Maxxam Analytics Ltd.   |
| Sample Date:  | 20 Aug-14 16:15 | Material:  | Industrial Effluent    | Project: | General Misc. Bioassays |
| Receive Date: | 22 Aug-14 09:00 | Source:    | Maxxam-Quebec          |          |                         |
| Sample Age:   | 47h             | Station:   | M2 (Z54348-01R)        |          |                         |

## Comparison Summary

| Analysis ID  | Endpoint            | NOEL | LOEL | TOEL | PMSD  | TU | Method                            |
|--------------|---------------------|------|------|------|-------|----|-----------------------------------|
| 01-5263-1947 | 7d Survival Rate    | 100  | >100 | NA   | NA    | 1  | Fisher Exact/Bonferroni-Holm Test |
| 09-6987-5121 | Mean Dry Biomass-mg | 100  | >100 | NA   | 7.49% | 1  | Dunnett Multiple Comparison Test  |

## 7d Survival Rate Summary

| C-%  | Control Type     | Count | Mean   | 95% LCL | 95% UCL | Min | Max | Std Err | Std Dev | CV%   | %Effect |
|------|------------------|-------|--------|---------|---------|-----|-----|---------|---------|-------|---------|
| 0    | Negative Control | 3     | 1      | 1       | 1       | 1   | 1   | 0       | 0       | 0.0%  | 0.0%    |
| 1.56 |                  | 3     | 1      | 1       | 1       | 1   | 1   | 0       | 0       | 0.0%  | 0.0%    |
| 3.13 |                  | 3     | 1      | 1       | 1       | 1   | 1   | 0       | 0       | 0.0%  | 0.0%    |
| 6.25 |                  | 3     | 1      | 1       | 1       | 1   | 1   | 0       | 0       | 0.0%  | 0.0%    |
| 12.5 |                  | 3     | 1      | 1       | 1       | 1   | 1   | 0       | 0       | 0.0%  | 0.0%    |
| 25   |                  | 3     | 1      | 1       | 1       | 1   | 1   | 0       | 0       | 0.0%  | 0.0%    |
| 50   |                  | 3     | 1      | 1       | 1       | 1   | 1   | 0       | 0       | 0.0%  | 0.0%    |
| 100  |                  | 3     | 0.9333 | 0.7899  | 1       | 0.9 | 1   | 0.03333 | 0.05774 | 6.19% | 6.67%   |

## Mean Dry Biomass-mg Summary

| C-%  | Control Type     | Count | Mean   | 95% LCL | 95% UCL | Min   | Max   | Std Err  | Std Dev  | CV%   | %Effect |
|------|------------------|-------|--------|---------|---------|-------|-------|----------|----------|-------|---------|
| 0    | Negative Control | 3     | 0.3453 | 0.315   | 0.3757  | 0.332 | 0.356 | 0.007055 | 0.01222  | 3.54% | 0.0%    |
| 1.56 |                  | 3     | 0.3283 | 0.3035  | 0.3532  | 0.318 | 0.338 | 0.005783 | 0.01002  | 3.05% | 4.92%   |
| 3.13 |                  | 3     | 0.3643 | 0.3469  | 0.3818  | 0.357 | 0.371 | 0.004055 | 0.007024 | 1.93% | -5.5%   |
| 6.25 |                  | 3     | 0.329  | 0.3045  | 0.3535  | 0.321 | 0.34  | 0.005686 | 0.009849 | 2.99% | 4.73%   |
| 12.5 |                  | 3     | 0.3183 | 0.2611  | 0.3755  | 0.296 | 0.342 | 0.0133   | 0.02303  | 7.23% | 7.82%   |
| 25   |                  | 3     | 0.397  | 0.373   | 0.421   | 0.386 | 0.404 | 0.005568 | 0.009644 | 2.43% | -14.96% |
| 50   |                  | 3     | 0.3777 | 0.3535  | 0.4018  | 0.367 | 0.386 | 0.005608 | 0.009713 | 2.57% | -9.36%  |
| 100  |                  | 3     | 0.395  | 0.3687  | 0.4213  | 0.387 | 0.407 | 0.00611  | 0.01058  | 2.68% | -14.38% |



# CETIS Analytical Report

Report Date: 15 Sep-14 18:43 (p 1 of 4)  
 Test Code: PP-3120-0114 | 06-2379-1174

| Fathead Minnow 7-d Larval Survival and Growth Test |                 |            |                              | Maxxam Analytics  |                         |
|----------------------------------------------------|-----------------|------------|------------------------------|-------------------|-------------------------|
| Analysis ID:                                       | 00-6906-6352    | Endpoint:  | 7d Survival Rate             | CETIS Version:    | CETISv1.8.7             |
| Analyzed:                                          | 15 Sep-14 18:42 | Analysis:  | Linear Interpolation (ICPIN) | Official Results: | Yes                     |
| Batch ID:                                          | 14-4861-2716    | Test Type: | Growth-Survival (7d)         | Analyst:          | N. Blassnitz            |
| Start Date:                                        | 22 Aug-14 15:40 | Protocol:  | EC/EPS 1/RM/21               | Diluent:          | Reconstituted Water     |
| Ending Date:                                       | 29 Aug-14 13:03 | Species:   | Pimephales promelas          | Brine:            | Not Applicable          |
| Duration:                                          | 6d 21h          | Source:    | Aquatic Biosystems, CO       | Age:              |                         |
| Sample ID:                                         | 15-9024-1557    | Code:      | B473729                      | Client:           | Maxxam Analytics Ltd.   |
| Sample Date:                                       | 20 Aug-14 16:15 | Material:  | Industrial Effluent          | Project:          | General Misc. Bioassays |
| Receive Date:                                      | 22 Aug-14 09:00 | Source:    | Maxxam-Quebec                |                   |                         |
| Sample Age:                                        | 47h             | Station:   | M2 (Z54348-01R)              |                   |                         |

## Linear Interpolation Options

| X Transform | Y Transform | Seed    | Resamples | Exp 95% CL | Method                  |
|-------------|-------------|---------|-----------|------------|-------------------------|
| Log(X+1)    | Linear      | 2100779 | 200       | Yes        | Two-Point Interpolation |

## Residual Analysis

| Attribute     | Method               | Test Stat | Critical | P-Value | Decision(α:5%)   |
|---------------|----------------------|-----------|----------|---------|------------------|
| Extreme Value | Grubbs Extreme Value | 3.916     | 2.802    | <0.0001 | Outlier Detected |

## Point Estimates

| Level | %     | 95% LCL | 95% UCL | TU    | 95% LCL | 95% UCL |
|-------|-------|---------|---------|-------|---------|---------|
| EC5   | 84.14 | 56.06   | N/A     | 1.188 | NA      | 1.784   |
| EC10  | >100  | N/A     | N/A     | <1    | NA      | NA      |
| EC15  | >100  | N/A     | N/A     | <1    | NA      | NA      |
| EC20  | >100  | N/A     | N/A     | <1    | NA      | NA      |
| EC25  | >100  | N/A     | N/A     | <1    | NA      | NA      |
| EC40  | >100  | N/A     | N/A     | <1    | NA      | NA      |
| EC50  | >100  | N/A     | N/A     | <1    | NA      | NA      |

## 7d Survival Rate Summary

|      |                  |       |        | Calculated Variate(A/B) |     |         |         |       |         |    |    |
|------|------------------|-------|--------|-------------------------|-----|---------|---------|-------|---------|----|----|
| C-%  | Control Type     | Count | Mean   | Min                     | Max | Std Err | Std Dev | CV%   | %Effect | A  | B  |
| 0    | Negative Control | 3     | 1      | 1                       | 1   | 0       | 0       | 0.0%  | 0.0%    | 30 | 30 |
| 1.56 |                  | 3     | 1      | 1                       | 1   | 0       | 0       | 0.0%  | 0.0%    | 30 | 30 |
| 3.13 |                  | 3     | 1      | 1                       | 1   | 0       | 0       | 0.0%  | 0.0%    | 30 | 30 |
| 6.25 |                  | 3     | 1      | 1                       | 1   | 0       | 0       | 0.0%  | 0.0%    | 30 | 30 |
| 12.5 |                  | 3     | 1      | 1                       | 1   | 0       | 0       | 0.0%  | 0.0%    | 30 | 30 |
| 25   |                  | 3     | 1      | 1                       | 1   | 0       | 0       | 0.0%  | 0.0%    | 30 | 30 |
| 50   |                  | 3     | 1      | 1                       | 1   | 0       | 0       | 0.0%  | 0.0%    | 30 | 30 |
| 100  |                  | 3     | 0.9333 | 0.9                     | 1   | 0.03333 | 0.05773 | 6.19% | 6.67%   | 28 | 30 |

## 7d Survival Rate Detail

| C-%  | Control Type     | Rep 1 | Rep 2 | Rep 3 |
|------|------------------|-------|-------|-------|
| 0    | Negative Control | 1     | 1     | 1     |
| 1.56 |                  | 1     | 1     | 1     |
| 3.13 |                  | 1     | 1     | 1     |
| 6.25 |                  | 1     | 1     | 1     |
| 12.5 |                  | 1     | 1     | 1     |
| 25   |                  | 1     | 1     | 1     |
| 50   |                  | 1     | 1     | 1     |
| 100  |                  | 0.9   | 1     | 0.9   |

# CETIS Analytical Report

Report Date: 15 Sep-14 18:43 (p 2 of 4)  
Test Code: PP-3120-0114 | 06-2379-1174

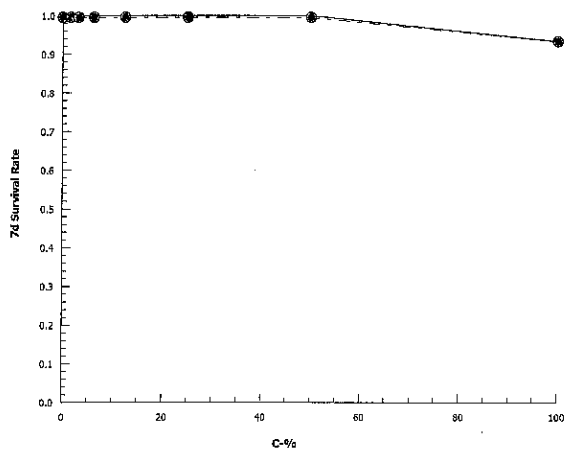
## Fathead Minnow 7-d Larval Survival and Growth Test

Maxxam Analytics

Analysis ID: 00-6906-6352      Endpoint: 7d Survival Rate  
Analyzed: 15 Sep-14 18:42      Analysis: Linear Interpolation (ICPIN)

CETIS Version: CETISv1.8.7  
Official Results: Yes

### Graphics



# CETIS Analytical Report

Report Date: 15 Sep-14 18:43 (p 3 of 4)  
Test Code: PP-3120-0114 | 06-2379-1174

## Fathead Minnow 7-d Larval Survival and Growth Test

Maxxam Analytics

|                               |                                        |                                  |
|-------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|
| Analysis ID: 13-5570-3087     | Endpoint: Mean Dry Biomass-mg          | CETIS Version: CETISv1.8.7       |
| Analyzed: 15 Sep-14 18:42     | Analysis: Linear Interpolation (ICPIN) | Official Results: Yes            |
| Batch ID: 14-4861-2716        | Test Type: Growth-Survival (7d)        | Analyst: N. Blassnitz            |
| Start Date: 22 Aug-14 15:40   | Protocol: EC/EPS 1/RM/21               | Diluent: Reconstituted Water     |
| Ending Date: 29 Aug-14 13:03  | Species: Pimephales promelas           | Brine: Not Applicable            |
| Duration: 6d 21h              | Source: Aquatic Biosystems, CO         | Age:                             |
| Sample ID: 15-9024-1557       | Code: B473729                          | Client: Maxxam Analytics Ltd.    |
| Sample Date: 20 Aug-14 16:15  | Material: Industrial Effluent          | Project: General Misc. Bioassays |
| Receive Date: 22 Aug-14 09:00 | Source: Maxxam-Quebec                  |                                  |
| Sample Age: 47h               | Station: M2 (Z54348-01R)               |                                  |

### Linear Interpolation Options

| X Transform | Y Transform | Seed   | Resamples | Exp 95% CL | Method                  |
|-------------|-------------|--------|-----------|------------|-------------------------|
| Log(X+1)    | Linear      | 931014 | 200       | Yes        | Two-Point Interpolation |

### Residual Analysis

| Attribute     | Method               | Test Stat | Critical | P-Value | Decision(α:5%)       |
|---------------|----------------------|-----------|----------|---------|----------------------|
| Extreme Value | Grubbs Extreme Value | 2.292     | 2.802    | 0.3716  | No Outliers Detected |

### Point Estimates

| Level | %    | 95% LCL | 95% UCL | TU | 95% LCL | 95% UCL |
|-------|------|---------|---------|----|---------|---------|
| IC5   | >100 | N/A     | N/A     | <1 | NA      | NA      |
| IC10  | >100 | N/A     | N/A     | <1 | NA      | NA      |
| IC15  | >100 | N/A     | N/A     | <1 | NA      | NA      |
| IC20  | >100 | N/A     | N/A     | <1 | NA      | NA      |
| IC25  | >100 | N/A     | N/A     | <1 | NA      | NA      |
| IC40  | >100 | N/A     | N/A     | <1 | NA      | NA      |
| IC50  | >100 | N/A     | N/A     | <1 | NA      | NA      |

### Mean Dry Biomass-mg Summary

#### Calculated Variate

| C-%  | Control Type     | Count | Mean   | Min   | Max   | Std Err  | Std Dev  | CV%   | %Effect |
|------|------------------|-------|--------|-------|-------|----------|----------|-------|---------|
| 0    | Negative Control | 3     | 0.3453 | 0.332 | 0.356 | 0.007055 | 0.01222  | 3.54% | 0.0%    |
| 1.56 |                  | 3     | 0.3283 | 0.318 | 0.338 | 0.005783 | 0.01002  | 3.05% | 4.92%   |
| 3.13 |                  | 3     | 0.3643 | 0.357 | 0.371 | 0.004055 | 0.007024 | 1.93% | -5.5%   |
| 6.25 |                  | 3     | 0.329  | 0.321 | 0.34  | 0.005686 | 0.009849 | 2.99% | 4.73%   |
| 12.5 |                  | 3     | 0.3183 | 0.296 | 0.342 | 0.0133   | 0.02303  | 7.23% | 7.82%   |
| 25   |                  | 3     | 0.397  | 0.386 | 0.404 | 0.005568 | 0.009644 | 2.43% | -14.96% |
| 50   |                  | 3     | 0.3777 | 0.367 | 0.386 | 0.005607 | 0.009712 | 2.57% | -9.36%  |
| 100  |                  | 3     | 0.395  | 0.387 | 0.407 | 0.00611  | 0.01058  | 2.68% | -14.38% |

### Mean Dry Biomass-mg Detail

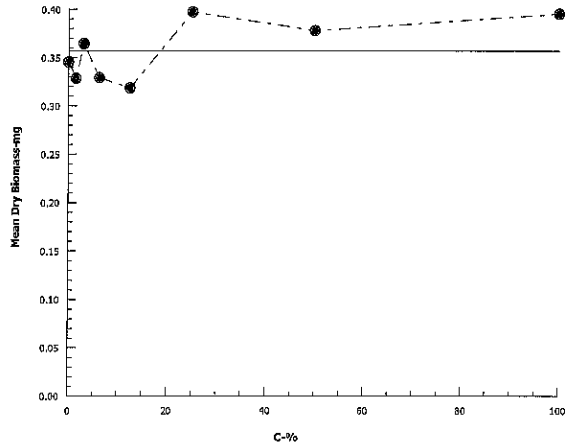
| C-%  | Control Type     | Rep 1 | Rep 2 | Rep 3 |
|------|------------------|-------|-------|-------|
| 0    | Negative Control | 0.332 | 0.356 | 0.348 |
| 1.56 |                  | 0.329 | 0.338 | 0.318 |
| 3.13 |                  | 0.357 | 0.371 | 0.365 |
| 6.25 |                  | 0.326 | 0.34  | 0.321 |
| 12.5 |                  | 0.317 | 0.296 | 0.342 |
| 25   |                  | 0.401 | 0.404 | 0.386 |
| 50   |                  | 0.367 | 0.38  | 0.386 |
| 100  |                  | 0.391 | 0.407 | 0.387 |

# CETIS Analytical Report

Report Date: 15 Sep-14 18:43 (p 4 of 4)  
Test Code: PP-3120-0114 | 06-2379-1174

|                                                    |                                        |                            |                  |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------|------------------|
| Fathead Minnow 7-d Larval Survival and Growth Test |                                        |                            | Maxxam Analytics |
| Analysis ID: 13-5570-3087                          | Endpoint: Mean Dry Biomass-mg          | CETIS Version: CETISv1.8.7 |                  |
| Analyzed: 15 Sep-14 18:42                          | Analysis: Linear Interpolation (ICPIN) | Official Results: Yes      |                  |

## Graphics



Client # &amp; Name: 3120 MERN

Sample ID: M2 (Z54348-01R)

Sample #: KK4727/B473729

|                 |                | # Surviving Organisms |        |        |        |        |        |        |        |               |                |                     |           |
|-----------------|----------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|----------------|---------------------|-----------|
| Conc.<br>(%v/v) | Replicate<br># | # Of Fish<br>Seeded   | Day    |        |        |        |        |        |        | %<br>Survival | %<br>Mortality | % Mean<br>Mortality | SD<br>(%) |
|                 |                |                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      |               |                |                     |           |
|                 | Date           | 22-Aug                | 23-Aug | 24-Aug | 25-Aug | 26-Aug | 27-Aug | 28-Aug | 29-Aug |               |                |                     |           |
| Control         | A              | 10                    | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 100%          | 0%             | 0.0%                | 0.0%      |
|                 | B              | 10                    | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 100%          | 0%             |                     |           |
|                 | C              | 10                    | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 100%          | 0%             |                     |           |
| 1.56            | A              | 10                    | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 100%          | 0%             | 0.0%                | 0.0%      |
|                 | B              | 10                    | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 100%          | 0%             |                     |           |
|                 | C              | 10                    | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 100%          | 0%             |                     |           |
| 3.13            | A              | 10                    | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 100%          | 0%             | 0.0%                | 0.0%      |
|                 | B              | 10                    | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 100%          | 0%             |                     |           |
|                 | C              | 10                    | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 100%          | 0%             |                     |           |
| 6.25            | A              | 10                    | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 100%          | 0%             | 0.0%                | 0.0%      |
|                 | B              | 10                    | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 100%          | 0%             |                     |           |
|                 | C              | 10                    | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 100%          | 0%             |                     |           |
| 12.5            | A              | 10                    | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 100%          | 0%             | 0.0%                | 0.0%      |
|                 | B              | 10                    | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 100%          | 0%             |                     |           |
|                 | C              | 10                    | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 100%          | 0%             |                     |           |
| 25              | A              | 10                    | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 100%          | 0%             | 0.0%                | 0.0%      |
|                 | B              | 10                    | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 100%          | 0%             |                     |           |
|                 | C              | 10                    | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 100%          | 0%             |                     |           |
| 50              | A              | 10                    | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 100%          | 0%             | 0.0%                | 0.0%      |
|                 | B              | 10                    | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 100%          | 0%             |                     |           |
|                 | C              | 10                    | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 100%          | 0%             |                     |           |
| 100             | A              | 10                    | 10     | 10     | 9      | 9      | 9      | 9      | 9      | 90%           | 10%            | 6.7%                | 5.8%      |
|                 | B              | 10                    | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 10     | 100%          | 0%             |                     |           |
|                 | C              | 10                    | 10     | 10     | 10     | 9      | 9      | 9      | 9      | 90%           | 10%            |                     |           |
| Analyst         |                | MT                    | NB     | CT     | CT     | NB     | NB     | MO     | MO/NB  |               |                |                     |           |

\* see test comments

53-54

2014 Sept 26



Client # &amp; Name: 3120 - MERN

Sample Name: M2 (Z54348-01R)

Sample #: KK4727/B473729

Weighing Dates: 2014 Aug 25th, 2014 Sep 06

Drying Time (h): &gt; 24H

Balance ID: BBY2-0260

| Boat #  | Conc. & Replicate | Initial # Of Fish | Boat Wt. (g) | Boat & Fish Wt. (g) | Wt. of Fish (mg) | Biomass/Replicate <sup>1</sup> (mg) | Mean Biomass/Conc <sup>1</sup> (mg) | SD   |
|---------|-------------------|-------------------|--------------|---------------------|------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------|
| 99      | 0-A               | 10                | 1.17661      | 1.17993             | 3.32             | 0.33                                | 0.345                               | 0.01 |
| 100     | B                 | 10                | 1.09580      | 1.09936             | 3.56             | 0.36                                |                                     |      |
| 101     | C                 | 10                | 1.11649      | 1.11997             | 3.48             | 0.35                                |                                     |      |
| 102     | 1.56%-A           | 10                | 1.10591      | 1.10920             | 3.29             | 0.33                                | 0.328                               | 0.01 |
| 103     | B                 | 10                | 1.14800      | 1.15138             | 3.38             | 0.34                                |                                     |      |
| 104     | C                 | 10                | 1.17425      | 1.17743             | 3.18             | 0.32                                |                                     |      |
| 105     | 3.13%-A           | 10                | 1.18369      | 1.18726             | 3.57             | 0.36                                | 0.364                               | 0.01 |
| 106     | B                 | 10                | 1.11349      | 1.11720             | 3.71             | 0.37                                |                                     |      |
| 107     | C                 | 10                | 1.13997      | 1.14362             | 3.65             | 0.37                                |                                     |      |
| 108     | 6.25%-A           | 10                | 1.14704      | 1.15030             | 3.26             | 0.33                                | 0.329                               | 0.01 |
| 109     | B                 | 10                | 1.11517      | 1.11857             | 3.40             | 0.34                                |                                     |      |
| 110     | C                 | 10                | 1.17194      | 1.17515             | 3.21             | 0.32                                |                                     |      |
| 111     | 12.5%-A           | 10                | 1.16995      | 1.17312             | 3.17             | 0.32                                | 0.318                               | 0.02 |
| 112     | B                 | 10                | 1.14664      | 1.14960             | 2.96             | 0.30                                |                                     |      |
| 113     | C                 | 10                | 1.13885      | 1.14227             | 3.42             | 0.34                                |                                     |      |
| 114     | 25%-A             | 10                | 1.16502      | 1.16903             | 4.01             | 0.40                                | 0.397                               | 0.01 |
| 115     | B                 | 10                | 1.10563      | 1.10967             | 4.04             | 0.40                                |                                     |      |
| 116     | C                 | 10                | 1.16465      | 1.16851             | 3.86             | 0.39                                |                                     |      |
| 117     | 50%-A             | 10                | 1.16479      | 1.16846             | 3.67             | 0.37                                | 0.378                               | 0.01 |
| 118     | B                 | 10                | 1.16155      | 1.16535             | 3.80             | 0.38                                |                                     |      |
| 119     | C                 | 10                | 1.15959      | 1.16345             | 3.86             | 0.39                                |                                     |      |
| 120     | 100%-A            | 10                | 1.16779      | 1.17170             | 3.91             | 0.39                                | 0.395                               | 0.01 |
| 121     | B                 | 10                | 1.13629      | 1.14036             | 4.07             | 0.41                                |                                     |      |
| 122     | C                 | 10                | 1.14922      | 1.15309             | 3.87             | 0.39                                |                                     |      |
| 123     | QA/QC             |                   | 1.12845      | 1.12848             | 0.03             | -                                   | -                                   | -    |
| 124     | QA/QC             |                   | 1.16962      | 1.16972             | 0.10             | -                                   | -                                   | -    |
| 99      | 0-A               |                   | 1.17658      | 1.17991             | 3.33             | -                                   | -                                   | -    |
| Analyst |                   | MT                | CT           | DG                  |                  |                                     |                                     |      |

<sup>1</sup> Biomass is calculated as the weight of fish per replicate divided by the number of fish initially seeded into that replicate (i.e. 10 fish per replicate).

53-54

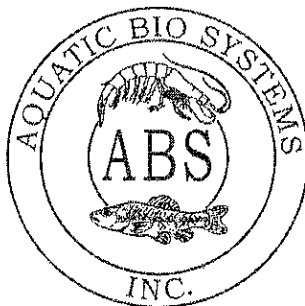
2014 Sept 26

**Average Dry Weight of Control Fish** (Average dry weight of control fish must be  $\geq 250 \mu\text{g}$  for test to be valid)

| Boat # | Conc. & Replicate | # Surviving Fish | Wt. of Fish (mg) | Mean Wt./ Fish ( $\mu\text{g}$ ) | Mean Dry Wt. ( $\mu\text{g}$ ) |
|--------|-------------------|------------------|------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| 99     | 0-A               | 10               | 3.32             | 332                              | 345                            |
| 100    | B                 | 10               | 3.56             | 356                              |                                |
| 101    | C                 | 10               | 3.48             | 348                              |                                |

AB140822

1300 Blue Spruce Drive, Suite C  
Fort Collins, Colorado 80524



Toll Free: 800/331-5916  
Tel: 970/484-5091 Fax: 970/484-2514

Received  
2014 Aug 22 @  
1510 MT

### ORGANISM HISTORY

DATE: 8/21/2014

SPECIES: *Pimephales promelas*

AGE: N/A

LIFE STAGE: Embryo

HATCH DATE: 8/21/2014 To hatch after 3:30 pm MDT

BEGAN FEEDING: N/A

FOOD: N/A

### Water Chemistry Record:

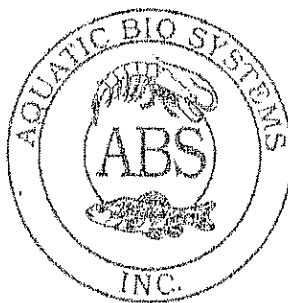
|                                           | Current  | Range |
|-------------------------------------------|----------|-------|
| TEMPERATURE:                              | 25°C     | --    |
| SALINITY/CONDUCTIVITY:                    | --       | --    |
| TOTAL HARDNESS (as CaCO <sub>3</sub> ):   | 110 mg/l | --    |
| TOTAL ALKALINITY (as CaCO <sub>3</sub> ): | 85 mg/l  | --    |
| pH:                                       | 7.83     | --    |

### Comments:

53-54

Facility Supervisor

1300 Blue Spruce Drive, Suite C  
Fort Collins, Colorado 80524



Toll Free: 800/331-5916  
Tel: 970/484-5091 Fax: 970/484-2514

01/13/2014

Maxxam Analytics  
Attn: Tox Lab

In response to your request regarding the taxonomy of Aquatic BioSystems, Inc.'s (ABS) organisms, I am able to provide the following information.

Ecoananalysts, Inc., Moscow, Idaho has verified the taxonomy of *Pimephales promelas* stock received into our lab. This verification is attached and occurs at least once annually and was last performed in March 2013. Our last introduction of stock for the fathead minnows was December 2010.

With respect to our culture methods, ABS will only supply *Pimephales promelas* larvae raised from our brood supply when the adult broodstock mortality remains below 5% on a weekly basis. We have a limited ability to determine individual tank mortality weekly, but we can assess weekly population mortality. Also, we do not send larvae that have any unusual appearance, behavior, diseases, or have had unusual treatment prior to shipping. During shipment the larvae are not excessively crowded thereby limiting stress to the fish.

I hope this information is helpful.

Aquatic BioSystems, Inc.

53-54

Scott Kellman,  
Laboratory Manager

## FRESHWATER SEDIMENT TOXICITY TESTING FOR PROJECT: LB451273

SAMPLED: AUGUST 19, 2014

---

Prepared for:

Maxxam Analytique  
2690 Dalton Avenue  
Sainte-Foy, PQ  
G1P 3S4

Prepared by:

Ecotoxicology Group  
Maxxam Analytics

Maxxam Job No.: B474364

Project No.: 2-11-0691

October 2014

## EXECUTIVE SUMMARY

---

A freshwater sediment sample, collected August 19, 2014, was submitted to Maxxam Analytics for toxicity testing on August 25<sup>th</sup>, 2014. A 14-d *Hyalella azteca* survival and growth test, and a 10-d *Chironomus dilutus* survival and growth test were conducted on the sediment sample.

In the sediment toxicity tests, the organisms were exposed to homogenized whole sediment with overlying water, under static conditions. Both the *Hyalella* and the Chironomid tests were initiated on Sept 16, 2014. Survival and growth were then assessed at the end of each test's respective exposure period.

No statistically significant reductions in mean growth or survival were detected, for either test, when the sample was compared to the laboratory controls.

The test results supplied in this report have met all test validity criteria as outlined in the Test Methods, Statistics and Test Validity Criteria section. The raw data and statistical printouts for both tests are also included in the report.

Additional chemical analyses were conducted on the sediment pore water and the overlying water from the freshwater sediment toxicity tests. The results are located in the Chemistry section of this report.

The following charts summarise the results of the toxicity tests. The means of each applicable endpoint, with standard deviation (SD), for each sample tested is displayed below. Comparisons were made between each sample and the concurrently run laboratory control(s).



| Sediment Sample | <i>Chironomus dilutus</i> 10-d Growth and Survival Test |                                |                               |                                |
|-----------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
|                 | Mean Survival $\pm$ SD (%)                              | Significant Difference (Y, N)* | Mean Dry Weight $\pm$ SD (mg) | Significant Difference (Y, N)* |
| Control         | 98 $\pm$ 4                                              |                                | 0.93 $\pm$ 0.14               |                                |
| 4 (Z54540)      | 96 $\pm$ 5                                              | N                              | 1.82 $\pm$ 0.17               | N                              |

Y/N – yes or no, significantly different compared to the laboratory control

| Sediment Sample | <i>Hyalella azteca</i> 14-d Growth and Survival Test |                                |                               |                                |
|-----------------|------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
|                 | Mean Survival $\pm$ SD (%)                           | Significant Difference (Y, N)* | Mean Dry Weight $\pm$ SD (mg) | Significant Difference (Y, N)* |
| Control         | 94 $\pm$ 9                                           |                                | 0.10 $\pm$ 0.01               |                                |
| 2 (Z54540)      | 100 $\pm$ 0                                          | N                              | 0.17 $\pm$ 0.03               | N                              |

Y/N – yes or no, significantly different compared to the laboratory control

## TEST METHODS, STATISTICS AND TEST VALIDITY CRITERIA

---

The *Hyalella* sediment tests were conducted using the test method EPS 1/RM/33 Environment Canada Method (2013) Biological Test Method: Test for Survival and Growth in Sediment Using the Freshwater Amphipod *Hyalella azteca*. This test provides survival and growth data for *Hyalella* when exposed to whole sediment. The *Hyalella* test is a static, non-renewal test using juvenile (2-9 days old) amphipods, exposed to sediment for 14-days. This test is conducted at 23°C, with 5 replicates per sample, including a laboratory control, with 10 organisms per replicate. A detailed list of test conditions is included in the Test Data Summary sheet.

The Chironomid tests were conducted using the test method EPS 1/RM/32 Environment Canada Method (1997) Biological Test Method: Test for Survival and Growth in Sediment Using the Larvae of Freshwater Midges (*Chironomus tentans* or *Chironomus riparius*). This test provides survival and growth data for chironomids when exposed to whole sediment. The Chironomid test is a static, non-renewal test using 3<sup>rd</sup> instar larvae exposed to sediment for 10-days. This test is conducted at 23°C, using 5 replicates per sample, including a laboratory control, with 10 organisms per replicate. A detailed list of test conditions is included in the Test Data Summary sheet.

Statistical analyses were calculated using CETIS™ (Version 1.8.7.16), an Access based software application (Tidepool Scientific Software). One tailed comparison tests were performed against all sediment samples relative to the laboratory control.

The test validity criteria are supplied in the individual test summaries. All criteria as outlined by the respective reference protocol were met. A reference toxicant test was run concurrently with each sediment toxicity test, using the same batch of organisms. The LC50 and 95% confidence limits for the reference toxicant tests were calculated using CETIS™ and are included in the test summary tables.

## SAMPLE INFORMATION

---

Chain of Custody Form

Sediment Sample Descriptions

Sediment Porewater Measurements

Report Name: Entry

Job #: B474364

Page #: 1

Client: MAXXAM ANALYTIQUE  
889 MONTEE DE LIESSE  
SAINT-LAURENT PQ  
CANADA H4T 1P5

Inv Attn: SOUSTRAITANCEQUE

Printed: 2014/10/22 Version 8  
Reception Date: 2014/08/25  
Reception Time: 08:50  
Login Date: 2014/08/25  
**REQUIRED DATE: 2014/10/22, 18:00**  
**Quote Number: B00147**

Task Order:  
Line Item:

Report: same

Attention: SOUSTRAITANCEQUE  
PHONE: (514) 448 - 9001Ext:  
FAX: () -  
EMAIL: soustraitanceque@maxxamanalytics.com

P.O. Number:  
PROJECT NUMBER: LB451273  
Site Location:  
Site #:  
Client Number: 4918  
Rpt Address #:  
Q.C. Samples: No

Project Coordinator: SAK

Scenario:# 10450 BURNABY JOBS

| Accounting Information<br>Desc. Code | Attention        | # cop. Fax | Report Copies<br>EMAIL |
|--------------------------------------|------------------|------------|------------------------|
|                                      | MARTINE BERGERON | 1          | mbergeron@maxxam.ca    |

| Maxxam Client<br>Number | Sample ID/Report ID | Cont's | Store Recd.<br>Code | OK  | Sampling<br>Date    | Matrix | Test Codes                                    |
|-------------------------|---------------------|--------|---------------------|-----|---------------------|--------|-----------------------------------------------|
| KK8705-01R              | 4 (Z54539)          | 1-F20L | N/A-TOX             | Yes | 2014/08/19<br>13:00 | WATER  | DISPOSAL, ECOATTACH, FHM7DV-W                 |
| KK8706-01R              | 4 (Z54540)          | 1-4JUG | N/A-TOX             | Yes | 2014/08/19<br>13:00 | SED    | CHIROV-SD, DISPOSAL, ECOATTACHS<br>HYALELV-SD |

Remarks: AII LC, PA, CS CO2 AUG 26, 2014  
Deadline updated as per MGto Oct 16- SAK 14/10/14  
did not come in oct 21,Deadline updated as per MGto Oct 22- SAK 14/10/22

Inspected by: DIV  
Date: 2014/08/25  
Time: 12:14

Approved by: AII  
Date: 2014/08/25  
Time: 12:36

Date of Sample Disposal:  
Disposal by:

## 10-D *CHIRONOMUS DILUTUS* GROWTH AND SURVIVAL TEST

Test Summary

Statistics

Raw Data

Supporting Test Data

Acclimation and Holding Conditions



### 10-d *Chironomus dilutus* Survival and Growth Sediment Test

|                                            |                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Client Name/Location                       | Maxxam Analytique, Sainte-Foy, PQ                                                                                                                                                                           |
| Testing Lab/Location                       | Maxxam Analytics / Burnaby, BC                                                                                                                                                                              |
| <b>Sample Information</b>                  |                                                                                                                                                                                                             |
| Sample Names                               | Various, see CoCs                                                                                                                                                                                           |
| Type of Sample                             | Field collected sediments                                                                                                                                                                                   |
| Method of Collection                       | See Chain of Custody form                                                                                                                                                                                   |
| Sample Collector                           | See Chain of Custody form                                                                                                                                                                                   |
| Sample Volume                              | 4L                                                                                                                                                                                                          |
| Sample Containers                          | 4L white food grade plastic containers                                                                                                                                                                      |
| Sample Collection Date (y/m/d)             | 2014 Aug 19                                                                                                                                                                                                 |
| Date & Time of Sample Receipt              | 2014 Aug 25 @ 8:50                                                                                                                                                                                          |
| Sample Temperature upon Arrival            | 16-17°C                                                                                                                                                                                                     |
| Sediment and Pore Water Characterisation   | See Sediment Sample Descriptions sheet and analytical chemistry reports                                                                                                                                     |
| <b>Sample Preparation</b>                  |                                                                                                                                                                                                             |
| Homogenisation                             | Sediments from each sample were individually mixed until homogenised at ambient laboratory temperature; large debris and indigenous macro-organisms were removed during homogenisation.                     |
| Date of Homogenisation                     | 2014 Sept 15                                                                                                                                                                                                |
| Sediment – Physical Analyses               | None requested                                                                                                                                                                                              |
| Sediment Porewater – Chemical Analyses     | An aliquot of homogenised sediment was centrifuged for 20 minutes at 5000 rpm to produce porewater for each sample. The porewater was then analysed for Ammonia and pH. See the Sample Information Section. |
| <b>Test Organisms</b>                      |                                                                                                                                                                                                             |
| Species                                    | <i>Chironomus dilutus</i> (formerly <i>tentans</i> )                                                                                                                                                        |
| Source                                     | Aquatic Bio Systems, Fort Collins, CO                                                                                                                                                                       |
| Age at Start of Test                       | 3 <sup>rd</sup> Instar;<br>the mean head capsule width $\pm$ SD was $0.40 \pm 0.10$ mm                                                                                                                      |
| Water quality parameters of shipping water | See Organism History Sheet<br>See Acclimation and Holding Conditions sheets                                                                                                                                 |
| Acclimation rate and procedure             | See Acclimation and Holding Conditions sheets                                                                                                                                                               |
| Mortality upon arrival and preceding test. | 0%                                                                                                                                                                                                          |

|                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Laboratory Control Sediment and Test Water</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Laboratory Control Sediment Source                   | Yaquina Bay Beach Sand; Collected by Northwestern Aquatic Sciences (Newport, OR).                                                                                                                                                                                                   |
| Laboratory Control Sediment Storage                  | Stored in a cold room that was at $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$                                                                                                                                                                                                                         |
| Laboratory Control Sediment Preparation Procedure    | Sediment was sieved (0.5 mm) before use and rinsed thoroughly with control water                                                                                                                                                                                                    |
| Control Water                                        | Reconstituted water (EC 1997)                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Test Conditions &amp; Facilities</b>              |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Test Method                                          | Environment Canada Biological Test Method: Test for Survival and Growth in Sediment Using the Larvae of Freshwater Midges ( <i>Chironomus tentans</i> or <i>Chironomus riparius</i> ) EPS 1/RM/32 (1997)<br>BBY2SOP-00010 <i>Chironomus dilutus</i> 10-day Survival and Growth Test |
| Test Type and Duration                               | 10 day -static, no water renewal                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Test Temperature                                     | $23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ . See the Test Measurement and Survival Data sheets                                                                                                                                                                                      |
| Light levels and photoperiod                         | Overhead full spectrum (fluorescent or equivalent); 500-1000 lux, 16-h light:8-h dark                                                                                                                                                                                               |
| Aeration                                             | Continuous and minimal in each test vessel; checked 3 times daily. Compressed oil-free air delivered through microbore airline tubing                                                                                                                                               |
| Test Start Date                                      | 2014 Sept 16                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Test Completion Date                                 | 2014 Sept 26                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Test Vessels                                         | 375 mL glass jars; covered                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Volume of Sediment                                   | 100 mL                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Volume of Test Water                                 | 175 mL                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Analysts                                             | K. Tamaki, N. Shergill, M. Grey, C. Tong, M. Brassil, A. Cote, D. Lai, N. Blassnitz, M. O'Toole, G.S Matharu                                                                                                                                                                        |
| # Organisms / Vessel                                 | 10                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Number of Replicates                                 | 5 (plus one measurement beaker) for each sediment sample                                                                                                                                                                                                                            |
| Feeding Regime                                       | 3.75 mL Tetramin slurry, 4 times/10days                                                                                                                                                                                                                                             |
| Dissolved Oxygen Concentrations (DO) and Temperature | In overlying water, at the start and end of the test and ~3 times/week in the measurement beakers. See Test Conditions and Survival Data sheets                                                                                                                                     |
| pH, Conductivity and Hardness                        | In overlying water, at the start and end of the test in the measurement jars. See Test Conditions and Survival Data sheets                                                                                                                                                          |
| Sediment Appearance During Test                      | See Aeration Checks and Test Observations sheets                                                                                                                                                                                                                                    |
| Test Observations                                    | Organism behaviour during the test and/or visible mortalities                                                                                                                                                                                                                       |
| Overlying Water – Chemical Analysis                  | Samples of the overlying water were analysed for Ammonia and Alkalinity on Day 0 (start) and Day 10 (end) of the test. See chemical analysis reports.                                                                                                                               |

|                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Anything Unusual about the Test, Deviation from Test Method, other Problems                                                                                                                                                 | Two larvae in 4 (Z54540)-rep B, pupated before the test finished. They were included in the survival count but were excluded from the dry weight analysis.<br>2 additional larvae were mis-seeded at test initiation into replicates A of the control. The additional larvae were taken into account when determining the percent survival and dry weight endpoints.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Results</b>                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Endpoints                                                                                                                                                                                                                   | <p><b>Mean (<math>\pm</math> SD) Survival %</b><br/>All live organisms recovered from the sediment in a single test chamber were counted, rinsed in deionised water, and placed together in a numbered weighing boat.</p> <p><b>Mean (<math>\pm</math> SD) Dry Weight (mg)</b><br/>Separate weighing boats, each containing the group of surviving chironomids recovered from each test chamber, were dried in an oven for at least 24 h at 60°C. Upon removal from oven, boats were moved immediately to desiccators. The boats were removed from the desiccators and weighed on a 5 decimal point balance. Mean dry weight per surviving larvae was calculated for each group.</p> |
| <b>Survival Endpoint Results</b>                                                                                                                                                                                            | No statistically significant difference in mean survival was detected between the sample and the laboratory control.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Growth Endpoint Results</b>                                                                                                                                                                                              | No statistically significant difference in mean dry weight was detected between the sample and the laboratory control.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Name and citation of program and methods used for calculating statistical endpoint(s)                                                                                                                                       | CETIS v1.8.7.16 – Fisher-Exact (Survival), and Equal variance t Two-Sample Test (Dry weight)<br>Data was tested for normality using Shapiro-Wilk's test and homogeneity of variance using Variance Ratio F Test                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>QA</b>                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Test Validity Criteria <ul style="list-style-type: none"> <li>Mean survival in the test controls for <i>C. dilutus</i> must be <math>\geq 70\%</math></li> <li>Average Dry Weight <math>\geq 0.6\text{mg}</math></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mean survival in the control was 98%</li> <li>Mean Dry Weight was 0.93 mg</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Reference Toxicant Test:<br>LC50 (95% CL) (mg Cu <sup>2+</sup> /L) for Survival                                                                                                                                             | 1.31 (1.08, 1.60)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Ref Tox Test Historic Mean and 2SD Range (mg Cu <sup>2+</sup> /L)                                                                                                                                                           | 0.59; 2SD range: (0.18, 2.0)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Invalid Ref Tox Test?                                                                                                                                                                                                       | No                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Date of Ref Tox Test                                                                                                                                                                                                        | 2014 Sept 16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Organisms Batch and Condition of Ref Tox Test                                                                                                                                                                               | Static 96-h water-only test. Same batch of organisms used                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

# CETIS Analytical Report

Report Date: 22 Oct-14 15:55 (p 1 of 1)  
Test Code: CT-4918-0214 | 08-3957-6010

## Chironomus 10-d Survival and Growth Sediment Test

Maxxam Analytics

|                              |                                 |                              |
|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Analysis ID: 20-2220-5324    | Endpoint: Mean Dry Weight       | CETIS Version: CETISv1.8.7   |
| Analyzed: 22 Oct-14 15:55    | Analysis: Parametric-Two Sample | Official Results: Yes        |
| Batch ID: 00-4127-7301       | Test Type: Survival-AF Growth   | Analyst:                     |
| Start Date: 16 Sep-14 15:30  | Protocol: EC/EPS 1/RM/32        | Diluent: Reconstituted Water |
| Ending Date: 26 Sep-14 12:00 | Species: Chironomus dilutus     | Brine: Not Applicable        |
| Duration: 9d 20h             | Source: Aquatic Biosystems, CO  | Age:                         |

| Data Transform | Zeta | Alt Hyp | Trials | Seed | PMSD  | Test Result |
|----------------|------|---------|--------|------|-------|-------------|
| Untransformed  | NA   | C > T   | NA     | NA   | 19.9% |             |

## Equal Variance t Two-Sample Test

| Sample Code | vs | Sample Code | Test Stat | Critical | MSD   | DF | P-Value | P-Type | Decision(α:5%)         |
|-------------|----|-------------|-----------|----------|-------|----|---------|--------|------------------------|
| Lab Control |    | 4 (Z54540)  | -8.95     | 1.86     | 0.185 | 8  | 1.0000  | CDF    | Non-Significant Effect |

## Auxiliary Tests

| Attribute     | Test                 | Test Stat | Critical | P-Value | Decision(α:5%)       |
|---------------|----------------------|-----------|----------|---------|----------------------|
| Extreme Value | Grubbs Extreme Value | 1.624     | 2.29     | 0.8498  | No Outliers Detected |

## ANOVA Table

| Source  | Sum Squares | Mean Square | DF | F Stat | P-Value | Decision(α:5%)     |
|---------|-------------|-------------|----|--------|---------|--------------------|
| Between | 1.990969    | 1.990969    | 1  | 80.11  | <0.0001 | Significant Effect |
| Error   | 0.1988341   | 0.02485426  | 8  |        |         |                    |
| Total   | 2.189803    |             | 9  |        |         |                    |

## Distributional Tests

| Attribute    | Test                     | Test Stat | Critical | P-Value | Decision(α:1%)      |
|--------------|--------------------------|-----------|----------|---------|---------------------|
| Variances    | Variance Ratio F         | 1.567     | 23.15    | 0.6740  | Equal Variances     |
| Distribution | Shapiro-Wilk W Normality | 0.9677    | 0.7411   | 0.8689  | Normal Distribution |

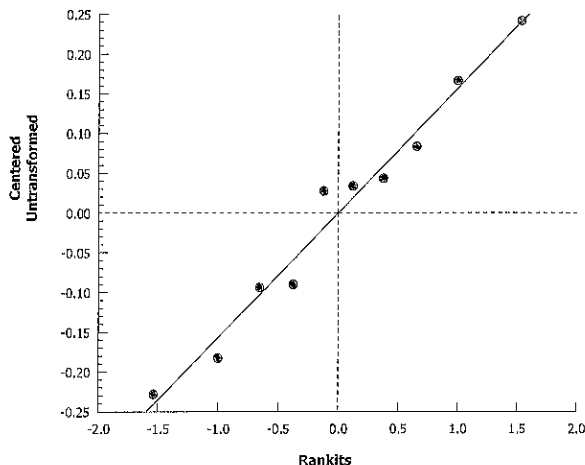
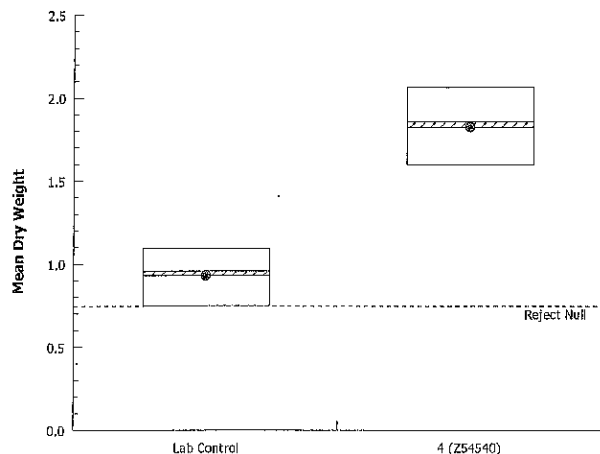
## Mean Dry Weight Summary

| Sample Code | Count | Mean   | 95% LCL | 95% UCL | Median | Min   | Max   | Std Err | CV%    | %Effect |
|-------------|-------|--------|---------|---------|--------|-------|-------|---------|--------|---------|
| Lab Control | 5     | 0.9307 | 0.7579  | 1.103   | 0.958  | 0.748 | 1.097 | 0.06223 | 14.95% | 0.0%    |
| 4 (Z54540)  | 5     | 1.823  | 1.607   | 2.039   | 1.857  | 1.595 | 2.064 | 0.0779  | 9.56%  | -95.89% |

## Mean Dry Weight Detail

| Sample Code | Rep 1  | Rep 2 | Rep 3 | Rep 4 | Rep 5 |
|-------------|--------|-------|-------|-------|-------|
| Lab Control | 0.8367 | 0.958 | 0.748 | 1.097 | 1.014 |
| 4 (Z54540)  | 2.064  | 1.866 | 1.595 | 1.857 | 1.733 |

## Graphics



# CETIS Analytical Report

Report Date: 22 Oct-14 15:56 (p 1 of 1)  
Test Code: CT-4918-0214 | 08-3957-6010

## Chironomus 10-d Survival and Growth Sediment Test

Maxxam Analytics

|                              |                                        |                              |
|------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|
| Analysis ID: 03-4145-1637    | Endpoint: Survival Rate                | CETIS Version: CETISv1.8.7   |
| Analyzed: 22 Oct-14 15:55    | Analysis: Single 2x2 Contingency Table | Official Results: Yes        |
| Batch ID: 00-4127-7301       | Test Type: Survival-AF Growth          | Analyst:                     |
| Start Date: 16 Sep-14 15:30  | Protocol: EC/EPS 1/RM/32               | Diluent: Reconstituted Water |
| Ending Date: 26 Sep-14 12:00 | Species: Chironomus dilutus            | Brine: Not Applicable        |
| Duration: 9d 20h             | Source: Aquatic Biosystems, CO         | Age:                         |

| Data Transform | Zeta | Alt Hyp | Trials | Seed | Test Result |
|----------------|------|---------|--------|------|-------------|
| Untransformed  |      | C > T   | NA     | NA   |             |

### Fisher Exact Test

| Sample      | vs | Sample     | Test Stat | P-Value | P-Type | Decision(α:5%)         |
|-------------|----|------------|-----------|---------|--------|------------------------|
| Lab Control |    | 4 (Z54540) | 0.4851    | 0.4851  | Exact  | Non-Significant Effect |

### Data Summary

| Sample Code | NR | R | NR + R | Prop NR | Prop R  | %Effect |
|-------------|----|---|--------|---------|---------|---------|
| Lab Control | 51 | 1 | 52     | 0.9808  | 0.01923 | 0.0%    |
| 4 (Z54540)  | 48 | 2 | 50     | 0.96    | 0.04    | 2.12%   |

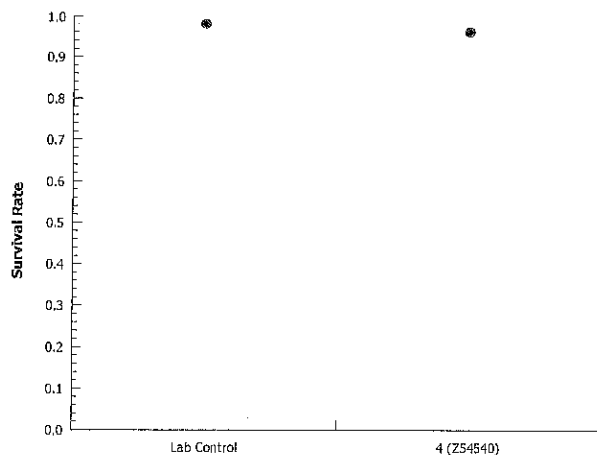
### Survival Rate Detail

| Sample Code | Rep 1 | Rep 2 | Rep 3 | Rep 4 | Rep 5 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Lab Control | 1     | 1     | 1     | 0.9   | 1     |
| 4 (Z54540)  | 0.9   | 1     | 1     | 0.9   | 1     |

### Survival Rate Binomials

| Sample Code | Rep 1 | Rep 2 | Rep 3 | Rep 4 | Rep 5 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Lab Control | 12/12 | 10/10 | 10/10 | 9/10  | 10/10 |
| 4 (Z54540)  | 9/10  | 10/10 | 10/10 | 9/10  | 10/10 |

### Graphics





Client # & Name: 4918 Maxxam AnalytiqueStart Date and Time: 2014 Sept 16 @ 15:30Sample Date: variousEnd Date: 2014 Sept 26Job # B474364Stats File ID: CT-4918-0214Organism Lot #: AB140916Analysts: D. Lai, S. Rostana, A. Cote, P. Howes

| Sample     | Rep | #<br>Larvae | %<br>Survived | Survival |    |
|------------|-----|-------------|---------------|----------|----|
|            |     |             |               | Mean     | SD |
| Control    | A   | 12          | 100           | 98       | 4  |
|            | B   | 10          | 100           |          |    |
|            | C   | 10          | 100           |          |    |
|            | D   | 9           | 90            |          |    |
|            | E   | 10          | 100           |          |    |
| 4 (Z54540) | A   | 9           | 90            | 96       | 5  |
|            | B   | 10          | 100           |          |    |
|            | C   | 10          | 100           |          |    |
|            | D   | 9           | 90            |          |    |
|            | E   | 10          | 100           |          |    |

53-54

2014 Oct 22

Client # &amp; Name: 4918 Maxxam Analytique

Start Date and Time:

2014 Sept 16 15:30

Balance ID: BBY2-0260

End Date:

2014 Sept 26

Job # B474364

Weighing Dates:

2014 Oct 03, 2014 Oct 22

Drying Temperature (°C): 60

Drying Time (h):

&gt;24

Analysts: A. Cote, M. Grey

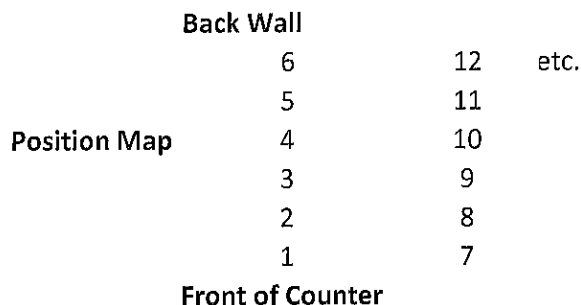
| Boat #  | Sample     | Rep   | # Worms | Boat Wt. (g) | Boat & Worms Wt. (g) | Worm Wt. (mg) | Mean Wt./worm (mg) | Mean Wt./ Sample (mg) | SD   |
|---------|------------|-------|---------|--------------|----------------------|---------------|--------------------|-----------------------|------|
| 16      | control    | A     | 12      | 1.08156      | 1.09160              | 10.04         | 0.84               | 0.93                  | 0.14 |
| 17      |            | B     | 10      | 1.09442      | 1.10400              | 9.58          | 0.96               |                       |      |
| 18      |            | C     | 10      | 1.07332      | 1.08080              | 7.48          | 0.75               |                       |      |
| 19      |            | D     | 9       | 1.12623      | 1.13610              | 9.87          | 1.10               |                       |      |
| 20      |            | E     | 10      | 1.10486      | 1.11500              | 10.14         | 1.01               |                       |      |
| 21      | 4 (Z54540) | A     | 9       | 1.10302      | 1.12160              | 18.58         | 2.06               | 1.82                  | 0.17 |
| 22      |            | B     | 8       | 1.08807      | 1.10300              | 14.93         | 1.87               |                       |      |
| 23      |            | C     | 10      | 1.07235      | 1.08830              | 15.95         | 1.60               |                       |      |
| 24      |            | D     | 9       | 1.09959      | 1.11630              | 16.71         | 1.86               |                       |      |
| 25      |            | E     | 10      | 1.10107      | 1.11840              | 17.33         | 1.73               |                       |      |
| 46      |            | QA/QC | 12      | 1.09600      | 1.09600              | 0.00000       |                    |                       |      |
| 62      |            | QA/QC | 0       | 1.09259      | 1.09180              | -0.00079      |                    |                       |      |
| 16      | 0 - A      |       | 12      | 1.08159      | 1.09180              | 10.21         | 0.85               |                       |      |
| Analyst |            |       | AC      | AC           | AC/MG                |               |                    |                       |      |

The average dry weight for the replicate controls must be &gt;0.6 mg, for the test to be valid.

53-54

2014 Oct 22

# Randomization Chart for Chironomid Tests



Client: 4918

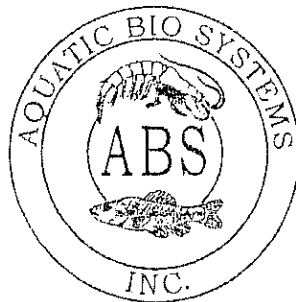
Date: 2014Sept12

| Position # | Colour     | Treatment | Replicate |
|------------|------------|-----------|-----------|
| 11         | Red        | Control   | A         |
| 10         | Red        | Control   | B         |
| 8          | Red        | Control   | C         |
| 7          | Red        | Control   | D         |
| 3          | Red        | Control   | E         |
| 4          | Red        | Control   | Measure   |
| 1          | Fl. Green  | 4(z54540) | A         |
| 12         | Fl. Green  |           | B         |
| 6          | Fl. Green  |           | C         |
| 5          | Fl. Green  |           | D         |
| 9          | Fl. Green  |           | E         |
| 2          | Fl. Green  |           | Measure   |
|            | Purple     |           | A         |
|            | Purple     |           | B         |
|            | Purple     |           | C         |
|            | Purple     |           | D         |
|            | Purple     |           | E         |
|            | Purple     |           | Measure   |
|            | Teal Green |           | A         |
|            | Teal Green |           | B         |
|            | Teal Green |           | C         |
|            | Teal Green |           | D         |
|            | Teal Green |           | E         |
|            | Teal Green |           | Measure   |
|            | Lt. Blue   |           | A         |
|            | Lt. Blue   |           | B         |
|            | Lt. Blue   |           | C         |
|            | Lt. Blue   |           | D         |
|            | Lt. Blue   |           | E         |
|            | Lt. Blue   |           | Measure   |

| Position # | Colour   | Treatment | Replicate |
|------------|----------|-----------|-----------|
|            | Pink     |           | A         |
|            | Pink     |           | B         |
|            | Pink     |           | C         |
|            | Pink     |           | D         |
|            | Pink     |           | E         |
|            | Pink     |           | Measure   |
|            | Yellow   |           | A         |
|            | Yellow   |           | B         |
|            | Yellow   |           | C         |
|            | Yellow   |           | D         |
|            | Yellow   |           | E         |
|            | Yellow   |           | Measure   |
|            | Orange   |           | A         |
|            | Orange   |           | B         |
|            | Orange   |           | C         |
|            | Orange   |           | D         |
|            | Orange   |           | E         |
|            | Orange   |           | Measure   |
|            | Dk. Blue |           | A         |
|            | Dk. Blue |           | B         |
|            | Dk. Blue |           | C         |
|            | Dk. Blue |           | D         |
|            | Dk. Blue |           | E         |
|            | Dk. Blue |           | Measure   |

AB140916

1300 Blue Spruce Drive, Suite C  
Fort Collins, Colorado 80524



Toll Free: 800/331-5916  
Tel: 970/484-5091 Fax: 970/484-2514

### ORGANISM HISTORY

DATE: 9/15/2014

SPECIES: *Chironomus dilutus* (formerly *C. tentans*)

AGE: Deposited 9/6/2014

LIFE STAGE: Second Instar 9/17/2014

HATCH DATE: Emergent date 9/30/2014

BEGAN FEEDING: Immediately

FOOD: *Selenastrum* sp., Flake slurry

### Water Chemistry Record:

|                                           | Current         | Range               |
|-------------------------------------------|-----------------|---------------------|
| TEMPERATURE:                              | <u>23°C</u>     | <u>22-26°C</u>      |
| SALINITY/CONDUCTIVITY:                    | <u>--</u>       | <u>--</u>           |
| TOTAL HARDNESS (as CaCO <sub>3</sub> ):   | <u>100 mg/l</u> | <u>100-190 mg/l</u> |
| TOTAL ALKALINITY (as CaCO <sub>3</sub> ): | <u>60 mg/l</u>  | <u>50-90 mg/l</u>   |
| pH:                                       | <u>8.04</u>     | <u>7.50-8.20</u>    |

Comments:

53-54

Facility Supervisor

Client # & Name: VariousStart Date and Time: 2014 Sept 16 @ 15:03End Date: 2014 Sept 26Organism Lot #: AB140916

## Head Widths at Beginning of Test

| Chironomid # | Head Width (mm) |
|--------------|-----------------|
| 1            | 0.30            |
| 2            | 0.50            |
| 3            | 0.50            |
| 4            | 0.50            |
| 5            | 0.30            |
| 6            | 0.35            |
| 7            | 0.40            |
| 8            | 0.35            |
| 9            | 0.30            |
| 10           | 0.45            |
| 11           | 0.40            |
| 12           | 0.60            |
| 13           | 0.30            |
| 14           | 0.55            |
| 15           | 0.50            |
| 16           | 0.35            |
| 17           | 0.35            |
| 18           | 0.30            |
| 19           | 0.40            |
| 20           | 0.30            |
| Average      | 0.40            |
| SD           | 0.10            |
| Analyst      | DL              |

Average must be 0.33-0.45 mm (Environment Canada 1998)

53-54

2014 Oct 20



## 14-D *HYALELLA AZTECA* GROWTH AND SURVIVAL TEST

Test Summary

Statistics

Raw Data

Supporting Test Data

Acclimation and Holding Conditions

### 14-d *Hyaella azteca* Survival and Growth Sediment Test

|                                                                              |                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Client Name/Location                                                         | Maxxam Analytique / Sainte-Foy, PQ                                                                                                                                                                          |
| Testing Lab/Location                                                         | Maxxam Analytics / Burnaby, BC                                                                                                                                                                              |
| <b>Sample Information</b>                                                    |                                                                                                                                                                                                             |
| Sample Names                                                                 | Various, see CoCs                                                                                                                                                                                           |
| Type of Sample                                                               | Field collected sediments                                                                                                                                                                                   |
| Method of Collection                                                         | See Chain of Custody form                                                                                                                                                                                   |
| Sample Collector                                                             | See Chain of Custody form                                                                                                                                                                                   |
| Sample Volume                                                                | 4L                                                                                                                                                                                                          |
| Sample Containers                                                            | 4L white food grade plastic containers                                                                                                                                                                      |
| Sample Collection Date                                                       | 2014 Aug 19                                                                                                                                                                                                 |
| Date & Time of Sample Receipt                                                | 2014 Aug 25 @ 8:50                                                                                                                                                                                          |
| Sample Temperature upon Arrival                                              | 16-17°C                                                                                                                                                                                                     |
| Sediment and Pore Water Characterisation                                     | See Sediment Sample Descriptions sheet and analytical chemistry reports                                                                                                                                     |
| <b>Sample Preparation</b>                                                    |                                                                                                                                                                                                             |
| Homogenisation                                                               | Sediments from each sample were individually mixed until homogenised at ambient laboratory temperature; large debris and indigenous macro-organisms were removed during homogenisation.                     |
| Date of Homogenisation                                                       | 2014 Sept 15                                                                                                                                                                                                |
| Sediment – Physical Analyses                                                 | None requested                                                                                                                                                                                              |
| Sediment Porewater – Chemical Analyses                                       | An aliquot of homogenised sediment was centrifuged for 20 minutes at 5000 rpm to produce porewater for each sample. The porewater was then analysed for Ammonia and pH. See the Sample Information Section. |
| <b>Test Organisms</b>                                                        |                                                                                                                                                                                                             |
| Species                                                                      | <i>Hyaella azteca</i>                                                                                                                                                                                       |
| Source                                                                       | Aquatic Bio Systems, Fort Collins, CO                                                                                                                                                                       |
| Age at Start of Test                                                         | Juveniles, between 7-9 days old                                                                                                                                                                             |
| Water quality parameters of shipping water before shipment and after arrival | See Organism History Sheet<br>See Acclimation and Holding Conditions sheets                                                                                                                                 |
| Acclimation rate and procedure                                               | See Acclimation and Holding Conditions sheets                                                                                                                                                               |
| Mortality upon arrival and preceding test                                    | 0%                                                                                                                                                                                                          |

|                                                      |                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Laboratory Control Sediment and Test Water</b>    |                                                                                                                                                                                                                                       |
| Laboratory Control Sediment Source                   | Yaquina Bay Beach Sand; Collected by Northwestern Aquatic Sciences (Newport, OR).                                                                                                                                                     |
| Laboratory Control Sediment Storage                  | Stored in a cold room that was at $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$                                                                                                                                                                           |
| Laboratory Control Sediment Preparation Procedure    | Sediment was sieved (0.5 mm) before use and rinsed thoroughly with control water                                                                                                                                                      |
| Control Water                                        | Sam-5S reconstituted water (Borgmann 1996)                                                                                                                                                                                            |
| <b>Test Conditions &amp; Facilities</b>              |                                                                                                                                                                                                                                       |
| Test Method                                          | Environment Canada Biological Test Method: Test for Survival and Growth in Sediment Using the Freshwater Amphipod <i>Hyalella azteca</i> , EPS 1/RM/33 (2013)<br>BBY2SOP-00011 <i>Hyalella azteca</i> 14-day Survival and Growth Test |
| Test Type                                            | Static, no water renewal                                                                                                                                                                                                              |
| Test Temperature                                     | $23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ . See the Test Measurement and Survival Data sheets                                                                                                                                        |
| Light levels and photoperiod                         | Overhead full spectrum (fluorescent or equivalent); 666 - 803 lux, 16-h light:8-h dark                                                                                                                                                |
| Aeration                                             | Continuous and minimal in each test vessel; checked 3 times daily. Compressed oil-free air delivered through microbore airline tubing                                                                                                 |
| Test Start Date                                      | 2014 Sept 16                                                                                                                                                                                                                          |
| Test Completion Date                                 | 2013 Sept 30                                                                                                                                                                                                                          |
| Test Duration                                        | 14 days                                                                                                                                                                                                                               |
| Test Vessels                                         | 375 mL glass jars; covered                                                                                                                                                                                                            |
| Volume and Depth of Sediment                         | 100 mL and 3-4cm                                                                                                                                                                                                                      |
| Volume of Test Water                                 | 175 mL                                                                                                                                                                                                                                |
| Analysts                                             | K. Tamaki, N. Shergill, M. Grey, C. Tong, M. Brassil, D. Lai, N. Blassnitz, M. Grey, M. O'Toole                                                                                                                                       |
| # Organisms / Vessel                                 | 10                                                                                                                                                                                                                                    |
| Number of Replicates                                 | 5 (plus one measurement jar) for each sediment sample                                                                                                                                                                                 |
| Feeding Regime                                       | 3.5 mL YCT three times/week (Yeast, Cerophyll, Trout Chow)                                                                                                                                                                            |
| Dissolved Oxygen Concentrations (DO) and Temperature | In overlying water, at the start and end of the test and ~3 times/week in the measurement jars. See Test Conditions and Survival Data sheets                                                                                          |
| pH, Conductivity, Hardness                           | In overlying water, at the start and end of the test in the measurement jars. See Test Conditions and Survival Data sheets                                                                                                            |
| Sediment Appearance During Test                      | See Aeration Checks and Test Observations sheets                                                                                                                                                                                      |
| Test Observations                                    | Organism behaviour during the test, visible mortalities and/or abnormal behaviour was recorded on Test Observations sheet                                                                                                             |
| Overlying Water – Chemical Analysis                  | Samples of the overlying water were analysed for Ammonia and Alkalinity on Day 0 (start) and Day 14 (end) of the test. See chemical analysis reports.                                                                                 |

|                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Anything Unusual about the Test, Deviations from Test Method, other Problems                                                                                                                              | Insufficient sample volume was collected on Day 0 of the test for alkalinity analysis.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Results</b>                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Endpoints                                                                                                                                                                                                 | <p><b>Mean (<math>\pm</math> SD) Survival (%)</b><br/>All live animals recovered from the overlying water or sediment in a single test chamber were counted, rinsed in deionised water, and placed together in a numbered weighing boat.</p> <p><b>Mean (<math>\pm</math> SD) Dry Weight (mg)</b><br/>Separate weighing boats, each containing the group of surviving amphipods recovered from each test chamber, were dried in an oven for at least 24 h at 60°C. Upon removal from oven, boats were moved immediately to dessicators. The boats were then removed from the dessicator and weighed on a 5 decimal point balance. Mean dry weight per surviving amphipod was calculated for each group.</p> |
| <b>Survival Endpoint Results</b>                                                                                                                                                                          | No statistically significant difference in mean survival was detected between the sample and the laboratory control.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Growth Endpoint Results</b>                                                                                                                                                                            | No statistically significant difference in mean dry weight was detected between the sample and the laboratory control.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Name and citation of program and methods used for calculating statistical endpoint                                                                                                                        | CETIS v1.8.7.16 – Fisher-Exact Test (Survival), and Equal Variance t Two-Sample Test (Dry Weight)<br>Data was tested for normality using Shapiro-Wilk's test and homogeneity of variance using Variance Ratio F test                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>QA</b>                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Test Validity Criteria <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mean survival in the test controls must be <math>\geq 80\%</math></li> <li>• Average Dry Weight <math>\geq 0.1\text{mg}</math></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mean survival in the control was 94%</li> <li>• Mean Dry Weight was 0.10mg</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Reference Toxicant Test:<br>LC50 (95% CL) ( $\mu\text{g Cu}^{2+}/\text{L}$ ) for Survival                                                                                                                 | 199 (171, 231)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Ref Tox Test Historic Mean and 2SD<br>Range ( $\text{mg Cu}^{2+}/\text{L}$ )                                                                                                                              | 195; 2SD range: (120, 316)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Invalid Ref Tox Test?                                                                                                                                                                                     | No                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Date of Ref Tox Test                                                                                                                                                                                      | 2014 Sept 16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Organisms Batch and Condition of Ref Tox Test                                                                                                                                                             | Static 96-h water-only test. Same batch of organisms used                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

# CETIS Analytical Report

Report Date: 22 Oct-14 16:02 (p 1 of 1)  
Test Code: HA-4918-0214 | 08-6800-1875

## Hyalella 14-d Survival and Growth Sediment Test

Maxxam Analytics

|                              |                                 |                              |
|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Analysis ID: 20-0439-7970    | Endpoint: Mean Dry Weight-mg    | CETIS Version: CETISv1.8.7   |
| Analyzed: 22 Oct-14 16:01    | Analysis: Parametric-Two Sample | Official Results: Yes        |
| Batch ID: 03-2683-2879       | Test Type: Survival-Growth      | Analyst:                     |
| Start Date: 16 Sep-14 18:20  | Protocol: EC/EPS 1/RM/33        | Diluent: Reconstituted Water |
| Ending Date: 30 Sep-14 12:00 | Species: Hyalella azteca        | Brine: Not Applicable        |
| Duration: 13d 18h            | Source: Aquatic Biosystems, CO  | Age:                         |

| Data Transform | Zeta | Alt Hyp | Trials | Seed | PMSD  | Test Result |
|----------------|------|---------|--------|------|-------|-------------|
| Untransformed  | NA   | C > T   | NA     | NA   | 25.5% |             |

## Equal Variance t Two-Sample Test

| Sample Code | vs | Sample Code | Test Stat | Critical | MSD   | DF | P-Value | P-Type | Decision(α:5%)         |
|-------------|----|-------------|-----------|----------|-------|----|---------|--------|------------------------|
| Lab Control |    | 4 (Z54540)  | -5.024    | 1.86     | 0.025 | 8  | 0.9995  | CDF    | Non-Significant Effect |

## Auxiliary Tests

| Attribute     | Test                 | Test Stat | Critical | P-Value | Decision(α:5%)       |
|---------------|----------------------|-----------|----------|---------|----------------------|
| Extreme Value | Grubbs Extreme Value | 1.805     | 2.29     | 0.4894  | No Outliers Detected |

## ANOVA Table

| Source  | Sum Squares | Mean Square  | DF | F Stat | P-Value | Decision(α:5%)     |
|---------|-------------|--------------|----|--------|---------|--------------------|
| Between | 0.01155245  | 0.01155245   | 1  | 25.24  | 0.0010  | Significant Effect |
| Error   | 0.003660943 | 0.0004576178 | 8  |        |         |                    |
| Total   | 0.01521339  |              | 9  |        |         |                    |

## Distributional Tests

| Attribute    | Test                     | Test Stat | Critical | P-Value | Decision(α:1%)      |
|--------------|--------------------------|-----------|----------|---------|---------------------|
| Variances    | Variance Ratio F         | 3.896     | 23.15    | 0.2162  | Equal Variances     |
| Distribution | Shapiro-Wilk W Normality | 0.946     | 0.7411   | 0.6219  | Normal Distribution |

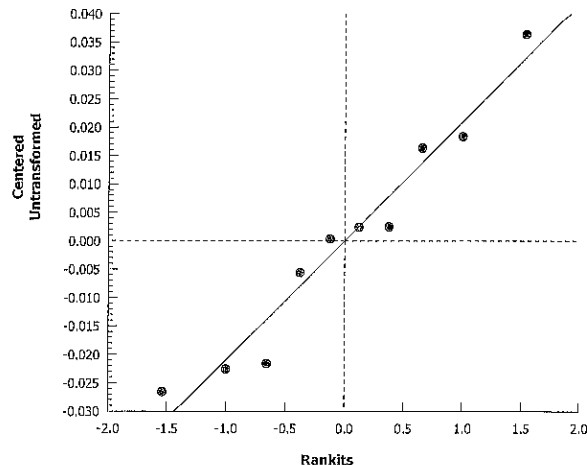
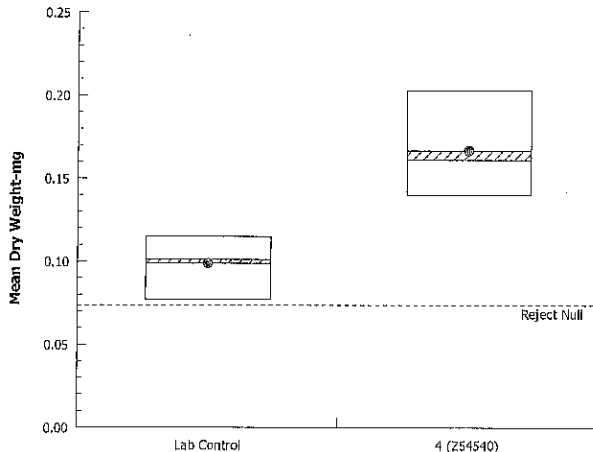
## Mean Dry Weight-mg Summary

| Sample Code | Count | Mean    | 95% LCL | 95% UCL | Median | Min   | Max   | Std Err  | CV%    | %Effect |
|-------------|-------|---------|---------|---------|--------|-------|-------|----------|--------|---------|
| Lab Control | 5     | 0.09862 | 0.08165 | 0.1156  | 0.101  | 0.077 | 0.115 | 0.006115 | 13.86% | 0.0%    |
| 4 (Z54540)  | 5     | 0.1666  | 0.1331  | 0.2001  | 0.161  | 0.14  | 0.203 | 0.01207  | 16.2%  | -68.93% |

## Mean Dry Weight-mg Detail

| Sample Code | Rep 1  | Rep 2 | Rep 3 | Rep 4 | Rep 5 |
|-------------|--------|-------|-------|-------|-------|
| Lab Control | 0.1011 | 0.077 | 0.101 | 0.115 | 0.099 |
| 4 (Z54540)  | 0.14   | 0.144 | 0.203 | 0.185 | 0.161 |

## Graphics





# CETIS Analytical Report

Report Date: 22 Oct-14 16:02 (p 1 of 1)  
Test Code: HA-4918-0214 | 08-6800-1875

## Hyalella 14-d Survival and Growth Sediment Test

Maxxam Analytics

|                              |                                        |                              |
|------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|
| Analysis ID: 01-9361-3057    | Endpoint: Survival Rate                | CETIS Version: CETISv1.8.7   |
| Analyzed: 22 Oct-14 16:01    | Analysis: Single 2x2 Contingency Table | Official Results: Yes        |
| Batch ID: 03-2683-2879       | Test Type: Survival-Growth             | Analyst:                     |
| Start Date: 16 Sep-14 18:20  | Protocol: EC/EPS 1/RM/33               | Diluent: Reconstituted Water |
| Ending Date: 30 Sep-14 12:00 | Species: Hyalella azteca               | Brine: Not Applicable        |
| Duration: 13d 18h            | Source: Aquatic Biosystems, CO         | Age:                         |

| Data Transform | Zeta | Alt Hyp | Trials | Seed | Test Result |
|----------------|------|---------|--------|------|-------------|
| Untransformed  |      | C > T   | NA     | NA   |             |

### Fisher Exact Test

| Sample      | vs | Sample     | Test Stat | P-Value | P-Type | Decision(α:5%)         |
|-------------|----|------------|-----------|---------|--------|------------------------|
| Lab Control |    | 4 (Z54540) | 1         | 1.0000  | Exact  | Non-Significant Effect |

### Data Summary

| Sample Code | NR | R | NR + R | Prop NR | Prop R | %Effect |
|-------------|----|---|--------|---------|--------|---------|
| Lab Control | 47 | 3 | 50     | 0.94    | 0.06   | 0.0%    |
| 4 (Z54540)  | 50 | 0 | 50     | 1       | 0      | -6.38%  |

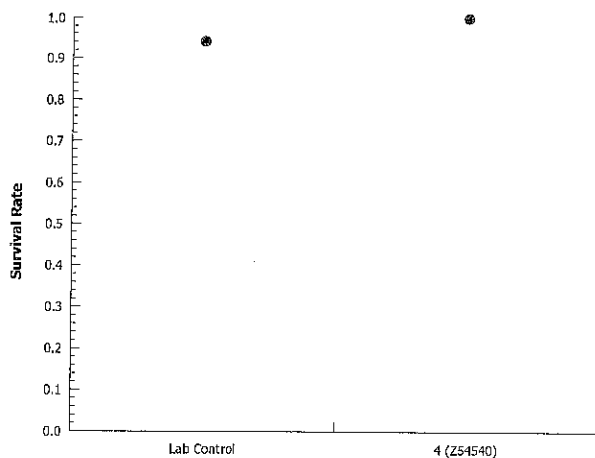
### Survival Rate Detail

| Sample Code | Rep 1 | Rep 2 | Rep 3 | Rep 4 | Rep 5 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Lab Control | 0.9   | 1     | 1     | 0.8   | 1     |
| 4 (Z54540)  | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |

### Survival Rate Binomials

| Sample Code | Rep 1 | Rep 2 | Rep 3 | Rep 4 | Rep 5 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Lab Control | 9/10  | 10/10 | 10/10 | 8/10  | 10/10 |
| 4 (Z54540)  | 10/10 | 10/10 | 10/10 | 10/10 | 10/10 |

### Graphics



***Hyalella azteca* Survival and Growth Test -  
Survival**Client # & Name: 4918 Maxxam AnalytiqueStart Date and Time: 2014 Sept 16 @ 18:20Sample Date: 2014 Aug 19End Date: 2014 Sept 30Job # B474364Stats File ID: HA-4918-0214Organism Lot #: AB140912Analysts: N. Blassnitz, M. Grey, M. Brassil

| Sample     | Rep | #<br>Hyalella | %<br>Survived | Survival |    |
|------------|-----|---------------|---------------|----------|----|
|            |     |               |               | Mean     | SD |
| Control    | A   | 9             | 90            | 94       | 9  |
|            | B   | 10            | 100           |          |    |
|            | C   | 10            | 100           |          |    |
|            | D   | 8             | 80            |          |    |
|            | E   | 10            | 100           |          |    |
| 4 (Z54540) | A   | 10            | 100           | 100      | 0  |
|            | B   | 10            | 100           |          |    |
|            | C   | 10            | 100           |          |    |
|            | D   | 10            | 100           |          |    |
|            | E   | 10            | 100           |          |    |

53-54

2014 Oct 22

Client # & Name: 4918 Maxxam AnalytiqueStart Date and Time: 2014 Sept 16 @ 18:20Organism Lot #: AB140912End Date: 2014 Sept 30Weighing Dates: 2014 Oct 14Drying Temperature (°C): 60Drying Time (h): >24Stats File ID: HA-4918-0214Analysts: M. GreyJob/Sample #: B474364

| Boat #  | Sample     | Rep   | #<br><i>Hyalella</i> | <i>Hyalella</i><br>Wt.(g) | <i>Hyalella</i> Wt.<br>(mg) | Mean Wt./ <i>Hyalella</i><br>(mg) | Mean Wt./Sample<br>(mg) | SD   |
|---------|------------|-------|----------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------|------|
| 16      | control    | A     | 9                    | 0.00091                   | 0.91                        | 0.10                              | 0.10                    | 0.01 |
| 17      |            | B     | 10                   | 0.00077                   | 0.77                        | 0.08                              |                         |      |
| 18      |            | C     | 10                   | 0.00101                   | 1.01                        | 0.10                              |                         |      |
| 19      |            | D     | 8                    | 0.00092                   | 0.92                        | 0.12                              |                         |      |
| 20      |            | E     | 10                   | 0.00099                   | 0.99                        | 0.10                              |                         |      |
| 21      | 4 (Z54540) | A     | 10                   | 0.00140                   | 1.40                        | 0.14                              | 0.17                    | 0.03 |
| 22      |            | B     | 10                   | 0.00144                   | 1.44                        | 0.14                              |                         |      |
| 23      |            | C     | 10                   | 0.00203                   | 2.03                        | 0.20                              |                         |      |
| 24      |            | D     | 10                   | 0.00185                   | 1.85                        | 0.19                              |                         |      |
| 25      |            | E     | 10                   | 0.00161                   | 1.61                        | 0.16                              |                         |      |
| 24      |            | QA/QC | 10                   | 0.00179                   | 1.79                        | 0.18                              |                         |      |
| 20      |            | QA/QC | 10                   | 0.00100                   | 1.00                        | 0.10                              |                         |      |
| 16      |            | O - A | 9                    | 0.00094                   | 0.94                        | 0.10                              |                         |      |
| Analyst |            |       | MG                   | MG                        |                             |                                   |                         |      |

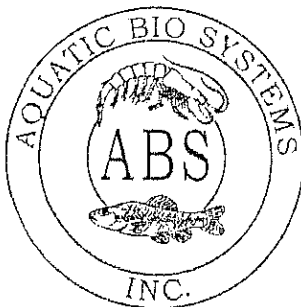
The average dry weight for the replicate controls must be  $\geq 0.1$  mg, for the test to be valid.

53-54

2014 Oct 27

AB140912

1300 Blue Spruce Drive, Suite C  
Fort Collins, Colorado 80524



Toll Free: 800/331-5916  
Tel: 970/484-5091 Fax: 970/484-2514

### ORGANISM HISTORY

DATE: 9/11/2014

SPECIES: *Hyalella azteca*

AGE: 2-4 day

LIFE STAGE: Juvenile

HATCH DATE: Variable

BEGAN FEEDING: Immediately

FOOD: Flake slurry

### Water Chemistry Record:

|                                           | Current         | Range               |
|-------------------------------------------|-----------------|---------------------|
| TEMPERATURE:                              | <u>25°C</u>     | <u>23-25°C</u>      |
| SALINITY/CONDUCTIVITY:                    | <u>--</u>       | <u>--</u>           |
| TOTAL HARDNESS (as CaCO <sub>3</sub> ):   | <u>150 mg/l</u> | <u>100-200 mg/l</u> |
| TOTAL ALKALINITY (as CaCO <sub>3</sub> ): | <u>50 mg/l</u>  | <u>50-90 mg/l</u>   |
| pH:                                       | <u>7.56</u>     | <u>7.55-8.23</u>    |

### Comments:

53-54

*Facility Supervisor*

## CHEMISTRY RESULTS

---

Porewater Ammonia

Day 0 Hyalella Overlying Water Chemistry

Day 14 Hyalella Overlying Water Chemistry

Day 0 Chironomid Overlying Water Chemistry

Day 10 Chironomid Overlying Water Chemistry



Maxxam Job #: B481161  
Report Date: 2014/09/17

MAXXAM ANALYTIQUE  
Client Project #: 2-11-06A  
Site Location: CHRON PW DAY-1; TOX  
Sampler Initials: D

# RESULTS OF CHEMICAL ANALYSES OF WATER

|               |       |            |     |          |
|---------------|-------|------------|-----|----------|
| Maxxam ID     |       | KO9252     |     |          |
| Sampling Date |       | 2014/09/11 |     |          |
| COC Number    |       | G091939    |     |          |
|               | UNITS | 4 (Z54539) | RDL | QC Batch |

|                   |      |     |        |         |
|-------------------|------|-----|--------|---------|
| Nutrients         |      |     |        |         |
| Total Ammonia (N) | mg/L | 2.9 | 0.0050 | 7641628 |

RDL = Reportable Detection Limit

Maxxam Job #: B482763  
Report Date: 2014/10/07

MAXXAM ANALYTIQUE  
Client Project #: 2-11-0691 HYALELLA DAY 0 OVERL  
Site Location: TOX  
Your P.O. #: 2-11-0691

### RESULTS OF CHEMICAL ANALYSES OF WATER

|                                  |       |                   |                         |        |          |
|----------------------------------|-------|-------------------|-------------------------|--------|----------|
| Maxxam ID                        |       | KP9419            | KP9420                  |        |          |
| Sampling Date                    |       | 2014/09/16        | 2014/09/16              |        |          |
| COC Number                       |       | G093176           | G093176                 |        |          |
|                                  | UNITS | CONTROL-OVERLY-HY | 4 (Z54539)<br>OVERLY-HY | RDL    | QC Batch |
| Nutrients                        |       |                   |                         |        |          |
| Total Ammonia (N)                | mg/L  | 0.024             | 0.85                    | 0.0050 | 7652325  |
| RDL = Reportable Detection Limit |       |                   |                         |        |          |

Maxxam Job #: B487716  
Report Date: 2014/10/06

MAXXAM ANALYTIQUE  
Client Project #: 2-11-0691 HYALELLA DAY 10 OVER  
Site Location: TOX  
Sampler Initials: NB

### RESULTS OF CHEMICAL ANALYSES OF WATER

|               |       |                      |                        |     |          |
|---------------|-------|----------------------|------------------------|-----|----------|
| Maxxam ID     |       | KS9677               | KS9678                 |     |          |
| Sampling Date |       | 2014/09/30           | 2014/09/30             |     |          |
| COC Number    |       | G093218              | G093218                |     |          |
|               | UNITS | CONTROL<br>OVERLY HY | 4(Z54539)<br>OVERLY HY | RDL | QC Batch |

|                                          |      |       |       |        |         |
|------------------------------------------|------|-------|-------|--------|---------|
| <b>Misc. Inorganics</b>                  |      |       |       |        |         |
| Alkalinity (Total as CaCO <sub>3</sub> ) | mg/L | 140   | 76.7  | 0.50   | 7661876 |
| Alkalinity (PP as CaCO <sub>3</sub> )    | mg/L | <0.50 | <0.50 | 0.50   | 7661876 |
| Bicarbonate (HCO <sub>3</sub> )          | mg/L | 171   | 93.5  | 0.50   | 7661876 |
| Carbonate (CO <sub>3</sub> )             | mg/L | <0.50 | <0.50 | 0.50   | 7661876 |
| Hydroxide (OH)                           | mg/L | <0.50 | <0.50 | 0.50   | 7661876 |
| <b>Nutrients</b>                         |      |       |       |        |         |
| Total Ammonia (N)                        | mg/L | 4.6   | 2.5   | 0.0050 | 7665728 |

RDL = Reportable Detection Limit

Maxxam Job #: B482774  
Report Date: 2014/09/22

MAXXAM ANALYTIQUE  
Client Project #: 2-11-0691; CHIRON DAY 0 OVERLY  
Site Location: TOX  
Sampler Initials: D

### RESULTS OF CHEMICAL ANALYSES OF WATER

|               |       |                      |          |                         |     |          |
|---------------|-------|----------------------|----------|-------------------------|-----|----------|
| Maxxam ID     |       | KP9497               |          | KP9498                  |     |          |
| Sampling Date |       | 2014/09/16           |          | 2014/09/16              |     |          |
| COC Number    |       | G091930              |          | G091930                 |     |          |
|               | UNITS | CONTROL-OVERLY<br>CH | QC Batch | 4 (Z54539)<br>OVERLY CH | RDL | QC Batch |

|                                          |      |       |         |       |        |         |
|------------------------------------------|------|-------|---------|-------|--------|---------|
| <b>Misc. Inorganics</b>                  |      |       |         |       |        |         |
| Alkalinity (Total as CaCO <sub>3</sub> ) | mg/L | 50.8  | 7644459 | 74.8  | 0.50   | 7644453 |
| Alkalinity (PP as CaCO <sub>3</sub> )    | mg/L | <0.50 | 7644459 | <0.50 | 0.50   | 7644453 |
| Bicarbonate (HCO <sub>3</sub> )          | mg/L | 62.0  | 7644459 | 91.3  | 0.50   | 7644453 |
| Carbonate (CO <sub>3</sub> )             | mg/L | <0.50 | 7644459 | <0.50 | 0.50   | 7644453 |
| Hydroxide (OH)                           | mg/L | <0.50 | 7644459 | <0.50 | 0.50   | 7644453 |
| <b>Nutrients</b>                         |      |       |         |       |        |         |
| Total Ammonia (N)                        | mg/L | 0.043 | 7646061 | 0.52  | 0.0050 | 7646063 |

RDL = Reportable Detection Limit

Maxxam Job #: B486534  
Report Date: 2014/10/01

Maxxam Analytics (TOX Internal)  
Client Project #: 2-11-069/CHRON DAY 10 OVERLY  
Site Location: TOX  
Sampler Initials: DL

### RESULTS OF CHEMICAL ANALYSES OF WATER

|                                          |       |                      |                        |       |
|------------------------------------------|-------|----------------------|------------------------|-------|
| Maxxam ID                                |       | KS1504               | KS1505                 |       |
| Sampling Date                            |       | 2014/09/26           | 2014/09/26             |       |
| COC Number                               |       | G093213              | G093213                |       |
|                                          | Units | CONTROL OVERLY<br>CH | 4(Z54539) OVERLY<br>CH | RDL   |
| <b>Misc. Inorganics</b>                  |       |                      |                        |       |
| Alkalinity (Total as CaCO <sub>3</sub> ) | mg/L  | 122                  | 83.6                   | 0.50  |
| Alkalinity (PP as CaCO <sub>3</sub> )    | mg/L  | <0.50                | <0.50                  | 0.50  |
| Bicarbonate (HCO <sub>3</sub> )          | mg/L  | 149                  | 102                    | 0.50  |
| Carbonate (CO <sub>3</sub> )             | mg/L  | <0.50                | <0.50                  | 0.50  |
| Hydroxide (OH)                           | mg/L  | <0.50                | <0.50                  | 0.50  |
| <b>Nutrients</b>                         |       |                      |                        |       |
| Total Ammonia (N)                        | mg/L  | 6.2                  | 5.7                    | 0.050 |
| RDL = Reportable Detection Limit         |       |                      |                        |       |



## À propos d'AECOM

Avec près de 100 000 employés, incluant des architectes, des ingénieurs, des concepteurs, des planificateurs, des scientifiques et des professionnels de la gestion et des services de construction, au service de clients dans plus de 150 pays depuis l'acquisition d'URS, AECOM est la plus importante firme pleinement intégrée de services d'infrastructure et de soutien. AECOM est classée au premier rang des entreprises de conception et de génie selon le palmarès annuel de l'industrie du magazine *Engineering News-Record*. La société est un leader sur tous les marchés clés qu'elle sert, notamment le transport, le bâtiment, l'environnement, l'énergie, le pétrole et le gaz, les immeubles de grande hauteur, l'eau et les services gouvernementaux. AECOM allie portée mondiale et connaissances locales, innovation et excellence technique afin d'offrir des solutions qui créent, améliorent et préservent les environnements bâtis, naturels et sociaux dans le monde entier. Classées dans la liste des compagnies du *Fortune 500*, les entreprises d'AECOM, incluant URS, ont enregistré des revenus de 19,2 milliards de dollars pour la période de 12 mois se terminant le 30 juin 2014.

Des renseignements supplémentaires sur AECOM et ses services sont disponibles au [www.aecom.com](http://www.aecom.com). Suivez AECOM sur Twitter à @AECOM



# Étude des impacts de la rupture de la digue du site minier Opémiska sur les poissons et leurs habitats

## Volume 2 : Annexes







# **Étude des impacts de la rupture de la digue du site minier Opémiska sur les poissons et leurs habitats**

## **Volume 2 : Annexes**

05-20755

Mars 2013



## Liste des annexes

|          |                                                                                              |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Annexe A | Correspondances des intervenants                                                             |
| Annexe B | Fiche de caractérisation biologique et physique du ruisseau Slam et de la rivière Obatogamau |
| Annexe C | Calculs détaillés de l'indice de la qualité des eaux (IQE)                                   |
| Annexe D | Coordonnées des stations d'échantillonnage de 2011                                           |
| Annexe E | Certificats d'analyses chimiques et granulométriques                                         |
| Annexe F | Rapport des analyses toxicologiques sur l'eau                                                |
| Annexe G | Rapport des analyses toxicologiques sur les sédiments                                        |
| Annexe H | Rapport final d'analyse du benthos des Laboratoires SAB                                      |
| Annexe I | Matrices des données brutes du recensement des invertébrés benthiques                        |
| Annexe J | Position des stations de pêche et effort de pêche                                            |
| Annexe K | Liste des anomalies externes des poissons                                                    |
| Annexe L | Données brutes des captures et des mesures morphométriques sur les poissons                  |
| Annexe M | Niveaux trophiques et tolérance à la pollution des différentes espèces de poissons capturées |





**Annexe A**  
**Correspondance des**  
**intervenants**





Division de l'Application de la Loi en Environnement /  
Environmental Enforcement Division  
Direction générale de l'Application de la Loi /  
Enforcement Branch  
105, McGill, 3<sup>e</sup> étage / 3<sup>rd</sup> Floor  
Montréal (Québec), H2Y 2E7

Montréal, le 4 juin 2010

N/D : MINES-0078

M. Marc Houde  
Direction de la restauration des sites miniers  
Ministère des Ressources naturelles et de la Faune  
880, chemin Ste-Foy, bureau 4.40  
Québec (Québec)  
G1S 4X4

**Objet: SUIVI DES EFFETS DE LA RUPTURE DE LA DIGUE DU BASSIN DE POLISSAGE  
DE LA MINE OPÉMISKA SUR LE POISSON ET SON HABITAT**

Monsieur,

Le 23 juin 2008, le bris d'une digue de l'ancien bassin de polissage de la mine Opémiska, à Chapais, a entraîné un rejet important de résidus miniers dans le ruisseau Slam et les cours d'eau situés en aval. Selon les données de votre ministère, le rejet de résidus miniers était estimé à environ 50 000 m<sup>3</sup>. Un tel rejet constituait un rejet irrégulier au sens du paragraphe 38(4) de la *Loi sur les pêches*. Il s'avère que le Ministère des Ressources naturelles et de la Faune est responsable de ce site minier et que par conséquent, il est aussi responsable du rejet, au sens du paragraphe 38(4).

Selon les termes du paragraphe 38(5) de la *Loi sur les pêches*, la partie responsable doit prendre, le plus tôt possible dans les circonstances, toutes les mesures nécessaires, compatibles avec la sécurité et la conservation des poissons et de leur habitat, pour atténuer ou réparer les dommages causés par un tel rejet irrégulier.

Au cours des derniers mois, nous avons été en mesure de constater que des travaux majeurs ont été effectués afin de stabiliser les résidus miniers toujours en place dans l'ancien bassin de polissage et de restaurer la partie amont du ruisseau Slam.

Toutefois, à ce jour, aucun suivi complet n'a été entrepris afin d'évaluer les impacts qu'ont subis les poissons et leurs habitats. Nous avons eu l'occasion d'entreprendre avec vous des discussions préliminaires quant à un tel suivi. La présente vient préciser les exigences d'Environnement Canada et de Pêches et Océans Canada quant à la portée de ce suivi.

Le Ministère des Ressources naturelles et de la Faune devra donc, mais sans s'y limiter, prendre les mesures décrites dans les deux documents suivants, joints en annexe :

- Suivi des effets de la rupture de la digue du bassin de polissage de la mine Opémiska visant la qualité de l'eau et des sédiments;



- Site minier Opémiska – Synthèse des besoins en information de Pêches et Océans Canada.

Tel que préalablement discuté, nous nous attendons à recevoir une ébauche du devis d'appel d'offre que nous pourrions commenter avant le lancement dudit appel d'offres. Nous nous attendons également à recevoir une copie du plan de caractérisation qui aura été préparé par le consultant retenu, avant la réalisation des travaux, ainsi que des rapports complets des travaux, selon les échéanciers fixés dans les deux documents susmentionnés.

Enfin, à la lumière des résultats obtenus, le MRNF devra déterminer les besoins en restauration de l'habitat du poisson et, le cas échéant, élaborer un plan d'action visant la restauration de la capacité de production de ces habitats, le tout selon les termes et l'échéancier précisés dans le document "Site minier Opémiska – Synthèse des besoins en information de Pêches et Océans Canada".

Pour toute question ou commentaire concernant cette lettre ou la législation citée, n'hésitez pas à contacter le soussigné. Vous pouvez également joindre Mme Marion Vaché concernant les besoins en information de Pêches et Océans Canada au (418) 775-0882 ou par courriel à [Marion.Vache@dfo-mpo.gc.ca](mailto:Marion.Vache@dfo-mpo.gc.ca) ou M. François Cloutier concernant le suivi de la qualité de l'eau et des sédiments au (514) 496-6847 ou par courriel à [francois.cloutier@ec.gc.ca](mailto:francois.cloutier@ec.gc.ca)

Veuillez agréer, Monsieur Houde, l'expression de mes sentiments les meilleurs.

**Original signé**

Bernard Bruneau  
Inspecteur et Agent des pêches  
Opérations Nord-Ouest  
Direction de l'application de la loi en environnement  
Direction générale de l'application de la loi  
Environnement Canada  
(514) 496-4432  
[bernard.bruneau@ec.gc.ca](mailto:bernard.bruneau@ec.gc.ca)

c.c. : Mme Marion Vaché, Analyste, Protection de l'habitat du poisson, eau douce, mines, pétrole et gaz, Pêches et Océans Canada;  
Mme Manon Laliberté, Analyste principale, Protection de l'habitat du poisson, eau douce, mines, pétrole et gaz, Pêches et Océans Canada;  
M. Jean-Yves Savaria, Gestionnaire, Division de la gestion de l'habitat du poisson, Pêches et Océans Canada;  
M. François Cloutier, Conseiller scientifique, Protection de l'environnement, Environnement Canada;  
M. Daniel Bidal, Directeur régional intérimaire, Application de la loi, Environnement Canada.

Pièces jointes.

## Suivi des effets de la rupture de la digue du bassin de polissage de la mine Opémiska visant la qualité de l'eau et des sédiments

L'objectif du suivi est de :

1. Établir la portée des effets sur le poisson et son habitat de la contamination physico-chimique induite par la rupture de la digue du bassin de polissage de la mine Opémiska.
2. Suivre les effets sur le poisson et son habitat de la contamination physico-chimique induite par la rupture de la digue du bassin de polissage de la mine Opémiska.

Pour l'atteinte des objectifs, le MRNF devra :

1. Établir la portée des effets sur le poisson et son habitat de la contamination physico-chimique induite par la rupture de la digue du bassin de polissage de la mine Opémiska.
  - 1.1. Établir un gradient de contamination physico-chimique de l'habitat du poisson. Ce gradient devra être établi tant pour les eaux de surface que pour les sédiments.
  - 1.2. Les paramètres physico-chimiques ainsi que les objectifs à atteindre pour les eaux de surface ainsi que pour les sédiments sont présentés dans le tableau suivant (les cellules noires signifient que le paramètre n'est pas à mesurer pour le substrat) :

| Paramètres    | Eau de surface (EdS)                                                                                                                                                                                                                                      | Sédiments (S)                                                              |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
|               | Critères CCME<br>Protection de la vie aquatique : effets chroniques                                                                                                                                                                                       | Critères EC/MDDEP<br>Concentration d'effets occasionnels (CEO) par horizon |
| Épaisseur     |                                                                                                                                                                                                                                                           | Valeur comparative                                                         |
| Granulométrie |                                                                                                                                                                                                                                                           | Valeur comparative                                                         |
| pH            | 6,5 à 9,0                                                                                                                                                                                                                                                 | Valeur ambiante                                                            |
| Conductivité  | Valeur ambiante                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                            |
| Dureté        | Valeur ambiante                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                            |
| MES           | 5 mg/L variation maximale                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                            |
| Arsenic       | 5 µg/L                                                                                                                                                                                                                                                    | 19 mg/kg (sec)                                                             |
| Cuivre        | • 2 µg/L à une dureté de l'eau de 0 à 120 mg/L (douce-moyenne) comme CaCO <sub>3</sub><br>• 3 µg/L à une dureté de l'eau de 120 à 180 mg/L (dure) comme CaCO <sub>3</sub><br>• 4 µg/L à une dureté de l'eau >180 mg/L (très dure) comme CaCO <sub>3</sub> | 42 mg/kg (sec)                                                             |
| Fer           | 300 µg/L                                                                                                                                                                                                                                                  | Valeur ambiante                                                            |



|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                 |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Nickel | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 25 µg/L à une dureté de l'eau de 0 à 60 mg/L (douce) comme CaCO<sub>3</sub></li> <li>• 65 µg/L à une dureté de l'eau de 60 à 120 mg/L (moyenne) comme CaCO<sub>3</sub></li> <li>• 110 µg/L à une dureté de l'eau de 120 à 180 mg/L (dure) comme CaCO<sub>3</sub></li> <li>• 150 µg/L à une dureté de l'eau &gt;180 mg/L (très dure) comme CaCO<sub>3</sub></li> </ul> | Valeur ambiante |
| Plomb  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 µg/L à une dureté de l'eau de 0 à 60 mg/L (douce) comme CaCO<sub>3</sub></li> <li>• 2 µg/L à une dureté de l'eau de 60 à 120 mg/L (moyenne) comme CaCO<sub>3</sub></li> <li>• 4 µg/L à une dureté de l'eau de 120 à 180 mg/L (dure) comme CaCO<sub>3</sub></li> <li>• 7 µg/L à une dureté de l'eau &gt;180 mg/L (très dure) comme CaCO<sub>3</sub></li> </ul>       | 54 mg/kg (sec)  |
| Zinc   | 30 µg/L                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 180 mg/kg (sec) |

1.3. L'atteinte des objectifs de qualité des eaux de surface et des sédiments sera analysée à partir du dernier bassin de sédimentation. Ce point correspond au point d'échantillonnage D du MRNF. Les stations d'échantillonnage pour les paramètres physico-chimiques devront couvrir minimalement les secteurs suivants (EdS : eau de surface; S : sédiment) :

| Secteurs                                                                                                                                                                   | Nombre minimal de stations d'échantillonnage | Nombre total minimal d'échantillons / substrat |   | Description de la localisation des stations d'échantillonnage. <i>Ces stations d'échantillonnage devront être localisées plus précisément dans les endroits de dépôt stable de sédiments tout en respectant la description y étant associée.</i>                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                            |                                              | EdS                                            | S |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Immédiatement en aval du dernier ouvrage (2 <sup>e</sup> bassin de sédimentation)                                                                                          | 1                                            | 1                                              | 1 | La station d'échantillonnage devra être localisée à la jonction des eaux de dérivation et du 2 <sup>e</sup> bassin de sédimentation                                                                                                                                                                                       |
| Cours du ruisseau Slam                                                                                                                                                     | 2                                            | 2                                              | 2 | Les stations d'échantillonnage devront être réparties entre la jonction des eaux de dérivation et du 2 <sup>e</sup> bassin de sédimentation ainsi que de l'embouchure du ruisseau Slam sur la rivière Obatogamau                                                                                                          |
| Cours de la rivière Obatogamau entre l'embouchure du ruisseau Slam sur la rivière Obatogamau ainsi que de l'embouchure de la rivière Obatogamau sur la rivière Chibougamau | 7                                            | 4                                              | 1 | Une station d'échantillonnage devra être localisée dans les eaux de mélange du ruisseau Slam et de la rivière Obatogamau. Pour l'eau de surface, un profil vertical devra être établi sur 4 profondeurs (surface, fond et deux réparties dans la colonne) en y ajoutant une courantométrie aux 4 profondeurs.             |
|                                                                                                                                                                            |                                              | 4                                              | 1 | Une station d'échantillonnage devra être localisée à environ 100m en aval de l'embouchure du ruisseau Slam sur la rivière Obatogamau. Pour l'eau de surface, un profil vertical devra être établi sur 4 profondeurs (surface, fond et deux réparties dans la colonne) en y ajoutant une courantométrie aux 4 profondeurs. |
|                                                                                                                                                                            |                                              | 2                                              | 2 | Deux stations d'échantillonnage devront être localisées immédiatement en aval du mélange de 2 des principaux tributaires de la rivière Obatogamau : ruisseau Dickson, ruisseau Daubrée, ruisseau Anville, ruisseau Dolomieu ou Lac Society.                                                                               |

|  |  |   |   |                                                                                                                                                     |
|--|--|---|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | 2 | 2 | Deux stations d'échantillonnage devront être localisées dans les eaux de mélange de la rivière Obatogamau et des lacs Méchamégo et du Cœur Pendant. |
|  |  | 1 | 1 | Une station d'échantillonnage immédiatement en aval du mélange des rivières Obatogamau et Chibougamau.                                              |

Les stations d'échantillonnage de référence pour les paramètres physico-chimiques devront couvrir minimalement les secteurs suivants (EdS : eau de surface; S : sédiment) :

| Secteurs d'échantillonnage de référence                               | Nombre minimal de stations d'échantillonnage | Nombre total minimal d'échantillons / substrat |   | Description de la localisation des stations d'échantillonnage. <i>Ces stations d'échantillonnage devront être localisées plus précisément dans les endroits de dépôt stable de sédiments tout en respectant la description y étant associée.</i> |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                       |                                              | EdS                                            | S |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Résidus miniers dans le cours du ruisseau Slam                        | 3                                            |                                                | 3 | Niveau de référence des propriétés physico-chimiques des résidus miniers                                                                                                                                                                         |
| Cours d'un ruisseau similaire au ruisseau Slam quant à son écosystème | 1                                            | 1                                              | 1 | Milieu témoin pour comparer au ruisseau Slam : N49 44.149; W74 53.020 ou N49 43.649; W74 52.424                                                                                                                                                  |
| Eau de dérivation                                                     | 1                                            | 1                                              | 1 | Milieu de référence pour la contribution de l'effluent de la dérivation.                                                                                                                                                                         |
| Eau de Chapais                                                        | 1                                            | 1                                              | 1 | Milieu de référence pour la contribution de l'effluent de la municipalité de Chapais.                                                                                                                                                            |
| Amont de l'embouchure du ruisseau Slam sur la rivière Obatogamau      | 3                                            | 1                                              | 3 | Milieu témoin pour la rivière Obatogamau. Choisir seulement un point d'échantillonnage pour l'eau de surface.                                                                                                                                    |

Chacune des stations d'échantillonnage devra être décrite de la façon suivante :

- Coordonnées géographiques
- Photographies (amont, aval et berges)
- Vitesse du courant
- Pente de la rivière
- Largeur de la rivière
- Profondeur
- Pente et stabilité des berges
- Végétation aquatique et riveraine
- Type de substrat
- Épaisseur des résidus miniers

Les eaux de surface devront être échantillonnées et analysées trois fois par année immédiatement suite à la crue printanière, en période d'étiage et durant les pluies d'automne. Les sédiments devront être échantillonnés et analysés une seule fois par année en période d'étiage.

- 1.4. De plus, des essais de toxicité devront être réalisés sur l'eau et les sédiments. Ces essais sont présentés dans le tableau suivant :

| Substrat       | Essais                                                                                                                                                                           |                                |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Eau de surface | Essai de mesure de l'inhibition de la croissance de la plante macroscopique dulcicole <i>Lemna minor</i>                                                                         | Environnement Canada # 1/RM/37 |
|                | Méthode d'essai biologique: Essai d'inhibition de la croissance d'une algue d'eau douce                                                                                          | Environnement Canada # 1/RM/25 |
| Sédiments      | Méthode d'essai biologique : essai de survie et de croissance des larves dulcicoles de chironomes ( <i>Chironomus tentans</i> ou <i>Chironomus riparius</i> ) dans les sédiments | Environnement Canada # 1/RM/32 |
|                | Méthode d'essai biologique : essai de survie et de croissance de l'amphipode dulcicole <i>Hyaella azteca</i> dans les sédiments                                                  | Environnement Canada # 1/RM/33 |

- 1.5. Les stations d'échantillonnage pour les essais de toxicité devront couvrir minimalement les secteurs suivants :

| Secteurs d'échantillonnage                                                                                                                                                 | Nombre minimal de stations d'échantillonnage | Substrat                                                                                | Description                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cours du ruisseau Slam                                                                                                                                                     | 2                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eau de surface</li> <li>• Sédiments</li> </ul> | Les stations d'échantillonnage devront être réparties entre la jonction des eaux de dérivation et du 2 <sup>e</sup> bassin de sédimentation ainsi que l'embouchure du ruisseau Slam sur la rivière Obatogamau                               |
| Cours d'un ruisseau similaire au ruisseau Slam quant à son écosystème                                                                                                      | 1                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eau de surface</li> <li>• Sédiments</li> </ul> | Milieu de référence<br>N49 44.149; W74 53.020 ou N49 43.649; W74 52.424                                                                                                                                                                     |
| Cours de la rivière Obatogamau entre l'embouchure du ruisseau Slam sur la rivière Obatogamau ainsi que de l'embouchure de la rivière Obatogamau sur la rivière Chibougamau | 3                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eau de surface</li> <li>• Sédiments</li> </ul> | Une station d'échantillonnage devra être placée dans les eaux de mélange du ruisseau Slam et de la rivière Obatogamau.                                                                                                                      |
|                                                                                                                                                                            |                                              |                                                                                         | Deux stations d'échantillonnage devront être localisées immédiatement en aval du mélange de 2 des principaux tributaires de la rivière Obatogamau : ruisseau Dickson, ruisseau Daubrée, ruisseau Anville, ruisseau Dolomieu ou Lac Society. |
| Amont de l'embouchure du ruisseau Slam sur la rivière Obatogamau                                                                                                           | 1                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eau de surface</li> <li>• Sédiments</li> </ul> | Milieu de référence                                                                                                                                                                                                                         |

- 1.6. Présenter à Environnement Canada un rapport écrit complet de la qualité de l'eau et des sédiments. Ce rapport devra être déposé au plus tard le 31 décembre 2011.

2. Le suivi des effets sur le poisson et son habitat de la contamination physico-chimique induite par la rupture de la digue du bassin de polissage de la mine Opémiska sera ajusté en fonction des résultats reliés au premier objectif.

Ainsi, les stations d'échantillonnage, le nombre d'échantillons ainsi que les paramètres de mesure seront adaptés pour suivre les effets sur le poisson et son habitat des travaux de réhabilitation ainsi que des mécanismes d'atténuation naturelle de la contamination.

## Site minier Opémiska

### Synthèse des besoins en information de Pêches et Océans Canada

Lors de notre rencontre du 8 décembre dernier, à Québec, le Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) a requis le support de Pêches et Océans Canada (MPO) pour l'aider à déterminer la façon d'évaluer la perte d'habitat et de procéder à l'étude sur les poissons dans le cadre de la restauration mentionnée ci-dessus.

Les lignes qui suivent ont pour but de guider le MRNF et visent deux objectifs :

- 1) documenter l'effet qu'a eu la rupture de la digue et la dispersion des résidus miniers sur les communautés de poissons et leurs habitats
- 2) déterminer les besoins en restauration de l'habitat du poisson et élaborer un plan d'action pour restaurer la capacité de production de l'habitat du poisson

Pour chacun de ces objectifs, repris ci-dessous, une mise en contexte résume la situation, suivie d'un tableau précisant l'information requise par le MPO pour chaque objectif afin de procéder à l'analyse de la proposition de restauration de l'habitat du poisson.

#### **1) Documenter l'effet qu'a eu la rupture de la digue et la dispersion des résidus miniers sur les communautés de poissons et leurs habitats**

Le MRNF devra fournir des renseignements sur l'état initial du milieu et des communautés aquatiques avant la rupture de la digue en 2008.

Dans un premier temps, le MRNF devra énumérer les espèces des poissons qui pouvaient utiliser le ruisseau Slam, incluant ses tributaires, et les cours d'eau situés en aval du ruisseau Slam. Il devra également décrire l'utilisation que le poisson faisait des habitats de ces milieux avant la rupture de la digue.

Par la suite, le MRNF devra documenter l'effet de l'épanchement des résidus du site minier Opémiska sur les communautés aquatiques et les habitats du poisson. Les dommages physiques à l'habitat du poisson occasionnés par la rupture de la digue du site minier Opémiska et la dispersion des résidus miniers concernent non seulement le ruisseau Slam et ses tributaires, mais également la rivière Obatogamau et les plans d'eau situés plus en aval, sur une distance restant à déterminer.

Depuis 2008, une caractérisation du lit et des rives du ruisseau Slam a été réalisée en aval de l'ancienne digue jusqu'à son embouchure sur la rivière Obatogamau (SNC-Lavalin 2008 et Tecsult AECOM 2008). Toutefois, l'effet de la dispersion des résidus miniers en aval du ruisseau Slam n'a pas été évalué. Ainsi, il est nécessaire d'évaluer dès 2010 l'état actuel des communautés aquatiques des milieux touchés.

Il est primordial de s'assurer dès à présent que les méthodes et les stations d'inventaire retenues permettront un échantillonnage représentatif du milieu et de son état, ainsi que la comparaison des communautés aquatiques dans l'espace et dans le temps.

Un nombre adéquat de stations devra être retenu sur le ruisseau Slam et sur la rivière Obatogamau en amont et en aval du ruisseau Slam, pour évaluer les effets de la dispersion des résidus. Les stations localisées sur la rivière Obatogamau, et les autres cours d'eau situés en aval du ruisseau Slam, devront être réparties sur une distance suffisante pour documenter les effets de la dispersion des résidus miniers à la suite de la rupture de la digue.

L'ensemble de ces renseignements devra être présenté au MPO sous la forme d'un rapport écrit complet, incluant des cartes et des photographies, avant le 31 janvier 2011.

Les données recueillies en 2010 permettront d'évaluer par la suite le succès et l'efficacité de l'ensemble des travaux correctifs mis en œuvre.

Tableau 1. Information requise pour évaluer les dommages physiques à l'habitat du poisson

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1. Évaluation des dommages physiques à l'habitat du poisson</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>1.1. État initial du milieu avant la rupture de la digue</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Énumérer les espèces de poissons qui pouvaient utiliser le ruisseau Slam et ses tributaires avant la rupture de la digue.</li> <li>• Dresser la liste des espèces de poissons présentes dans la rivière Obatogamau, en amont du lac Waswanipi.</li> </ul> <p>Sur un plan ou une carte à l'échelle :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Délimiter le niveau d'eau moyen de la rivière Obatogamau à l'embouchure du ruisseau Slam. Indiquer la limite des crues de récurrence 0-2 ans.</li> <li>• Indiquer jusqu'où les poissons pouvaient migrer vers l'amont du ruisseau Slam.</li> <li>• Indiquer, à l'aide des études préliminaires ou du savoir traditionnel Cri, la présence reconnue ou potentielle de sites importants pour les poissons (ex. frayères, herbiers, plaine inondable, etc.) dans le ruisseau Slam et la rivière Obatogamau (incluant les plans d'eau situés sur le cours de la rivière) jusqu'au lac Waswanipi.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>1.2. État du milieu à la suite de la rupture de la digue</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimer la distance (en km) sur laquelle les résidus miniers d'Opémiska se sont répandus sur le lit et les berges de la rivière Obatogamau, ainsi que sur tout autre cours d'eau ou plan d'eau susceptible d'avoir été affecté.</li> <li>• Indiquer l'effet qu'a eu la dispersion des résidus miniers sur le poisson et son habitat dans le ruisseau Slam, ses tributaires et dans le lit de la rivière Obatogamau.</li> <li>• Indiquer si les bassins sédimentation aménagés sur le ruisseau Slam permettent la libre circulation du poisson jusqu'aux habitats qui étaient utilisés par le poisson avant la rupture de la digue.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>1.3. État actuel du milieu</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p>Pour le ruisseau Slam, ses tributaires, ainsi que les cours d'eau et plans d'eau concernés situés en aval du ruisseau Slam</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caractériser, par des méthodes reconnues et un échantillonnage représentatif, les communautés aquatiques qui ont été touchées par les résidus. Il est recommandé de répartir un nombre adéquat de stations pour permettre des comparaisons statistiques et pour discerner, du bruit de fond, les effets de la dispersion des résidus miniers d'Opémiska sur les communautés aquatiques. Les stations devront être réparties jusqu'en aval des zones d'accumulation des résidus. À noter qu'au moins trois stations témoins devraient être localisées dans la rivière Obatogamau, en amont de la confluence du ruisseau Slam ou sur des rivières qui présentent des caractéristiques similaires, mais qui n'ont pas été touchées par des résidus miniers. Certaines stations d'échantillonnage faunique pourront correspondre aux stations d'échantillonnage de sédiments requis par Environnement Canada, les deux types d'échantillonnage pouvant se faire en même temps.</li> </ul> <p>Pour chaque station, fournir :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la localisation (carte à l'échelle et coordonnées GPS) et photo datée</li> <li>- les caractéristiques du milieu (milieu lacustre ou fluvial, vitesse de courant, pente, largeur et profondeur moyennes, pente et stabilité des berges, végétation aquatique et riveraine, type de substrat, recouvrement et épaisseur des résidus miniers, etc.).</li> <li>- la caractérisation des communautés piscicoles et benthiques et de leur état actuel par des indicateurs adaptés.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le plan de caractérisation proposé pour évaluer les communautés aquatiques et l'état du milieu devra être fourni à Environnement Canada et au MPO au moins 30 jours avant sa réalisation.</li> </ul> |



#### 1.4. Rapport

- Présenter au MPO un rapport écrit complet, incluant des cartes et des photographies, de l'évaluation des dommages physiques à l'habitat du poisson. Ce rapport devra être déposé au MPO avant le 31 janvier 2011.

#### 2) Déterminer les besoins en restauration de l'habitat du poisson et élaborer un plan d'action

Les renseignements recueillis au point 1 (ci-dessus) devraient permettre d'évaluer l'effet de la dispersion des résidus miniers sur les poissons et leurs habitats et de déterminer quelles sont les mesures à prendre pour restaurer la capacité de production de l'habitat du poisson.

Ainsi, le MRNF devra fournir, en plus d'un bilan écrit de l'ensemble des travaux correctifs retenus et réalisés à ce jour pour sécuriser le site, un plan d'action visant à restaurer la capacité de production des habitats du poisson affectés par les résidus miniers d'Opémiska, en l'occurrence, le ruisseau Slam, ses tributaires et les habitats situés en aval du ruisseau Slam.

Le plan d'action inclura, sans s'y limiter, des objectifs de restauration visés, les travaux requis pour les atteindre, les méthodes de travail et les mesures d'atténuation qui seront mises en œuvre. Par exemple, le plan d'action pourrait inclure des travaux complémentaires d'excavation des résidus sur les berges du ruisseau Slam, la mise en place de bassins de sédimentation supplémentaires et leur vidange régulière, la plantation de végétaux pour stabiliser les berges ainsi que l'amélioration ou l'aménagement d'habitats du poisson.

Tableau 2. Besoins en restauration des habitats du poisson et plan d'action

| 2. Besoins en restauration des habitats du poisson                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.1. Bilan des travaux correctifs complétés                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Sur un plan ou une carte à l'échelle indiquant les limites des crues de récurrence 0-2 ans :                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Tracer les contours des principales zones de résidus qui ont été excavées. Préciser leur superficie en m<sup>2</sup>.</li><li>• Localiser les secteurs végétalisés. Pour chaque zone indiquer la superficie (en m<sup>2</sup>), les végétaux utilisés et la densité de plantation.</li><li>• Localiser toutes les structures construites sur le ruisseau Slam ou en périphérie. Préciser les dimensions (longueur, hauteur, superficie d'empiètement à la base) de ces ouvrages.</li><li>• Joindre des photographies récentes (avec date et localisation).</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2.2. Plan d'action                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Sur la base des renseignements recueillis au point 1 (évaluation des dommages physiques à l'habitat du poisson), élaborer un plan d'action. Ce plan devra comprendre :                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Les objectifs de restauration de l'habitat du poisson visés et quantifiables, p. ex. :<ul style="list-style-type: none"><li>- Maintien d'une bande riveraine dans la zone des crues de récurrence 0-2 ans</li><li>- Amélioration des communautés aquatiques pour toutes les stations situées en aval du ruisseau Slam.</li></ul></li><li>• Les travaux envisagés pour restaurer la capacité de production de l'habitat du poisson.</li><li>• Les méthodes de travail et les mesures d'atténuation.</li><li>• L'échéancier de réalisation.</li><li>• Le suivi du succès et de l'efficacité des travaux du plan d'action. Le programme de suivi vise à s'assurer que les travaux correctifs atteignent les objectifs fixés et à déterminer le besoin de travaux supplémentaires. Il devra inclure le suivi des communautés benthiques et piscicoles aux stations établies en 2010 (voir point 1.3).</li><li>• La durée du suivi proposé. Par exemple, à 3 reprises au cours des 5 prochaines années.</li></ul> |

### 2.3. Rapport

- Présenter au MPO un rapport écrit complet, incluant des cartes et des photographies, décrivant le bilan des travaux correctifs complétés jusqu'à maintenant et le plan d'action envisagé pour restaurer la capacité de production de l'habitat du poisson. Ce rapport devra être déposé au MPO avant le 31 janvier 2012.

#### *Rédigé par :*

Marion Vaché et Manon Laliberté, Protection de l'habitat du poisson, eau douce, mines pétrole et gaz, le 3 juin 2010.

#### *Approuvé par :*

Jean-Yves Savaria, Gestionnaire de la division de la gestion de l'habitat du poisson, le 3 juin 2010.

### **Bibliographie**

Écotox. 2010. Évaluation de la qualité de la chair du poisson dans la rivière Obatogamau. 2 pages.

SNC-Lavalin. 29 août 2008. Impacts environnementaux causés par la rupture de la digue retenant les résidus miniers de la mine Opémiska. Plan d'intervention d'urgence suite à la rupture de la digue à la mine Opémiska. Ministère des Ressources naturelles et de la faune. 020183-1000-4GER-0002. 28 pages + annexes.

Tecsalt AECOM. Décembre 2008. Caractérisation du ruisseau Slam à la suite de la rupture de la digue du bassin de polissage de l'ancienne mine Opémiska. Présenté au Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec. 21 pages + annexes.

SNC-Lavalin. Août 2009. Demande de certificat d'autorisation. Version finale. Travaux correcteurs requis suite à la rupture de la digue sud du bassin de polissage de la mine Opémiska à Chapais. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune. 15 pages + annexes.



**Annexe B**  
**Fiche de caractérisation**  
**biologique et physique du**  
**ruisseau Slam et de la rivière**  
**Obatogamau**



## Station 1 (effluent de Chapais)

| Date       | Heure |
|------------|-------|
| 21-07-2011 | 15:10 |



Vue vers l'aval



Substrat (résidus d'égout)

### Description physique

| Lacustre (o/n) | Fluvial (o/n) | Largeur (m) | Profondeur de l'eau (m) | Vitesse du courant (m/s) |
|----------------|---------------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| n              | o             | 100 (étang) | 0,30                    | 0,1                      |

| Stations | Caractérisation visuelle du type de substrat (%) |                     |                      |                     |                     | Épaisseur des résidus (cm) |
|----------|--------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
|          | Sable (mm) (<5)                                  | Gravier (mm) (5-40) | Caillou (mm) (40-80) | Galet (mm) (80-250) | Bloc (mm) (250-500) |                            |
| centre   | 0                                                | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 0                          |

### Physico-chimie

| Température de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/l) | Conductivité (µS/cm) | pH   |
|---------------------------|------------------------|----------------------|------|
| 14,0                      | 3,50                   | 296,6                | 7,31 |

### Berges

#### Berge droite

| État   | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|--------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Stable | Présence                                | Sali, Poal, Abba                | 60             | Présence                                | Tyla                            | 98             |

#### Berge gauche

| État   | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|--------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Stable | Présence                                | Pima, Pidi, Sali                | 100            | Présence                                | Tyla                            | 98             |

### Habitat du poisson

| Alevinage (o/n) | Alimentation (o/n) | Reproduction (o/n) | Type d'habitat (herbier et/ou rapide) |
|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|
| n               | n                  | n                  |                                       |



## Station 2 (canal de sortie du bassin de polissage)

| Date       | Heure |
|------------|-------|
| 21-07-2011 | 10:46 |



Canal de dérivation, vue vers l'aval



Substrat

### Description physique

| Lacustre (o/n) | Fluvial (o/n) | Largeur (m) | Profondeur de l'eau (m) | Vitesse du courant (m/s) |
|----------------|---------------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| n              | o             | 3           | 0,20                    | 0,05                     |

| Stations | Caractérisation visuelle du type de substrat (%) |                     |                      |                     |                     | Épaisseur des résidus (cm) |
|----------|--------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
|          | Sable (mm) (<5)                                  | Gravier (mm) (5-40) | Caillou (mm) (40-80) | Galet (mm) (80-250) | Bloc (mm) (250-500) |                            |
| centre   | 5                                                | 0                   | 90                   | 5                   | 0                   | 2                          |

### Physico-chimie

| Température de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/l) | Conductivité (µS/cm) | pH   |
|---------------------------|------------------------|----------------------|------|
| 16,7                      | 5,81                   | 1051,0               | 8,26 |

### Berges

Berge droite

| État         | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|--------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Empierrement | Absente                                 | -                               | -              | Présence                                | Phpr                            | 1              |

Berge gauche

| État         | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|--------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Empierrement | Absente                                 | -                               | -              | Présence                                | Prph                            | 1              |

### Habitat du poisson

| Alevinage (o/n) | Alimentation (o/n) | Reproduction (o/n) | Type d'habitat (herbier et/ou rapide) |
|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|
| o               | o                  | n                  |                                       |

## Station 2b (canal de dérivation au nord-ouest du bassin de polissage)

| Date       | Heure |
|------------|-------|
| 27-07-2011 | 13:00 |



Canal de dérivation



Fuite dans la digue et écoulement de résidus

### Description physique

| Lacustre (o/n) | Fluvial (o/n) | Largeur (m) | Profondeur de l'eau (m) | Vitesse du courant (m/s) |
|----------------|---------------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| n              | o             | 2           | 0,25                    | 0,1                      |

| Stations    | Caractérisation visuelle du type de substrat (%) |                     |                      |                     |                     | Épaisseur des résidus (cm) |
|-------------|--------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
|             | Sable (mm) (<5)                                  | Gravier (mm) (5-40) | Caillou (mm) (40-80) | Galet (mm) (80-250) | Bloc (mm) (250-500) |                            |
| rive droite | 100 (sable+sédiments)                            | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 0                          |
| rive gauche | 100 (sable+sédiments)                            | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 2                          |

### Physico-chimie

| Température de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/l) | Conductivité (µS/cm) | pH   |
|---------------------------|------------------------|----------------------|------|
| 24,5                      | 10,02                  | 141,7                | 7,51 |

### Berges

#### Berge droite

| État         | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|--------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Empierrement | Présence                                | Phpr                            | 1              | Absence                                 | -                               | 0              |

#### Berge gauche

| État         | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|--------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Empierrement | Absente                                 | -                               | 0              | Présence                                | Tyla, Gram                      | 1              |

### Habitat du poisson

| Alevinage (o/n) | Alimentation (o/n) | Reproduction (o/n) | Type d'habitat (herbier et/ou rapide) |
|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|
| n               | n                  | n                  |                                       |

## Station 3 (ruisseau Slam, à proximité aval du bassin de sédimentation)

| Date       | Heure |
|------------|-------|
| 21-07-2011 | 16:23 |



Vue vers l'aval



Substrat

### Description physique

| Lacustre (o/n) | Fluvial (o/n) | Largeur (m) | Profondeur de l'eau (m) | Vitesse du courant (m/s) |
|----------------|---------------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| o              | n             | 10          | 0,35                    | 0                        |

| Stations        | Caractérisation visuelle du type de substrat (%) |                     |                      |                     |                     | Épaisseur des résidus (cm) |
|-----------------|--------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
|                 | Sable (mm) (<5)                                  | Gravier (mm) (5-40) | Caillou (mm) (40-80) | Galet (mm) (80-250) | Bloc (mm) (250-500) |                            |
| centre et rives | 100 (sable+sédiments)                            | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 0                          |

### Physico-chimie

| Température de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/l) | Conductivité (µS/cm) | pH   |
|---------------------------|------------------------|----------------------|------|
| 17,6                      | 8,56                   | 129,0                | 7,65 |

### Berges

#### Berge droite

| État               | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|--------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Inondée par castor | Présence                                | Alru, Gram                      | 100            | Présence                                | Spfl, Lemm, Myri                | 50             |

#### Berge gauche

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Inondé par castor | Présence                                | Alru, Gram                      | 100            | Présence                                | Spfl, Lemm, Myri                | 50             |

### Habitat du poisson

| Alevinage (o/n)                                                             | Alimentation (o/n) | Reproduction (o/n) | Type d'habitat (herbier et/ou rapide) |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|
| n                                                                           | n                  | n                  |                                       |
| Les barrages de castors constituent une série d'obstacles pour les poissons |                    |                    |                                       |

## Station 3b (ruisseau Slam)

| Date       | Heure |
|------------|-------|
| 27-07-2011 | 12:06 |



Vue vers l'aval



Substrat (la surface est du côté gauche de la photo)

### Description physique

| Lacustre (o/n) | Fluvial (o/n) | Largeur (m) | Profondeur de l'eau (m) | Vitesse du courant (m/s) |
|----------------|---------------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| n              | o             | 3           | 0,70                    | 0,3                      |

| Stations        | Caractérisation visuelle du type de substrat (%) |                     |                      |                     |                     | Épaisseur des résidus (cm) |
|-----------------|--------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
|                 | Sable (mm) (<5)                                  | Gravier (mm) (5-40) | Caillou (mm) (40-80) | Galet (mm) (80-250) | Bloc (mm) (250-500) |                            |
| centre et rives | 100 (sable+sédiments)                            | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 0                          |

### Physico-chimie

| Date                    | Température de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/l) | Conductivité (µS/cm) | pH   |
|-------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|------|
| 27-07-2011              | 16,2                      | 12,03                  | 311,0                | 7,75 |
| 05-09-2011 <sup>2</sup> | 12,9                      | -                      | 197                  | 6,91 |

### Berges

#### Berge droite

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Alru, Pima, Pidi                | 100            | Présence                                | Spfl                            | 20             |

#### Berge gauche

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Alru, Pima, Pidi                | 100            | Présence                                | Spfl                            | 20             |

### Habitat du poisson

| Alevinage (o/n)        | Alimentation (o/n) | Reproduction (o/n) | Type d'habitat (herbier et/ou rapide) |
|------------------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|
| O (présence d'alevins) | o                  | o                  | Herbier                               |

<sup>2</sup> Données prises lors du prélèvement de faune benthique (chapitre 5)



## Station 3c (ruisseau Slam)

| Date       | Heure |
|------------|-------|
| 28-07-2011 | 10:38 |



Vue vers l'aval



Profil de la berge

### Description physique

| Lacustre (o/n) | Fluvial (o/n) | Largeur (m) | Profondeur de l'eau (m) | Vitesse du courant (m/s) |
|----------------|---------------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| n              | o             | 4,5         | 1,5                     | 0                        |

| Stations        | Caractérisation visuelle du type de substrat (%) |                     |                      |                     |                     | Épaisseur des résidus (cm) |
|-----------------|--------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
|                 | Sable (mm) (<5)                                  | Gravier (mm) (5-40) | Caillou (mm) (40-80) | Galet (mm) (80-250) | Bloc (mm) (250-500) |                            |
| centre et rives | 100 (sable+sédiments)                            | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | >20                        |

### Physico-chimie

| Température de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/l) | Conductivité (µS/cm) | pH   |
|---------------------------|------------------------|----------------------|------|
| 15,5                      | 11,12                  | 277,3                | 5,62 |

### Berges

Berge droite

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Alru                            | 100            | Absence                                 |                                 | 0              |

Berge gauche

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Alru                            | 100            | Présence                                | Spfl                            | 30             |

### Habitat du poisson

| Alevinage (o/n) | Alimentation (o/n) | Reproduction (o/n) | Type d'habitat (herbier et/ou rapide) |
|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|
| o               | o                  | n                  |                                       |

## Station 4 (ruisseau Slam)

| Date       | Heure |
|------------|-------|
| 23-07-2011 | 14:10 |



Vue vers l'aval



Dépôts sur les berges

### Description physique

| Lacustre (o/n) | Fluvial (o/n) | Largeur (m) | Profondeur de l'eau (m) | Vitesse du courant (m/s) |
|----------------|---------------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| n              | o             | 7           | 1,50                    | 0                        |

| Stations    | Caractérisation visuelle du type de substrat (%) |                     |                      |                     |                     | Épaisseur des résidus (cm) |
|-------------|--------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
|             | Sable (mm) (<5)                                  | Gravier (mm) (5-40) | Caillou (mm) (40-80) | Galet (mm) (80-250) | Bloc (mm) (250-500) |                            |
| centre      | 100 (sable+sédiments)                            | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 5                          |
| rive droite | 100 (sable+sédiments)                            | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 30                         |
| rive gauche | 100 (sable+sédiments)                            | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 30                         |

### Physico-chimie

| Date                    | Température de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/l) | Conductivité (µS/cm) | pH   |
|-------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|------|
| 23-07-2011              | 16,7                      | 11,02                  | 252,0                | 7,75 |
| 03-09-2011 <sup>3</sup> | 14,6                      | -                      | 138,0                | 6,66 |

### Berges

Berge droite

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Alru, Pima                      | 100            | Absence                                 | -                               | 0              |

Berge gauche

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Lala, Pima                      | 100            | Absence                                 | -                               | 0              |

### Habitat du poisson

| Alevinage (o/n) | Alimentation (o/n) | Reproduction (o/n) | Type d'habitat (herbier et/ou rapide) |
|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|
| n               | o                  | n                  |                                       |

<sup>3</sup> Données prises lors du prélèvement de faune benthique (chapitre 5)



## Station 5b (ruisseau sans nom)

| Date                                                                              | Heure |                                                                                    |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 23-07-2011                                                                        | 16:50 |                                                                                    |  |
|  |       |  |  |
| Vue vers l'aval                                                                   |       | Substrat (la surface est du côté gauche de la photo)                               |  |

### Description physique

| Lacustre (o/n) | Fluvial (o/n) | Largeur (m) | Profondeur de l'eau (m) | Vitesse du courant (m/s) |
|----------------|---------------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| n              | o             | 5           | 1,00                    | 0                        |

| Stations        | Caractérisation visuelle du type de substrat (%) |                     |                      |                     |                     | Épaisseur des résidus (cm) |
|-----------------|--------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
|                 | Sable (mm) (<5)                                  | Gravier (mm) (5-40) | Caillou (mm) (40-80) | Galet (mm) (80-250) | Bloc (mm) (250-500) |                            |
| centre et rives | 100                                              | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 0                          |

### Physico-chimie

| Date                    | Température de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/l) | Conductivité (µS/cm) | pH   |
|-------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|------|
| 23-07-2011              | 18,5                      | 9,30                   | 74,7                 | 7,23 |
| 01-09-2011 <sup>4</sup> | 14,1                      | -                      | 41,0                 | 6,18 |

### Berges

Berge droite

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Alru, Myba, Pima, Pidi          | 100            | Présence                                | Caro, Vali                      | 20             |

Berge gauche

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Alru, Myba                      | 100            | Présence                                | Caro, Vali                      | 20             |

### Habitat du poisson

| Alevinage (o/n) | Alimentation (o/n) | Reproduction (o/n) | Type d'habitat (herbier et/ou rapide) |
|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|
| o               | o                  | o                  | Herbier                               |

<sup>4</sup> Données prises lors du prélèvement de faune benthique (chapitre 5)

## Station 6 (rivière Obatogamau-référence)

| Date       | Heure |
|------------|-------|
| 23-07-2011 | 13:30 |



Vue vers l'aval



Substrat en rive droite  
(la surface est du côté gauche de la photo)

### Description physique

| Lacustre (o/n) | Fluvial (o/n) | Largeur (m) | Profondeur de l'eau (m) | Vitesse du courant (m/s) |
|----------------|---------------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| n              | o             | 45          | 3,00                    | 0,3                      |

| Stations        | Caractérisation visuelle du type de substrat (%) |                     |                      |                     |                     | Épaisseur des résidus (cm) |
|-----------------|--------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
|                 | Sable (mm) (<5)                                  | Gravier (mm) (5-40) | Caillou (mm) (40-80) | Galet (mm) (80-250) | Bloc (mm) (250-500) |                            |
| centre et rives | 100 (sable+sédiments)                            | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 0                          |

### Physico-chimie

| Date                    | Température de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/l) | Conductivité (µS/cm) | pH   |
|-------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|------|
| 23-07-2011              | 20,5                      | 10,71                  | 38,7                 | 7,40 |
| 01-09-2011 <sup>5</sup> | 17,9                      | -                      | 25,0                 | 5,95 |

### Berges

#### Berge droite

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Myba, Alru, Kaan, Pima          | 100            | Présence                                | Nuru, Elsm, Caro                | 80             |

#### Berge gauche

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Myba, Kaan, Pima, Pidi, Alru    | 100            | Présence                                | Nuru, Elsm                      | 10             |

### Habitat du poisson

| Alevinage (o/n) | Alimentation (o/n) | Reproduction (o/n) | Type d'habitat (herbier et/ou rapide) |
|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|
| o               | o                  | o                  | Herbier                               |

<sup>5</sup> Données prises lors du prélèvement de faune benthique (chapitre 5)

## Station 7 (rivière Obatogamau-référence)

| Date       | Heure |
|------------|-------|
| 23-07-2011 | 12:15 |



Vue vers l'aval



Substrat (la surface est du côté gauche de la photo)

### Description physique

| Lacustre (o/n) | Fluvial (o/n) | Largeur (m) | Profondeur de l'eau (m) | Vitesse du courant (m/s) |
|----------------|---------------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| n              | o             | 75          | 5,00                    | 0,2                      |

| Stations    | Caractérisation visuelle du type de substrat (%) |                     |                      |                     |                     | Épaisseur des résidus (cm) |
|-------------|--------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
|             | Sable (mm) (<5)                                  | Gravier (mm) (5-40) | Caillou (mm) (40-80) | Galet (mm) (80-250) | Bloc (mm) (250-500) |                            |
| centre      | 96% + 4 % matière organique                      | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 0                          |
| rive droite | 100                                              | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 0                          |
| rive gauche | 100                                              | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 0                          |

### Physico-chimie

| Date                    | Température de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/l) | Conductivité (µS/cm) | pH   |
|-------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|------|
| 23-07-2011              | 20,6                      | 10,59                  | 38,8                 | 7,32 |
| 01-09-2011 <sup>6</sup> | 17,9                      | -                      | 26,0                 | 6,07 |

### Berges

#### Berge droite

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Lala, Pima, Pidi, Alru, Kaan    | 100            | Présence                                | Eqfl                            | 2              |

#### Berge gauche

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Pidi, Pima, Lala, Alru, Kaan    | 100            | Présence                                | Vali, Elsm                      | 35             |

### Habitat du poisson

| Alevinage (o/n) | Alimentation (o/n) | Reproduction (o/n) | Type d'habitat (herbier et/ou rapide) |
|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|
| o               | o                  | o                  | Herbier                               |

<sup>6</sup> Données prises lors du prélèvement de faune benthique (chapitre 5)

## Station 8 (rivière Obatogamau-référence)

| Date       | Heure |
|------------|-------|
| 23-07-2011 | 11:17 |



Vue vers l'aval



### Description physique

| Lacustre (o/n) | Fluvial (o/n) | Largeur (m) | Profondeur de l'eau (m) | Vitesse du courant (m/s) |
|----------------|---------------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| n              | o             | 85          | 2,00                    | 0,1                      |

| Stations        | Caractérisation visuelle du type de substrat (%) |                     |                      |                     |                     | Épaisseur des résidus (cm) |
|-----------------|--------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
|                 | Sable (mm) (<5)                                  | Gravier (mm) (5-40) | Caillou (mm) (40-80) | Galet (mm) (80-250) | Bloc (mm) (250-500) |                            |
| centre et rives | 100                                              | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 0                          |

### Physico-chimie

| Date                    | Température de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/l) | Conductivité (µS/cm) | pH   |
|-------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|------|
| 23-07-2011              | 20,4                      | 10,42                  | 38,3                 | 7,41 |
| 01-09-2011 <sup>7</sup> | 17,1                      | -                      | 24,0                 | 6,21 |

### Berges

#### Berge droite

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Pima, Alru, Pidi                | 100            | Présence                                | Elsm                            | 1              |

#### Berge gauche

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Pima, Alru, Pidi                | 100            | Présence                                | Pota                            | 1              |

### Habitat du poisson

| Alevinage (o/n) | Alimentation (o/n) | Reproduction (o/n) | Type d'habitat (herbier et/ou rapide) |
|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|
| n               | o                  | o                  | Rapide                                |

<sup>7</sup> Données prises lors du prélèvement de faune benthique (chapitre 5)



## Station 9 (rivière Obatogamau, embouchure du ruisseau Slam)

| Date       | Heure |
|------------|-------|
| 23-07-2011 | 14:41 |



Embouchure du ruisseau Slam



Substrat en rive droite de la rivière Obatogamau, résidus de 25 cm d'épaisseur débutant à une profondeur de 12 cm (la surface est du côté gauche de la photo)

### Description physique

| Lacustre (o/n) | Fluvial (o/n) | Largeur (m) | Profondeur de l'eau (m) | Vitesse du courant (m/s) |
|----------------|---------------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| n              | o             | 50          | 2,00                    | 0,2                      |

| Stations               | Caractérisation visuelle du type de substrat (%) |                     |                      |                     |                     | Épaisseur des résidus (cm)                |
|------------------------|--------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------------------|
|                        | Sable (mm) (<5)                                  | Gravier (mm) (5-40) | Caillou (mm) (40-80) | Galet (mm) (80-250) | Bloc (mm) (250-500) |                                           |
| centre                 | 100 (sable+sédiments)                            | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 0                                         |
| rive droite Obatogamau | 100 (sable+sédiments)                            | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 25 cm, débutant à une profondeur de 12 cm |
| rive gauche Obatogamau | 100 (sable+sédiments)                            | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 0                                         |

### Physico-chimie

| Date                    | Profondeur de l'échantillon | Température de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/l) | Conductivité (µS/cm) | pH   |
|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|------|
| 23-07-2011              | (1/4) Surface               | 20,6                      | 10,65                  | 44,6                 | 7,47 |
| 23-07-2011              | (2/4)                       | 20,5                      | 10,53                  | 47,6                 | 7,43 |
| 23-07-2011              | (3/4)                       | 20,5                      | 10,57                  | 46,5                 | 7,41 |
| 23-07-2011              | (4/4) Fond                  | 20,4                      | 10,68                  | 53,4                 | 7,39 |
| 01-09-2011 <sup>8</sup> | Surface                     | 17,9                      | -                      | 27,0                 | 5,88 |

<sup>8</sup> Données prises lors du prélèvement de faune benthique (chapitre 5)

## Berges

Berge droite

| État              | Végétation riveraine<br>(présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique<br>(présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|--------------------------------------------|---------------------------------|----------------|--------------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                   | Pima, Alru, Myba, Lala          | 100            | Présence                                   | Eqfl, Vali                      | 100            |

Berge gauche

| État              | Végétation riveraine<br>(présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique<br>(présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|--------------------------------------------|---------------------------------|----------------|--------------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                   | Pima, Kaan, Sali, Legr          | 100            | Absence                                    | -                               | 0              |

## Habitat du poisson

| Alevinage (o/n) | Alimentation (o/n) | Reproduction (o/n) | Type d'habitat<br>(herbier et/ou rapide) |
|-----------------|--------------------|--------------------|------------------------------------------|
| o               | o                  | o                  | Herbier                                  |



## Station 10 (rivière Obatogamau)

| Date       | Heure |
|------------|-------|
| 23-07-2011 | 15:21 |



Vue vers l'aval



Substrat en rive droite, résidus de 10 cm d'épaisseur débutant à une profondeur de 8 cm  
(la surface est du côté gauche de la photo)

### Description physique

| Lacustre (o/n) | Fluvial (o/n) | Largeur (m) | Profondeur de l'eau (m) | Vitesse du courant (m/s) |
|----------------|---------------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| n              | o             | 45          | 2,50                    | 0,3                      |

| Stations    | Caractérisation visuelle du type de substrat (%) |                     |                      |                     |                     | Épaisseur des résidus (cm)               |
|-------------|--------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|------------------------------------------|
|             | Sable (mm) (<5)                                  | Gravier (mm) (5-40) | Caillou (mm) (40-80) | Galet (mm) (80-250) | Bloc (mm) (250-500) |                                          |
| centre      | 100 (sable+sédiments)                            | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 0                                        |
| rive droite | 100 (sable+sédiments)                            | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 10 cm, débutant à une profondeur de 8 cm |
| rive gauche | 100 (sable+sédiments)                            | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 0                                        |

### Physico-chimie

| Date                    | Profondeur de l'échantillon | Température de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/l) | Conductivité (µS/cm) | pH   |
|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|------|
| 23-07-2011              | (1/4) Surface               | 20,5                      | 10,50                  | 45,1                 | 7,41 |
| 23-07-2011              | (2/4)                       | 20,5                      | 10,72                  | 47,1                 | 7,37 |
| 23-07-2011              | (3/4)                       | 20,5                      | 10,64                  | 47,4                 | 7,40 |
| 23-07-2011              | (4/4) Fond                  | 20,5                      | 10,68                  | 45,7                 | 7,37 |
| 03-09-2011 <sup>9</sup> | Surface                     | 17,4                      | -                      | 40,0                 | 6,32 |

<sup>9</sup> Données prises lors du prélèvement de faune benthique (chapitre 5)

## Berges

Berge droite

| État              | Végétation riveraine<br>(présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique<br>(présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|--------------------------------------------|---------------------------------|----------------|--------------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                   | Kaan, Pidi, Pima, Alru          | 100            | Présence                                   | Eqfl, Nuru, Vali                | 98             |

Berge gauche

| État              | Végétation riveraine<br>(présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique<br>(présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|--------------------------------------------|---------------------------------|----------------|--------------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                   | Kaan, Pidi, Pima, Alru          | 100            | Présence                                   | Eqfl, Nuru, Vali                | 98             |

## Habitat du poisson

| Alevinage (o/n) | Alimentation (o/n) | Reproduction (o/n) | Type d'habitat<br>(herbier et/ou rapide) |
|-----------------|--------------------|--------------------|------------------------------------------|
| o               | o                  | o                  | Herbier                                  |

# Station 11 (rivière Obatogamau)

| Date       | Heure |
|------------|-------|
| 23-07-2011 | 16:18 |



Vue vers l'aval



Substrat en rive droite  
(la surface est du côté gauche de la photo)

## Description physique

| Lacustre (o/n) | Fluvial (o/n) | Largeur (m) | Profondeur de l'eau (m) | Vitesse du courant (m/s) |
|----------------|---------------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| n              | o             | 45          | 3,00                    | 0,2                      |

| Stations        | Caractérisation visuelle du type de substrat (%) |                     |                      |                     |                     | Épaisseur des résidus (cm) |
|-----------------|--------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
|                 | Sable (mm) (<5)                                  | Gravier (mm) (5-40) | Caillou (mm) (40-80) | Galet (mm) (80-250) | Bloc (mm) (250-500) |                            |
| centre et rives | 100 (sable+sédiments)                            | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 0                          |

## Physico-chimie

| Date                     | Température de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/l) | Conductivité (µS/cm) | pH   |
|--------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|------|
| 23-07-2011               | 20,6                      | 10,91                  | 42,1                 | 7,46 |
| 03-09-2011 <sup>10</sup> | 17,2                      | -                      | 33,0                 | 6,22 |

## Berges

### Berge droite

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Sali, Pima, Myba                | 100            | Présence                                | Eqfl                            | 80             |

### Berge gauche

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Myba, Lala                      | 100            | Présence                                | Caro, Vali                      | 5              |

## Habitat du poisson

| Alevinage (o/n) | Alimentation (o/n) | Reproduction (o/n) | Type d'habitat (herbier et/ou rapide) |
|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|
| o               | o                  | o                  | Herbier                               |

<sup>10</sup> Données prises lors du prélèvement de faune benthique (chapitre 5)

## Station 12 (rivière Obatogamau)

| Date       | Heure |
|------------|-------|
| 23-07-2011 | 16:03 |



Vue vers l'aval



Substrat en rive droite  
(la surface est du côté gauche de la photo)

### Description physique

| Lacustre (o/n) | Fluvial (o/n) | Largeur (m) | Profondeur de l'eau (m) | Vitesse du courant (m/s) |
|----------------|---------------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| n              | o             | 55          | 6,50                    | 0,2                      |

| Stations        | Caractérisation visuelle du type de substrat (%) |                     |                      |                     |                     | Épaisseur des résidus (cm) |
|-----------------|--------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
|                 | Sable (mm) (<5)                                  | Gravier (mm) (5-40) | Caillou (mm) (40-80) | Galet (mm) (80-250) | Bloc (mm) (250-500) |                            |
| centre et rives | 100 (sable+sédiments)                            | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 0                          |

### Physico-chimie

| Date                     | Température de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/l) | Conductivité (µS/cm) | pH   |
|--------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|------|
| 23-07-2011               | 20,3                      | 10,39                  | 43,1                 | 7,37 |
| 03-09-2011 <sup>11</sup> | 17,2                      | -                      | 31,0                 | 6,26 |

### Berges

#### Berge droite

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Alru, Pima, Lala                | 100            | Présence                                | Caro, Elsm                      | 5              |

#### Berge gauche

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Alru, Kaan, Pima                | 100            | Présence                                | Elsm, Caro                      | 5              |

### Habitat du poisson

| Alevinage (o/n) | Alimentation (o/n) | Reproduction (o/n) | Type d'habitat (herbier et/ou rapide) |
|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|
| o               | o                  | o                  | Herbier                               |

<sup>11</sup> Données prises lors du prélèvement de faune benthique (chapitre 5)

## Station 13 (rivière Obatogamau)

| Date       | Heure |
|------------|-------|
| 22-07-2011 | 10:27 |



Vue vers l'aval



Vue de la rive droite

### Description physique

| Lacustre (o/n) | Fluvial (o/n) | Largeur (m) | Profondeur de l'eau (m) | Vitesse du courant (m/s) |
|----------------|---------------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| n              | o             | 100         | -                       | 0                        |

| Stations | Caractérisation visuelle du type de substrat (%) |                     |                      |                     |                     | Épaisseur des résidus (cm) |
|----------|--------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
|          | Sable (mm) (<5)                                  | Gravier (mm) (5-40) | Caillou (mm) (40-80) | Galet (mm) (80-250) | Bloc (mm) (250-500) |                            |
| -        | 100 (sable+sédiments)                            | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | -                          |

### Physico-chimie

| Date                     | Température de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/l) | Conductivité (µS/cm) | pH   |
|--------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|------|
| 22-07-2011               | 19,8                      | -                      | 43,5                 | 7,34 |
| 05-09-2011 <sup>12</sup> | 16,1                      | -                      | 34,0                 | 6,29 |

### Berges

#### Berge droite

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Myba, Alru, Kaan, Pima, Lala    | 100            | Présence                                | Eqfl, Myri, Lemm, Caro          | 60             |

#### Berge gauche

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Myba, Alru, Kaan, Pima, Lala    | 100            | Présence                                | Eqfl, Myri, Lemm, Caro          | 60             |

### Habitat du poisson

| Alevinage (o/n)                                                                 | Alimentation (o/n) | Reproduction (o/n) | Type d'habitat (herbier et/ou rapide) |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|
| o                                                                               | o                  | o                  | Rapide et herbier                     |
| Zone de fraie potentielle pour le doré et l'esturgeon jaune (en aval du rapide) |                    |                    |                                       |

<sup>12</sup> Données prises lors du prélèvement de faune benthique (chapitre 5)



# Station 14 (rivière Obatogamau)

| Date       | Heure |
|------------|-------|
| 22-07-2011 | 12:24 |



Vue vers l'aval



Vue de la rive droite (frayère potentielle grand brochet)

## Description physique

| Lacustre (o/n) | Fluvial (o/n) | Largeur (m) | Profondeur de l'eau (m) | Vitesse du courant (m/s) |
|----------------|---------------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| n              | o             | 35          | -                       | 0,1                      |

| Stations | Caractérisation visuelle du type de substrat (%) |                     |                      |                     |                     | Épaisseur des résidus (cm) |
|----------|--------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
|          | Sable (mm) (<5)                                  | Gravier (mm) (5-40) | Caillou (mm) (40-80) | Galet (mm) (80-250) | Bloc (mm) (250-500) |                            |
| -        | 100 (sable+sédiments)                            | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | -                          |

## Physico-chimie

| Date                     | Température de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/l) | Conductivité (µS/cm) | pH   |
|--------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|------|
| 22-07-2011               | 20,5                      | 10,28                  | 44,6                 | 7,48 |
| 31-08-2011 <sup>13</sup> | 16,9                      | -                      | 28,0                 | 5,66 |

## Berges

### Berge droite

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Alru, Pima, Lala, Pidi          | 100            | Présence                                | Elsm, Vali, Caro                | 85             |

### Berge gauche

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Alru, Pima, Lala, Pidi          | 100            | Présence                                | Elsm, Vali, Caro                | 85             |

## Habitat du poisson

| Alevinage (o/n) | Alimentation (o/n) | Reproduction (o/n) | Type d'habitat (herbier et/ou rapide) |
|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|
| o               | o                  | o                  | Herbier                               |

<sup>13</sup> Données prises lors du prélèvement de faune benthique (chapitre 5)



# Station 15 (rivière Obatogamau)

| Date       | Heure |
|------------|-------|
| 22-07-2011 | 12:53 |



Vue vers l'aval



Vue de la rive droite

## Description physique

| Lacustre (o/n) | Fluvial (o/n) | Largeur (m) | Profondeur de l'eau (m) | Vitesse du courant (m/s) |
|----------------|---------------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| n              | o             | 40          | -                       | 0,1                      |

| Stations | Caractérisation visuelle du type de substrat (%) |                     |                      |                     |                     | Épaisseur des résidus (cm) |
|----------|--------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
|          | Sable (mm) (<5)                                  | Gravier (mm) (5-40) | Caillou (mm) (40-80) | Galet (mm) (80-250) | Bloc (mm) (250-500) |                            |
| -        | 100 (sable+sédiments)                            | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | -                          |

## Physico-chimie

| Date                     | Température de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/l) | Conductivité (µS/cm) | pH   |
|--------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|------|
| 22-07-2011               | 20,2                      | 10,50                  | 43,9                 | 7,39 |
| 31-08-2011 <sup>14</sup> | 16,9                      | -                      | 28,0                 | 6,04 |

## Berges

### Berge droite

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Alru, Pima, Pidi, Myba          | 100            | Présence                                | Elsm, Vali, Caro                | 85             |

### Berge gauche

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Alru, Pima, Pidi, Myba          | 100            | Présence                                | Elsm, Vali, Caro                | 50             |

## Habitat du poisson

| Alevinage (o/n) | Alimentation (o/n) | Reproduction (o/n) | Type d'habitat (herbier et/ou rapide) |
|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|
| o               | o                  | o                  | Herbier                               |

<sup>14</sup> Données prises lors du prélèvement de faune benthique (chapitre 5)

# Station 16 (rivière Obatogamau)

| Date       | Heure |
|------------|-------|
| 22-07-2011 | 13:51 |



Vue vers l'aval



Vue de la rive droite

## Description physique

| Lacustre (o/n) | Fluvial (o/n) | Largeur (m) | Profondeur de l'eau (m) | Vitesse du courant (m/s) |
|----------------|---------------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| n              | o             | 40          | -                       | 0,1                      |

| Stations | Caractérisation visuelle du type de substrat (%) |                     |                      |                     |                     | Épaisseur des résidus (cm) |
|----------|--------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
|          | Sable (mm) (<5)                                  | Gravier (mm) (5-40) | Caillou (mm) (40-80) | Galet (mm) (80-250) | Bloc (mm) (250-500) |                            |
| -        | 100 (sable+sédiments)                            | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | -                          |

## Physico-chimie

| Date                     | Température de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/l) | Conductivité (µS/cm) | pH   |
|--------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|------|
| 22-07-2011               | 19,7                      | 10,65                  | 43,7                 | 7,46 |
| 31-08-2011 <sup>15</sup> | 16,5                      | -                      | 28,0                 | 6,1  |

## Berges

### Berge droite

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Alru                            | 100            | Présence                                | Caro, Spfl, Elsm                | 90             |

### Berge gauche

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Pima, Alru, Abba                | 98             | Présence                                | Elsm, Spfl                      | 25             |

## Habitat du poisson

| Alevinage (o/n) | Alimentation (o/n) | Reproduction (o/n) | Type d'habitat (herbier et/ou rapide) |
|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|
| o               | o                  | o                  | Herbier                               |

<sup>15</sup> Données prises lors du prélèvement de faune benthique (chapitre 5)

# Station 17 (rivière Obatogamau)

| Date       | Heure |
|------------|-------|
| 22-07-2011 | 14:08 |



Vue vers l'aval



Vue de la rive droite

## Description physique

| Lacustre (o/n) | Fluvial (o/n) | Largeur (m) | Profondeur de l'eau (m) | Vitesse du courant (m/s) |
|----------------|---------------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| n              | o             | 60          | -                       | 0,1                      |

| Stations | Caractérisation visuelle du type de substrat (%) |                     |                      |                     |                     | Épaisseur des résidus (cm) |
|----------|--------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
|          | Sable (mm) (<5)                                  | Gravier (mm) (5-40) | Caillou (mm) (40-80) | Galet (mm) (80-250) | Bloc (mm) (250-500) |                            |
| -        | 100 (sable+sédiments)                            | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | -                          |

## Physico-chimie

| Date                     | Température de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/l) | Conductivité (µS/cm) | pH   |
|--------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|------|
| 22-07-2011               | 19,8                      | 10,26                  | 44,6                 | 7,42 |
| 31-08-2011 <sup>16</sup> | 16,6                      | -                      | 28,0                 | 6,22 |

## Berges

### Berge droite

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Pima, Alru                      | 100            | Présence                                | Spfl, Caro, Vali                | 100            |

### Berge gauche

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Pima, Alru                      | 100            | Présence                                | Elsm, Vali, Caro                | 75             |

## Habitat du poisson

| Alevinage (o/n) | Alimentation (o/n) | Reproduction (o/n) | Type d'habitat (herbier et/ou rapide) |
|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|
| o               | o                  | o                  | Herbier                               |

<sup>16</sup> Données prises lors du prélèvement de faune benthique (chapitre 5)

# Station 18 (rivière Obatogamau, station EST-4 des Cris)

| Date       | Heure |
|------------|-------|
| 25-07-2011 | 15:03 |



Vue vers l'aval



Embâcle au pont de la voie ferrée en aval

## Description physique

| Lacustre (o/n) | Fluvial (o/n) | Largeur (m) | Profondeur de l'eau (m) | Vitesse du courant (m/s) |
|----------------|---------------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| n              | o             | 55          | 4,00                    | 0,1                      |

| Stations | Caractérisation visuelle du type de substrat (%) |                     |                      |                     |                     | Épaisseur des résidus (cm) |
|----------|--------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
|          | Sable (mm) (<5)                                  | Gravier (mm) (5-40) | Caillou (mm) (40-80) | Galet (mm) (80-250) | Bloc (mm) (250-500) |                            |
| 4,0      | 100 (sable+sédiments)                            | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 0                          |

## Physico-chimie

| Date                     | Température de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/l) | Conductivité (µS/cm) | pH   |
|--------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|------|
| 25-07-2011               | 19,9                      | 11,21                  | 113,0                | 7,12 |
| 31-08-2011 <sup>17</sup> | 17,0                      | -                      | 34,0                 | 6,30 |

## Berges

### Berge droite

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Pima, Alru, Abba, Myba          | 100            | Présence                                | Vali                            | 20             |

### Berge gauche

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Pima, Alru, Abba, Myba          | 100            | Présence                                | Vali                            | 10             |

## Habitat du poisson

| Alevinage (o/n)                                                                          | Alimentation (o/n) | Reproduction (o/n) | Type d'habitat (herbier et/ou rapide) |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|
| o                                                                                        | o                  | o                  | Herbier                               |
| Point EST 4 (Cris); confirmation du potentiel de fraie pour le doré et l'esturgeon jaune |                    |                    |                                       |

<sup>17</sup> Données prises lors du prélèvement de faune benthique (chapitre 5)



## Station 19 (rivière Obatogamau)

| Date       | Heure |
|------------|-------|
| 25-07-2011 | 16:06 |



Vue vers l'aval



Substrat (la surface est du côté gauche de la photo)

### Description physique

| Lacustre (o/n) | Fluvial (o/n) | Largeur (m) | Profondeur de l'eau (m) | Vitesse du courant (m/s) |
|----------------|---------------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| n              | o             | 35          | 5,00                    | 0,3                      |

| Stations | Caractérisation visuelle du type de substrat (%) |                     |                      |                     |                     | Épaisseur des résidus (cm) |
|----------|--------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
|          | Sable (mm) (<5)                                  | Gravier (mm) (5-40) | Caillou (mm) (40-80) | Galet (mm) (80-250) | Bloc (mm) (250-500) |                            |
| 0,15-0,4 | 100 (sable+sédiments)                            | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 0                          |

### Physico-chimie

| Date                     | Température de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/l) | Conductivité (µS/cm) | pH   |
|--------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|------|
| 25-07-2011               | 20,4                      | 11,25                  | 56,4                 | 6,95 |
| 04-09-2011 <sup>18</sup> | 17,3                      | -                      | 35,0                 | 6,27 |

### Berges

#### Berge droite

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Alru, Pima, Abba, Myba          | 100            | Présence                                | Scat, Eqsl                      | 50             |

#### Berge gauche

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Alru, Pima, Abba, Myba          | 100            | Présence                                | Scat, Eqsl                      | 90             |

### Habitat du poisson

| Alevinage (o/n) | Alimentation (o/n) | Reproduction (o/n) | Type d'habitat (herbier et/ou rapide) |
|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|
| o               | o                  | o                  | Herbier                               |

<sup>18</sup> Données prises lors du prélèvement de faune benthique (chapitre 5)

## Station 20 (rivière Obatogamau)

| Date       | Heure |
|------------|-------|
| 25-07-2011 | 16:33 |



Vue vers l'aval



Substrat (la surface est du côté gauche de la photo)

### Description physique

| Lacustre (o/n) | Fluvial (o/n) | Largeur (m) | Profondeur de l'eau (m) | Vitesse du courant (m/s) |
|----------------|---------------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| n              | o             | 35          | 5                       | 0,3                      |

| Stations        | Caractérisation visuelle du type de substrat (%) |                     |                      |                     |                     | Épaisseur des résidus (cm) |
|-----------------|--------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
|                 | Sable (mm) (<5)                                  | Gravier (mm) (5-40) | Caillou (mm) (40-80) | Galet (mm) (80-250) | Bloc (mm) (250-500) |                            |
| centre et rives | 100 sédiments                                    | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 0                          |

### Physico-chimie

| Date                     | Température de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/l) | Conductivité (µS/cm) | pH   |
|--------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|------|
| 25-07-2011               | 20,6                      | 10,14                  | 54,5                 | 6,50 |
| 04-09-2011 <sup>19</sup> | 17,2                      | -                      | 35,0                 | 6,32 |

### Berges

#### Berge droite

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Pima, Lala, Alru, Myba          | 100            | Présence                                | Vali, Eqfl, Scat, Nuru          | 80             |

#### Berge gauche

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Pima, Lala, Alru, Myba          | 100            | Présence                                | Vali, Eqfl, Scat, Nuru          | 40             |

### Habitat du poisson

| Alevinage (o/n) | Alimentation (o/n) | Reproduction (o/n) | Type d'habitat (herbier et/ou rapide) |
|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|
| o               | o                  | o                  | Herbier                               |

<sup>19</sup> Données prises lors du prélèvement de faune benthique (chapitre 5)



## Station 21 (rivière Obatogamau)

| Date       | Heure |
|------------|-------|
| 25-07-2011 | 16:48 |



Vue vers l'aval



Substrat (la surface est du côté gauche de la photo)

### Description physique

| Lacustre (o/n) | Fluvial (o/n) | Largeur (m) | Profondeur de l'eau (m) | Vitesse du courant (m/s) |
|----------------|---------------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| n              | o             | 55          | 3                       | 0,1                      |

| Stations        | Caractérisation visuelle du type de substrat (%) |                     |                      |                     |                     | Épaisseur des résidus (cm) |
|-----------------|--------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
|                 | Sable (mm) (<5)                                  | Gravier (mm) (5-40) | Caillou (mm) (40-80) | Galet (mm) (80-250) | Bloc (mm) (250-500) |                            |
| centre et rives | 100 (sable+sédiments)                            | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 0                          |

### Physico-chimie

| Date                     | Température de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/l) | Conductivité (µS/cm) | pH   |
|--------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|------|
| 25-07-2011               | 20,5                      | 10,62                  | 56,1                 | 6,99 |
| 04-09-2011 <sup>20</sup> | 17,0                      | -                      | 35,0                 | 6,15 |

### Berges

#### Berge droite

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Alru, Pima                      | 100            | Présence                                | Sisu, Vali, Scat                | 95             |

#### Berge gauche

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Pima, Pidi, Myba                | 100            | Présence                                | Vali, Caro                      | 55             |

### Habitat du poisson

| Alevinage (o/n) | Alimentation (o/n) | Reproduction (o/n) | Type d'habitat (herbier et/ou rapide) |
|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|
| o               | o                  | o                  | Herbier                               |

<sup>20</sup> Données prises lors du prélèvement de faune benthique (chapitre 5)

## Station 22 (rivière Obatogamau)

| Date       | Heure |
|------------|-------|
| 26-07-2011 | 11:20 |



Vue vers l'aval



Substrat en rive droite  
(la surface est du côté gauche de la photo)

### Description physique

| Lacustre (o/n) | Fluvial (o/n) | Largeur (m) | Profondeur de l'eau (m) | Vitesse du courant (m/s) |
|----------------|---------------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| n              | o             | 50          | 5                       | 0,2                      |

| Profondeur de la station (m) | Caractérisation visuelle du type de substrat (%) |                     |                      |                     |                     | Épaisseur des résidus (cm) |
|------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
|                              | Sable (mm) (<5)                                  | Gravier (mm) (5-40) | Caillou (mm) (40-80) | Galet (mm) (80-250) | Bloc (mm) (250-500) |                            |
| centre                       | 100 (sable+sédiments)                            | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 0                          |
| rive droite                  | 90 (sable+sédiments)                             | 10                  | 0                    | 0                   | 0                   | 0                          |
| rive gauche                  | 100 (sable+sédiments)                            | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 0                          |

### Physico-chimie

| Date                     | Température de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/l) | Conductivité (µS/cm) | pH   |
|--------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|------|
| 26-07-2011               | 19,9                      | 10,18                  | 64,4                 | 7,26 |
| 07-09-2011 <sup>21</sup> | 14,9                      | -                      | 36,0                 | 6,30 |

### Berges

#### Berge droite

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Alru, Pima, Myba                | 100            | Présence                                | Vali, Eqfl                      | 80             |

#### Berge gauche

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Alru, Pima                      | 100            | Présence                                | Vali, Eqfl, Nuru, Gram          | 80             |

### Habitat du poisson

| Alevinage (o/n) | Alimentation (o/n) | Reproduction (o/n) | Type d'habitat (herbier et/ou rapide) |
|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|
| o               | o                  | o                  | Herbier                               |

<sup>21</sup> Données prises lors du prélèvement de faune benthique (chapitre 5)

## Station 23 (rivière Obatogamau)

| Date       | Heure |
|------------|-------|
| 26-07-2011 | 11:49 |



Vue vers l'aval



Substrat

### Description physique

| Lacustre (o/n) | Fluvial (o/n) | Largeur (m) | Profondeur de l'eau (m) | Vitesse du courant (m/s) |
|----------------|---------------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| n              | o             | 40          | 5,5                     | 0,0                      |

| Stations        | Caractérisation visuelle du type de substrat (%) |                     |                      |                     |                     | Épaisseur des résidus (cm) |
|-----------------|--------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
|                 | Sable (mm) (<5)                                  | Gravier (mm) (5-40) | Caillou (mm) (40-80) | Galet (mm) (80-250) | Bloc (mm) (250-500) |                            |
| centre et rives | 100 (sable+sédiments)                            | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 0                          |

### Physico-chimie

| Date                     | Température de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/l) | Conductivité (µS/cm) | pH   |
|--------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|------|
| 26-07-2011               | 19,8                      | 10,22                  | 57,9                 | 7,17 |
| 07-09-2011 <sup>22</sup> | 15,2                      | -                      | 37,0                 | 6,32 |

### Berges

#### Berge droite

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Pima, Lala                      | 100            | Présence                                | Vali, Nuru, Pota                | 100            |

#### Berge gauche

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Pima, Pidi, Alru                | 100            | Présence                                | Caro, Vali                      | 60             |

### Habitat du poisson

| Alevinage (o/n) | Alimentation (o/n) | Reproduction (o/n) | Type d'habitat (herbier et/ou rapide) |
|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|
| o               | o                  | o                  | Herbier                               |

<sup>22</sup> Données prises lors du prélèvement de faune benthique (chapitre 5)

## Station 24 (rivière Obatogamau)

| Date       | Heure |
|------------|-------|
| 26-07-2011 | 12:15 |



Vue vers l'aval



Substrat (la surface est du côté gauche de la photo)

### Description physique

| Lacustre (o/n) | Fluvial (o/n) | Largeur (m) | Profondeur de l'eau (m) | Vitesse du courant (m/s) |
|----------------|---------------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| n              | o             | 55          | 8                       | 0,2                      |

| Stations        | Caractérisation visuelle du type de substrat (%) |                     |                      |                     |                     | Épaisseur des résidus (cm) |
|-----------------|--------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
|                 | Sable (mm) (<5)                                  | Gravier (mm) (5-40) | Caillou (mm) (40-80) | Galet (mm) (80-250) | Bloc (mm) (250-500) |                            |
| centre et rives | 100 (sable+sédiments)                            | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 0                          |

### Physico-chimie

| Date                     | Température de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/l) | Conductivité (µS/cm) | pH   |
|--------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|------|
| 26-07-2011               | 20,4                      | 10,03                  | 58,1                 | 7,18 |
| 07-09-2011 <sup>23</sup> | 16,3                      | -                      | 39,0                 | 6,23 |

### Berges

#### Berge droite

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Pima, Alru, Myba                | 100            | Présence                                | Vali, Eqfl, Sisu                | 100            |

#### Berge gauche

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Pima, Alru, Myba                | 100            | Présence                                | Vali, Eqfl                      | 100            |

### Habitat du poisson

| Alevinage (o/n) | Alimentation (o/n) | Reproduction (o/n) | Type d'habitat (herbier et/ou rapide) |
|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|
| o               | o                  | o                  | Herbier                               |

<sup>23</sup> Données prises lors du prélèvement de faune benthique (chapitre 5)



# Station 25 (rivière Obatogamau, station EST-1 des Cris)

| Date       | Heure |
|------------|-------|
| 26-07-2011 | 14:20 |



Vue vers l'aval



Rive gauche et lac Mechamego

## Description physique

| Lacustre (o/n) | Fluvial (o/n) | Largeur (m) | Profondeur de l'eau (m) | Vitesse du courant (m/s) |
|----------------|---------------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| n              | o             | 45          | 6,5                     | 0,2                      |

| Stations        | Caractérisation visuelle du type de substrat (%) |                     |                      |                     |                     | Épaisseur des résidus (cm) |
|-----------------|--------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
|                 | Sable (mm) (<5)                                  | Gravier (mm) (5-40) | Caillou (mm) (40-80) | Galet (mm) (80-250) | Bloc (mm) (250-500) |                            |
| centre et rives | 100 (sable+sédiments)                            | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 0                          |

## Physico-chimie

| Température de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/l) | Conductivité (µS/cm) | pH   |
|---------------------------|------------------------|----------------------|------|
| 20,5                      | 10,33                  | 55,4                 | 7,23 |

## Berges

### Berge droite

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Pima, Myba, Lala                | 100            | Présence                                | Eqfl, Sisu                      | 100            |

### Berge gauche

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Myba, Alru                      | 100            | Présence                                | Eqfl, Gram, Sisu, Vali          | 100            |

## Habitat du poisson

| Alevinage (o/n) | Alimentation (o/n) | Reproduction (o/n) | Type d'habitat (herbier et/ou rapide) |
|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|
| o               | o                  | o                  | Herbier                               |

## Station 26 (rivière Obatogamau)

| Date       | Heure |
|------------|-------|
| 26-07-2011 | 13:51 |



Vue vers l'aval



Substrat en rive droite (la surface est du côté gauche de la photo)

### Description physique

| Lacustre (o/n) | Fluvial (o/n) | Largeur (m) | Profondeur de l'eau (m) | Vitesse du courant (m/s) |
|----------------|---------------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| n              | o             | 55          | 2                       | 0,3                      |

| Profondeur des stations (m) | Caractérisation visuelle du type de substrat (%) |                     |                      |                     |                     | Épaisseur des résidus (cm) |
|-----------------------------|--------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
|                             | Sable (mm) (<5)                                  | Gravier (mm) (5-40) | Caillou (mm) (40-80) | Galet (mm) (80-250) | Bloc (mm) (250-500) |                            |
| centre                      | 0                                                | 0                   | 50                   | 50                  | 0                   | 0                          |
| rive droite                 | 15                                               | 10                  | 30                   | 30                  | 15                  | 0                          |
| rive gauche                 | 100 (sable+sédiments)                            | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 0                          |

### Physico-chimie

| Date                     | Température de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/l) | Conductivité (µS/cm) | pH   |
|--------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|------|
| 26-07-2011               | 20,3                      | 10,35                  | 55,4                 | 7,17 |
| 06-09-2011 <sup>24</sup> | 16,3                      | -                      | 36,0                 | -    |

### Berges

#### Berge droite

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Pima, Alru, Myba                | 100            | Présence                                | Eqfl, Gram, Scat                | 95             |

#### Berge gauche

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Pima, Alru, Myba                | 100            | Présence                                | Eqfl, Sisa, Vali                | 95             |

### Habitat du poisson

| Alevinage (o/n) | Alimentation (o/n) | Reproduction (o/n) | Type d'habitat (herbier et/ou rapide) |
|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|
| o               | o                  | o                  | Herbier                               |

<sup>24</sup> Données prises lors du prélèvement de faune benthique (chapitre 5)



## Station 27 (rivière Obatogamau, station CP-1 des Cris)

| Date       | Heure |
|------------|-------|
| 26-07-2011 | 13:20 |



Vue vers l'aval



Substrat au centre

### Description physique

| Lacustre (o/n) | Fluvial (o/n) | Largeur (m) | Profondeur de l'eau (m) | Vitesse du courant (m/s) |
|----------------|---------------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| n              | o             | 30          | 7                       | 0,2                      |

| Profondeur des stations (m) | Caractérisation visuelle du type de substrat (%) |                     |                      |                     |                     | Épaisseur des résidus (cm) |
|-----------------------------|--------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
|                             | Sable (mm) (<5)                                  | Gravier (mm) (5-40) | Caillou (mm) (40-80) | Galet (mm) (80-250) | Bloc (mm) (250-500) |                            |
| centre                      | 50 (sable+sédiments)                             | 30                  | 20                   | 0                   | 0                   | 0                          |
| rive droite                 | 100 (sable+sédiments)                            | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 0                          |
| rive gauche                 | 100 (sable+sédiments)                            | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 0                          |

### Physico-chimie

| Température de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/l) | Conductivité (µS/cm) | pH   |
|---------------------------|------------------------|----------------------|------|
| 20,6                      | 9,90                   | 56,3                 | 7,02 |

### Berges

#### Berge droite

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Sali, Myba, Alru                | 100            | Présence                                | Eqfl, Caro                      | 100            |

#### Berge gauche

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Alru, Myba                      | 100            | Présence                                | Elsm, Caro, Nuru                | 100            |

### Habitat du poisson

| Alevinage (o/n) | Alimentation (o/n) | Reproduction (o/n) | Type d'habitat (herbier et/ou rapide) |
|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|
| o               | o                  | o                  | Herbier                               |

## Station 28 (rivière Obatogamau, station EST-2 des Cris)

| Date       | Heure |
|------------|-------|
| 26-07-2011 | 13:00 |



Vue vers l'aval



Substrat (la surface est du côté gauche de la photo)

### Description physique

| Lacustre (o/n) | Fluvial (o/n) | Largeur (m) | Profondeur de l'eau (m) | Vitesse du courant (m/s) |
|----------------|---------------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| n              | o             | -           | 1                       | 0,5                      |

| Stations        | Caractérisation visuelle du type de substrat (%) |                     |                      |                     |                     | Épaisseur des résidus (cm) |
|-----------------|--------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
|                 | Sable (mm) (<5)                                  | Gravier (mm) (5-40) | Caillou (mm) (40-80) | Galet (mm) (80-250) | Bloc (mm) (250-500) |                            |
| centre et rives | 100 (sable+sédiments)                            | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 0                          |

### Physico-chimie

| Date                     | Température de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/l) | Conductivité (µS/cm) | pH   |
|--------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|------|
| 26-07-2011               | 20,5                      | 10,18                  | 55,1                 | 7,10 |
| 06-09-2011 <sup>25</sup> | 16,5                      | -                      | 35,0                 | -    |

### Berges

#### Berge droite

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Pima, Lala, Myba                | 100            | Présence                                | Vali                            | 65             |

#### Berge gauche

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Pima, Lala, Alru, Myba          | 100            | Présence                                | Vali, Eqfl                      | 70             |

### Habitat du poisson

| Alevinage (o/n)                                                                          | Alimentation (o/n) | Reproduction (o/n) | Type d'habitat (herbier et/ou rapide) |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|
| o                                                                                        | o                  | o                  | Rapide et herbier                     |
| Point EST 2 (Cris); confirmation du potentiel de fraie pour le doré et l'esturgeon jaune |                    |                    |                                       |

<sup>25</sup> Données prises lors du prélèvement de faune benthique (chapitre 5)

## Station 31 (rivière Obatogamau, station EST-3 des Cris)

| Date       | Heure |
|------------|-------|
| 06-09-2011 | 11:30 |



Vue vers l'amont (frayère à esturgeon dans les rapides)



Substrat (la surface est du côté gauche de la photo)

### Description physique

| Lacustre (o/n) | Fluvial (o/n) | Largeur (m) | Profondeur de l'eau (m) | Vitesse du courant (m/s) |
|----------------|---------------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| n              | o             | -           | 0,4                     | 0,1                      |

| Stations        | Caractérisation visuelle du type de substrat (%) |                     |                      |                     |                     | Épaisseur des résidus (cm) |
|-----------------|--------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
|                 | Sable (mm) (<5)                                  | Gravier (mm) (5-40) | Caillou (mm) (40-80) | Galet (mm) (80-250) | Bloc (mm) (250-500) |                            |
| centre et rives | 100                                              | 0                   | 0                    | 0                   | 0                   | 0                          |

### Physico-chimie

| Température de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/l) | Conductivité (µS/cm) | pH |
|---------------------------|------------------------|----------------------|----|
| 16                        | -                      | -                    | -  |

### Berges

Berge droite

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Alru, Myba                      | 100            | Présence                                | Eqfl, Nuru                      | 100            |

Berge gauche

| État              | Végétation riveraine (présence/absence) | Espèces riveraines <sup>1</sup> | % recouvrement | Végétation aquatique (présence/absence) | Espèces aquatiques <sup>1</sup> | % recouvrement |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------|
| Naturel et stable | Présence                                | Alru, Myba                      | 100            | Présence                                | Nuru                            | 100            |

### Habitat du poisson

| Alevinage (o/n)                                                                  | Alimentation (o/n) | Reproduction (o/n) | Type d'habitat (herbier et/ou rapide) |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|
| o                                                                                | o                  | o                  | Herbier                               |
| Point EST-3 (Cris) : frayère à esturgeon dans les rapides en amont de la station |                    |                    |                                       |

<sup>1</sup>**Légende des espèces de plantes rencontrées**

| Code | Nom latin                           | Code | Nom latin                                           |
|------|-------------------------------------|------|-----------------------------------------------------|
| Abba | <i>Abies balsama</i> (L.) Mill.     | Nuru | <i>Nuphar rubrodiscum</i> Morong.                   |
| Alru | <i>Alnus rugosa</i> (DuRoi) Spreng. | Phpr | <i>Phleum pratens</i> L.                            |
| Caro | <i>Carex rostrata</i> Strokes       | Pima | <i>Picea mariana</i> (Mill.) BSP.                   |
| Elsn | <i>Eleocharis smalli</i> Britton    | Pidi | <i>Pinus divaricata</i> (Ait.) Dumont.              |
| Eqfl | <i>Equisetum fluviatile</i> L.      | Poal | <i>Populus alba</i> L.                              |
| Gram | <i>Graminé</i> sp                   | Scat | <i>Scirpus atrocinctus</i> Fernald.                 |
| Kaan | <i>Kalmia angustifolia</i> L.       | Spfl | <i>Sparganium fluctuans</i> (Morong) B.L. Robinson. |
| Lemm | <i>Lamina minor</i> L.              | Sali | <i>Salix</i> sp.                                    |
| Lala | <i>Larix laricina</i> (DuRoi) Koch. | Sisu | <i>Sium suave</i> Walt.                             |
| Legr | <i>Ledum groenlandicum</i> Retzius. | Tyla | <i>Typha latifolia</i> L.                           |
| Myba | <i>Myrica Gale</i> L.               | Vali | <i>Vallisneria americana</i> Michx.                 |
| Myri | <i>Myriophyllum</i> sp.             |      |                                                     |



**Annexe C**  
**Calculs détaillés de l'indice de la**  
**qualité des eaux (IQE)**





Résultats détaillés du calcul de l'IQE - par station, par année.

| Station   | Période visée | F <sub>1</sub> | F <sub>2</sub> | F <sub>3</sub> | IQE DU CCME | Somme des résultats non conformes | Somme normalisée des coefficients d'écart (snpcé) | Nombre d'échantillons | Nombre total de variables | Nombre réel de variables mesurées | Nombre de résultats | Nombre de résultats non conformes | Nombre de résultats conformes | Nombre de résultats inférieurs au seuil de détection |
|-----------|---------------|----------------|----------------|----------------|-------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------|
| Station B | 2010          | 71,4           | 43,8           | 80,3           | 33,0        | 886,83                            | 4,09                                              | 31                    | 10                        | 7                                 | 217                 | 95                                | 122                           | 22                                                   |
| Station B | 2011          | 50,0           | 20,8           | 19,8           | 66,7        | 63,12                             | 0,25                                              | 28                    | 10                        | 10                                | 255                 | 53                                | 202                           | 154                                                  |
| Station C | 2010          | 42,9           | 30,4           | 51,9           | 57,4        | 233,81                            | 1,08                                              | 31                    | 10                        | 7                                 | 217                 | 66                                | 151                           | 44                                                   |
| Station C | 2011          | 20,0           | 9,8            | 9,3            | 86,1        | 26,93                             | 0,10                                              | 28                    | 10                        | 10                                | 264                 | 26                                | 238                           | 193                                                  |
| Station D | 2010          | 42,9           | 29,5           | 40,3           | 62,0        | 141,49                            | 0,67                                              | 30                    | 10                        | 7                                 | 210                 | 62                                | 148                           | 52                                                   |
| Station D | 2011          | 10,0           | 7,8            | 4,7            | 92,2        | 12,67                             | 0,05                                              | 28                    | 10                        | 10                                | 255                 | 20                                | 235                           | 188                                                  |
| Station E | 2010          | 14,3           | 0,9            | 0,2            | 91,7        | 0,42                              | 0,00                                              | 31                    | 10                        | 7                                 | 217                 | 2                                 | 215                           | 133                                                  |
| Station E | 2011          | 10,0           | 0,8            | 0,0            | 94,2        | 0,07                              | 0,00                                              | 28                    | 10                        | 10                                | 264                 | 2                                 | 262                           | 206                                                  |
| Station F | 2010          | 42,9           | 30,9           | 61,8           | 53,0        | 351,56                            | 1,62                                              | 31                    | 10                        | 7                                 | 217                 | 67                                | 150                           | 41                                                   |
| Station F | 2011          | 30,0           | 11,7           | 18,4           | 78,6        | 59,50                             | 0,23                                              | 28                    | 10                        | 10                                | 264                 | 31                                | 233                           | 192                                                  |
| Station G | 2010          | 14,3           | 2,3            | 2,0            | 91,6        | 3,51                              | 0,02                                              | 25                    | 10                        | 7                                 | 175                 | 4                                 | 171                           | 108                                                  |
| Station G | 2011          | 10,0           | 0,7            | 0,5            | 94,2        | 0,78                              | 0,01                                              | 28                    | 10                        | 10                                | 145                 | 1                                 | 144                           | 100                                                  |
| Station H | 2010          | 57,1           | 20,0           | 42,7           | 57,2        | 130,30                            | 0,74                                              | 25                    | 10                        | 7                                 | 175                 | 35                                | 140                           | 75                                                   |
| Station H | 2011          | 30,0           | 6,9            | 9,5            | 81,4        | 15,14                             | 0,10                                              | 28                    | 10                        | 10                                | 145                 | 10                                | 135                           | 93                                                   |

Résultats des dépassements des critères de protection de la vie aquatique du CCME pour les paramètres étudiés pour le calcul de l'IQE.

| Données de sortie |               |                |                |                |             | Pb (plomb)      |                        |                    | Al (aluminium)  |                        |                    | As (arsenic)    |                        |                    | Cd (cadmium)    |                        |                    | Cu (cuivre)     |                        |                    | Fe (fer)        |                        |                    | Mo (molybdène)  |                        |                    | Ni (nickel)     |                        |                    | pH              |                        |                    | Zn (zinc)       |                        |                    |
|-------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|-------------|-----------------|------------------------|--------------------|-----------------|------------------------|--------------------|-----------------|------------------------|--------------------|-----------------|------------------------|--------------------|-----------------|------------------------|--------------------|-----------------|------------------------|--------------------|-----------------|------------------------|--------------------|-----------------|------------------------|--------------------|-----------------|------------------------|--------------------|-----------------|------------------------|--------------------|
| Station           | Période visée | F <sub>1</sub> | F <sub>2</sub> | F <sub>3</sub> | IQE DU CCME | Number of Tests | Number of Failed Tests | Percent Failed (%) | Number of Tests | Number of Failed Tests | Percent Failed (%) | Number of Tests | Number of Failed Tests | Percent Failed (%) | Number of Tests | Number of Failed Tests | Percent Failed (%) | Number of Tests | Number of Failed Tests | Percent Failed (%) | Number of Tests | Number of Failed Tests | Percent Failed (%) | Number of Tests | Number of Failed Tests | Percent Failed (%) | Number of Tests | Number of Failed Tests | Percent Failed (%) | Number of Tests | Number of Failed Tests | Percent Failed (%) | Number of Tests | Number of Failed Tests | Percent Failed (%) |
| Station B         | 2010          | 71,4           | 43,8           | 80,3           | 33,0        | 31              | 2                      | 6,5                | 0               | 0                      |                    | 31              | 8                      | 25,8               | 0               | 0                      |                    | 31              | 31                     | 100,0              | 31              | 31                     | 100,0              | 0               | 0                      |                    | 31              | 0                      |                    | 31              | 0                      |                    | 31              | 23                     | 74,2               |
| Station B         | 2011          | 50,0           | 20,8           | 19,8           | 66,7        | 24              | 0                      |                    | 26              | 5                      | 19,2               | 27              | 0                      |                    | 24              | 0                      |                    | 24              | 2                      | 8,3                | 24              | 23                     | 95,8               | 27              | 22                     | 81,5               | 24              | 0                      |                    | 28              | 0                      |                    | 27              | 1                      | 3,7                |
| Station C         | 2010          | 42,9           | 30,4           | 51,9           | 57,4        | 31              | 0                      |                    | 0               | 0                      |                    | 31              | 0                      |                    | 0               | 0                      |                    | 31              | 31                     | 100,0              | 31              | 31                     | 100,0              | 0               | 0                      |                    | 31              | 0                      |                    | 31              | 0                      |                    | 31              | 4                      | 12,9               |
| Station C         | 2011          | 20,0           | 9,8            | 9,3            | 86,1        | 25              | 0                      |                    | 27              | 4                      | 14,8               | 28              | 0                      |                    | 25              | 0                      |                    | 25              | 0                      |                    | 25              | 22                     | 88,0               | 28              | 0                      |                    | 25              | 0                      |                    | 28              | 0                      |                    | 28              | 0                      |                    |
| Station D         | 2010          | 42,9           | 29,5           | 40,3           | 62,0        | 30              | 0                      |                    | 0               | 0                      |                    | 30              | 0                      |                    | 0               | 0                      |                    | 30              | 28                     | 93,3               | 30              | 30                     | 100,0              | 0               | 0                      |                    | 30              | 0                      |                    | 30              | 0                      |                    | 30              | 4                      | 13,3               |
| Station D         | 2011          | 10,0           | 7,8            | 4,7            | 92,2        | 24              | 0                      |                    | 26              | 0                      |                    | 27              | 0                      |                    | 24              | 0                      |                    | 24              | 0                      |                    | 24              | 20                     | 83,3               | 27              | 0                      |                    | 24              | 0                      |                    | 28              | 0                      |                    | 27              | 0                      |                    |
| Station E         | 2010          | 14,3           | 0,9            | 0,2            | 91,7        | 31              | 0                      |                    | 0               | 0                      |                    | 31              | 0                      |                    | 0               | 0                      |                    | 31              | 0                      |                    | 31              | 0                      |                    | 0               | 0                      |                    | 31              | 0                      |                    | 31              | 0                      |                    | 31              | 2                      | 6,5                |
| Station E         | 2011          | 10,0           | 0,8            | 0,0            | 94,2        | 25              | 0                      |                    | 27              | 0                      |                    | 28              | 0                      |                    | 25              | 0                      |                    | 25              | 0                      |                    | 25              | 0                      |                    | 28              | 0                      |                    | 25              | 0                      |                    | 28              | 2                      | 7,1                | 28              | 0                      |                    |
| Station F         | 2010          | 42,9           | 30,9           | 61,8           | 53,0        | 31              | 0                      |                    | 0               | 0                      |                    | 31              | 0                      |                    | 0               | 0                      |                    | 31              | 31                     | 100,0              | 31              | 31                     | 100,0              | 0               | 0                      |                    | 31              | 0                      |                    | 31              | 0                      |                    | 31              | 5                      | 16,1               |
| Station F         | 2011          | 30,0           | 11,7           | 18,4           | 78,6        | 25              | 0                      |                    | 27              | 5                      | 18,5               | 28              | 0                      |                    | 25              | 0                      |                    | 25              | 0                      |                    | 25              | 25                     | 100,0              | 28              | 0                      |                    | 25              | 0                      |                    | 28              | 1                      | 3,6                | 28              | 0                      |                    |
| Station G         | 2010          | 14,3           | 2,3            | 2,0            | 91,6        | 25              | 0                      |                    | 0               | 0                      |                    | 25              | 0                      |                    | 0               | 0                      |                    | 25              | 0                      |                    | 25              | 0                      |                    | 0               | 0                      |                    | 25              | 0                      |                    | 25              | 0                      |                    | 25              | 4                      | 16,0               |
| Station G         | 2011          | 10,0           | 0,7            | 0,5            | 94,2        | 13              | 0                      |                    | 13              | 0                      |                    | 13              | 0                      |                    | 13              | 0                      |                    | 13              | 0                      |                    | 13              | 0                      |                    | 13              | 0                      |                    | 13              | 1                      | 7,7                | 28              | 0                      |                    | 13              | 0                      |                    |
| Station H         | 2010          | 57,1           | 20,0           | 42,7           | 57,2        | 25              | 2                      | 8,0                | 0               | 0                      |                    | 25              | 0                      |                    | 0               | 0                      |                    | 25              | 14                     | 56,0               | 25              | 15                     | 60,0               | 0               | 0                      |                    | 25              | 0                      |                    | 25              | 0                      |                    | 25              | 4                      | 16,0               |
| Station H         | 2011          | 30,0           | 6,9            | 9,5            | 81,4        | 13              | 0                      |                    | 13              | 2                      | 15,4               | 13              | 0                      |                    | 13              | 0                      |                    | 13              | 0                      |                    | 13              | 7                      | 53,8               | 13              | 0                      |                    | 13              | 0                      |                    | 28              | 1                      | 3,6                | 13              | 0                      |                    |

Histogrammes

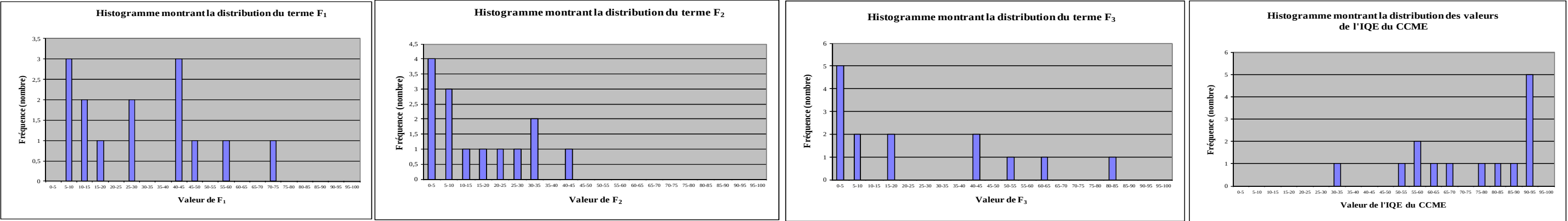




Tableau des données traitées avec les calculs des critères spécifiques à chaque mesure.

|                      |                        |               | Data for PH Objective |                      |            |      |              |                |                        | Data for Cd Objective |        |              |              | Data for Cu Objective |              |             |                    | Data for Ni Objective |                          |                |        |              |             |              |      |                     |           |
|----------------------|------------------------|---------------|-----------------------|----------------------|------------|------|--------------|----------------|------------------------|-----------------------|--------|--------------|--------------|-----------------------|--------------|-------------|--------------------|-----------------------|--------------------------|----------------|--------|--------------|-------------|--------------|------|---------------------|-----------|
| Numéro de la station | Date d'échantillonnage | Période visée | dureté                | Pb (plomb) Objective | Pb (plomb) | pH   | Al Objective | Al (aluminium) | As (arsenic) Objective | As (arsenic)          | dureté | Cd Objective | Cd (cadmium) | dureté                | Cu Objective | Cu (cuivre) | Fe (fer) Objective | Fe (fer)              | Mo (molybdène) Objective | Mo (molybdène) | dureté | Ni Objective | Ni (nickel) | pH Objective | pH   | Zn (zinc) Objective | Zn (zinc) |
| Unité                |                        |               |                       |                      | ug/L       |      |              | mg/L           |                        | ug/L                  |        |              | ug/L         |                       |              | ug/L        |                    | ug/L                  |                          | ug/L           |        |              | ug/L        |              |      | ug/L                |           |
| Station B            | 2010-04-27             | 2010          | 480                   | 7                    | 3          | 8,00 | 0,10         | ND             | 5                      | 5                     | 480,00 | 0,13         | ND           | 480,00                | 9,03         | 200         | 300                | 6500                  | 73                       | ND             | 480,00 | 314,84       | 10          | 6,5 ~ 9      | 8,0  | 30                  | 34        |
| Station B            | 2010-05-04             | 2010          | 480                   | 7                    | 3          | 8,00 | 0,10         | ND             | 5                      | 11                    | 480,00 | 0,13         | ND           | 480,00                | 9,03         | 150         | 300                | 4500                  | 73                       | ND             | 480,00 | 314,84       | 8           | 6,5 ~ 9      | 8,0  | 30                  | 24        |
| Station B            | 2010-05-11             | 2010          | 580                   | 7                    | 27         | 7,60 | 0,10         | ND             | 5                      | 22                    | 580,00 | 0,15         | ND           | 580,00                | 10,62        | 2000        | 300                | 24000                 | 73                       | ND             | 580,00 | 363,54       | 26          | 6,5 ~ 9      | 7,6  | 30                  | 180       |
| Station B            | 2010-05-18             | 2010          | 600                   | 1                    | <LDM       | 8,20 | 0,10         | ND             | 5                      | 4                     | 600,00 | 0,15         | ND           | 600,00                | 10,93        | 62          | 300                | 380                   | 73                       | ND             | 600,00 | 373,03       | 7           | 6,5 ~ 9      | 8,2  | 30                  | 64        |
| Station B            | 2010-05-25             | 2010          | 580                   | 1                    | <LDM       | 8,20 | 0,10         | ND             | 5                      | 7                     | 580,00 | 0,15         | ND           | 580,00                | 10,62        | 90          | 300                | 880                   | 73                       | ND             | 580,00 | 363,54       | 8           | 6,5 ~ 9      | 8,2  | 30                  | 39        |
| Station B            | 2010-06-01             | 2010          | 630                   | 1                    | <LDM       | 7,69 | 0,10         | ND             | 5                      | 4,1                   | 630,00 | 0,16         | ND           | 630,00                | 11,40        | 65          | 300                | 920                   | 73                       | ND             | 630,00 | 387,12       | 6,4         | 6,5 ~ 9      | 7,69 | 30                  | 44        |
| Station B            | 2010-06-08             | 2010          | 620                   | 1                    | <LDM       | 8,00 | 0,10         | ND             | 5                      | 3,8                   | 620,00 | 0,16         | ND           | 620,00                | 11,24        | 61          | 300                | 1000                  | 73                       | ND             | 620,00 | 382,45       | 5,6         | 6,5 ~ 9      | 8,00 | 30                  | 41        |
| Station B            | 2010-06-13             | 2010          | 620                   | 1                    | <LDM       | 8,07 | 0,10         | ND             | 5                      | 2,5                   | 620,00 | 0,16         | ND           | 620,00                | 11,24        | 53,6        | 300                | 743                   | 73                       | ND             | 620,00 | 382,45       | 5,8         | 6,5 ~ 9      | 8,07 | 30                  | 56,6      |
| Station B            | 2010-06-21             | 2010          | 990                   | 1                    | <LDM       | 7,96 | 0,10         | ND             | 5                      | 4,2                   | 990,00 | 0,24         | ND           | 990,00                | 16,77        | 96,5        | 300                | 606                   | 73                       | ND             | 990,00 | 545,80       | 7,8         | 6,5 ~ 9      | 7,96 | 30                  | 89,5      |
| Station B            | 2010-06-28             | 2010          | 660                   | 7                    | 1,6        | 7,89 | 0,10         | ND             | 5                      | 7,5                   | 660,00 | 0,17         | ND           | 660,00                | 11,86        | 184,2       | 300                | 4067                  | 73                       | ND             | 660,00 | 401,06       | 7,3         | 6,5 ~ 9      | 7,89 | 30                  | 70,8      |
| Station B            | 2010-07-05             | 2010          | 590                   | 7                    | 1          | 7,73 | 0,10         | ND             | 5                      | 7,6                   | 590,00 | 0,15         | ND           | 590,00                | 10,78        | 99,8        | 300                | 2101                  | 73                       | ND             | 590,00 | 368,30       | 6,9         | 6,5 ~ 9      | 7,73 | 30                  | 30,4      |
| Station B            | 2010-07-12             | 2010          | 550                   | 7                    | 5,6        | 7,88 | 0,10         | ND             | 5                      | 20,2                  | 550,00 | 0,14         | ND           | 550,00                | 10,15        | 484,4       | 300                | 19150                 | 73                       | ND             | 550,00 | 349,16       | 24,1        | 6,5 ~ 9      | 7,88 | 30                  | 131,5     |
| Station B            | 2010-07-19             | 2010          | 540                   | 7                    | 4,2        | 7,90 | 0,10         | ND             | 5                      | 3,7                   | 540,00 | 0,14         | ND           | 540,00                | 9,99         | 77,2        | 300                | 945                   | 73                       | ND             | 540,00 | 344,33       | 7,3         | 6,5 ~ 9      | 7,90 | 30                  | 36,5      |
| Station B            | 2010-07-26             | 2010          | 570                   | 1                    | <LDM       | 8,12 | 0,10         | ND             | 5                      | 3,7                   | 570,00 | 0,15         | ND           | 570,00                | 10,46        | 54,1        | 300                | 501                   | 73                       | ND             | 570,00 | 358,77       | 4           | 6,5 ~ 9      | 8,12 | 30                  | 37,7      |
| Station B            | 2010-08-02             | 2010          | 700                   | 7                    | 1,7        | 7,91 | 0,10         | ND             | 5                      | 7,6                   | 700,00 | 0,18         | ND           | 700,00                | 12,47        | 181,6       | 300                | 3833                  | 73                       | ND             | 700,00 | 419,40       | 9,6         | 6,5 ~ 9      | 7,91 | 30                  | 41,4      |
| Station B            | 2010-08-09             | 2010          | 450                   | 1                    | <LDM       | 7,62 | 0,10         | ND             | 5                      | 3,1                   | 450,00 | 0,12         | ND           | 450,00                | 8,55         | 57,5        | 300                | 594                   | 73                       | ND             | 450,00 | 299,77       | 5,2         | 6,5 ~ 9      | 7,62 | 30                  | 35        |
| Station B            | 2010-08-16             | 2010          | 420                   | 7                    | 11,5       | 7,70 | 0,10         | ND             | 5                      | 18,4                  | 420,00 | 0,11         | ND           | 420,00                | 8,06         | 925,7       | 300                | 20170                 | 73                       | ND             | 420,00 | 284,46       | 19,2        | 6,5 ~ 9      | 7,70 | 30                  | 100,2     |
| Station B            | 2010-08-23             | 2010          | 520                   | 1                    | <LDM       | 8,00 | 0,10         | ND             | 5                      | 3,3                   | 520,00 | 0,14         | ND           | 520,00                | 9,67         | 46,7        | 300                | 570                   | 73                       | ND             | 520,00 | 334,59       | 5,2         | 6,5 ~ 9      | 8,00 | 30                  | 18,8      |
| Station B            | 2010-08-30             | 2010          | 510                   | 1                    | <LDM       | 8,04 | 0,10         | ND             | 5                      | 3,5                   | 510,00 | 0,13         | ND           | 510,00                | 9,51         | 38,6        | 300                | 458                   | 73                       | ND             | 510,00 | 329,69       | 3,8         | 6,5 ~ 9      | 8,04 | 30                  | 16        |
| Station B            | 2010-09-07             | 2010          | 480                   | 1                    | <LDM       | 8,00 | 0,10         | ND             | 5                      | 2                     | 480,00 | 0,13         | ND           | 480,00                | 9,03         | 42,4        | 300                | 579                   | 73                       | ND             | 480,00 | 314,84       | 4,5         | 6,5 ~ 9      | 8,00 | 30                  | 25,4      |
| Station B            | 2010-09-13             | 2010          | 520                   | 1                    | <LDM       | 7,90 | 0,10         | ND             | 5                      | 3,5                   | 520,00 | 0,14         | ND           | 520,00                | 9,67         | 73,1        | 300                | 562                   | 73                       | ND             | 520,00 | <LDM         | 6,5 ~ 9     | 7,90         | 30   | 24,4                |           |
| Station B            | 2010-09-20             | 2010          | 480                   | 1                    | <LDM       | 7,93 | 0,10         | ND             | 5                      | 2,5                   | 480,00 | 0,13         | ND           | 480,00                | 9,03         | 40,9        | 300                | 644                   | 73                       | ND             | 480,00 | 314,84       | 3,5         | 6,5 ~ 9      | 7,93 | 30                  | 18,1      |
| Station B            | 2010-09-27             | 2010          | 390                   | 1                    | <LDM       | 7,69 | 0,10         | ND             | 5                      | 3,1                   | 390,00 | 0,11         | ND           | 390,00                | 7,57         | 148,9       | 300                | 1651                  | 73                       | ND             | 390,00 | 268,88       | 7,3         | 6,5 ~ 9      | 7,69 | 30                  | 50,1      |
| Station B            | 2010-10-04             | 2010          | 480                   | 1                    | <LDM       | 7,88 | 0,10         | ND             | 5                      | 2,3                   | 480,00 | 0,13         | ND           | 480,00                | 9,03         | 48,3        | 300                | 574                   | 73                       | ND             | 480,00 | 314,84       | 5,8         | 6,5 ~ 9      | 7,88 | 30                  | 33,3      |
| Station B            | 2010-10-12             | 2010          | 530                   | 1                    | <LDM       | 8,02 | 0,10         | ND             | 5                      | 1,7                   | 530,00 | 0,14         | ND           | 530,00                | 9,83         | 37,5        | 300                | 424                   | 73                       | ND             | 530,00 | 339,47       | 4,6         | 6,5 ~ 9      | 8,02 | 30                  | 23,8      |
| Station B            | 2010-10-18             | 2010          | 480                   | 1                    | <LDM       | 8,04 | 0,10         | ND             | 5                      | 1,9                   | 480,00 | 0,13         | ND           | 480,00                | 9,03         | 39,4        | 300                | 522                   | 73                       | ND             | 480,00 | 314,84       | 5,2         | 6,5 ~ 9      | 8,04 | 30                  | 25,5      |
| Station B            | 2010-10-25             | 2010          | 750                   | 7                    | 2,1        | 7,95 | 0,10         | ND             | 5                      | 2,7                   | 750,00 | 0,19         | ND           | 750,00                | 13,23        | 56,1        | 300                | 845                   | 73                       | ND             | 750,00 | 441,98       | 16,3        | 6,5 ~ 9      | 7,95 | 30                  | 65,3      |
| Station B            | 2010-11-01             | 2010          | 510                   | 1                    | <LDM       | 7,93 | 0,10         | ND             | 5                      | 1,6                   | 510,00 | 0,13         | ND           | 510,00                | 9,51         | 43,9        | 300                | 705                   | 73                       | ND             | 510,00 | 329,69       | 8,5         | 6,5 ~ 9      | 7,93 | 30                  | 38,6      |
| Station B            | 2010-11-08             | 2010          | 510                   | 1                    | <LDM       | 7,82 | 0,10         | ND             | 5                      | 2                     | 510,00 | 0,13         | ND           | 510,00                | 9,51         | 64,4        | 300                | 1455                  | 73                       | ND             | 510,00 | 329,69       | 7,6         | 6,5 ~ 9      | 7,82 | 30                  | 65,5      |
| Station B            | 2010-11-15             | 2010          | 630                   | 1                    | <LDM       | 7,72 | 0,10         | ND             | 5                      | 2,4                   | 630,00 | 0,16         | ND           | 630,00                | 11,40        | 68,6        | 300                | 1657                  | 73                       | ND             | 630,00 | 387,12       | 8,1         | 6,5 ~ 9      | 7,72 | 30                  | 40,6      |
| Station B            | 2010-11-22             | 2010          | 650                   | 1                    | <LDM       | 7,50 | 0,10         | ND             | 5                      | 1,5                   | 650,00 | 0,17         | ND           | 650,00                | 11,71        | 49,2        | 300                | 771                   | 73                       | ND             | 650,00 | 396,43       | 9,2         | 6,5 ~ 9      | 7,50 | 30                  | 53,1      |
| Station B            | 2011-05-17             | 2011          | 17                    | 1                    | ND         | 8,03 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM                  | 17,20  | 0,01         | ND           | 17,20                 | 2,00         | ND          | 300                | ND                    | 73                       | <LDM           | 17,20  | 25,08        | ND          | 6,5 ~ 9      | 8,03 | 30                  | <LDM      |
| Station B            | 2011-05-2              |               |                       |                      |            |      |              |                |                        |                       |        |              |              |                       |              |             |                    |                       |                          |                |        |              |             |              |      |                     |           |

Tableau des données traitées avec les calculs des critères spécifiques à chaque mesure.

|                      |                        |               | Data for PH Objective |                      |            |      |              |                |                        |              | Data for Cd Objective |              |              |        | Data for Cu Objective |             |                    |          | Data for Ni Objective    |                |        |              |             |              |      |                     |           |  |
|----------------------|------------------------|---------------|-----------------------|----------------------|------------|------|--------------|----------------|------------------------|--------------|-----------------------|--------------|--------------|--------|-----------------------|-------------|--------------------|----------|--------------------------|----------------|--------|--------------|-------------|--------------|------|---------------------|-----------|--|
| Numéro de la station | Date d'échantillonnage | Période visée | dureté                | Pb (plomb) Objective | Pb (plomb) | pH   | Al Objective | Al (aluminium) | As (arsenic) Objective | As (arsenic) | dureté                | Cd Objective | Cd (cadmium) | dureté | Cu Objective          | Cu (cuivre) | Fe (fer) Objective | Fe (fer) | Mo (molybdène) Objective | Mo (molybdène) | dureté | Ni Objective | Ni (nickel) | pH Objective | pH   | Zn (zinc) Objective | Zn (zinc) |  |
| Station C            | 2010-05-04             | 2010          | 190                   | 1                    | <LDM       | 8,10 | 0,10         | ND             | 5                      | 2            | 190,00                | 0,06         | ND           | 190,00 | 4,09                  | 17          | 300                | 750      | 73                       | ND             | 190,00 | 155,67       | 2           | 6,5 ~ 9      | 8,1  | 30                  | 6         |  |
| Station C            | 2010-05-11             | 2010          | 180                   | 1                    | <LDM       | 8,00 | 0,10         | ND             | 5                      | 1            | 180,00                | 0,05         | ND           | 180,00 | 3,91                  | 12          | 300                | 460      | 73                       | ND             | 180,00 | 149,40       | 2           | 6,5 ~ 9      | 8,0  | 30                  | 7         |  |
| Station C            | 2010-05-18             | 2010          | 160                   | 1                    | <LDM       | 7,60 | 0,10         | ND             | 5                      | 2            | 160,00                | 0,05         | ND           | 160,00 | 3,53                  | 11          | 300                | 430      | 73                       | ND             | 160,00 | 136,61       | 1           | 6,5 ~ 9      | 7,6  | 30                  | 6         |  |
| Station C            | 2010-05-25             | 2010          | 230                   | 1                    | <LDM       | 8,50 | 0,10         | ND             | 5                      | 3            | 230,00                | 0,07         | ND           | 230,00 | 4,82                  | 35          | 300                | 860      | 73                       | ND             | 230,00 | 180,00       | 3           | 6,5 ~ 9      | 8,5  | 30                  | 11        |  |
| Station C            | 2010-06-01             | 2010          | 200                   | 1                    | <LDM       | 8,29 | 0,10         | ND             | 5                      | 2,6          | 200,00                | 0,06         | ND           | 200,00 | 4,28                  | 35          | 300                | 1100     | 73                       | ND             | 200,00 | 161,86       | 2,5         | 6,5 ~ 9      | 8,29 | 30                  | <LDM      |  |
| Station C            | 2010-06-08             | 2010          | 170                   | 1                    | <LDM       | 8,76 | 0,10         | ND             | 5                      | 2,3          | 170,00                | 0,05         | ND           | 170,00 | 3,72                  | 27          | 300                | 810      | 73                       | ND             | 170,00 |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 8,76 | 30                  | <LDM      |  |
| Station C            | 2010-06-13             | 2010          | 160                   | 4                    | 1,1        | 8,35 | 0,10         | ND             | 5                      | 2,5          | 160,00                | 0,05         | ND           | 160,00 | 3,53                  | 54,6        | 300                | 1913     | 73                       | ND             | 160,00 | 136,61       | 3           | 6,5 ~ 9      | 8,35 | 30                  | 130,5     |  |
| Station C            | 2010-06-21             | 2010          | 150                   | 1                    | <LDM       | 8,05 | 0,10         | ND             | 5                      | 1,6          | 150,00                | 0,05         | ND           | 150,00 | 3,34                  | 27,2        | 300                | 717      | 73                       | ND             | 150,00 |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 8,05 | 30                  | <LDM      |  |
| Station C            | 2010-06-28             | 2010          | 130                   | 1                    | <LDM       | 8,15 | 0,10         | ND             | 5                      | 2,5          | 130,00                | 0,04         | ND           | 130,00 | 2,96                  | 29,4        | 300                | 1012     | 73                       | ND             | 130,00 |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 8,15 | 30                  | <LDM      |  |
| Station C            | 2010-07-05             | 2010          | 180                   | 1                    | <LDM       | 7,46 | 0,10         | ND             | 5                      | 2,5          | 180,00                | 0,05         | ND           | 180,00 | 3,91                  | 26,5        | 300                | 944      | 73                       | ND             | 180,00 | 149,40       | 2,3         | 6,5 ~ 9      | 7,46 | 30                  | 8,6       |  |
| Station C            | 2010-07-12             | 2010          | 200                   | 7                    | 1,1        | 7,80 | 0,10         | ND             | 5                      | 3,3          | 200,00                | 0,06         | ND           | 200,00 | 4,28                  | 48,6        | 300                | 2577     | 73                       | ND             | 200,00 | 161,86       | 3,2         | 6,5 ~ 9      | 7,80 | 30                  | 15,2      |  |
| Station C            | 2010-07-19             | 2010          | 220                   | 1                    | <LDM       | 8,16 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 220,00                | 0,07         | ND           | 220,00 | 4,64                  | 36,9        | 300                | 1081     | 73                       | ND             | 220,00 |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 8,16 | 30                  | <LDM      |  |
| Station C            | 2010-07-26             | 2010          | 230                   | 1                    | <LDM       | 8,37 | 0,10         | ND             | 5                      | 2            | 230,00                | 0,07         | ND           | 230,00 | 4,82                  | 39,8        | 300                | 1254     | 73                       | ND             | 230,00 | 180,00       | 2,2         | 6,5 ~ 9      | 8,37 | 30                  | 19,6      |  |
| Station C            | 2010-08-02             | 2010          | 290                   | 7                    | 1          | 7,87 | 0,10         | ND             | 5                      | 3,3          | 290,00                | 0,08         | ND           | 290,00 | 5,87                  | 73,3        | 300                | 2446     | 73                       | ND             | 290,00 | 214,67       | 3,6         | 6,5 ~ 9      | 7,87 | 30                  | 16,8      |  |
| Station C            | 2010-08-09             | 2010          | 240                   | 1                    | <LDM       | 7,90 | 0,10         | ND             | 5                      | 2,4          | 240,00                | 0,07         | ND           | 240,00 | 5,00                  | 44          | 300                | 1042     | 73                       | ND             | 240,00 | 185,91       | 2,7         | 6,5 ~ 9      | 7,90 | 30                  | 19,9      |  |
| Station C            | 2010-08-16             | 2010          | 190                   | 1                    | <LDM       | 8,07 | 0,10         | ND             | 5                      | 2,7          | 190,00                | 0,06         | ND           | 190,00 | 4,09                  | 43,4        | 300                | 1029     | 73                       | ND             | 190,00 | 155,67       | 3           | 6,5 ~ 9      | 8,07 | 30                  | 11,5      |  |
| Station C            | 2010-08-23             | 2010          | 240                   | 1                    | <LDM       | 8,00 | 0,10         | ND             | 5                      | 2,2          | 240,00                | 0,07         | ND           | 240,00 | 5,00                  | 27,1        | 300                | 859      | 73                       | ND             | 240,00 | 185,91       | 3,1         | 6,5 ~ 9      | 8,00 | 30                  | 7,3       |  |
| Station C            | 2010-08-30             | 2010          | 210                   | 1                    | <LDM       | 7,75 | 0,10         | ND             | 5                      | 2,3          | 210,00                | 0,06         | ND           | 210,00 | 4,46                  | 16,1        | 300                | 619      | 73                       | ND             | 210,00 | 167,97       | 4,2         | 6,5 ~ 9      | 7,75 | 30                  | 9,9       |  |
| Station C            | 2010-09-07             | 2010          | 180                   | 1                    | <LDM       | 7,88 | 0,10         | ND             | 5                      | 1,6          | 180,00                | 0,05         | ND           | 180,00 | 3,91                  | 24,8        | 300                | 1018     | 73                       | ND             | 180,00 | 149,40       | 2,7         | 6,5 ~ 9      | 7,88 | 30                  | 13,1      |  |
| Station C            | 2010-09-13             | 2010          | 210                   | 1                    | <LDM       | 7,72 | 0,10         | ND             | 5                      | 2,6          | 210,00                | 0,06         | ND           | 210,00 | 4,46                  | 21,9        | 300                | 803      | 73                       | ND             | 210,00 |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,72 | 30                  | 8,4       |  |
| Station C            | 2010-09-20             | 2010          | 250                   | 1                    | <LDM       | 7,95 | 0,10         | ND             | 5                      | 1,9          | 250,00                | 0,07         | ND           | 250,00 | 5,17                  | 25,7        | 300                | 810      | 73                       | ND             | 250,00 |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,95 | 30                  | 53,1      |  |
| Station C            | 2010-09-27             | 2010          | 250                   | 1                    | <LDM       | 7,71 | 0,10         | ND             | 5                      | 1,9          | 250,00                | 0,07         | ND           | 250,00 | 5,17                  | 48,8        | 300                | 958      | 73                       | ND             | 250,00 |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,71 | 30                  | 31,2      |  |
| Station C            | 2010-10-04             | 2010          | 210                   | 1                    | <LDM       | 7,88 | 0,10         | ND             | 5                      | 1,2          | 210,00                | 0,06         | ND           | 210,00 | 4,46                  | 19          | 300                | 565      | 73                       | ND             | 210,00 | 167,97       | 2,4         | 6,5 ~ 9      | 7,88 | 30                  | 17,6      |  |
| Station C            | 2010-10-12             | 2010          | 200                   | 1                    | <LDM       | 8,06 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 200,00                | 0,06         | ND           | 200,00 | 4,28                  | 10,8        | 300                | 369      | 73                       | ND             | 200,00 |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 8,06 | 30                  | 12,1      |  |
| Station C            | 2010-10-18             | 2010          | 210                   | 7                    | 1,7        | 8,04 | 0,10         | ND             | 5                      | 1,4          | 210,00                | 0,06         | ND           | 210,00 | 4,46                  | 14,4        | 300                | 393      | 73                       | ND             | 210,00 |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 8,04 | 30                  | <LDM      |  |
| Station C            | 2010-10-25             | 2010          | 230                   | 1                    | <LDM       | 7,86 | 0,10         | ND             | 5                      | 1,6          | 230,00                | 0,07         | ND           | 230,00 | 4,82                  | 14,7        | 300                | 615      | 73                       | ND             | 230,00 | 180,00       | 3,1         | 6,5 ~ 9      | 7,86 | 30                  | 24        |  |
| Station C            | 2010-11-01             | 2010          | 230                   | 1                    | <LDM       | 7,96 | 0,10         | ND             | 5                      | 1,1          | 230,00                | 0,07         | ND           | 230,00 | 4,82                  | 20,6        | 300                | 446      | 73                       | ND             | 230,00 | 180,00       | 2,8         | 6,5 ~ 9      | 7,96 | 30                  | 17,1      |  |
| Station C            | 2010-11-08             | 2010          | 230                   | 1                    | <LDM       | 7,83 | 0,10         | ND             | 5                      | 1,2          | 230,00                | 0,07         | ND           | 230,00 | 4,82                  | 13          | 300                | 515      | 73                       | ND             | 230,00 | 180,00       | 2,1         | 6,5 ~ 9      | 7,83 | 30                  | 53,2      |  |
| Station C            | 2010-11-15             | 2010          | 280                   | 1                    | <LDM       | 7,90 | 0,10         | ND             | 5                      | 1,3          | 280,00                | 0,08         | ND           | 280,00 | 5,70                  | 12,2        | 300                | 524      | 73                       | ND             | 280,00 | 209,02       | 2,2         | 6,5 ~ 9      | 7,90 | 30                  | 12        |  |
| Station C            | 2010-11-22             | 2010          | 250                   | 1                    | <LDM       | 7,58 | 0,10         | ND             | 5                      | 1            | 250,00                | 0,07         | ND           | 250,00 | 5,17                  | 16,1        | 300                | 645      | 73                       | ND             | 250,00 | 191,77       | 6,7         | 6,5 ~ 9      | 7,58 | 30                  | 11,5      |  |
| Station C            | 2011-05-17             | 2011          | 200                   | 7                    | ND         | 7,96 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 200,00                | 0,06         | ND           | 200,00 | 4,28                  | ND          | 300                | ND       | 73                       | 50             | 200,00 | 161,86       | ND          | 6,5 ~ 9      | 7,96 | 30                  | <LDM      |  |
| Station C            | 2011-05-23             | 2011          | 156                   | 4                    | ND         | 8,36 | 0,10         | 0,06           | 5                      | <LDM         | 156,00                | 0,05         | ND           | 156,00 | 3,46                  | ND          | 300                | ND       | 73                       | <LDM           | 156,00 | 134,01       | ND          | 6,5 ~ 9      | 8,36 | 30                  | <LDM      |  |
| Station C            | 2011-05-30             | 2011          | 179                   | 4                    | ND         | 8,06 |              | <0,05          | 5                      | <LDM         | 179,00                | 0,05         | ND           | 179,00 | 3,89                  | ND          | 300                | ND       | 73                       | <LDM           | 179,00 | 148,77       | ND          | 6,5 ~ 9      | 8,06 | 30                  | <LDM      |  |
| Station C            | 2011-06-06             | 2011          | 198                   | 1                    | <LDM       | 8,2  |              |                |                        |              |                       |              |              |        |                       |             |                    |          |                          |                |        |              |             |              |      |                     |           |  |



Tableau des données traitées avec les calculs des critères spécifiques à chaque mesure.

| Data for PH Objective |                        |               |        |                      |            |      |              |                |                        | Data for Cd Objective |        |              |              | Data for Cu Objective |              |             |                    | Data for Ni Objective |                          |                |        |              |             |              |      |                     |           |
|-----------------------|------------------------|---------------|--------|----------------------|------------|------|--------------|----------------|------------------------|-----------------------|--------|--------------|--------------|-----------------------|--------------|-------------|--------------------|-----------------------|--------------------------|----------------|--------|--------------|-------------|--------------|------|---------------------|-----------|
| Numéro de la station  | Date d'échantillonnage | Période visée | dureté | Pb (plomb) Objective | Pb (plomb) | pH   | Al Objective | Al (aluminium) | As (arsenic) Objective | As (arsenic)          | dureté | Cd Objective | Cd (cadmium) | dureté                | Cu Objective | Cu (cuivre) | Fe (fer) Objective | Fe (fer)              | Mo (molybdène) Objective | Mo (molybdène) | dureté | Ni Objective | Ni (nickel) | pH Objective | pH   | Zn (zinc) Objective | Zn (zinc) |
| Station D             | 2010-05-18             | 2010          | 140    | 1                    | <LDM       | 7,60 | 0,10         | ND             | 5                      | 2                     | 140,00 | 0,04         | ND           | 140,00                | 3,15         | 10          | 300                | 340                   | 73                       | ND             | 140,00 | 123,43       | 1           | 6,5 ~ 9      | 7,6  | 30                  | 7         |
| Station D             | 2010-05-25             | 2010          | 170    | 1                    | <LDM       | 8,90 | 0,10         | ND             | 5                      | 3                     | 170,00 | 0,05         | ND           | 170,00                | 3,72         | 17          | 300                | 680                   | 73                       | ND             | 170,00 | 143,05       | 2           | 6,5 ~ 9      | 8,9  | 30                  | 11        |
| Station D             | 2010-06-01             | 2010          | 160    | 1                    | <LDM       | 8,55 | 0,10         | ND             | 5                      | 3,2                   | 160,00 | 0,05         | ND           | 160,00                | 3,53         | 17          | 300                | 800                   | 73                       | ND             | 160,00 |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 8,55 | 30                  | 19        |
| Station D             | 2010-06-08             | 2010          | 160    | 1                    | <LDM       | 8,82 | 0,10         | ND             | 5                      | 3,2                   | 160,00 | 0,05         | ND           | 160,00                | 3,53         | 15          | 300                | 470                   | 73                       | ND             | 160,00 |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 8,82 | 30                  | 8,3       |
| Station D             | 2010-06-13             | 2010          | 140    | 1                    | <LDM       | 8,72 | 0,10         | ND             | 5                      | 2,9                   | 140,00 | 0,04         | ND           | 140,00                | 3,15         | 14,4        | 300                | 449                   | 73                       | ND             | 140,00 |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 8,72 | 30                  | 15,8      |
| Station D             | 2010-06-21             | 2010          | 150    | 1                    | <LDM       | 8,86 | 0,10         | ND             | 5                      | 2,5                   | 150,00 | 0,05         | ND           | 150,00                | 3,34         | 13,7        | 300                | 540                   | 73                       | ND             | 150,00 |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 8,86 | 30                  | <LDM      |
| Station D             | 2010-06-28             | 2010          | 120    | 1                    | <LDM       | 8,70 | 0,10         | ND             | 5                      | 3,8                   | 120,00 | 0,04         | ND           | 120,00                | 2,76         | 22,9        | 300                | 629                   | 73                       | ND             | 120,00 |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 8,70 | 30                  | <LDM      |
| Station D             | 2010-07-05             | 2010          | 160    | 1                    | <LDM       | 7,44 | 0,10         | ND             | 5                      | 2,7                   | 160,00 | 0,05         | ND           | 160,00                | 3,53         | 23,4        | 300                | 797                   | 73                       | ND             | 160,00 | 136,61       | 2,2         | 6,5 ~ 9      | 7,44 | 30                  | <LDM      |
| Station D             | 2010-07-12             | 2010          | 120    | 1                    | <LDM       | 8,04 | 0,10         | ND             | 5                      | 4,8                   | 120,00 | 0,04         | ND           | 120,00                | 2,76         | 11,3        | 300                | 1109                  | 73                       | ND             | 120,00 | 109,78       | 2,4         | 6,5 ~ 9      | 8,04 | 30                  | 10,7      |
| Station D             | 2010-07-19             | 2010          | 180    | 1                    | <LDM       | 8,81 | 0,10         | ND             | 5                      | 2,6                   | 180,00 | 0,05         | ND           | 180,00                |              | <LDM        | 300                | 333                   | 73                       | ND             | 180,00 | 149,40       | 2,1         | 6,5 ~ 9      | 8,81 | 30                  | <LDM      |
| Station D             | 2010-07-26             | 2010          | 190    | 1                    | <LDM       | 8,15 | 0,10         | ND             | 5                      | 2,9                   | 190,00 | 0,06         | ND           | 190,00                | 4,09         | 21,5        | 300                | 717                   | 73                       | ND             | 190,00 | 155,67       | 10,7        | 6,5 ~ 9      | 8,15 | 30                  | 17,4      |
| Station D             | 2010-08-02             | 2010          | 250    | 1                    | <LDM       | 8,19 | 0,10         | ND             | 5                      | 3,7                   | 250,00 | 0,07         | ND           | 250,00                | 5,17         | 22,2        | 300                | 709                   | 73                       | ND             | 250,00 | 191,77       | 2,2         | 6,5 ~ 9      | 8,19 | 30                  | 11,2      |
| Station D             | 2010-08-09             | 2010          | 160    | 1                    | <LDM       | 8,05 | 0,10         | ND             | 5                      | 2,6                   | 160,00 | 0,05         | ND           | 160,00                | 3,53         | 17,8        | 300                | 615                   | 73                       | ND             | 160,00 |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 8,05 | 30                  | 22,7      |
| Station D             | 2010-08-16             | 2010          | 190    | 1                    | <LDM       | 8,09 | 0,10         | ND             | 5                      | 3                     | 190,00 | 0,06         | ND           | 190,00                | 4,09         | 22,3        | 300                | 339                   | 73                       | ND             | 190,00 | 155,67       | 2,3         | 6,5 ~ 9      | 8,09 | 30                  | 14,9      |
| Station D             | 2010-08-23             | 2010          | 120    | 1                    | <LDM       | 7,84 | 0,10         | ND             | 5                      | 2,2                   | 120,00 | 0,04         | ND           | 120,00                | 2,76         | 14,3        | 300                | 794                   | 73                       | ND             | 120,00 | 109,78       | 2,1         | 6,5 ~ 9      | 7,84 | 30                  | 16,5      |
| Station D             | 2010-08-30             | 2010          | 180    | 1                    | <LDM       | 8,49 | 0,10         | ND             | 5                      | 2,8                   | 180,00 | 0,05         | ND           | 180,00                | 3,91         | 8,8         | 300                | 473                   | 73                       | ND             | 180,00 |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 8,49 | 30                  | <LDM      |
| Station D             | 2010-09-07             | 2010          | 200    | 1                    | <LDM       | 7,89 | 0,10         | ND             | 5                      | 2,6                   | 200,00 | 0,06         | ND           | 200,00                | 4,28         | 15,5        | 300                | 489                   | 73                       | ND             | 200,00 | 161,86       | 3,1         | 6,5 ~ 9      | 7,89 | 30                  | 9         |
| Station D             | 2010-09-13             | 2010          | 99     | 2                    | 1,8        | 7,64 | 0,10         | ND             | 5                      | 3,1                   | 99,00  | 0,03         | ND           | 99,00                 | 2,34         | 12,4        | 300                | 824                   | 73                       | ND             | 99,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,64 | 30                  | 17,5      |
| Station D             | 2010-09-20             | 2010          | 210    | 1                    | <LDM       | 7,85 | 0,10         | ND             | 5                      | 2,7                   | 210,00 | 0,06         | ND           | 210,00                | 4,46         | 14,9        | 300                | 577                   | 73                       | ND             | 210,00 |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,85 | 30                  | 8         |
| Station D             | 2010-09-27             | 2010          | 90     | 1                    | <LDM       | 7,31 | 0,10         | ND             | 5                      | 1,9                   | 90,00  | 0,03         | ND           | 90,00                 | 2,00         | 23,3        | 300                | 801                   | 73                       | ND             | 90,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,31 | 30                  | 21,4      |
| Station D             | 2010-10-04             | 2010          | 110    | 1                    | <LDM       | 7,60 | 0,10         | ND             | 5                      | 1,8                   | 110,00 | 0,04         | ND           | 110,00                | 2,57         | 11,9        | 300                | 649                   | 73                       | ND             | 110,00 |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,60 | 30                  | 16,7      |
| Station D             | 2010-10-12             | 2010          | 140    | 1                    | <LDM       | 7,86 | 0,10         | ND             | 5                      | 1,5                   | 140,00 | 0,04         | ND           | 140,00                | 3,15         | 10,9        | 300                | 513                   | 73                       | ND             | 140,00 | 123,43       | 4,9         | 6,5 ~ 9      | 7,86 | 30                  | 80,2      |
| Station D             | 2010-10-18             | 2010          | 180    | 1                    | <LDM       | 7,97 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM                  | 180,00 | 0,05         | ND           | 180,00                |              | <LDM        | 300                | 358                   | 73                       | ND             | 180,00 |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,97 | 30                  | 31,6      |
| Station D             | 2010-10-25             | 2010          | 210    | 1                    | <LDM       | 7,90 | 0,10         | ND             | 5                      | 2,1                   | 210,00 | 0,06         | ND           | 210,00                | 4,46         | 14          | 300                | 511                   | 73                       | ND             | 210,00 | 167,97       | 2,5         | 6,5 ~ 9      | 7,90 | 30                  | 22,4      |
| Station D             | 2010-11-01             | 2010          | 210    | 1                    | <LDM       | 7,87 | 0,10         | ND             | 5                      | 1,8                   | 210,00 | 0,06         | ND           | 210,00                | 4,46         | 51,4        | 300                | 384                   | 73                       | ND             | 210,00 |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,87 | 30                  | 35,4      |
| Station D             | 2010-11-08             | 2010          | 200    | 1                    | <LDM       | 7,76 | 0,10         | ND             | 5                      | 1,9                   | 200,00 | 0,06         | ND           | 200,00                | 4,28         | 13,7        | 300                | 597                   | 73                       | ND             | 200,00 |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,76 | 30                  | 69,6      |
| Station D             | 2010-11-15             | 2010          | 140    | 1                    | <LDM       | 7,61 | 0,10         | ND             | 5                      | 1,6                   | 140,00 | 0,04         | ND           | 140,00                | 3,15         | 8,3         | 300                | 529                   | 73                       | ND             | 140,00 |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,61 | 30                  | 10,9      |
| Station D             | 2011-05-17             | 2011          | 180    | 4                    | ND         | 8,17 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM                  | 180,00 | 0,05         | ND           | 180,00                | 3,91         | ND          | 300                | ND                    | 73                       | <LDM           | 180,00 | 149,40       | ND          | 6,5 ~ 9      | 8,17 | 30                  | <LDM      |
| Station D             | 2011-05-23             | 2011          | 142    | 4                    | ND         | 8,52 |              | <0.05          | 5                      | <LDM                  | 142,00 | 0,04         | ND           | 142,00                | 3,19         | ND          | 300                | ND                    | 73                       | <LDM           | 142,00 | 124,76       | ND          | 6,5 ~ 9      | 8,52 | 30                  | <LDM      |
| Station D             | 2011-05-30             | 2011          | 166    | 4                    | ND         | 8,42 |              | <0.05          | 5                      | <LDM                  | 166,00 | 0,05         | ND           | 166,00                | 3,65         | ND          | 300                | ND                    | 73                       | <LDM           | 166,00 | 140,49       | ND          | 6,5 ~ 9      | 8,42 | 30                  | <LDM      |
| Station D             | 2011-06-06             | 2011          | 96     | 1                    | <LDM       | 8,29 | 0,10         | 0,06           | 5                      | <LDM                  | 95,90  |              | <LDM         | 95,90                 |              | <LDM        | 300                | 500                   | 73                       | <LDM           | 95,90  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 8,29 | 30                  | <LDM      |
| Station D             | 2011-06-14             | 2011          | 68     | 1                    | <LDM       | 8,43 | 0,10         | 0,08           | 5                      | <LDM                  | 67,50  |              | <LDM         | 67,50                 |              | <LDM        | 300                | 600                   | 73                       | <LDM           | 67,50  |              | &lt         |              |      |                     |           |



Tableau des données traitées avec les calculs des critères spécifiques à chaque mesure.

|                      |                        |               | Data for PH Objective |                      |            |      |              |                |                        |              | Data for Cd Objective |              |              |        | Data for Cu Objective |             |                    |          | Data for Ni Objective    |                |        |              |             |              |      |                     |           |  |
|----------------------|------------------------|---------------|-----------------------|----------------------|------------|------|--------------|----------------|------------------------|--------------|-----------------------|--------------|--------------|--------|-----------------------|-------------|--------------------|----------|--------------------------|----------------|--------|--------------|-------------|--------------|------|---------------------|-----------|--|
| Numéro de la station | Date d'échantillonnage | Période visée | dureté                | Pb (plomb) Objective | Pb (plomb) | pH   | Al Objective | Al (aluminium) | As (arsenic) Objective | As (arsenic) | dureté                | Cd Objective | Cd (cadmium) | dureté | Cu Objective          | Cu (cuivre) | Fe (fer) Objective | Fe (fer) | Mo (molybdène) Objective | Mo (molybdène) | dureté | Ni Objective | Ni (nickel) | pH Objective | pH   | Zn (zinc) Objective | Zn (zinc) |  |
| Station E            | 2010-06-08             | 2010          | 21                    | 1                    | <LDM       | 7,83 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 21,00                 | 0,01         | ND           | 21,00  |                       | <LDM        | 300                | 90       | 73                       | ND             | 21,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,83 | 30                  | <LDM      |  |
| Station E            | 2010-06-13             | 2010          | 23                    | 1                    | <LDM       | 7,70 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 23,00                 | 0,01         | ND           | 23,00  |                       | <LDM        | 300                | 104      | 73                       | ND             | 23,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,70 | 30                  | 9,3       |  |
| Station E            | 2010-06-21             | 2010          | 23                    | 1                    | <LDM       | 7,82 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 23,00                 | 0,01         | ND           | 23,00  |                       | <LDM        | 300                | <LDM     | 73                       | ND             | 23,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,82 | 30                  | <LDM      |  |
| Station E            | 2010-06-28             | 2010          | 23                    | 1                    | <LDM       | 7,73 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 23,00                 | 0,01         | ND           | 23,00  |                       | <LDM        | 300                | 114      | 73                       | ND             | 23,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,73 | 30                  | <LDM      |  |
| Station E            | 2010-07-05             | 2010          | 24                    | 1                    | <LDM       | 7,41 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 24,00                 | 0,01         | ND           | 24,00  |                       | <LDM        | 300                | 224      | 73                       | ND             | 24,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,41 | 30                  | <LDM      |  |
| Station E            | 2010-07-12             | 2010          | 24                    | 1                    | <LDM       | 7,64 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 24,00                 | 0,01         | ND           | 24,00  |                       | <LDM        | 300                | 173      | 73                       | ND             | 24,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,64 | 30                  | <LDM      |  |
| Station E            | 2010-07-19             | 2010          | 24                    | 1                    | <LDM       | 7,72 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 24,00                 | 0,01         | ND           | 24,00  |                       | <LDM        | 300                | 140      | 73                       | ND             | 24,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,72 | 30                  | <LDM      |  |
| Station E            | 2010-07-26             | 2010          | 25                    | 1                    | <LDM       | 7,70 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 25,00                 | 0,01         | ND           | 25,00  |                       | <LDM        | 300                | 133      | 73                       | ND             | 25,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,70 | 30                  | 18        |  |
| Station E            | 2010-08-02             | 2010          | 33                    | 1                    | <LDM       | 7,59 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 33,00                 | 0,01         | ND           | 33,00  |                       | <LDM        | 300                | 165      | 73                       | ND             | 33,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,59 | 30                  | <LDM      |  |
| Station E            | 2010-08-09             | 2010          | 28                    | 1                    | <LDM       | 7,54 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 28,00                 | 0,01         | ND           | 28,00  |                       | <LDM        | 300                | 162      | 73                       | ND             | 28,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,54 | 30                  | 14,4      |  |
| Station E            | 2010-08-16             | 2010          | 26                    | 1                    | <LDM       | 7,63 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 26,00                 | 0,01         | ND           | 26,00  |                       | <LDM        | 300                | 111      | 73                       | ND             | 26,00  | 34,33        | 3,2         | 6,5 ~ 9      | 7,63 | 30                  | 10,8      |  |
| Station E            | 2010-08-23             | 2010          | 25                    | 1                    | <LDM       | 7,36 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 25,00                 | 0,01         | ND           | 25,00  |                       | <LDM        | 300                | 173      | 73                       | ND             | 25,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,36 | 30                  | <LDM      |  |
| Station E            | 2010-08-30             | 2010          | 24                    | 1                    | <LDM       | 7,60 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 24,00                 | 0,01         | ND           | 24,00  |                       | <LDM        | 300                | 122      | 73                       | ND             | 24,00  | 32,31        | 2,8         | 6,5 ~ 9      | 7,60 | 30                  | 17,4      |  |
| Station E            | 2010-09-07             | 2010          | 26                    | 1                    | <LDM       | 7,12 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 26,00                 | 0,01         | ND           | 26,00  |                       | <LDM        | 300                | 144      | 73                       | ND             | 26,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,12 | 30                  | <LDM      |  |
| Station E            | 2010-09-13             | 2010          | 26                    | 1                    | <LDM       | 7,36 | 0,10         | ND             | 5                      | 1,1          | 26,00                 | 0,01         | ND           | 26,00  |                       | <LDM        | 300                | 162      | 73                       | ND             | 26,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,36 | 30                  | 41,2      |  |
| Station E            | 2010-09-20             | 2010          | 25                    | 1                    | <LDM       | 7,46 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 25,00                 | 0,01         | ND           | 25,00  |                       | <LDM        | 300                | 161      | 73                       | ND             | 25,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,46 | 30                  | <LDM      |  |
| Station E            | 2010-09-27             | 2010          | 23                    | 1                    | <LDM       | 7,11 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 23,00                 | 0,01         | ND           | 23,00  |                       | <LDM        | 300                | 253      | 73                       | ND             | 23,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,11 | 30                  | 12,3      |  |
| Station E            | 2010-10-04             | 2010          | 23                    | 1                    | <LDM       | 7,33 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 23,00                 | 0,01         | ND           | 23,00  |                       | <LDM        | 300                | 188      | 73                       | ND             | 23,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,33 | 30                  | 13,5      |  |
| Station E            | 2010-10-12             | 2010          | 22                    | 1                    | <LDM       | 7,44 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 22,00                 | 0,01         | ND           | 22,00  |                       | <LDM        | 300                | 120      | 73                       | ND             | 22,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,44 | 30                  | 7,9       |  |
| Station E            | 2010-10-18             | 2010          | 20                    | 1                    | <LDM       | 7,49 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 20,00                 | 0,01         | ND           | 20,00  |                       | <LDM        | 300                | 117      | 73                       | ND             | 20,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,49 | 30                  | <LDM      |  |
| Station E            | 2010-10-25             | 2010          | 26                    | 1                    | <LDM       | 7,45 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 26,00                 | 0,01         | ND           | 26,00  |                       | <LDM        | 300                | 161      | 73                       | ND             | 26,00  | 34,33        | 2,9         | 6,5 ~ 9      | 7,45 | 30                  | 29,1      |  |
| Station E            | 2010-11-01             | 2010          | 22                    | 1                    | <LDM       | 7,42 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 22,00                 | 0,01         | ND           | 22,00  |                       | <LDM        | 300                | 124      | 73                       | ND             | 22,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,42 | 30                  | 9,1       |  |
| Station E            | 2010-11-08             | 2010          | 25                    | 1                    | <LDM       | 7,34 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 25,00                 | 0,01         | ND           | 25,00  |                       | <LDM        | 300                | 130      | 73                       | ND             | 25,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,34 | 30                  | 31,4      |  |
| Station E            | 2010-11-15             | 2010          | 22                    | 1                    | <LDM       | 7,30 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 22,00                 | 0,01         | ND           | 22,00  |                       | <LDM        | 300                | 123      | 73                       | ND             | 22,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,30 | 30                  | 11,6      |  |
| Station E            | 2010-11-22             | 2010          | 24                    | 1                    | <LDM       | 7,27 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 24,00                 | 0,01         | ND           | 24,00  |                       | <LDM        | 300                | 131      | 73                       | ND             | 24,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,27 | 30                  | <LDM      |  |
| Station E            | 2011-05-17             | 2011          | 34                    | 1                    | ND         | 7,33 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 34,30                 | 0,01         | ND           | 34,30  | 2,00                  | ND          | 300                | ND       | 73                       | <LDM           | 34,30  | 42,38        | ND          | 6,5 ~ 9      | 7,33 | 30                  | <LDM      |  |
| Station E            | 2011-05-23             | 2011          | 14                    | 1                    | ND         | 6,86 | 0,10         | 0,05           | 5                      | <LDM         | 13,60                 | 0,01         | ND           | 13,60  | 2,00                  | ND          | 300                | ND       | 73                       | <LDM           | 13,60  | 20,98        | ND          | 6,5 ~ 9      | 6,86 | 30                  | <LDM      |  |
| Station E            | 2011-05-30             | 2011          | 17                    | 1                    | ND         | 6,85 | 0,10         | 0,05           | 5                      | <LDM         | 17,40                 | 0,01         | ND           | 17,40  | 2,00                  | ND          | 300                | ND       | 73                       | <LDM           | 17,40  | 25,30        | ND          | 6,5 ~ 9      | 6,85 | 30                  | <LDM      |  |
| Station E            | 2011-06-06             | 2011          | 27                    | 1                    | <LDM       | 8,46 | 0,10         | 0,06           | 5                      | <LDM         | 26,70                 |              | <LDM         | 26,70  |                       | <LDM        | 300                | 100      | 73                       | <LDM           | 26,70  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 8,46 | 30                  | <LDM      |  |
| Station E            | 2011-06-14             | 2011          | 19                    | 1                    | <LDM       | 8,00 | 0,10         | 0,06           | 5                      | <LDM         | 18,60                 |              | <LDM         | 18,60  |                       | <LDM        | 300                | 200      | 73                       | <LDM           | 18,60  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 8,00 | 30                  | <LDM      |  |
| Station E            | 2011-06-20             | 2011          | 18                    | 1                    | <LDM       | 7,41 | 0,10         | 0,05           | 5                      | <LDM         | 17,70                 |              | <LDM         | 17,70  |                       | <LDM        | 300                | 100      | 73                       | <LDM           | 17,70  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,41 | 30                  | <LDM      |  |
| Station E            | 2011-06-27             | 2011          | 20                    | 1                    | <LDM       | 7,38 | 0,10         | 0,06           | 5                      | <LDM         | 20,10                 |              | <LDM         | 20,10  |                       | <LDM        | 300                | 100      | 73                       | <LDM           | 20,10  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,38 | 30                  | <LDM      |  |
| Station E            | 2011-07-05             | 2011          | 21                    | 1                    | <LDM       | 7,35 | 0,10         | 0,05           | 5                      | <LDM         | 20,90                 |              | <LDM         | 20,90  |                       | <LDM        | 300                |          |                          |                |        |              |             |              |      |                     |           |  |

Tableau des données traitées avec les calculs des critères spécifiques à chaque mesure.

| Data for Pb Objective |                        |               |        |                      |            |      |              |                |                        | Data for Cd Objective |        |              |              | Data for Cu Objective |              |             |                    | Data for Ni Objective |                          |                |        |              |             |              |      |                     |           |
|-----------------------|------------------------|---------------|--------|----------------------|------------|------|--------------|----------------|------------------------|-----------------------|--------|--------------|--------------|-----------------------|--------------|-------------|--------------------|-----------------------|--------------------------|----------------|--------|--------------|-------------|--------------|------|---------------------|-----------|
| Numéro de la station  | Date d'échantillonnage | Période visée | dureté | Pb (plomb) Objective | Pb (plomb) | pH   | Al Objective | Al (aluminium) | As (arsenic) Objective | As (arsenic)          | dureté | Cd Objective | Cd (cadmium) | dureté                | Cu Objective | Cu (cuivre) | Fe (fer) Objective | Fe (fer)              | Mo (molybdène) Objective | Mo (molybdène) | dureté | Ni Objective | Ni (nickel) | pH Objective | pH   | Zn (zinc) Objective | Zn (zinc) |
| Station F             | 2010-06-21             | 2010          | 160    | 1                    | <LDM       | 7,62 | 0,10         | ND             | 5                      | 1,5                   | 160,00 | 0,05         | ND           | 160,00                | 3,53         | 28,2        | 300                | 1334                  | 73                       | ND             | 160,00 | <LDM         | 6,5 ~ 9     | 7,62         | 30   | 26,1                |           |
| Station F             | 2010-06-28             | 2010          | 140    | 4                    | 1,6        | 7,77 | 0,10         | ND             | 5                      | 2,4                   | 140,00 | 0,04         | ND           | 140,00                | 3,15         | 35,1        | 300                | 1719                  | 73                       | ND             | 140,00 | 123,43       | 2           | 6,5 ~ 9      | 7,77 | 30                  | <LDM      |
| Station F             | 2010-07-05             | 2010          | 310    | 1                    | <LDM       | 7,48 | 0,10         | ND             | 5                      | 3,2                   | 310,00 | 0,09         | ND           | 310,00                | 6,22         | 36,4        | 300                | 1048                  | 73                       | ND             | 310,00 | 225,83       | 3,3         | 6,5 ~ 9      | 7,48 | 30                  | 10,5      |
| Station F             | 2010-07-12             | 2010          | 210    | 7                    | 1,2        | 7,50 | 0,10         | ND             | 5                      | 3,7                   | 210,00 | 0,06         | ND           | 210,00                | 4,46         | 67,3        | 300                | 4619                  | 73                       | ND             | 210,00 | 167,97       | 3,3         | 6,5 ~ 9      | 7,50 | 30                  | 9,8       |
| Station F             | 2010-07-19             | 2010          | 240    | 1                    | <LDM       | 7,68 | 0,10         | ND             | 5                      | 2,5                   | 240,00 | 0,07         | ND           | 240,00                | 5,00         | 28,2        | 300                | 1502                  | 73                       | ND             | 240,00 | 185,91       | 2,5         | 6,5 ~ 9      | 7,68 | 30                  | <LDM      |
| Station F             | 2010-07-26             | 2010          | 210    | 1                    | <LDM       | 7,78 | 0,10         | ND             | 5                      | 1,3                   | 210,00 | 0,06         | ND           | 210,00                | 4,46         | 45,1        | 300                | 1491                  | 73                       | ND             | 210,00 | 167,97       | 2,2         | 6,5 ~ 9      | 7,78 | 30                  | 40,7      |
| Station F             | 2010-08-02             | 2010          | 320    | 1                    | <LDM       | 7,59 | 0,10         | ND             | 5                      | 3,4                   | 320,00 | 0,09         | ND           | 320,00                | 6,39         | 51,2        | 300                | 2113                  | 73                       | ND             | 320,00 | 231,35       | 3,2         | 6,5 ~ 9      | 7,59 | 30                  | 14,5      |
| Station F             | 2010-08-09             | 2010          | 290    | 1                    | <LDM       | 7,51 | 0,10         | ND             | 5                      | 2,9                   | 290,00 | 0,08         | ND           | 290,00                | 5,87         | 64,5        | 300                | 1935                  | 73                       | ND             | 290,00 | 214,67       | 3,8         | 6,5 ~ 9      | 7,51 | 30                  | 23,6      |
| Station F             | 2010-08-16             | 2010          | 250    | 7                    | 1,5        | 7,78 | 0,10         | ND             | 5                      | 3,7                   | 250,00 | 0,07         | ND           | 250,00                | 5,17         | 87,8        | 300                | 3583                  | 73                       | ND             | 250,00 | 191,77       | 4,4         | 6,5 ~ 9      | 7,78 | 30                  | 17,1      |
| Station F             | 2010-08-23             | 2010          | 270    | 1                    | <LDM       | 7,52 | 0,10         | ND             | 5                      | 2,6                   | 270,00 | 0,08         | ND           | 270,00                | 5,53         | 39,9        | 300                | 1495                  | 73                       | ND             | 270,00 | 203,32       | 4           | 6,5 ~ 9      | 7,52 | 30                  | 21        |
| Station F             | 2010-08-30             | 2010          | 230    | 1                    | <LDM       | 7,51 | 0,10         | ND             | 5                      | 2,8                   | 230,00 | 0,07         | ND           | 230,00                | 4,82         | 39,6        | 300                | 1917                  | 73                       | ND             | 230,00 | 180,00       | 3,6         | 6,5 ~ 9      | 7,51 | 30                  | 30,3      |
| Station F             | 2010-09-07             | 2010          | 200    | 1                    | <LDM       | 7,49 | 0,10         | ND             | 5                      | 1,6                   | 200,00 | 0,06         | ND           | 200,00                | 4,28         | 40          | 300                | 1767                  | 73                       | ND             | 200,00 | 161,86       | 2,9         | 6,5 ~ 9      | 7,49 | 30                  | 11        |
| Station F             | 2010-09-13             | 2010          | 270    | 1                    | <LDM       | 7,48 | 0,10         | ND             | 5                      | 3,4                   | 270,00 | 0,08         | ND           | 270,00                | 5,53         | 40,3        | 300                | 1536                  | 73                       | ND             | 270,00 | <LDM         | 6,5 ~ 9     | 7,48         | 30   | 27,3                |           |
| Station F             | 2010-09-20             | 2010          | 330    | 1                    | <LDM       | 7,54 | 0,10         | ND             | 5                      | 3,1                   | 330,00 | 0,09         | ND           | 330,00                | 6,56         | 59,1        | 300                | 2073                  | 73                       | ND             | 330,00 | 236,82       | 2,1         | 6,5 ~ 9      | 7,54 | 30                  | <LDM      |
| Station F             | 2010-09-27             | 2010          | 280    | 7                    | 1,1        | 7,42 | 0,10         | ND             | 5                      | 3                     | 280,00 | 0,08         | ND           | 280,00                | 5,70         | 88          | 300                | 2440                  | 73                       | ND             | 280,00 | 209,02       | 6           | 6,5 ~ 9      | 7,42 | 30                  | 68,2      |
| Station F             | 2010-10-04             | 2010          | 290    | 1                    | <LDM       | 7,64 | 0,10         | ND             | 5                      | 1,8                   | 290,00 | 0,08         | ND           | 290,00                | 5,87         | 33,1        | 300                | 1051                  | 73                       | ND             | 290,00 | 214,67       | 3,3         | 6,5 ~ 9      | 7,64 | 30                  | 20,7      |
| Station F             | 2010-10-12             | 2010          | 260    | 1                    | <LDM       | 7,64 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM                  | 260,00 | 0,08         | ND           | 260,00                | 5,35         | 23          | 300                | 796                   | 73                       | ND             | 260,00 | 197,57       | 2,7         | 6,5 ~ 9      | 7,64 | 30                  | 15,9      |
| Station F             | 2010-10-18             | 2010          | 280    | 1                    | <LDM       | 7,75 | 0,10         | ND             | 5                      | 1,8                   | 280,00 | 0,08         | ND           | 280,00                | 5,70         | 35,2        | 300                | 1045                  | 73                       | ND             | 280,00 | 209,02       | 3,6         | 6,5 ~ 9      | 7,75 | 30                  | 14,1      |
| Station F             | 2010-10-25             | 2010          | 220    | 1                    | <LDM       | 7,65 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM                  | 220,00 | 0,07         | ND           | 220,00                | 4,64         | 15,7        | 300                | 678                   | 73                       | ND             | 220,00 | 174,02       | 5,6         | 6,5 ~ 9      | 7,65 | 30                  | 38        |
| Station F             | 2010-11-01             | 2010          | 250    | 1                    | <LDM       | 7,66 | 0,10         | ND             | 5                      | 1,4                   | 250,00 | 0,07         | ND           | 250,00                | 5,17         | 17          | 300                | 619                   | 73                       | ND             | 250,00 | <LDM         | 6,5 ~ 9     | 7,66         | 30   | 18                  |           |
| Station F             | 2010-11-08             | 2010          | 240    | 1                    | <LDM       | 7,54 | 0,10         | ND             | 5                      | 1,1                   | 240,00 | 0,07         | ND           | 240,00                | 5,00         | 18,9        | 300                | 604                   | 73                       | ND             | 240,00 | 185,91       | 2,4         | 6,5 ~ 9      | 7,54 | 30                  | 53,1      |
| Station F             | 2010-11-15             | 2010          | 340    | 1                    | <LDM       | 7,58 | 0,10         | ND             | 5                      | 1,3                   | 340,00 | 0,09         | ND           | 340,00                | 6,73         | 19          | 300                | 610                   | 73                       | ND             | 340,00 | 242,26       | 3,2         | 6,5 ~ 9      | 7,58 | 30                  | 16,3      |
| Station F             | 2010-11-22             | 2010          | 270    | 1                    | <LDM       | 7,40 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM                  | 270,00 | 0,08         | ND           | 270,00                | 5,53         | 14,8        | 300                | 553                   | 73                       | ND             | 270,00 | 203,32       | 3,3         | 6,5 ~ 9      | 7,40 | 30                  | 13,8      |
| Station F             | 2011-05-17             | 2011          | 209    | 7                    | ND         | 7,59 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM                  | 209,00 | 0,06         | ND           | 209,00                | 4,44         | ND          | 300                | ND                    | 73                       | <LDM           | 209,00 | 167,36       | ND          | 6,5 ~ 9      | 7,59 | 30                  | <LDM      |
| Station F             | 2011-05-23             | 2011          | 223    | 7                    | ND         | 7,91 |              | <0.06          | 5                      | <LDM                  | 223,00 | 0,07         | ND           | 223,00                | 4,69         | ND          | 300                | ND                    | 73                       | <LDM           | 223,00 | 175,82       | ND          | 6,5 ~ 9      | 7,91 | 30                  | <LDM      |
| Station F             | 2011-05-30             | 2011          | 188    | 7                    | ND         | 7,77 | 0,10         | 0,05           | 5                      | <LDM                  | 188,00 | 0,06         | ND           | 188,00                | 4,06         | ND          | 300                | ND                    | 73                       | <LDM           | 188,00 | 154,42       | ND          | 6,5 ~ 9      | 7,77 | 30                  | <LDM      |
| Station F             | 2011-06-06             | 2011          | 215    | 1                    | <LDM       | 6,93 | 0,10         | 0,07           | 5                      | <LDM                  | 215,00 |              | <LDM         | 215,00                |              | <LDM        | 300                | 700                   | 73                       | <LDM           | 215,00 |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 6,93 | 30                  | <LDM      |
| Station F             | 2011-06-14             | 2011          | 168    | 1                    | <LDM       | 6,74 |              | <0.05          | 5                      | <LDM                  | 168,00 |              | <LDM         | 168,00                |              | <LDM        | 300                | 600                   | 73                       | <LDM           | 168,00 |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 6,74 | 30                  | <LDM      |
| Station F             | 2011-06-20             | 2011          | 167    | 1                    | <LDM       | 7,81 |              | <0.05          | 5                      | <LDM                  | 167,00 |              | <LDM         | 167,00                |              | <LDM        | 300                | 600                   | 73                       | <LDM           | 167,00 |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,81 | 30                  | <LDM      |
| Station F             | 2011-06-27             | 2011          | 304    | 1                    | <LDM       | 7,63 | 0,10         | 0,05           | 5                      | <LDM                  | 304,00 |              | <LDM         | 304,00                |              | <LDM        | 300                | 800                   | 73                       | <LDM           | 304,00 |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,63 | 30                  | <LDM      |
| Station F             | 2011-07-05             | 2011          | 193    | 1                    | <LDM       | 7,73 | 0,10         | 0,05           | 5                      | <LDM                  | 193,00 |              | <LDM         | 193,00                |              | <LDM        | 300                | 600                   | 73                       | <LDM           | 193,00 |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,73 | 30                  | <LDM      |
| Station F             | 2011-07-11             | 2011          | 226    | 1                    | <LDM       | 7,73 | 0,10         |                |                        |                       |        |              |              |                       |              |             |                    |                       |                          |                |        |              |             |              |      |                     |           |

Tableau des données traitées avec les calculs des critères spécifiques à chaque mesure.

|                      |                         |               | Data for PH Objective |                      |            |      |              |                |                        |              | Data for Cd Objectiv |              |              |        | Data for Cu Objectiv |             |                    |          | Data for Ni Objectiv      |                |        |              |             |              |      |                     |           |  |
|----------------------|-------------------------|---------------|-----------------------|----------------------|------------|------|--------------|----------------|------------------------|--------------|----------------------|--------------|--------------|--------|----------------------|-------------|--------------------|----------|---------------------------|----------------|--------|--------------|-------------|--------------|------|---------------------|-----------|--|
| Numéro de la station | Date d'échantillonna ge | Période visée | dureté                | Pb (plomb) Objective | Pb (plomb) | pH   | Al Objective | Al (aluminium) | As (arsenic) Objective | As (arsenic) | dureté               | Cd Objective | Cd (cadmium) | dureté | Cu Objective         | Cu (cuivre) | Fe (fer) Objective | Fe (fer) | Mo (molybdène ) Objective | Mo (molybdène) | dureté | Ni Objective | Ni (nickel) | pH Objective | pH   | Zn (zinc) Objective | Zn (zinc) |  |
| Station G            | 2010-08-09              | 2010          | 22                    | 1                    | <LDM       | 7,39 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 22,00                | 0,01         | ND           | 22,00  |                      | <LDM        | 300                | 96       | 73                        | ND             | 22,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,39 | 30                  | 30,3      |  |
| Station G            | 2010-08-16              | 2010          | 22                    | 1                    | <LDM       | 7,53 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 22,00                | 0,01         | ND           | 22,00  |                      | <LDM        | 300                | 76       | 73                        | ND             | 22,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,53 | 30                  | <LDM      |  |
| Station G            | 2010-08-23              | 2010          | 21                    | 1                    | <LDM       | 7,40 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 21,00                | 0,01         | ND           | 21,00  |                      | <LDM        | 300                | 83       | 73                        | ND             | 21,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,40 | 30                  | <LDM      |  |
| Station G            | 2010-08-30              | 2010          | 23                    | 1                    | <LDM       | 7,39 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 23,00                | 0,01         | ND           | 23,00  |                      | <LDM        | 300                | 94       | 73                        | ND             | 23,00  | 31,28        | 13,4        | 6,5 ~ 9      | 7,39 | 30                  | 13,4      |  |
| Station G            | 2010-09-07              | 2010          | 21                    | 1                    | <LDM       | 7,33 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 21,00                | 0,01         | ND           | 21,00  |                      | <LDM        | 300                | 96       | 73                        | ND             | 21,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,33 | 30                  | <LDM      |  |
| Station G            | 2010-09-13              | 2010          | 24                    | 1                    | <LDM       | 7,06 | 0,10         | ND             | 5                      | 1,1          | 24,00                | 0,01         | ND           | 24,00  |                      | <LDM        | 300                | 151      | 73                        | ND             | 24,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,06 | 30                  | 16,4      |  |
| Station G            | 2010-09-20              | 2010          | 22                    | 1                    | <LDM       | 7,38 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 22,00                | 0,01         | ND           | 22,00  |                      | <LDM        | 300                | 123      | 73                        | ND             | 22,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,38 | 30                  | <LDM      |  |
| Station G            | 2010-09-27              | 2010          | 20                    | 1                    | <LDM       | 7,26 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 20,00                | 0,01         | ND           | 20,00  |                      | <LDM        | 300                | 120      | 73                        | ND             | 20,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,26 | 30                  | 17,1      |  |
| Station G            | 2010-10-04              | 2010          | 20                    | 1                    | <LDM       | 7,36 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 20,00                | 0,01         | ND           | 20,00  |                      | <LDM        | 300                | 134      | 73                        | ND             | 20,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,36 | 30                  | 7         |  |
| Station G            | 2010-10-12              | 2010          | 20                    | 1                    | <LDM       | 7,40 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 20,00                | 0,01         | ND           | 20,00  |                      | <LDM        | 300                | 114      | 73                        | ND             | 20,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,40 | 30                  | 14,8      |  |
| Station G            | 2010-10-18              | 2010          | 22                    | 1                    | <LDM       | 7,43 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 22,00                | 0,01         | ND           | 22,00  |                      | <LDM        | 300                | 112      | 73                        | ND             | 22,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,43 | 30                  | 71        |  |
| Station G            | 2010-10-25              | 2010          | 23                    | 1                    | <LDM       | 7,43 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 23,00                | 0,01         | ND           | 23,00  |                      | <LDM        | 300                | 127      | 73                        | ND             | 23,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,43 | 30                  | 30,5      |  |
| Station G            | 2010-11-01              | 2010          | 20                    | 1                    | <LDM       | 7,38 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 20,00                | 0,01         | ND           | 20,00  |                      | <LDM        | 300                | 110      | 73                        | ND             | 20,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,38 | 30                  | 11,3      |  |
| Station G            | 2010-11-08              | 2010          | 22                    | 1                    | <LDM       | 7,33 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 22,00                | 0,01         | ND           | 22,00  |                      | <LDM        | 300                | 132      | 73                        | ND             | 22,00  | <LDM         | 6,5 ~ 9     | 7,33         | 30   | 93,5                |           |  |
| Station G            | 2010-11-15              | 2010          | 20                    | 1                    | <LDM       | 7,28 | 0,10         | ND             | 5                      | <LDM         | 20,00                | 0,01         | ND           | 20,00  |                      | <LDM        | 300                | 126      | 73                        | ND             | 20,00  | <LDM         | 6,5 ~ 9     | 7,28         | 30   | <LDM                |           |  |
| Station G            | 2011-05-17              | 2011          | 46                    | 1                    | ND         | 7,70 | 0,10         | ND             | 5                      | ND           | 45,86                | 0,02         | ND           | 45,86  | 2,00                 | ND          | 300                | ND       | 73                        | ND             | 45,86  | 52,85        | ND          | 6,5 ~ 9      | 7,70 | 30                  | ND        |  |
| Station G            | 2011-05-23              | 2011          | 19                    | 1                    | ND         | 7,70 | 0,10         | ND             | 5                      | ND           | 19,40                | 0,01         | ND           | 19,40  | 2,00                 | ND          | 300                | ND       | 73                        | ND             | 19,40  | 27,48        | ND          | 6,5 ~ 9      | 7,70 | 30                  | ND        |  |
| Station G            | 2011-05-30              | 2011          | 19                    | 1                    | ND         | 7,70 | 0,10         | ND             | 5                      | ND           | 19,40                | 0,01         | ND           | 19,40  | 2,00                 | ND          | 300                | ND       | 73                        | ND             | 19,40  | 27,48        | ND          | 6,5 ~ 9      | 7,70 | 30                  | ND        |  |
| Station G            | 2011-06-06              | 2011          | 26                    | 1                    | <LDM       | 8,39 | 0,10         | 0,05           | 5                      | <LDM         | 25,90                |              | <LDM         | 25,90  |                      | <LDM        | 300                | 100      | 73                        | <LDM           | 25,90  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 8,39 | 30                  | <LDM      |  |
| Station G            | 2011-06-14              | 2011          | 18                    | 1                    | <LDM       | 8,54 | 0,10         | 0,05           | 5                      | <LDM         | 17,60                |              | <LDM         | 17,60  |                      | <LDM        | 300                | 100      | 73                        | <LDM           | 17,60  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 8,54 | 30                  | <LDM      |  |
| Station G            | 2011-06-20              | 2011          | 18                    | 1                    | <LDM       | 7,42 | 0,10         | 0,05           | 5                      | <LDM         | 18,20                |              | <LDM         | 18,20  |                      | <LDM        | 300                | 100      | 73                        | <LDM           | 18,20  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,42 | 30                  | <LDM      |  |
| Station G            | 2011-06-27              | 2011          | 19                    | 1                    | ND         | 7,70 | 0,10         | ND             | 5                      | ND           | 19,40                | 0,01         | ND           | 19,40  | 2,00                 | ND          | 300                | ND       | 73                        | ND             | 19,40  | 27,48        | ND          | 6,5 ~ 9      | 7,70 | 30                  | ND        |  |
| Station G            | 2011-07-05              | 2011          | 23                    | 1                    | <LDM       | 7,33 | 0,10         | 0,05           | 5                      | <LDM         | 23,40                |              | <LDM         | 23,40  |                      | <LDM        | 300                | 100      | 73                        | <LDM           | 23,40  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,33 | 30                  | <LDM      |  |
| Station G            | 2011-07-11              | 2011          | 19                    | 1                    | ND         | 7,70 | 0,10         | ND             | 5                      | ND           | 19,40                | 0,01         | ND           | 19,40  | 2,00                 | ND          | 300                | ND       | 73                        | ND             | 19,40  | 27,48        | ND          | 6,5 ~ 9      | 7,70 | 30                  | ND        |  |
| Station G            | 2011-07-18              | 2011          | 18                    | 1                    | <LDM       | 7,33 |              | <0.05          | 5                      | <LDM         | 18,40                |              | <LDM         | 18,40  |                      | <LDM        | 300                | 100      | 73                        | <LDM           | 18,40  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,33 | 30                  | <LDM      |  |
| Station G            | 2011-07-25              | 2011          | 19                    | 1                    | ND         | 7,70 | 0,10         | ND             | 5                      | ND           | 19,40                | 0,01         | ND           | 19,40  | 2,00                 | ND          | 300                | ND       | 73                        | ND             | 19,40  | 27,48        | ND          | 6,5 ~ 9      | 7,70 | 30                  | ND        |  |
| Station G            | 2011-08-01              | 2011          | 15                    | 1                    | <LDM       | 8,57 |              | <0.05          | 5                      | <LDM         | 15,00                |              | <LDM         | 15,00  |                      | <LDM        | 300                | <LDM     | 73                        | <LDM           | 15,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 8,57 | 30                  | <LDM      |  |
| Station G            | 2011-08-08              | 2011          | 19                    | 1                    | ND         | 7,70 | 0,10         | ND             | 5                      | ND           | 19,40                | 0,01         | ND           | 19,40  | 2,00                 | ND          | 300                | ND       | 73                        | ND             | 19,40  | 27,48        | ND          | 6,5 ~ 9      | 7,70 | 30                  | ND        |  |
| Station G            | 2011-08-15              | 2011          | 18                    | 1                    | <LDM       | 7,53 |              | <0.05          | 5                      | <LDM         | 18,20                |              | <LDM         | 18,20  |                      | <LDM        | 300                | 100      | 73                        | <LDM           | 18,20  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,53 | 30                  | <LDM      |  |
| Station G            | 2011-08-22              | 2011          | 19                    | 1                    | ND         | 7,70 | 0,10         | ND             | 5                      | ND           | 19,40                | 0,01         | ND           | 19,40  | 2,00                 | ND          | 300                | ND       | 73                        | ND             | 19,40  | 27,48        | ND          | 6,5 ~ 9      | 7,70 | 30                  | ND        |  |
| Station G            | 2011-08-30              | 2011          | 19                    | 1                    | <LDM       | 8,02 |              | <0.05          | 5                      | <LDM         | 18,70                |              | <LDM         | 18,70  |                      | <LDM        | 300                | 100      | 73                        | <LDM           | 18,70  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 8,02 | 30                  | <LDM      |  |
| Station G            | 2011-09-05              | 2011          | 19                    | 1                    | ND         | 7,70 | 0,10         | ND             | 5                      | ND           | 19,40                | 0,01         | ND           | 19,40  | 2,00                 | ND          | 300                | ND       | 73                        | ND             | 19,40  | 27,48        | ND          | 6,5 ~ 9      | 7,70 | 30                  | ND        |  |
| Station G            | 2011-09-12              | 2011          | 20                    | 1                    | <LDM       | 7,38 |              | <0.05          | 5                      | <LDM         | 20,00                |              | <LDM         | 20,00  |                      | <LDM        | 300                | 300      | 73                        | <LDM           | 20,00  | 28,13        | 50          | 6,5 ~ 9      | 7,38 | 30                  | <LDM      |  |
| Station G            | 2011-09-20              |               |                       |                      |            |      |              |                |                        |              |                      |              |              |        |                      |             |                    |          |                           |                |        |              |             |              |      |                     |           |  |



Tableau des données traitées avec les calculs des critères spécifiques à chaque mesure.

| Data for PH Objectiv |                        |               |        |                      |            |      | Data for Cd Objectiv |                |                        |              | Data for Cu Objectiv |              |              |        | Data for Ni Objectiv |             |                    |          |                          |                |        |              |             |              |      |                     |           |
|----------------------|------------------------|---------------|--------|----------------------|------------|------|----------------------|----------------|------------------------|--------------|----------------------|--------------|--------------|--------|----------------------|-------------|--------------------|----------|--------------------------|----------------|--------|--------------|-------------|--------------|------|---------------------|-----------|
| Numéro de la station | Date d'échantillonnage | Période visée | dureté | Pb (plomb) Objective | Pb (plomb) | pH   | Al Objective         | Al (aluminium) | As (arsenic) Objective | As (arsenic) | dureté               | Cd Objective | Cd (cadmium) | dureté | Cu Objective         | Cu (cuivre) | Fe (fer) Objective | Fe (fer) | Mo (molybdène) Objective | Mo (molybdène) | dureté | Ni Objective | Ni (nickel) | pH Objective | pH   | Zn (zinc) Objective | Zn (zinc) |
| Station H            | 2010-10-04             | 2010          | 96     | 1                    | <LDM       | 7,49 | 0,10                 | ND             | 5                      | 1,5          | 96,00                | 0,03         | ND           | 96,00  | 2,28                 | 16,5        | 300                | 536      | 73                       | ND             | 96,00  | 92,66        | 3,5         | 6,5 ~ 9      | 7,49 | 30                  | 24,2      |
| Station H            | 2010-10-12             | 2010          | 120    | 1                    | <LDM       | 7,50 | 0,10                 | ND             | 5                      | 1,3          | 120,00               | 0,04         | ND           | 120,00 | 2,76                 | 16          | 300                | 617      | 73                       | ND             | 120,00 |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,50 | 30                  | 12,1      |
| Station H            | 2010-10-18             | 2010          | 94     | 2                    | 1,3        | 7,73 | 0,10                 | ND             | 5                      | <LDM         | 94,00                | 0,03         | ND           | 94,00  |                      | <LDM        | 300                | 450      | 73                       | ND             | 94,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,73 | 30                  | 14,9      |
| Station H            | 2010-10-25             | 2010          | 110    | 1                    | <LDM       | 7,71 | 0,10                 | ND             | 5                      | 1,4          | 110,00               | 0,04         | ND           | 110,00 | 2,57                 | 18          | 300                | 696      | 73                       | ND             | 110,00 | 102,76       | 6,9         | 6,5 ~ 9      | 7,71 | 30                  | 63,4      |
| Station H            | 2010-11-01             | 2010          | 100    | 1                    | <LDM       | 7,60 | 0,10                 | ND             | 5                      | 1,3          | 100,00               | 0,03         | ND           | 100,00 | 2,36                 | 11,6        | 300                | 394      | 73                       | ND             | 100,00 |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,60 | 30                  | <LDM      |
| Station H            | 2010-11-08             | 2010          | 110    | 1                    | <LDM       | 7,60 | 0,10                 | ND             | 5                      | 1,2          | 110,00               | 0,04         | ND           | 110,00 | 2,57                 | 11,3        | 300                | 508      | 73                       | ND             | 110,00 |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,60 | 30                  | 362       |
| Station H            | 2010-11-15             | 2010          | 120    | 1                    | <LDM       | 7,58 | 0,10                 | ND             | 5                      | 1,1          | 120,00               | 0,04         | ND           | 120,00 | 2,76                 | 9,1         | 300                | 422      | 73                       | ND             | 120,00 |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,58 | 30                  | 7,9       |
| Station H            | 2011-05-17             | 2011          | 59     | 1                    | ND         | 7,40 | 0,10                 | ND             | 5                      | ND           | 58,50                | 0,02         | ND           | 58,50  | 2,00                 | ND          | 300                | ND       | 73                       | ND             | 58,50  | 63,59        | ND          | 6,5 ~ 9      | 7,40 | 30                  | ND        |
| Station H            | 2011-05-23             | 2011          | 59     | 1                    | ND         | 7,40 | 0,10                 | ND             | 5                      | ND           | 58,50                | 0,02         | ND           | 58,50  | 2,00                 | ND          | 300                | ND       | 73                       | ND             | 58,50  | 63,59        | ND          | 6,5 ~ 9      | 7,40 | 30                  | ND        |
| Station H            | 2011-05-30             | 2011          | 59     | 1                    | ND         | 7,40 | 0,10                 | ND             | 5                      | ND           | 58,50                | 0,02         | ND           | 58,50  | 2,00                 | ND          | 300                | ND       | 73                       | ND             | 58,50  | 63,59        | ND          | 6,5 ~ 9      | 7,40 | 30                  | ND        |
| Station H            | 2011-06-06             | 2011          | 74     | 1                    | <LDM       | 6,57 | 0,10                 | 0,07           | 5                      | <LDM         | 74,30                |              | <LDM         | 74,30  |                      | <LDM        | 300                | 400      | 73                       | <LDM           | 74,30  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 6,57 | 30                  | <LDM      |
| Station H            | 2011-06-14             | 2011          | 26     | 1                    | <LDM       | 6,23 | 0,01                 | 0,05           | 5                      | <LDM         | 26,20                |              | <LDM         | 26,20  |                      | <LDM        | 300                | 200      | 73                       | <LDM           | 26,20  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 6,23 | 30                  | <LDM      |
| Station H            | 2011-06-20             | 2011          | 22     | 1                    | <LDM       | 7,37 | 0,10                 | 0,05           | 5                      | <LDM         | 22,40                |              | <LDM         | 22,40  |                      | <LDM        | 300                | 200      | 73                       | <LDM           | 22,40  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,37 | 30                  | <LDM      |
| Station H            | 2011-06-27             | 2011          | 59     | 1                    | ND         | 7,40 | 0,10                 | ND             | 5                      | ND           | 58,50                | 0,02         | ND           | 58,50  | 2,00                 | ND          | 300                | ND       | 73                       | ND             | 58,50  | 63,59        | ND          | 6,5 ~ 9      | 7,40 | 30                  | ND        |
| Station H            | 2011-07-05             | 2011          | 25     | 1                    | <LDM       | 7,31 | 0,10                 | 0,05           | 5                      | <LDM         | 25,00                |              | <LDM         | 25,00  |                      | <LDM        | 300                | 200      | 73                       | <LDM           | 25,00  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,31 | 30                  | <LDM      |
| Station H            | 2011-07-11             | 2011          | 59     | 1                    | ND         | 7,40 | 0,10                 | ND             | 5                      | ND           | 58,50                | 0,02         | ND           | 58,50  | 2,00                 | ND          | 300                | ND       | 73                       | ND             | 58,50  | 63,59        | ND          | 6,5 ~ 9      | 7,40 | 30                  | ND        |
| Station H            | 2011-07-18             | 2011          | 96     | 1                    | <LDM       | 7,71 | 0,10                 | 0,06           | 5                      | <LDM         | 95,60                |              | <LDM         | 95,60  |                      | <LDM        | 300                | 700      | 73                       | <LDM           | 95,60  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,71 | 30                  | <LDM      |
| Station H            | 2011-07-25             | 2011          | 59     | 1                    | ND         | 7,40 | 0,10                 | ND             | 5                      | ND           | 58,50                | 0,02         | ND           | 58,50  | 2,00                 | ND          | 300                | ND       | 73                       | ND             | 58,50  | 63,59        | ND          | 6,5 ~ 9      | 7,40 | 30                  | ND        |
| Station H            | 2011-08-01             | 2011          | 112    | 1                    | <LDM       | 7,87 | 0,10                 | 0,07           | 5                      | <LDM         | 112,00               |              | <LDM         | 112,00 |                      | <LDM        | 300                | 600      | 73                       | <LDM           | 112,00 |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,87 | 30                  | <LDM      |
| Station H            | 2011-08-08             | 2011          | 59     | 1                    | ND         | 7,40 | 0,10                 | ND             | 5                      | ND           | 58,50                | 0,02         | ND           | 58,50  | 2,00                 | ND          | 300                | ND       | 73                       | ND             | 58,50  | 63,59        | ND          | 6,5 ~ 9      | 7,40 | 30                  | ND        |
| Station H            | 2011-08-15             | 2011          | 21     | 1                    | <LDM       | 7,36 |                      | <0.05          | 5                      | <LDM         | 21,10                |              | <LDM         | 21,10  |                      | <LDM        | 300                | 200      | 73                       | <LDM           | 21,10  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,36 | 30                  | <LDM      |
| Station H            | 2011-08-22             | 2011          | 59     | 1                    | ND         | 7,40 | 0,10                 | ND             | 5                      | ND           | 58,50                | 0,02         | ND           | 58,50  | 2,00                 | ND          | 300                | ND       | 73                       | ND             | 58,50  | 63,59        | ND          | 6,5 ~ 9      | 7,40 | 30                  | ND        |
| Station H            | 2011-08-30             | 2011          | 22     | 1                    | <LDM       | 7,70 |                      | <0.05          | 5                      | <LDM         | 22,40                |              | <LDM         | 22,40  |                      | <LDM        | 300                | 200      | 73                       | <LDM           | 22,40  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,70 | 30                  | <LDM      |
| Station H            | 2011-09-05             | 2011          | 59     | 1                    | ND         | 7,40 | 0,10                 | ND             | 5                      | ND           | 58,50                | 0,02         | ND           | 58,50  | 2,00                 | ND          | 300                | ND       | 73                       | ND             | 58,50  | 63,59        | ND          | 6,5 ~ 9      | 7,40 | 30                  | ND        |
| Station H            | 2011-09-12             | 2011          | 91     | 1                    | <LDM       | 7,81 | 0,10                 | 0,06           | 5                      | <LDM         | 90,80                |              | <LDM         | 90,80  |                      | <LDM        | 300                | 700      | 73                       | <LDM           | 90,80  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,81 | 30                  | <LDM      |
| Station H            | 2011-09-20             | 2011          | 59     | 1                    | ND         | 7,40 | 0,10                 | ND             | 5                      | ND           | 58,50                | 0,02         | ND           | 58,50  | 2,00                 | ND          | 300                | ND       | 73                       | ND             | 58,50  | 63,59        | ND          | 6,5 ~ 9      | 7,40 | 30                  | ND        |
| Station H            | 2011-09-26             | 2011          | 97     | 1                    | <LDM       | 7,90 | 0,10                 | 0,09           | 5                      | <LDM         | 96,60                |              | <LDM         | 96,60  |                      | <LDM        | 300                | 600      | 73                       | <LDM           | 96,60  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,90 | 30                  | <LDM      |
| Station H            | 2011-10-03             | 2011          | 59     | 1                    | ND         | 7,40 | 0,10                 | ND             | 5                      | ND           | 58,50                | 0,02         | ND           | 58,50  | 2,00                 | ND          | 300                | ND       | 73                       | ND             | 58,50  | 63,59        | ND          | 6,5 ~ 9      | 7,40 | 30                  | ND        |
| Station H            | 2011-10-11             | 2011          | 26     | 1                    | <LDM       | 7,45 | 0,10                 | 0,05           | 5                      | <LDM         | 25,80                |              | <LDM         | 25,80  |                      | <LDM        | 300                | 200      | 73                       | <LDM           | 25,80  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,45 | 30                  | <LDM      |
| Station H            | 2011-10-17             | 2011          | 59     | 1                    | ND         | 7,40 | 0,10                 | ND             | 5                      | ND           | 58,50                | 0,02         | ND           | 58,50  | 2,00                 | ND          | 300                | ND       | 73                       | ND             | 58,50  | 63,59        | ND          | 6,5 ~ 9      | 7,40 | 30                  | ND        |
| Station H            | 2011-10-24             | 2011          | 58     | 1                    | <LDM       | 7,61 | 0,10                 | 0,11           | 5                      | <LDM         | 58,10                |              | <LDM         | 58,10  |                      | <LDM        | 300                | 500      | 73                       | <LDM           | 58,10  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,61 | 30                  | <LDM      |
| Station H            | 2011-10-31             | 2011          | 59     | 1                    | ND         | 7,40 | 0,10                 | ND             | 5                      | ND           | 58,50                | 0,02         | ND           | 58,50  | 2,00                 | ND          | 300                | ND       | 73                       | ND             | 58,50  | 63,59        | ND          | 6,5 ~ 9      | 7,40 | 30                  | ND        |
| Station H            | 2011-11-07             | 2011          | 91     | 1                    | <LDM       | 7,45 | 0,10                 | 0,06           | 5                      | <LDM         | 90,60                |              | <LDM         | 90,60  |                      | <LDM        | 300                | 400      | 73                       | <LDM           | 90,60  |              | <LDM        | 6,5 ~ 9      | 7,45 | 30                  | <LDM      |
| Station H            | 2011-11-14             | 2011          | 59     | 1                    | ND         | 7,40 | 0,10                 | ND             | 5                      | ND           | 58,50                | 0,02         | ND           | 58,50  | 2,00                 | ND          | 300                | ND       | 73                       | ND             | 58,50  | 63,59        | ND          | 6,5 ~ 9      | 7,40 | 30                  | ND        |
| Station H            | 2011-11-21             | 2011          | 59     | 1                    | ND         | 7,40 | 0,10                 | ND             | 5                      | ND           | 58,50                | 0,02         | ND           | 58,50  | 2,00                 | ND          | 300                | ND       | 73                       | ND             | 58,50  | 63,59        | ND          | 6,5 ~ 9      | 7,40 | 30                  | ND        |



**Annexe D**  
**Coordonnées des stations**  
**d'échantillonnage de 2011**





Coordonnées géographiques des stations d'échantillonnage de 2011 (UTM, NAD 83)

| Station | Latitude | Longitude |
|---------|----------|-----------|
| 1       | 5514458  | 509283    |
| 2       | 5514460  | 509242    |
| 2B      | 5514703  | 508615    |
| 3       | 5513068  | 507150    |
| 3B      | 5512461  | 507939    |
| 3C      | 5509616  | 507114    |
| 4       | 5509436  | 507157    |
| 5B      | 5508357  | 509311    |
| 6       | 5509243  | 508311    |
| 7       | 5508406  | 509030    |
| 8       | 5507144  | 509333    |
| 9       | 5509230  | 507228    |
| 10      | 5509178  | 507093    |
| 11      | 5507756  | 504750    |
| 12      | 5509276  | 503932    |
| 13      | 5508595  | 501199    |
| 14      | 5509426  | 497846    |
| 15      | 5508901  | 496445    |
| 16      | 5506524  | 491025    |
| 17      | 5505019  | 489410    |
| 18      | 5505498  | 486873    |
| 19      | 5508519  | 487435    |
| 20      | 5510034  | 488390    |
| 21      | 5512996  | 489003    |
| 22      | 5513911  | 479303    |
| 23      | 5514043  | 476573    |
| 24      | 5514968  | 475167    |
| 25      | 5514340  | 474361    |
| 26      | 5516980  | 473074    |
| 27      | 5515113  | 470730    |
| 28      | 5515693  | 469395    |
| 31      | 5516702  | 469030    |



**Annexe E**  
**Certificats d'analyses chimiques**  
**et granulométriques**



NOM DU CLIENT: AECOM TECSULT  
2, RUE FUSEY  
TROIS-RIVIERES, QC G8T2T1

À L'ATTENTION DE: Claudie Gagnon

N° DE PROJET: 00520755

N° BON DE TRAVAIL: 11Q515083

ANALYSE DES SOLS VÉRIFIÉ PAR: Mathieu Mongrain, chimiste

ANALYSE DE L'EAU VÉRIFIÉ PAR: Mathieu Mongrain, chimiste

DATE DU RAPPORT: 2011-08-08

VERSION\*: 2

NOMBRE DE PAGES: 11

Si vous desirez de l'information concernant cette analyse, S.V.P. contacter votre chargé de projets au (418) 266-5511

**\*NOTES**

VERSION 2: Ajout d'analyses 2011/09/21.





## Certificat d'analyse

N° BON DE TRAVAIL: 11Q515083

N° DE PROJET: 00520755

350, rue Franquet  
Quebec City, Quebec  
CANADA G1P 4P3  
TEL (418)266-5511  
FAX (418)653-2335  
<http://www.agatlabs.com>

NOM DU CLIENT: AECOM TECSULT

PRÉLEVÉ PAR: Robert Dumont

À L'ATTENTION DE: Claudie Gagnon

LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Riv. Obatocamau

### 6 Métaux extractibles totaux (ICP-OES) (Sol)

DATE DE RÉCEPTION: 2011-08-01

DATE DU RAPPORT: 2011-08-08

| Paramètre        | DESCRIPTION D'ÉCHANTILLON: |       |     | 18         | 21         | 25         | 27         | 2B         |
|------------------|----------------------------|-------|-----|------------|------------|------------|------------|------------|
|                  | MATRICE:                   |       |     | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   |
|                  | DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:    |       |     | 2011-07-25 | 2011-07-25 | 2011-07-26 | 2011-07-26 | 2011-07-27 |
|                  | Unités                     | C / N | LDR | 2581644    | 2581645    | 2581646    | 2581647    | 2581648    |
|                  |                            |       |     |            |            |            |            |            |
| Arsenic          | mg/kg                      |       | 2   | <2         | <2         | <2         | <2         | 2          |
| Cuivre (ICP/OES) | mg/kg                      |       | 4   | 15         | 17         | 6          | 23         | 93         |
| Fer (ICP/OES)    | mg/kg                      |       | 500 | 4800       | 11200      | 4160       | 10100      | 5290       |
| Nickel (ICP/OES) | mg/kg                      |       | 30  | <30        | <30        | <30        | <30        | <30        |
| Plomb (ICP/OES)  | mg/kg                      |       | 5   | <5         | <5         | <5         | <5         | <5         |
| Zinc (ICP/OES)   | mg/kg                      |       | 20  | 23         | 29         | <20        | 28         | <20        |

Commentaires: LDR - Limite de détection rapportée; C / N - Critères Normes

53-54

Certifié par:



La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDEP. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDEP.



**AGAT** Laboratoires

## Certificat d'analyse

N° BON DE TRAVAIL: 11Q515083

N° DE PROJET: 00520755

350, rue Franquet  
Quebec City, Quebec  
CANADA G1P 4P3  
TEL (418)266-5511  
FAX (418)653-2335  
<http://www.agatlabs.com>

NOM DU CLIENT: AECOM TECSULT

PRÉLEVÉ PAR: Robert Dumont

À L'ATTENTION DE: Claudie Gagnon

LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Riv. Obatocamau

### Carbone organique total

DATE DE RÉCEPTION: 2011-08-01

DATE DU RAPPORT: 2011-08-08

| Paramètre               | DESCRIPTION D'ÉCHANTILLON:         |     |            |         |            |  |
|-------------------------|------------------------------------|-----|------------|---------|------------|--|
|                         | 18                                 |     | 21         |         | 25         |  |
|                         | MATRICE: Sédiment                  |     | Sédiment   |         | Sédiment   |  |
|                         | DATE D'ÉCHANTILLONNAGE: 2011-07-25 |     | 2011-07-25 |         | 2011-07-26 |  |
| Unités                  | C / N                              | LDR | 2581644    | 2581645 | 2581646    |  |
| Carbone organique total | %                                  | 0.3 | 1.1        | 1.5     | <0.3       |  |

Commentaires: LDR - Limite de détection rapportée; C / N - Critères Normes

53-54

Certifié par:



La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDEP. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDEP.



**AGAT** Laboratoires

## Certificat d'analyse

N° BON DE TRAVAIL: 11Q515083

N° DE PROJET: 00520755

350, rue Franquet  
Quebec City, Quebec  
CANADA G1P 4P3  
TEL (418)266-5511  
FAX (418)653-2335  
<http://www.agatlabs.com>

NOM DU CLIENT: AECOM TECSULT

PRÉLEVÉ PAR: Robert Dumont

À L'ATTENTION DE: Claudie Gagnon

LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Riv. Obatocamau

### Granulométrie (Sol)

DATE DE RÉCEPTION: 2011-08-01

DATE DU RAPPORT: 2011-08-08

| Paramètre           | DESCRIPTION D'ÉCHANTILLON: |     |            |         |            |  |
|---------------------|----------------------------|-----|------------|---------|------------|--|
|                     | 18                         |     | 21         |         | 25         |  |
|                     | MATRICE:                   |     | Sédiment   |         | Sédiment   |  |
|                     | DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:    |     | 2011-07-25 |         | 2011-07-26 |  |
| Unités              | C / N                      | LDR | 2581644    | 2581645 | 2581646    |  |
| Granulométrie (Sol) | NA                         | NA  | Annexe     | Annexe  | Annexe     |  |

Commentaires: LDR - Limite de détection rapportée; C / N - Critères Normes

53-54

Certifié par:



La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDEP. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDEP.



**AGAT** Laboratoires

## Certificat d'analyse

N° BON DE TRAVAIL: 11Q515083

N° DE PROJET: 00520755

350, rue Franquet  
Quebec City, Quebec  
CANADA G1P 4P3  
TEL (418)266-5511  
FAX (418)653-2335  
<http://www.agatlabs.com>

NOM DU CLIENT: AECOM TECSULT

PRÉLEVÉ PAR: Robert Dumont

À L'ATTENTION DE: Claudie Gagnon

LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Riv. Obatocamau

### Matières sèches (S-MS) (Sol)

DATE DE RÉCEPTION: 2011-08-01

DATE DU RAPPORT: 2011-08-08

| Paramètre         | DESCRIPTION D'ÉCHANTILLON: |       |     | 18         | 21         | 25         |
|-------------------|----------------------------|-------|-----|------------|------------|------------|
|                   | MATRICE:                   |       |     | Sédiment   | Sédiment   | Sédiment   |
|                   | DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:    |       |     | 2011-07-25 | 2011-07-25 | 2011-07-26 |
|                   | Unités                     | C / N | LDR | 2581644    | 2581645    | 2581646    |
| % Matières sèches | %                          | NA    |     | 70.6       | 64.6       | 74.5       |

Commentaires: LDR - Limite de détection rapportée; C / N - Critères Normes

53-54

Certifié par:



La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDEP. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDEP.



**AGAT** Laboratoires

## Certificat d'analyse

N° BON DE TRAVAIL: 11Q515083

N° DE PROJET: 00520755

350, rue Franquet  
Quebec City, Quebec  
CANADA G1P 4P3  
TEL (418)266-5511  
FAX (418)653-2335  
<http://www.agatlabs.com>

NOM DU CLIENT: AECOM TECSULT

PRÉLEVÉ PAR: Robert Dumont

À L'ATTENTION DE: Claudie Gagnon

LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Riv. Obatocamau

### Dureté totale (Eau)

DATE DE RÉCEPTION: 2011-08-01

DATE DU RAPPORT: 2011-08-08

| Paramètre     | DESCRIPTION D'ÉCHANTILLON: |       |     |      |      |      |      |      |  |  |
|---------------|----------------------------|-------|-----|------|------|------|------|------|--|--|
|               | MATRICE:                   |       |     |      |      |      |      |      |  |  |
|               | DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:    |       |     |      |      |      |      |      |  |  |
|               | Unités                     | C / N | LDR |      |      |      |      |      |  |  |
| Dureté totale | mg/L - CaCO <sub>3</sub>   |       | 1.0 | 23.1 | 22.2 | 21.3 | 22.2 | 51.3 |  |  |

Commentaires: LDR - Limite de détection rapportée; C / N - Critères Normes

2581632-2581643 La dureté totale a été évaluée en fonction des teneurs en calcium et magnésium dans l'eau.

53-54

Certifié par:



La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDEP. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDEP.



**AGAT** Laboratoires

## Certificat d'analyse

N° BON DE TRAVAIL: 11Q515083

N° DE PROJET: 00520755

350, rue Franquet  
Quebec City, Quebec  
CANADA G1P 4P3  
TEL (418)266-5511  
FAX (418)653-2335  
<http://www.agatlabs.com>

NOM DU CLIENT: AECOM TECSULT

PRÉLEVÉ PAR: Robert Dumont

À L'ATTENTION DE: Claudie Gagnon

LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Riv. Obatocamau

| Matières en suspension (Eau)  |        |                            |     |                |                             |                |                |                |  |
|-------------------------------|--------|----------------------------|-----|----------------|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|--|
| DATE DE RÉCEPTION: 2011-08-01 |        |                            |     |                | DATE DU RAPPORT: 2011-08-08 |                |                |                |  |
|                               |        | DESCRIPTION D'ÉCHANTILLON: |     | 18             | 21                          | 25             | 27             | 2B             |  |
|                               |        | MATRICE:                   |     | Eau de surface | Eau de surface              | Eau de surface | Eau de surface | Eau de surface |  |
|                               |        | DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:    |     | 2011-07-25     | 2011-07-25                  | 2011-07-26     | 2011-07-26     | 2011-07-27     |  |
| Paramètre                     | Unités | C / N                      | LDR | 2581632        | 2581640                     | 2581641        | 2581642        | 2581643        |  |
| Matières en suspension (MES)  | mg/L   |                            | 2.0 | 2              | 2                           | 3              | 2              | 2              |  |

Commentaires: LDR - Limite de détection rapportée; C / N - Critères Normes

53-54

Certifié par:



La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDEP. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDEP.

**AGAT** CERTIFICAT D'ANALYSE

Page 7 de 11

Cette version remplace et annule toute version, le cas échéant. Ce document ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour analyse





## Certificat d'analyse

N° BON DE TRAVAIL: 11Q515083

N° DE PROJET: 00520755

350, rue Franquet  
Quebec City, Quebec  
CANADA G1P 4P3  
TEL (418)266-5511  
FAX (418)653-2335  
<http://www.agatlabs.com>

NOM DU CLIENT: AECOM TECSULT

PRÉLEVÉ PAR: Robert Dumont

À L'ATTENTION DE: Claudie Gagnon

LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Riv. Obatocamau

### Métaux totaux (eau de surface)

DATE DE RÉCEPTION: 2011-08-01

DATE DU RAPPORT: 2011-08-08

| Paramètre | DESCRIPTION D'ÉCHANTILLON: |       |                         |                |                |                |                |            |
|-----------|----------------------------|-------|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|
|           |                            |       | 18                      | 21             | 25             | 27             | 2B             |            |
|           |                            |       | MATRICE: Eau de surface | Eau de surface | Eau de surface | Eau de surface | Eau de surface |            |
|           |                            |       | DATE D'ÉCHANTILLONNAGE: | 2011-07-25     | 2011-07-25     | 2011-07-26     | 2011-07-26     | 2011-07-27 |
|           | Unités                     | C / N | LDR                     | 2581632        | 2581640        | 2581641        | 2581642        | 2581643    |
| Arsenic   | ug/L                       |       | 0.5                     | <0.5           | <0.5           | <0.5           | <0.5           | 3.4        |
| Cuivre    | ug/L                       |       | 0.2                     | 1.4            | 1.3            | 1.1            | 1.1            | 17.4       |
| Fer       | ug/L                       |       | 30                      | 166            | 198            | 231            | 227            | 522        |
| Nickel    | ug/L                       |       | 2.5                     | <2.5           | <2.5           | <2.5           | <2.5           | <2.5       |
| Plomb     | ug/L                       |       | 0.1                     | 0.1            | 0.2            | 0.1            | 0.1            | 0.2        |
| Zinc      | ug/L                       |       | 3                       | <3             | <3             | <3             | <3             | 7          |

Commentaires: LDR - Limite de détection rapportée; C / N - Critères Normes

53-54

Certifié par:



La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDEP. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDEP.



## Contrôle de qualité

NOM DU CLIENT: AECOM TECSULT

N° DE PROJET: 00520755

PRÉLEVÉ PAR: Robert Dumont

N° BON DE TRAVAIL: 11Q515083

À L'ATTENTION DE: Claudie Gagnon

LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Riv. Obatocamau

### Analyse des Sols

Date du rapport: 2011-08-08

| Date du rapport: 2011-08-08 |     |         | DUPLICATA |        |           | MATÉRIAU DE RÉFÉRENCE |          |         | BLANC FORTIFIÉ |          |         | ÉCH. FORTIFIÉ |          |         |      |
|-----------------------------|-----|---------|-----------|--------|-----------|-----------------------|----------|---------|----------------|----------|---------|---------------|----------|---------|------|
| PARAMÈTRE                   | Lot | N° éch. | Dup #1    | Dup #2 | % d'écart | Blanc de méthode      | % Récup. | Limites |                | % Récup. | Limites |               | % Récup. | Limites |      |
|                             |     |         |           |        |           |                       |          | Inf.    | Sup.           |          | Inf.    | Sup.          |          | Inf.    | Sup. |

#### 6 Métaux extractibles totaux (ICP-OES) (Sol)

|                  |   |         |      |      |      |       |      |     |      |    |     |      |     |     |      |
|------------------|---|---------|------|------|------|-------|------|-----|------|----|-----|------|-----|-----|------|
| Cuivre (ICP/OES) | 1 | 2581646 | 6    | 5    | 18.2 | < 4   | 103% | 80% | 120% | NA | 80% | 120% | 95% | 80% | 120% |
| Fer (ICP/OES)    | 1 | 2581646 | 4160 | 4410 | 5.8  | < 500 | 87%  | 80% | 120% | NA | 80% | 120% | 96% | 80% | 120% |
| Nickel (ICP/OES) | 1 | 2581646 | < 30 | < 30 | 0.0  | < 30  | 95%  | 80% | 120% | NA | 80% | 120% | 94% | 80% | 120% |
| Plomb (ICP/OES)  | 1 | 2581646 | < 5  | < 5  | 0.0  | < 5   | 97%  | 80% | 120% | NA | 80% | 120% | 97% | 80% | 120% |
| Zinc (ICP/OES)   | 1 | 2581646 | < 20 | < 20 | 0.0  | < 20  | 102% | 80% | 120% | NA | 80% | 120% | 97% | 80% | 120% |

#### 6 Métaux extractibles totaux (ICP-OES) (Sol)

|         |   |         |    |    |     |     |     |     |      |    |     |      |     |     |      |
|---------|---|---------|----|----|-----|-----|-----|-----|------|----|-----|------|-----|-----|------|
| Arsenic | 1 | 2581646 | <2 | <2 | 0.0 | < 2 | 93% | 80% | 120% | NA | 80% | 120% | 87% | 80% | 120% |
|---------|---|---------|----|----|-----|-----|-----|-----|------|----|-----|------|-----|-----|------|

#### Carbone organique total

|                         |   |    |    |    |     |       |     |     |      |    |     |      |      |     |      |
|-------------------------|---|----|----|----|-----|-------|-----|-----|------|----|-----|------|------|-----|------|
| Carbone organique total | 1 | NA | NA | NA | 0.0 | < 0.3 | 85% | 80% | 120% | NA | 80% | 120% | 120% | 80% | 120% |
|-------------------------|---|----|----|----|-----|-------|-----|-----|------|----|-----|------|------|-----|------|

53-54

Certifié par:

La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDEP. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDEP.

## Contrôle de qualité

NOM DU CLIENT: AECOM TECSULT

N° DE PROJET: 00520755

PRÉLEVÉ PAR: Robert Dumont

N° BON DE TRAVAIL: 11Q515083

À L'ATTENTION DE: Claudie Gagnon

LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Riv. Obatocamau

| Analyse de l'eau               |     |         |           |        |           |                       |          |         |      |                |         |      |               |         |      |
|--------------------------------|-----|---------|-----------|--------|-----------|-----------------------|----------|---------|------|----------------|---------|------|---------------|---------|------|
| Date du rapport: 2011-08-08    |     |         | DUPLICATA |        |           | MATÉRIAU DE RÉFÉRENCE |          |         |      | BLANC FORTIFIÉ |         |      | ÉCH. FORTIFIÉ |         |      |
| PARAMÈTRE                      | Lot | N° éch. | Dup #1    | Dup #2 | % d'écart | Blanc de méthode      | % Récup. | Limites |      | % Récup.       | Limites |      | % Récup.      | Limites |      |
|                                |     |         |           |        |           |                       |          | Inf.    | Sup. |                | Inf.    | Sup. |               | Inf.    | Sup. |
| Métaux totaux (eau de surface) |     |         |           |        |           |                       |          |         |      |                |         |      |               |         |      |
| Arsenic                        | 1   | NA      | NA        | NA     | 0.0       | < 0.5                 | 96%      | 80%     | 120% | NA             | 120%    | 120% | NA            | 80%     | 120% |
| Cuivre                         | 1   | NA      | NA        | NA     | 0.0       | < 0.2                 | 101%     | 80%     | 120% | NA             | 80%     | 120% | NA            | 80%     | 120% |
| Fer                            | 1   | NA      | NA        | NA     | 0.0       | < 30                  | 104%     | 80%     | 120% | NA             | 80%     | 120% | NA            | 80%     | 120% |
| Nickel                         | 1   | NA      | NA        | NA     | 0.0       | < 2.5                 | 102%     | 80%     | 120% | NA             | 120%    | 120% | NA            | 80%     | 120% |
| Plomb                          | 1   | NA      | NA        | NA     | 0.0       | < 0.1                 | 116%     | 80%     | 120% | NA             | 80%     | 120% | NA            | 80%     | 120% |
| Zinc                           | 1   | NA      | NA        | NA     | 0.0       | < 3                   | 112%     | 80%     | 120% | NA             | 120%    | 120% | NA            | 80%     | 120% |
| Dureté totale (Eau)            |     |         |           |        |           |                       |          |         |      |                |         |      |               |         |      |
| Dureté totale                  | 1   | NA      | NA        | NA     | 0.0       | < 1.0                 | 100%     | 80%     | 120% | NA             | 120%    | 120% | NA            | 80%     | 120% |
| Matières en suspension (Eau)   |     |         |           |        |           |                       |          |         |      |                |         |      |               |         |      |
| Matières en suspension (MES)   | 1   | NA      | NA        | NA     | 0.0       | < 2.0                 | 85%      | 80%     | 120% | NA             | 100%    | 100% | NA            | 100%    | 100% |

53-54

Certifié par:

La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDEP. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDEP.



## Sommaire de méthode

NOM DU CLIENT: AECOM TECSULT

N° DE PROJET: 00520755

PRÉLEVÉ PAR: Robert Dumont

N° BON DE TRAVAIL: 11Q515083

À L'ATTENTION DE: Claudie Gagnon

LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Riv. Obatocamau

| PARAMÈTRE                    | PRÉPARÉ LE | ANALYSÉ LE | AGAT P.O.N.    | RÉFÉRENCE DE LITTÉRATURE              | TECHNIQUE ANALYTIQUE |
|------------------------------|------------|------------|----------------|---------------------------------------|----------------------|
| <b>Analyse des Sols</b>      |            |            |                |                                       |                      |
| Arsenic                      | 2011-08-01 | 2011-08-01 | MET-161-6107F  | EPA 3050, EPA 6020                    | ICP-MS               |
| Cuivre (ICP/OES)             | 2011-08-01 | 2011-08-01 | MET-161-6102F  | MA. 200 - Mét 1.1 ; MA. 203 - Mét 3.1 | ICP/OES              |
| Fer (ICP/OES)                | 2011-08-01 | 2011-08-01 | MET-161-6102F  | MA. 200 - Mét 1.1 ; MA. 203 - Mét 3.1 | ICP/OES              |
| Nickel (ICP/OES)             | 2011-08-01 | 2011-08-01 | MET-161-6102F  | MA. 200 - Mét 1.1 ; MA. 203 - Mét 3.1 | ICP/OES              |
| Plomb (ICP/OES)              | 2011-08-01 | 2011-08-01 | MET-161-6102F  | MA. 200 - Mét 1.1 ; MA. 203 - Mét 3.1 | ICP/OES              |
| Zinc (ICP/OES)               | 2011-08-01 | 2011-08-01 | MET-161-6102F  | MA. 200 - Mét 1.1 ; MA. 203 - Mét 3.1 | ICP/OES              |
| Carbone organique total      | 2011-09-19 | 2011-09-19 | INORG-101-6057 | MA. 405-C 1.0                         | TITRATION            |
| Granulométrie (Sol)          | 2011-09-20 | 2011-09-20 |                |                                       | SIEVE                |
| % Matières sèches            | 2011-09-20 | 2011-09-20 | ORG-160-5107F  | MA. 100 - S.T. 1.0                    | GRAVIMÉTRIE          |
| <b>Analyse de l'eau</b>      |            |            |                |                                       |                      |
| Dureté totale                | 2011-08-02 | 2011-08-02 | MET-161-6102F  | MA. 200 - Mét 1.1 ; MA. 203 - Mét 3.1 | ICP/OES              |
| Matières en suspension (MES) | 2011-08-01 | 2011-08-01 | INOR-161-6008F | MA 115- S.S. 1.1                      | Gravimétrie          |
| Arsenic                      | 2011-08-02 | 2011-08-02 | MET-161-6106F  | EPA SW-846 6020                       | ICP-MS               |
| Cuivre                       | 2011-08-02 | 2011-08-02 | MET-161-6106F  | EPA SW-846 6020                       | ICP-MS               |
| Fer                          | 2011-08-02 | 2011-08-02 | MET-161-6106F  | EPA SW-846 6020                       | ICP-MS               |
| Nickel                       | 2011-08-02 | 2011-08-02 | MET-161-6106F  | EPA SW-846 6020                       | ICP-MS               |
| Plomb                        | 2011-08-02 | 2011-08-02 | MET-161-6106F  | EPA SW-846 6020                       | ICP-MS               |
| Zinc                         | 2011-08-02 | 2011-08-02 | MET-161-6106F  | EPA SW-846 6020                       | ICP-MS               |



NOM DU CLIENT: AECOM TECSULT  
2, RUE FUSEY  
TROIS-RIVIERES, QC G8T2T1

À L'ATTENTION DE: Claudie Gagnon

N° DE PROJET: Opémiska

N° BON DE TRAVAIL: 11Q513331

ANALYSE DES SOLS VÉRIFIÉ PAR: Mathieu Mongrain, chimiste

ANALYSE DE L'EAU VÉRIFIÉ PAR: Mathieu Mongrain, chimiste

DATE DU RAPPORT: 2011-07-26

VERSION\*: 4

NOMBRE DE PAGES: 12

Si vous desirez de l'information concernant cette analyse, S.V.P. contacter votre chargé de projets au (418) 266-5511

\*NOTES

VERSION 4: Ajout d'analyses 2011/09/21.





## Certificat d'analyse

N° BON DE TRAVAIL: 11Q513331

N° DE PROJET: Opémiska

350, rue Franquet  
Quebec City, Quebec  
CANADA G1P 4P3  
TEL (418)266-5511  
FAX (418)653-2335  
<http://www.agatlabs.com>

NOM DU CLIENT: AECOM TECSULT

PRÉLEVÉ PAR: M. Robert Dumont

À L'ATTENTION DE: Claudie Gagnon

LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Riv. Opémiska

### 6 Métaux extractibles totaux (ICP-OES) (Sol)

DATE DE RÉCEPTION: 2011-07-26

DATE DU RAPPORT: 2011-07-26

| Paramètre        | DESCRIPTION D'ÉCHANTILLON: |       |     | 1          | 2          | 3 (Strate 1) | 3 (Strate 2) | Blanc (3)  | 8            | 7            | 6          |
|------------------|----------------------------|-------|-----|------------|------------|--------------|--------------|------------|--------------|--------------|------------|
|                  | MATRICE:                   |       |     | Sédiments  | Sédiments  | Sédiments    | Sédiments    | Sédiments  | Sédiments    | Sédiments    | Sédiments  |
|                  | DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:    |       |     | 2011-07-21 | 2011-07-21 | 2011-07-21   | 2011-07-21   | 2011-07-23 | 2011-07-23   | 2011-07-23   | 2011-07-23 |
|                  | Unités                     | C / N | LDR | 2568303    | 2568304    | 2568305      | 2568306      | 2568307    | 2568308      | 2568309      | 2568310    |
| Arsenic          | mg/kg                      |       | 2   | 15         | 22         | 3            | 2            | <2         | 3            | <2           | <2         |
| Cuivre (ICP/OES) | mg/kg                      |       | 4   | 1030       | 2140       | 8            | 13           | <4         | 5            | <4           | 5          |
| Fer (ICP/OES)    | mg/kg                      |       | 500 | 36300      | 81600      | 7350         | 4930         | <500       | 5550         | 5640         | 4820       |
| Nickel (ICP/OES) | mg/kg                      |       | 30  | 34         | 37         | <30          | <30          | <30        | <30          | <30          | <30        |
| Plomb (ICP/OES)  | mg/kg                      |       | 5   | 27         | 15         | <5           | <5           | <5         | <5           | <5           | <5         |
| Zinc (ICP/OES)   | mg/kg                      |       | 20  | 283        | 200        | <20          | <20          | <20        | <20          | <20          | 21         |
| Paramètre        | DESCRIPTION D'ÉCHANTILLON: |       |     | 32         | 9          | 10           | 35           | 5B         | 4 (Strate 1) | 4 (Strate 2) |            |
|                  | MATRICE:                   |       |     | Sédiments  | Sédiments  | Sédiments    | Sédiments    | Sédiments  | Sédiments    | Sédiments    |            |
|                  | DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:    |       |     | 2011-07-23 | 2011-07-23 | 2011-07-23   | 2011-07-23   | 2011-07-23 | 2011-07-23   | 2011-07-23   |            |
|                  | Unités                     | C / N | LDR | 2568311    | 2568312    | 2568313      | 2568314      | 2568315    | 2568316      | 2568317      |            |
| Arsenic          | mg/kg                      |       | 2   | <2         | <2         | <2           | <2           | <2         | 10           | 9            |            |
| Cuivre (ICP/OES) | mg/kg                      |       | 4   | <4         | 53         | 41           | 62           | 5          | 493          | 461          |            |
| Fer (ICP/OES)    | mg/kg                      |       | 500 | 4180       | 5270       | 4470         | 5360         | 6260       | 27500        | 25200        |            |
| Nickel (ICP/OES) | mg/kg                      |       | 30  | <30        | <30        | <30          | <30          | <30        | <30          | <30          |            |
| Plomb (ICP/OES)  | mg/kg                      |       | 5   | <5         | <5         | <5           | <5           | <5         | 10           | 9            |            |
| Zinc (ICP/OES)   | mg/kg                      |       | 20  | <20        | <20        | <20          | <20          | <20        | 96           | 93           |            |

Commentaires: LDR - Limite de détection rapportée; C / N - Critères Normes

53-54



Certifié par:

La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDEP. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDEP.



**AGAT** Laboratoires

## Certificat d'analyse

N° BON DE TRAVAIL: 11Q513331

N° DE PROJET: Opémiska

350, rue Franquet  
Quebec City, Quebec  
CANADA G1P 4P3  
TEL (418)266-5511  
FAX (418)653-2335  
<http://www.agatlabs.com>

NOM DU CLIENT: AECOM TECSULT

PRÉLEVÉ PAR: M. Robert Dumont

À L'ATTENTION DE: Claudie Gagnon

LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Riv. Opémiska

### Carbone organique total

DATE DE RÉCEPTION: 2011-07-26

DATE DU RAPPORT: 2011-07-26

| Paramètre               | DESCRIPTION D'ÉCHANTILLON: |       |     |     | Composite (3 strate 1 et 2) |         | Composite (4 strate 1 et 2) |         |
|-------------------------|----------------------------|-------|-----|-----|-----------------------------|---------|-----------------------------|---------|
|                         | MATRICE:                   |       |     |     | Sédiments                   |         | Sédiments                   |         |
|                         | DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:    |       |     |     | 2011-07-23                  |         | 2011-07-23                  |         |
|                         | Unités                     | C / N | LDR |     | 2568309                     | 2568315 | 2704293                     | 2704302 |
| Carbone organique total | %                          |       | 0.3 | 1.6 | 1.4                         | 1.3     | 4.6                         |         |

Commentaires: LDR - Limite de détection rapportée; C / N - Critères Normes

53-54

Certifié par:



La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDEP. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDEP.



**AGAT** Laboratoires

## Certificat d'analyse

N° BON DE TRAVAIL: 11Q513331

N° DE PROJET: Opémiska

350, rue Franquet  
Quebec City, Quebec  
CANADA G1P 4P3  
TEL (418)266-5511  
FAX (418)653-2335  
<http://www.agatlabs.com>

NOM DU CLIENT: AECOM TECSULT

PRÉLEVÉ PAR: M. Robert Dumont

À L'ATTENTION DE: Claudie Gagnon

LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Riv. Opémiska

### Granulométrie (Sol)

DATE DE RÉCEPTION: 2011-07-26

DATE DU RAPPORT: 2011-07-26

| Paramètre           | DESCRIPTION D'ÉCHANTILLON: |       |     |        | Composite (3 strate 1 et 2) |         | Composite (4 strate 1 et 2) |         |
|---------------------|----------------------------|-------|-----|--------|-----------------------------|---------|-----------------------------|---------|
|                     | MATRICE:                   |       |     |        | Sédiments                   |         | Sédiments                   |         |
|                     | DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:    |       |     |        | 2011-07-23                  |         | 2011-07-23                  |         |
|                     | Unités                     | C / N | LDR |        | 2568309                     | 2568315 | 2704293                     | 2704302 |
| Granulométrie (Sol) | NA                         |       | NA  | Annexe | Annexe                      | Annexe  | Annexe                      | Annexe  |

Commentaires: LDR - Limite de détection rapportée; C / N - Critères Normes

53-54

Certifié par:



La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDEP. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDEP.



**AGAT** Laboratoires

## Certificat d'analyse

N° BON DE TRAVAIL: 11Q513331

N° DE PROJET: Opémiska

350, rue Franquet  
Quebec City, Quebec  
CANADA G1P 4P3  
TEL (418)266-5511  
FAX (418)653-2335  
<http://www.agatlabs.com>

NOM DU CLIENT: AECOM TECSULT

PRÉLEVÉ PAR: M. Robert Dumont

À L'ATTENTION DE: Claudie Gagnon

LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Riv. Opémiska

### Matières sèches (S-MS) (Sol)

DATE DE RÉCEPTION: 2011-07-26

DATE DU RAPPORT: 2011-07-26

| Paramètre         | DESCRIPTION D'ÉCHANTILLON: |       | 7          |         | 5B         |         | Composite (3   | Composite (4   |
|-------------------|----------------------------|-------|------------|---------|------------|---------|----------------|----------------|
|                   | MATRICE:                   |       | Sédiments  |         | Sédiments  |         | strate 1 et 2) | strate 1 et 2) |
|                   | DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:    |       | 2011-07-23 |         | 2011-07-23 |         | 2011-07-23     | 2011-07-23     |
|                   | Unités                     | C / N | LDR        | 2568309 | 2568315    | 2704293 | 2704302        |                |
| % Matières sèches | %                          |       | NA         | 68.0    | 66.6       | 75.5    | 57.4           |                |

Commentaires: LDR - Limite de détection rapportée; C / N - Critères Normes

53-54

Certifié par:



La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDEP. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDEP.



## Certificat d'analyse

N° BON DE TRAVAIL: 11Q513331

N° DE PROJET: Opémiska

350, rue Franquet  
Quebec City, Quebec  
CANADA G1P 4P3  
TEL (418)266-5511  
FAX (418)653-2335  
<http://www.agatlabs.com>

NOM DU CLIENT: AECOM TECSULT

PRÉLEVÉ PAR: M. Robert Dumont

À L'ATTENTION DE: Claudie Gagnon

LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Riv. Opémiska

### Dureté totale (Eau)

DATE DE RÉCEPTION: 2011-07-26

DATE DU RAPPORT: 2011-07-26

| Paramètre     | DESCRIPTION D'ÉCHANTILLON: |       |     |  | 1           | 2           | 3           | Blanc (3)   | 7           | 9 1/4       | 9 2/4       | 9 3/4       |
|---------------|----------------------------|-------|-----|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|               | MATRICE:                   |       |     |  | Eau surface | Eau surface | Eau surface | Eau surface | Eau surface | Eau surface | Eau surface | Eau surface |
|               | DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:    |       |     |  | 2011-07-21  | 2011-07-21  | 2011-07-21  | 2011-07-21  | 2011-07-23  | 2011-07-23  | 2011-07-23  | 2011-07-23  |
|               | Unités                     | C / N | LDR |  | 2568260     | 2568264     | 2568265     | 2568270     | 2568271     | 2568272     | 2568273     | 2568274     |
| Dureté totale | mg/L - CaCO <sub>3</sub>   |       | 1.0 |  | 126         | 448         | 55.7        | <1.0        | 20.0        | 25.9        | 22.7        | 23.2        |
| Paramètre     | DESCRIPTION D'ÉCHANTILLON: |       |     |  | 9 4/4 Fond  | 10 1/4      | 10 2/4      | 10 3/4      | 10 4/4      | 34          | 33          | 5B          |
|               | MATRICE:                   |       |     |  | Eau surface | Eau surface | Eau surface | Eau surface | Eau surface | Eau surface | Eau surface | Eau surface |
|               | DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:    |       |     |  | 2011-07-23  | 2011-07-23  | 2011-07-23  | 2011-07-23  | 2011-07-23  | 2011-07-23  | 2011-07-23  | 2011-07-23  |
|               | Unités                     | C / N | LDR |  | 2568275     | 2568277     | 2568278     | 2568279     | 2568280     | 2568283     | 2568284     | 2568285     |
| Dureté totale | mg/L - CaCO <sub>3</sub>   |       | 1.0 |  | 29.4        | 22.8        | 20.9        | 22.3        | 22.0        | 20.8        | 89.6        | 40.6        |
| Paramètre     | DESCRIPTION D'ÉCHANTILLON: |       |     |  | 4           |             |             |             |             |             |             |             |
|               | MATRICE:                   |       |     |  | Eau surface |             |             |             |             |             |             |             |
|               | DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:    |       |     |  | 2011-07-23  |             |             |             |             |             |             |             |
|               | Unités                     | C / N | LDR |  | 2568286     |             |             |             |             |             |             |             |
| Dureté totale | mg/L - CaCO <sub>3</sub>   |       | 1.0 |  | 87.3        |             |             |             |             |             |             |             |

Commentaires: LDR - Limite de détection rapportée; C / N - Critères Normes

2568260-2568286 La dureté totale a été évaluée en fonction des teneurs en calcium et magnésium dans l'eau.

53-54

Certifié par:



La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDEP. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDEP.



## Certificat d'analyse

N° BON DE TRAVAIL: 11Q513331

N° DE PROJET: Opémiska

350, rue Franquet  
Quebec City, Quebec  
CANADA G1P 4P3  
TEL (418)266-5511  
FAX (418)653-2335  
<http://www.agatlabs.com>

NOM DU CLIENT: AECOM TECSULT

PRÉLEVÉ PAR: M. Robert Dumont

À L'ATTENTION DE: Claudie Gagnon

LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Riv. Opémiska

| Matières en suspension (Eau)  |                            |       |     |             |                             |             |             |             |             |             |             |
|-------------------------------|----------------------------|-------|-----|-------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| DATE DE RÉCEPTION: 2011-07-26 |                            |       |     |             | DATE DU RAPPORT: 2011-07-26 |             |             |             |             |             |             |
| Paramètre                     | DESCRIPTION D'ÉCHANTILLON: |       |     | 1           | 2                           | 3           | Blanc (3)   | 7           | 9 1/4       | 9 2/4       | 9 3/4       |
|                               | MATRICE:                   |       |     | Eau surface | Eau surface                 | Eau surface | Eau surface | Eau surface | Eau surface | Eau surface |             |
|                               | DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:    |       |     | 2011-07-21  | 2011-07-21                  | 2011-07-21  | 2011-07-21  | 2011-07-23  | 2011-07-23  | 2011-07-23  |             |
|                               | Unités                     | C / N | LDR | 2568260     | 2568264                     | 2568265     | 2568270     | 2568271     | 2568272     | 2568273     | 2568274     |
| Matières en suspension (MES)  | mg/L                       |       | 2.0 | 4           | 4                           | <2          | <2          | <2          | 2           | <2          | <2          |
| Paramètre                     | DESCRIPTION D'ÉCHANTILLON: |       |     | 9 4/4 Fond  | 10 1/4                      | 10 2/4      | 10 3/4      | 10 4/4      | 34          | 33          | 5B          |
|                               | MATRICE:                   |       |     | Eau surface | Eau surface                 | Eau surface | Eau surface | Eau surface | Eau surface | Eau surface | Eau surface |
|                               | DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:    |       |     | 2011-07-23  | 2011-07-23                  | 2011-07-23  | 2011-07-23  | 2011-07-23  | 2011-07-23  | 2011-07-23  | 2011-07-23  |
|                               | Unités                     | C / N | LDR | 2568275     | 2568277                     | 2568278     | 2568279     | 2568280     | 2568283     | 2568284     | 2568285     |
| Matières en suspension (MES)  | mg/L                       |       | 2.0 | <2          | <2                          | <2          | <2          | <2          | <2          | <2          | 3           |
| Paramètre                     | DESCRIPTION D'ÉCHANTILLON: |       |     | 4           |                             |             |             |             |             |             |             |
|                               | MATRICE:                   |       |     | Eau surface |                             |             |             |             |             |             |             |
|                               | DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:    |       |     | 2011-07-23  |                             |             |             |             |             |             |             |
|                               | Unités                     | C / N | LDR | 2568286     |                             |             |             |             |             |             |             |
| Matières en suspension (MES)  | mg/L                       |       | 2.0 | <2          |                             |             |             |             |             |             |             |

Commentaires: LDR - Limite de détection rapportée; C / N - Critères Normes

53-54

Certifié par:



La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDEP. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDEP.





## Certificat d'analyse

N° BON DE TRAVAIL: 11Q513331

N° DE PROJET: Opémiska

350, rue Franquet  
Quebec City, Quebec  
CANADA G1P 4P3  
TEL (418)266-5511  
FAX (418)653-2335  
<http://www.agatlabs.com>

NOM DU CLIENT: AECOM TECSULT

PRÉLEVÉ PAR: M. Robert Dumont

À L'ATTENTION DE: Claudie Gagnon

LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Riv. Opémiska

### Métaux totaux (eau de surface)

DATE DE RÉCEPTION: 2011-07-26

DATE DU RAPPORT: 2011-07-26

| Paramètre | DESCRIPTION D'ÉCHANTILLON: |       |     |  | 1           | 2           | 3           | Blanc (3)   | 7           | 9 1/4       | 9 2/4       | 9 3/4       |
|-----------|----------------------------|-------|-----|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|           | MATRICE:                   |       |     |  | Eau surface | Eau surface | Eau surface | Eau surface | Eau surface | Eau surface | Eau surface | Eau surface |
|           | DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:    |       |     |  | 2011-07-21  | 2011-07-21  | 2011-07-21  | 2011-07-21  | 2011-07-23  | 2011-07-23  | 2011-07-23  | 2011-07-23  |
|           | Unités                     | C / N | LDR |  | 2568260     | 2568264     | 2568265     | 2568270     | 2568271     | 2568272     | 2568273     | 2568274     |
| Arsenic   | ug/L                       |       | 0.5 |  | 0.9         | 3.2         | 2.4         | <0.5        | <0.5        | <0.5        | <0.5        | <0.5        |
| Cuivre    | ug/L                       |       | 0.2 |  | 4.8         | 30.2        | 9.3         | <0.2        | 0.9         | 0.8         | 1.2         | 0.8         |
| Fer       | ug/L                       |       | 30  |  | 595         | 678         | 980         | <30         | 79          | 76          | 70          | 86          |
| Nickel    | ug/L                       |       | 2.5 |  | <2.5        | <2.5        | <2.5        | <2.5        | <2.5        | <2.5        | <2.5        | <2.5        |
| Plomb     | ug/L                       |       | 0.1 |  | 0.4         | 0.1         | 0.2         | <0.1        | 0.3         | 0.2         | 0.8         | 0.2         |
| Zinc      | ug/L                       |       | 3   |  | 6.4         | 16          | 7           | <3          | 18          | 4.5         | 15          | 6           |
| Paramètre | DESCRIPTION D'ÉCHANTILLON: |       |     |  | 9 4/4 Fond  | 10 1/4      | 10 2/4      | 10 3/4      | 10 4/4      | 34          | 33          | 5B          |
|           | MATRICE:                   |       |     |  | Eau surface | Eau surface | Eau surface | Eau surface | Eau surface | Eau surface | Eau surface | Eau surface |
|           | DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:    |       |     |  | 2011-07-23  | 2011-07-23  | 2011-07-23  | 2011-07-23  | 2011-07-23  | 2011-07-23  | 2011-07-23  | 2011-07-23  |
|           | Unités                     | C / N | LDR |  | 2568275     | 2568277     | 2568278     | 2568279     | 2568280     | 2568283     | 2568284     | 2568285     |
| Arsenic   | ug/L                       |       | 0.5 |  | 0.5         | <0.5        | <0.5        | <0.5        | <0.5        | <0.5        | 2.4         | 0.8         |
| Cuivre    | ug/L                       |       | 0.2 |  | 1.2         | 0.5         | 0.7         | 1.0         | 0.7         | 0.6         | 9.0         | <0.2        |
| Fer       | ug/L                       |       | 30  |  | 114         | 59          | 80          | 90          | 85          | 75          | 687         | 778         |
| Nickel    | ug/L                       |       | 2.5 |  | <2.5        | <2.5        | <2.5        | <2.5        | <2.5        | <2.5        | <2.5        | <2.5        |
| Plomb     | ug/L                       |       | 0.1 |  | 0.2         | <0.1        | <0.1        | 0.2         | <0.1        | <0.1        | 0.2         | <0.1        |
| Zinc      | ug/L                       |       | 3   |  | <3          | <3          | <3          | 4           | <3          | 3           | 4.5         | <3          |
| Paramètre | DESCRIPTION D'ÉCHANTILLON: |       |     |  | 4           |             |             |             |             |             |             |             |
|           | MATRICE:                   |       |     |  | Eau surface |             |             |             |             |             |             |             |
|           | DATE D'ÉCHANTILLONNAGE:    |       |     |  | 2011-07-23  |             |             |             |             |             |             |             |
|           | Unités                     | C / N | LDR |  | 2568286     |             |             |             |             |             |             |             |
| Arsenic   | ug/L                       |       | 0.5 |  | 2.5         |             |             |             |             |             |             |             |
| Cuivre    | ug/L                       |       | 0.2 |  | 9.1         |             |             |             |             |             |             |             |
| Fer       | ug/L                       |       | 30  |  | 689         |             |             |             |             |             |             |             |
| Nickel    | ug/L                       |       | 2.5 |  | <2.5        |             |             |             |             |             |             |             |
| Plomb     | ug/L                       |       | 0.1 |  | 0.2         |             |             |             |             |             |             |             |
| Zinc      | ug/L                       |       | 3   |  | 4           |             |             |             |             |             |             |             |

53-54

Certifié par:



La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDEP. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDEP.



**AGAT** Laboratoires

## Certificat d'analyse

N° BON DE TRAVAIL: 11Q513331

N° DE PROJET: Opémiska

350, rue Franquet  
Quebec City, Quebec  
CANADA G1P 4P3  
TEL (418)266-5511  
FAX (418)653-2335  
<http://www.agatlabs.com>

NOM DU CLIENT: AECOM TECSULT

PRÉLEVÉ PAR: M. Robert Dumont

À L'ATTENTION DE: Claudie Gagnon

LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Riv. Opémiska

### Métaux totaux (eau de surface)

DATE DE RÉCEPTION: 2011-07-26

DATE DU RAPPORT: 2011-07-26

Commentaires: LDR - Limite de détection rapportée; C / N - Critères Normes

53-54

Certifié par:



La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDEP. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDEP.



## Contrôle de qualité

NOM DU CLIENT: AECOM TECSULT

N° DE PROJET: Opémiska

PRÉLEVÉ PAR: M. Robert Dumont

N° BON DE TRAVAIL: 11Q513331

À L'ATTENTION DE: Claudie Gagnon

LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Riv. Opémiska

### Analyse des Sols

Date du rapport: 2011-07-26

| Date du rapport: 2011-07-26 |     |         | DUPLICATA |        |           | MATÉRIAU DE RÉFÉRENCE |          |         | BLANC FORTIFIÉ |          |         | ÉCH. FORTIFIÉ |          |         |      |
|-----------------------------|-----|---------|-----------|--------|-----------|-----------------------|----------|---------|----------------|----------|---------|---------------|----------|---------|------|
| PARAMÈTRE                   | Lot | N° éch. | Dup #1    | Dup #2 | % d'écart | Blanc de méthode      | % Récup. | Limites |                | % Récup. | Limites |               | % Récup. | Limites |      |
|                             |     |         |           |        |           |                       |          | Inf.    | Sup.           |          | Inf.    | Sup.          |          | Inf.    | Sup. |

6 Métaux extractibles totaux (ICP-OES) (Sol)

|                  |   |         |      |      |     |       |      |     |      |    |     |      |      |     |      |
|------------------|---|---------|------|------|-----|-------|------|-----|------|----|-----|------|------|-----|------|
| Arsenic          | 1 | 2568309 | < 5  | < 5  | 0.0 | < 5   | 96%  | 80% | 120% | NA | 80% | 120% | 102% | 80% | 120% |
| Cuivre (ICP/OES) | 1 | 2568309 | < 4  | < 4  | 0.0 | < 4   | 103% | 80% | 120% | NA | 80% | 120% | 98%  | 80% | 120% |
| Fer (ICP/OES)    | 1 | 2568309 | 5640 | 5160 | 8.9 | < 500 | 92%  | 80% | 120% | NA | 80% | 120% | 108% | 80% | 120% |
| Nickel (ICP/OES) | 1 | 2568309 | < 30 | < 30 | 0.0 | < 30  | 100% | 80% | 120% | NA | 80% | 120% | 95%  | 80% | 120% |
| Plomb (ICP/OES)  | 1 | 2568309 | < 5  | < 5  | 0.0 | < 5   | 95%  | 80% | 120% | NA | 80% | 120% | 98%  | 80% | 120% |

|                |   |         |      |      |     |      |      |     |      |    |     |      |     |     |      |
|----------------|---|---------|------|------|-----|------|------|-----|------|----|-----|------|-----|-----|------|
| Zinc (ICP/OES) | 1 | 2568309 | < 20 | < 20 | 0.0 | < 20 | 101% | 80% | 120% | NA | 80% | 120% | 94% | 80% | 120% |
|----------------|---|---------|------|------|-----|------|------|-----|------|----|-----|------|-----|-----|------|

Carbone organique total

|                         |   |         |     |     |     |       |     |     |      |    |     |      |      |     |      |
|-------------------------|---|---------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|------|----|-----|------|------|-----|------|
| Carbone organique total | 1 | 2704293 | 1.3 | 1.3 | 0.0 | < 0.3 | 85% | 80% | 120% | NA | 80% | 120% | 120% | 80% | 120% |
|-------------------------|---|---------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|------|----|-----|------|------|-----|------|

53-54

Certifié par:

La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDEP. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDEP.



## Contrôle de qualité

NOM DU CLIENT: AECOM TECSULT

N° DE PROJET: Opémiska

PRÉLEVÉ PAR: M. Robert Dumont

N° BON DE TRAVAIL: 11Q513331

À L'ATTENTION DE: Claudie Gagnon

LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Riv. Opémiska

### Analyse de l'eau

Date du rapport: 2011-07-26

| PARAMÈTRE                      | Lot | N° éch. | Dup #1 | Dup #2 | % d'écart | Blanc de méthode | % Récup. | Limites |      | % Récup. | Limites |      | % Récup. | Limites |      |
|--------------------------------|-----|---------|--------|--------|-----------|------------------|----------|---------|------|----------|---------|------|----------|---------|------|
|                                |     |         |        |        |           |                  |          | Inf.    | Sup. |          | Inf.    | Sup. |          | Inf.    | Sup. |
|                                |     |         |        |        |           |                  |          |         |      |          |         |      |          |         |      |
| Dureté totale (Eau)            |     |         |        |        |           |                  |          |         |      |          |         |      |          |         |      |
| Dureté totale                  | 1   | 2568286 | 87.3   | 85.7   | 1.8       | < 1.0            | 102%     | 80%     | 120% | NA       | 120%    | 120% | NA       | 80%     | 120% |
| Matières en suspension (Eau)   |     |         |        |        |           |                  |          |         |      |          |         |      |          |         |      |
| Matières en suspension (MES)   | 1   | 2568270 | <2     | <2     | 0.0       | < 2.0            | 110%     | 80%     | 120% | NA       | 100%    | 100% | NA       | 100%    | 100% |
| Métaux totaux (eau de surface) |     |         |        |        |           |                  |          |         |      |          |         |      |          |         |      |
| Arsenic                        | 1   | 2568286 | 2.5    | 2.5    | 0.0       | < 0.5            | 95%      | 80%     | 120% | NA       | 120%    | 120% | 107%     | 80%     | 120% |
| Cuivre                         | 1   | 2568286 | 9      | 9      | 0.0       | < 0.2            | 98%      | 80%     | 120% | NA       | 80%     | 120% | 98%      | 80%     | 120% |
| Fer                            | 1   | 2568286 | 689    | 716    | 3.8       | < 30             | 110%     | 80%     | 120% | NA       | 80%     | 120% | 110%     | 80%     | 120% |
| Nickel                         | 1   | 2568286 | <2.5   | <2.5   | 0.0       | < 2.5            | 119%     | 80%     | 120% | NA       | 120%    | 120% | 119%     | 80%     | 120% |
| Plomb                          | 1   | 2568286 | 0.2    | 0.2    | 0.0       | < 0.1            | 112%     | 80%     | 120% | NA       | 80%     | 120% | 98%      | 80%     | 120% |
| Zinc                           | 1   | 2568286 | 4      | 5      | 22.2      | < 3              | 103%     | 80%     | 120% | NA       | 120%    | 120% | 99%      | 80%     | 120% |

53-54

Certifié par:



La procédure des Laboratoires AGAT concernant les signatures et les signataires se conforme strictement aux exigences d'accréditation ISO 17025:2005 comme le requiert, lorsque applicable, CALA, CCN et MDDEP. Toutes les signatures sur les certificats d'AGAT sont protégées par des mots de passe et les signataires rencontrent les exigences des domaines d'accréditation ainsi que les exigences régionales approuvées par CALA, CCN et MDDEP.



## Sommaire de méthode

NOM DU CLIENT: AECOM TECSULT

N° DE PROJET: Opémiska

PRÉLEVÉ PAR: M. Robert Dumont

N° BON DE TRAVAIL: 11Q513331

À L'ATTENTION DE: Claudie Gagnon

LIEU DE PRÉLÈVEMENT: Riv. Opémiska

| PARAMÈTRE                    | PRÉPARÉ LE | ANALYSÉ LE | AGAT P.O.N.    | RÉFÉRENCE DE LITTÉRATURE              | TECHNIQUE ANALYTIQUE |
|------------------------------|------------|------------|----------------|---------------------------------------|----------------------|
| <b>Analyse des Sols</b>      |            |            |                |                                       |                      |
| Arsenic                      | 2011-07-27 | 2011-07-29 | MET-161-6107F  | EPA 3050, EPA 6020                    | ICP-MS               |
| Cuivre (ICP/OES)             | 2011-07-27 | 2011-07-27 | MET-161-6102F  | MA. 200 - Mét 1.1 ; MA. 203 - Mét 3.1 | ICP/OES              |
| Fer (ICP/OES)                | 2011-07-27 | 2011-07-27 | MET-161-6102F  | MA. 200 - Mét 1.1 ; MA. 203 - Mét 3.1 | ICP/OES              |
| Nickel (ICP/OES)             | 2011-07-27 | 2011-07-27 | MET-161-6102F  | MA. 200 - Mét 1.1 ; MA. 203 - Mét 3.1 | ICP/OES              |
| Plomb (ICP/OES)              | 2011-07-27 | 2011-07-27 | MET-161-6102F  | MA. 200 - Mét 1.1 ; MA. 203 - Mét 3.1 | ICP/OES              |
| Zinc (ICP/OES)               | 2011-07-27 | 2011-07-27 | MET-161-6102F  | MA. 200 - Mét 1.1 ; MA. 203 - Mét 3.1 | ICP/OES              |
| Carbone organique total      | 2011-09-19 | 2011-09-19 | INORG-101-6057 | MA. 405-C 1.0                         | TITRATION            |
| Granulométrie (Sol)          | 2011-09-20 | 2011-09-21 |                |                                       | SIEVE                |
| % Matières sèches            | 2011-09-20 | 2011-09-20 | ORG-160-5107F  | MA. 100 - S.T. 1.0                    | GRAVIMÉTRIE          |
| <b>Analyse de l'eau</b>      |            |            |                |                                       |                      |
| Dureté totale                | 2011-07-26 | 2011-07-26 | MET-161-6102F  | MA. 200 - Mét 1.1 ; MA. 203 - Mét 3.1 | ICP/OES              |
| Matières en suspension (MES) | 2011-07-26 | 2011-07-26 | INOR-161-6008F | MA 115- S.S. 1.1                      | Gravimétrie          |
| Arsenic                      | 2011-07-26 | 2011-07-26 | MET-161-6106F  | EPA SW-846 6020                       | ICP-MS               |
| Cuivre                       | 2011-07-26 | 2011-07-26 | MET-161-6106F  | EPA SW-846 6020                       | ICP-MS               |
| Fer                          | 2011-07-26 | 2011-07-26 | MET-161-6106F  | EPA SW-846 6020                       | ICP-MS               |
| Nickel                       | 2011-07-26 | 2011-07-26 | MET-161-6106F  | EPA SW-846 6020                       | ICP-MS               |
| Plomb                        | 2011-07-26 | 2011-07-26 | MET-161-6106F  | EPA SW-846 6020                       | ICP-MS               |
| Zinc                         | 2011-07-26 | 2011-07-26 | MET-161-6106F  | EPA SW-846 6020                       | ICP-MS               |



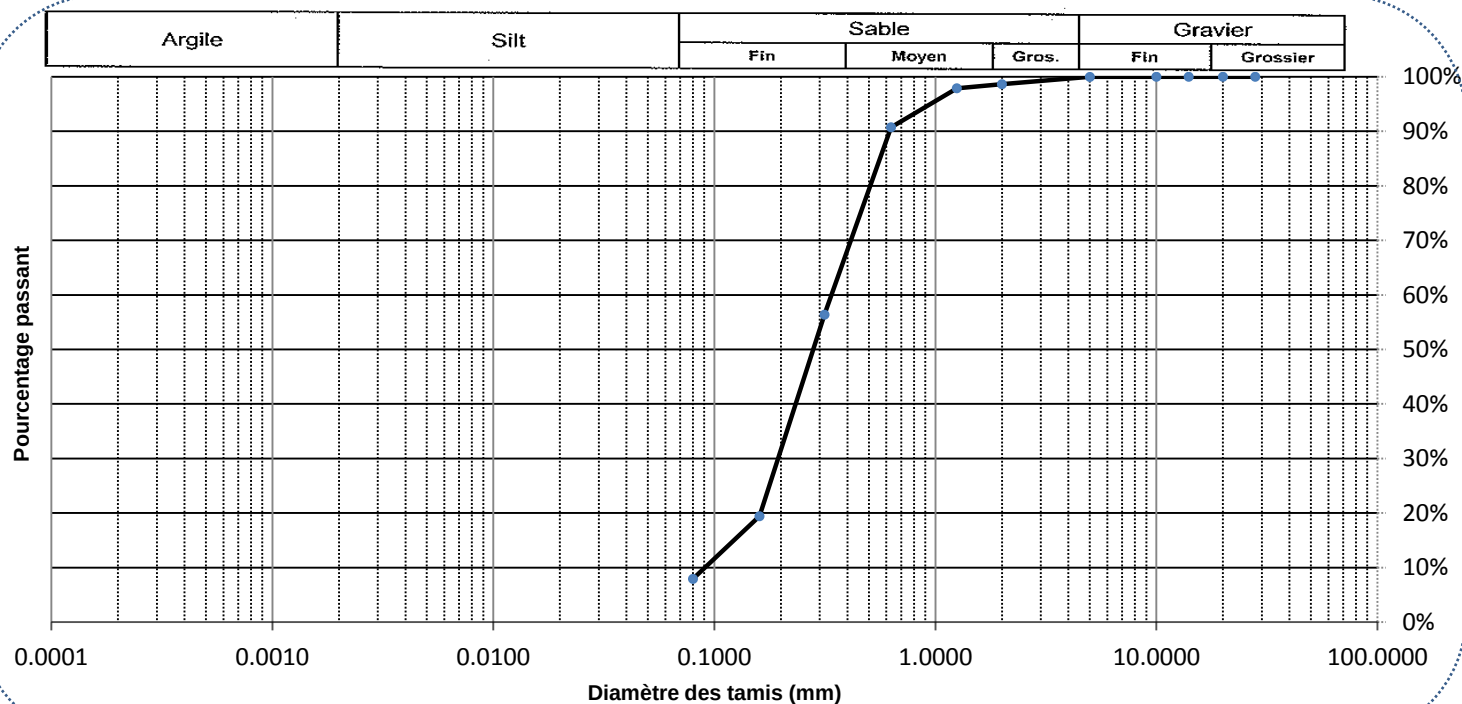
## GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

No bon de travail : 11Q513331  
No échantillon : 2568309  
Votre référence : 7  
Date d'analyse : 21 septembre 2011

Client : AECOM TECSULT  
Responsable : Mme Claudie Gagnon  
Prélevé par : M. Robert Dumont  
Lieu prélèvement : Riv. Opémiska

| Granulométrie<br>Tamis<br>(mm) | Pourcentage<br>passant<br>(%) |
|--------------------------------|-------------------------------|
| 28                             | 100.0%                        |
| 20                             | 100.0%                        |
| 14                             | 100.0%                        |
| 10                             | 100.0%                        |
| 5                              | 100.0%                        |
| 2                              | 98.6%                         |
| 1.25                           | 97.9%                         |
| 0.630                          | 90.7%                         |
| 0.315                          | 56.4%                         |
| 0.160                          | 19.4%                         |
| 0.080                          | 7.9%                          |

| Sédimentométrie<br>Diamètre équivalent<br>( $\mu$ m) | Pourcentage<br>Passant<br>(%) |
|------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 74.0                                                 |                               |
| 52.3                                                 |                               |
| 26.2                                                 |                               |
| 11.0                                                 |                               |
| 7.8                                                  |                               |
| 6.5                                                  |                               |
| 5.5                                                  |                               |
| 3.2                                                  |                               |
| 2.3                                                  |                               |
| 1.2                                                  |                               |
| 0.5                                                  |                               |



Commentaire : Gravier : 0.0% Silt et argile : 7.9%  
Sable : 92.1%

Approuvé par :

53-54

Mathieu Mongrain, Directeur Laboratoire inorganique

Date : 2011-09-21





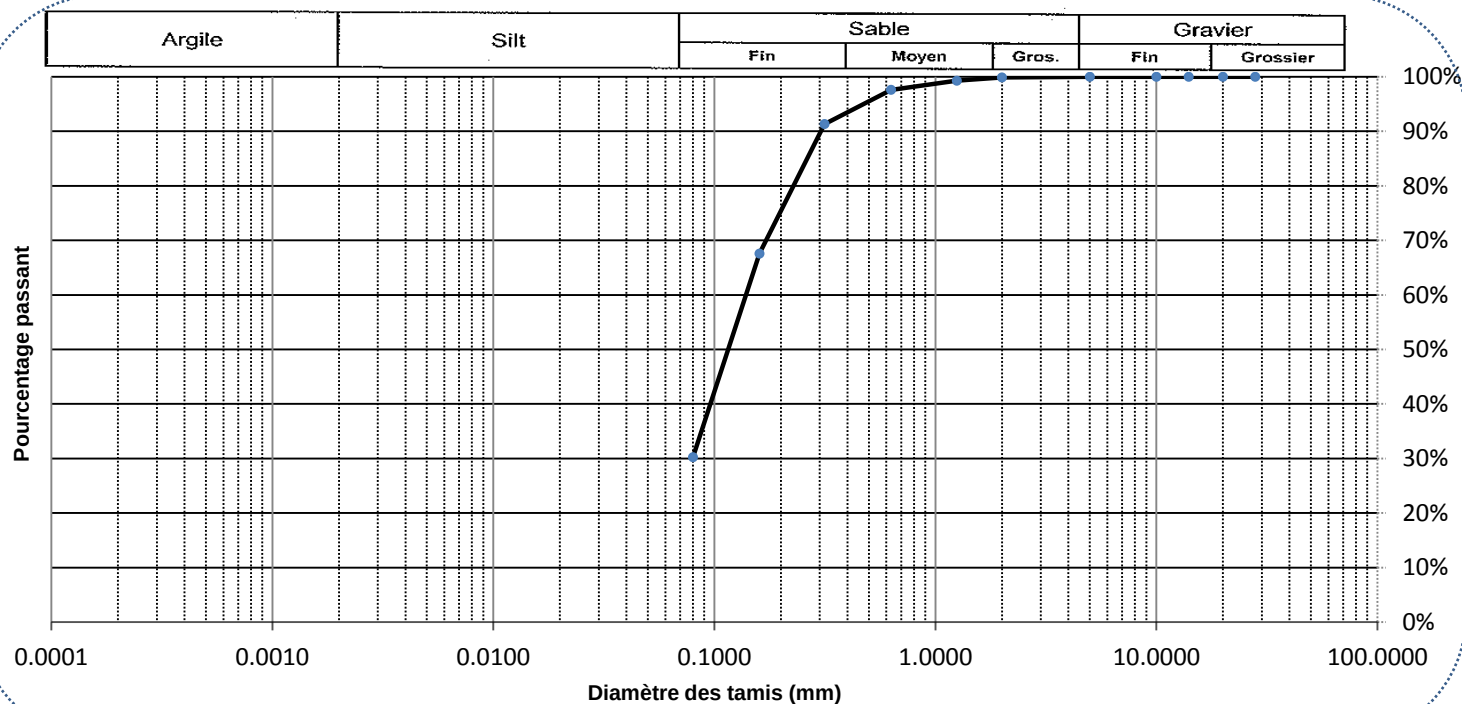
## GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

No bon de travail : 11Q513331  
No échantillon : 2568315  
Votre référence : 5B  
Date d'analyse : 21 septembre 2011

Client : AECOM TECSULT  
Responsable : Mme Claudie Gagnon  
Prélevé par : M. Robert Dumont  
Lieu prélèvement : Riv. Opémiska

| Granulométrie<br>Tamis<br>(mm) | Pourcentage<br>passant<br>(%) |
|--------------------------------|-------------------------------|
| 28                             | 100.0%                        |
| 20                             | 100.0%                        |
| 14                             | 100.0%                        |
| 10                             | 100.0%                        |
| 5                              | 100.0%                        |
| 2                              | 99.9%                         |
| 1.25                           | 99.3%                         |
| 0.630                          | 97.6%                         |
| 0.315                          | 91.3%                         |
| 0.160                          | 67.6%                         |
| 0.080                          | 30.2%                         |

| Sédimentométrie<br>Diamètre équivalent<br>( $\mu$ m) | Pourcentage<br>Passant<br>(%) |
|------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 74.0                                                 |                               |
| 52.3                                                 |                               |
| 26.2                                                 |                               |
| 11.0                                                 |                               |
| 7.8                                                  |                               |
| 6.5                                                  |                               |
| 5.5                                                  |                               |
| 3.2                                                  |                               |
| 2.3                                                  |                               |
| 1.2                                                  |                               |
| 0.5                                                  |                               |



Commentaire : Gravier : 0.0% Silt et argile : 30.2%  
Sable : 69.8%

Approuvé par :

53-54  
Mathieu Mongrain, Directeur Laboratoire inorganique

Date : 2011-09-21



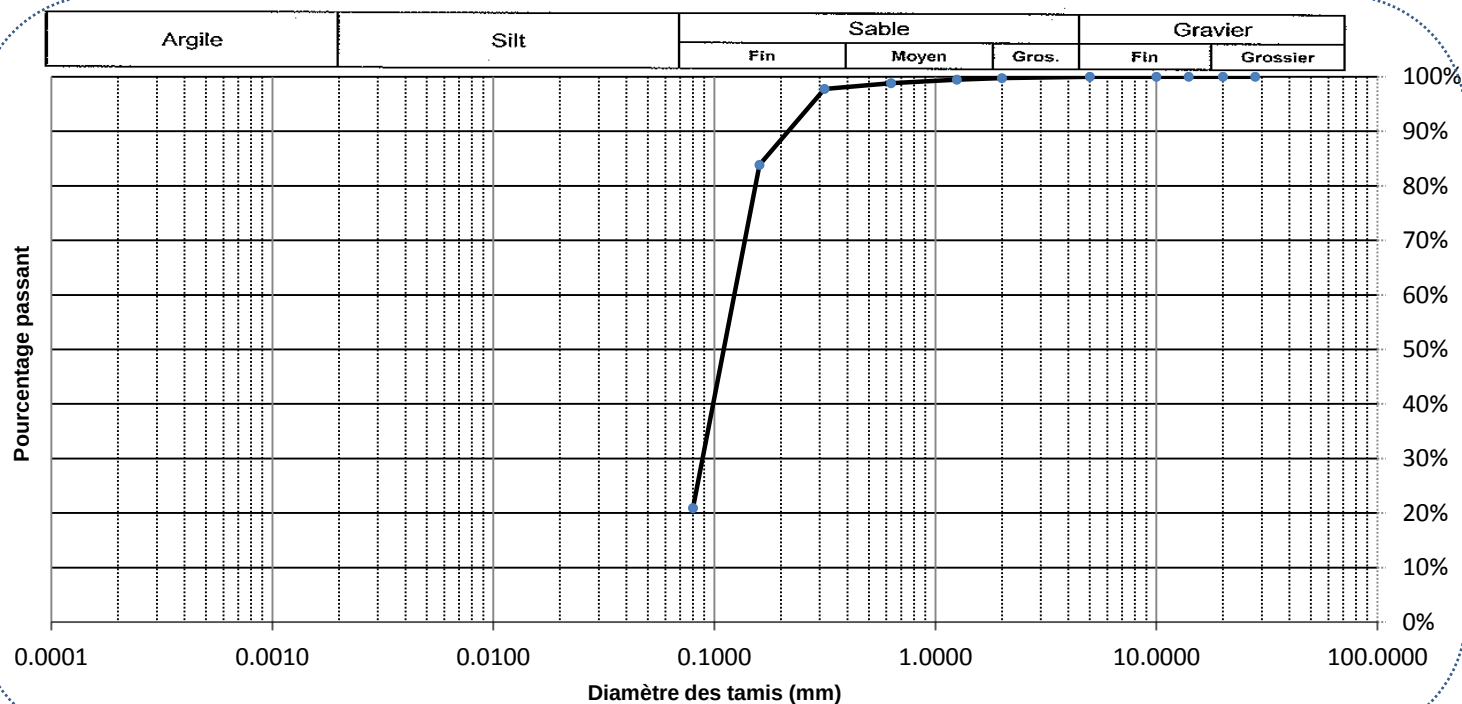
## GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

No bon de travail : 11Q515083  
No échantillon : 2581644  
Votre référence : 18  
Date d'analyse : 20 septembre 2011

Client : AECOM TECSULT  
Responsable : Mme Claudie Gagnon  
Prélevé par : M. Robert Dumont  
Lieu prélèvement : Obatocamau

| Granulométrie<br>Tamis<br>(mm) | Pourcentage<br>passant<br>(%) |
|--------------------------------|-------------------------------|
| 28                             | 100.0%                        |
| 20                             | 100.0%                        |
| 14                             | 100.0%                        |
| 10                             | 100.0%                        |
| 5                              | 100.0%                        |
| 2                              | 99.7%                         |
| 1.25                           | 99.5%                         |
| 0.630                          | 98.8%                         |
| 0.315                          | 97.8%                         |
| 0.160                          | 83.8%                         |
| 0.080                          | 20.9%                         |

| Sédimentométrie<br>Diamètre équivalent<br>( $\mu$ m) | Pourcentage<br>Passant<br>(%) |
|------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 74.0                                                 |                               |
| 52.3                                                 |                               |
| 26.2                                                 |                               |
| 11.0                                                 |                               |
| 7.8                                                  |                               |
| 6.5                                                  |                               |
| 5.5                                                  |                               |
| 3.2                                                  |                               |
| 2.3                                                  |                               |
| 1.2                                                  |                               |
| 0.5                                                  |                               |



Commentaire : Gravier : 0.0% Silt et argile : 20.9%  
Sable : 79.1%

Approuvé par :

53-54  
Mathieu Mongrain, Directeur Laboratoire inorganique

Date : 2011-09-20



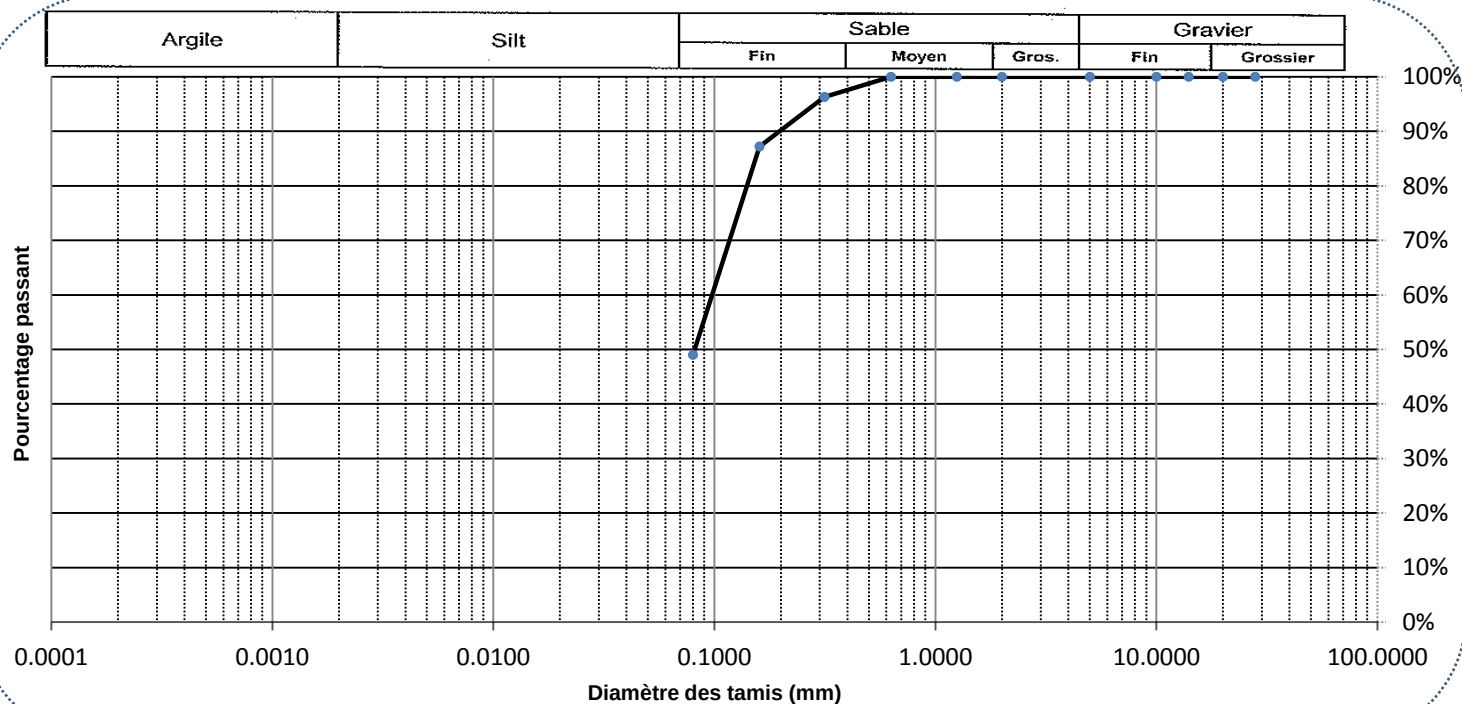
## GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

No bon de travail : 11Q515083  
No échantillon : 2581645  
Votre référence : 21  
Date d'analyse : 20 septembre 2011

Client : AECOM TECSULT  
Responsable : Mme Claudie Gagnon  
Prélevé par : M. Robert Dumont  
Lieu prélèvement : Obatocamau

| Granulométrie<br>Tamis<br>(mm) | Pourcentage<br>passant<br>(%) |
|--------------------------------|-------------------------------|
| 28                             | 100.0%                        |
| 20                             | 100.0%                        |
| 14                             | 100.0%                        |
| 10                             | 100.0%                        |
| 5                              | 100.0%                        |
| 2                              | 100.0%                        |
| 1.25                           | 100.0%                        |
| 0.630                          | 100.0%                        |
| 0.315                          | 96.3%                         |
| 0.160                          | 87.2%                         |
| 0.080                          | 49.0%                         |

| Sédimentométrie<br>Diamètre équivalent<br>( $\mu$ m) | Pourcentage<br>Passant<br>(%) |
|------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 74.0                                                 |                               |
| 52.3                                                 |                               |
| 26.2                                                 |                               |
| 11.0                                                 |                               |
| 7.8                                                  |                               |
| 6.5                                                  |                               |
| 5.5                                                  |                               |
| 3.2                                                  |                               |
| 2.3                                                  |                               |
| 1.2                                                  |                               |
| 0.5                                                  |                               |



Commentaire : Gravier : 0.0% Silt et argile : 49.0%  
Sable : 51.0%

Approuvé par :

53-54  
Mathieu Mongrain, Directeur Laboratoire inorganique

Date : 2011-09-20



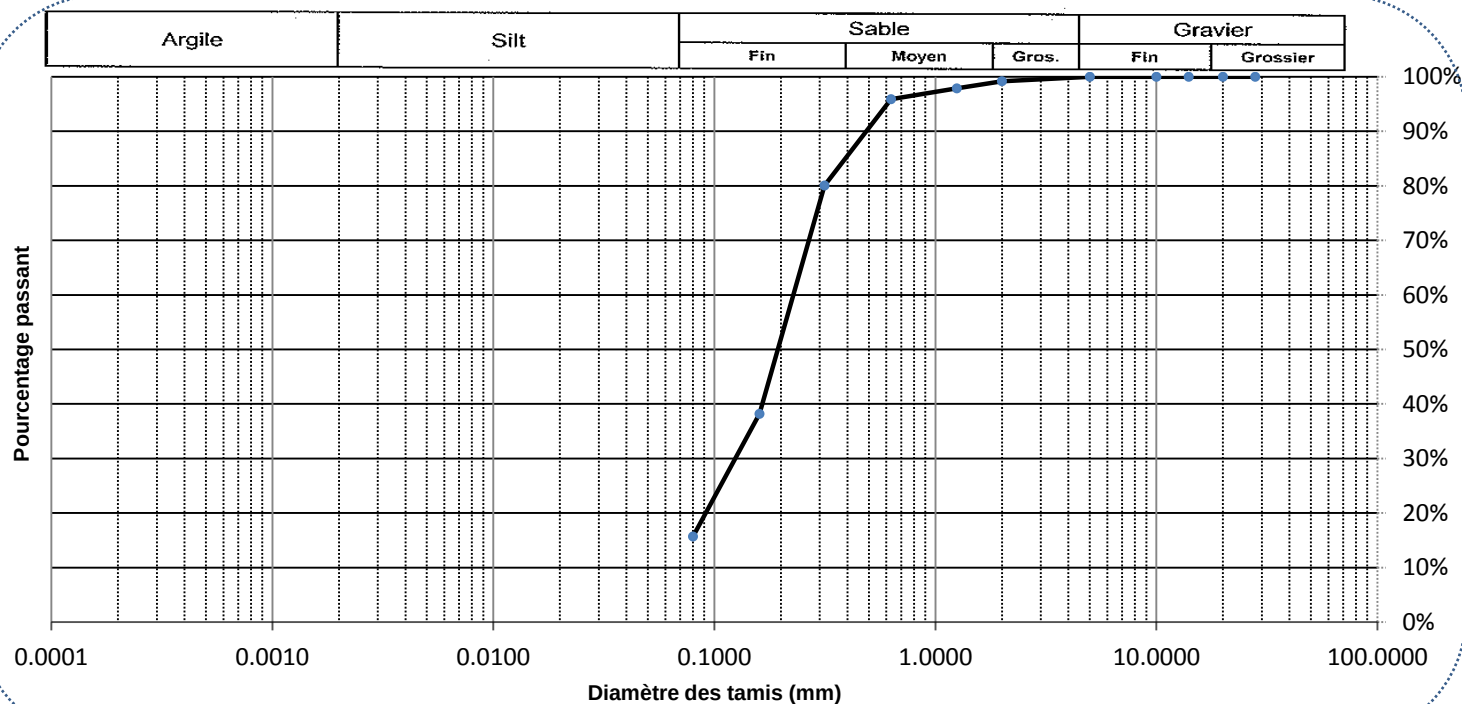
## GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

No bon de travail : 11Q515083  
No échantillon : 2581646  
Votre référence : 25  
Date d'analyse : 20 septembre 2011

Client : AECOM TECSULT  
Responsable : Mme Claudie Gagnon  
Prélevé par : M. Robert Dumont  
Lieu prélèvement : Obatocamau

| Granulométrie<br>Tamis<br>(mm) | Pourcentage<br>passant<br>(%) |
|--------------------------------|-------------------------------|
| 28                             | 100.0%                        |
| 20                             | 100.0%                        |
| 14                             | 100.0%                        |
| 10                             | 100.0%                        |
| 5                              | 100.0%                        |
| 2                              | 99.2%                         |
| 1.25                           | 97.9%                         |
| 0.630                          | 95.9%                         |
| 0.315                          | 80.1%                         |
| 0.160                          | 38.2%                         |
| 0.080                          | 15.7%                         |

| Sédimentométrie<br>Diamètre équivalent<br>( $\mu$ m) | Pourcentage<br>Passant<br>(%) |
|------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 74.0                                                 |                               |
| 52.3                                                 |                               |
| 26.2                                                 |                               |
| 11.0                                                 |                               |
| 7.8                                                  |                               |
| 6.5                                                  |                               |
| 5.5                                                  |                               |
| 3.2                                                  |                               |
| 2.3                                                  |                               |
| 1.2                                                  |                               |
| 0.5                                                  |                               |



Commentaire : Gravier : 0.0% Silt et argile : 15.7%  
Sable : 84.3%

Approuvé par :

53-54

Mathieu Mongrain, Directeur Laboratoire inorganique

Date : 2011-09-20



350, rue Franquet  
Québec, Québec, G1P 4P3  
Tél. (418) 266-5511

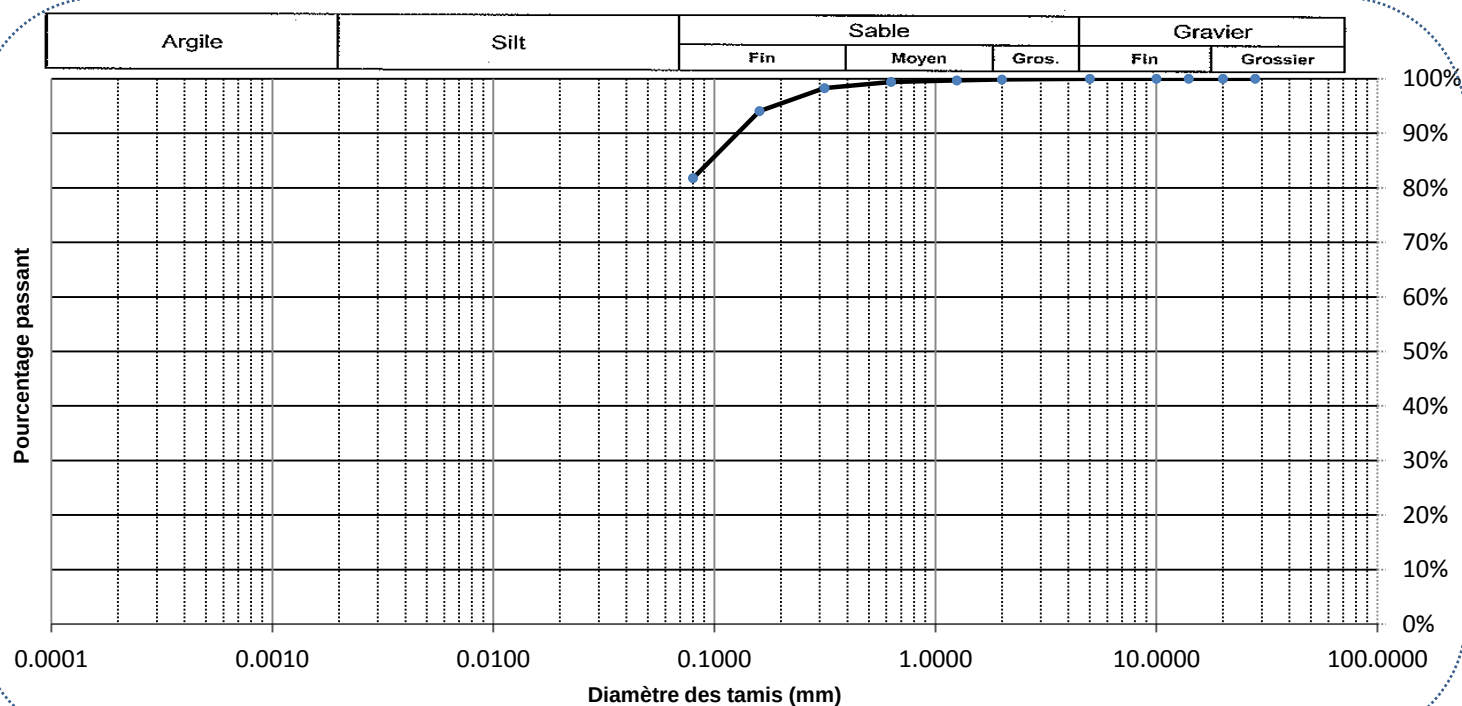
# GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

|                     |                              |
|---------------------|------------------------------|
| No bon de travail : | 11Q513331                    |
| No échantillon :    | 2704293                      |
| Votre référence :   | Composite 3 (strates 1 et 2) |
| Date d'analyse :    | 21 septembre 2011            |

|                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| Client :           | AECOM TECSULT      |
| Responsable :      | Mme Claudie Gagnon |
| Prélevé par :      | M. Robert Dumont   |
| Lieu prélèvement : | Riv. Opémiska      |

| Granulométrie<br>Tamis<br>(mm) | Pourcentage<br>passant<br>(%) |
|--------------------------------|-------------------------------|
| 28                             | 100.0%                        |
| 20                             | 100.0%                        |
| 14                             | 100.0%                        |
| 10                             | 100.0%                        |
| 5                              | 100.0%                        |
| 2                              | 99.9%                         |
| 1.25                           | 99.7%                         |
| 0.630                          | 99.4%                         |
| 0.315                          | 98.3%                         |
| 0.160                          | 94.1%                         |
| 0.080                          | 81.8%                         |

| Sédimentométrie     | Pourcentage |
|---------------------|-------------|
| Diamètre équivalent | Passant     |
| ( $\mu\text{m}$ )   | (%)         |
| 74.0                |             |
| 52.3                |             |
| 26.2                |             |
| 11.0                |             |
| 7.8                 |             |
| 6.5                 |             |
| 5.5                 |             |
| 3.2                 |             |
| 2.3                 |             |
| 1.2                 |             |
| 0.5                 |             |



|               |           |       |                  |       |
|---------------|-----------|-------|------------------|-------|
| Commentaire : | Gravier : | 0.0%  | Silt et argile : | 81.8% |
|               | Sable :   | 18.2% |                  |       |

**Approuvé par :**

53-54  
(  
Mathieu Mongrain, Directeur Laboratoire inorganique

**Date :**  
2011-09-21



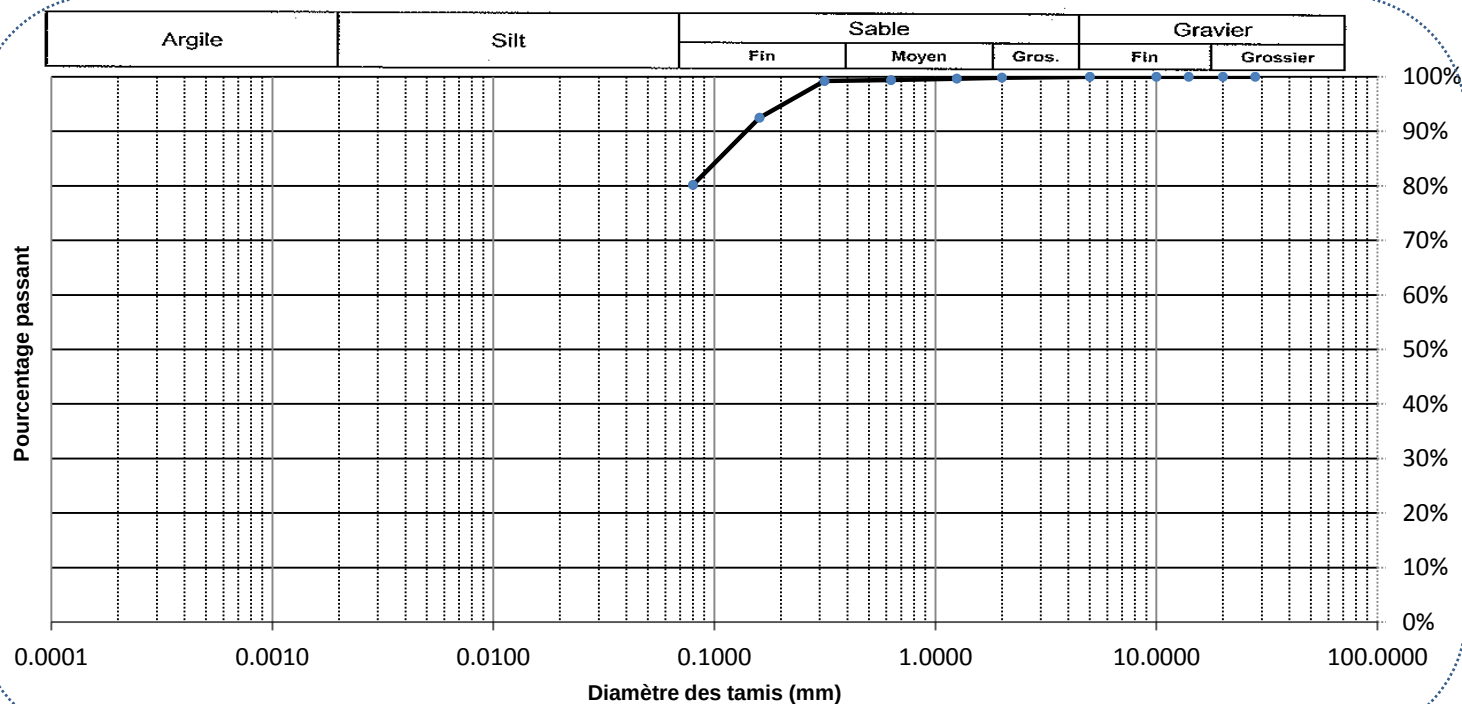
## GRANULOMÉTRIE - SÉDIMENTOMÉTRIE

No bon de travail : 11Q513331  
No échantillon : 2704302  
Votre référence : Composite 4 (strates 1 et 2)  
Date d'analyse : 21 septembre 2011

Client : AECOM TECSULT  
Responsable : Mme Claudie Gagnon  
Prélevé par : M. Robert Dumont  
Lieu prélèvement : Riv. Opémiska

| Granulométrie<br>Tamis<br>(mm) | Pourcentage<br>passant<br>(%) |
|--------------------------------|-------------------------------|
| 28                             | 100.0%                        |
| 20                             | 100.0%                        |
| 14                             | 100.0%                        |
| 10                             | 100.0%                        |
| 5                              | 100.0%                        |
| 2                              | 99.8%                         |
| 1.25                           | 99.7%                         |
| 0.630                          | 99.4%                         |
| 0.315                          | 99.2%                         |
| 0.160                          | 92.5%                         |
| 0.080                          | 80.2%                         |

| Sédimentométrie<br>Diamètre équivalent<br>( $\mu$ m) | Pourcentage<br>Passant<br>(%) |
|------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 74.0                                                 |                               |
| 52.3                                                 |                               |
| 26.2                                                 |                               |
| 11.0                                                 |                               |
| 7.8                                                  |                               |
| 6.5                                                  |                               |
| 5.5                                                  |                               |
| 3.2                                                  |                               |
| 2.3                                                  |                               |
| 1.2                                                  |                               |
| 0.5                                                  |                               |







**Annexe F**  
**Rapport des analyses**  
**toxicologiques sur l'eau**





**RAPPORT D'ANALYSE ÉCOTOXICOLOGIQUE**  
**Essai d'inhibition de croissance avec *Lemna minor***

***Lemna minor***

**Date de l'émission du rapport:** 2011-09-06  
**Demande d'analyse:** 370725  
**Nom du client:** AECOM CONSULTANTS INC.  
Mme Claudie Gagnon  
2, rue Fusey  
Trois-Rivières, Québec  
G8T 2T1  
**Projet :** NA  
**Type d'échantillon:** Eau de surface  
**Identification:** 3  
**Mode de prélèvement:** ND  
**Date de prélèvement:** 2011-07-25 (16h48)  
**Échantillon reçu le:** 2011-07-27 (8h00)  
**Date d'analyse:** 2011-07-28 au 2011-08-04 (12h00)  
**Prélevé par:** M. Robert Dumont  
**Température d'entreposage:** 4°C  
**Congélation de l'échantillon:** Non

**RÉSULTAT**

| N/#Labo: 1633823<br>V/Réf.: 3                                          |        | Unité toxique |
|------------------------------------------------------------------------|--------|---------------|
| Cl <sub>25</sub> - 7j (%v/v I.C. 95%) <sup>(1)</sup> nombre de thalles | >97.09 | <1.03         |
| Cl <sub>25</sub> - 7j (%v/v I.C. 95%) <sup>(1)</sup> poids sec         | >97.09 | <1.03         |

Cl<sub>25</sub>: Concentration inhibitrice pour 25% d'effet.  
(1). Méthode de calcul: NA

**RÉSULTATS DU CONTRÔLE DE QUALITÉ**

| Produit de référence:                                                 | Chlorure de potassium |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Numéro de l'essai (date)                                              | 2011-07-22            |
| Cl <sub>25</sub> - 7j (g/L de KCl, I.C. 95%) <sup>(1)</sup> poids sec | 9.15 (6.32 - 11.70)   |
| Moyenne des Cl <sub>25</sub> (n=68)                                   | 6.23                  |
| Limites de contrôle (±2s)                                             | 1.75 - 10.71          |

(1). Méthode de calcul: CETIS Analytical programme. Régression non linéaire (transformation log des concentrations).

Protocole utilisé: Environnement Canada SPE1/RM/37 - Deuxième édition, janvier 2007. L'analyse de référence sous les mêmes conditions que les essais de toxicité des échantillons.

Approuvé par : 53-54

Stephan Veilleux  
M.Sc. Environnement, biologiste

53-54

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier,  
sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>



**Lemna minor**

**CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉCHANTILLON – NON DILUÉ**

|                                  |                |
|----------------------------------|----------------|
| N#Labo :                         | 1633823        |
| V/Réf. :                         | 3              |
| Température à la réception (°C)  | 17.7           |
| Dureté (mg/L CaCO <sub>3</sub> ) | ND             |
| Apparence                        | Beige, limpide |

**CONDITIONS EXPÉRIMENTALES**

| PARAMÈTRES                                | CONDITIONS EXPÉRIMENTALES                                                                                                                           |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Organisme d'essai                         | <i>Lemna minor</i>                                                                                                                                  |
| Source des organismes                     | UTCC 490, Landolt 8434, Maintenu Exova                                                                                                              |
| Santé des organismes                      | Aucun traitement ou aspect inhabituel, culture axénique. 28 thalles après 7 jours (APHA modifié) pour surveiller la santé des cultures              |
| Milieu de culture                         | E+ de Hoagland stérile                                                                                                                              |
| Acclimatation                             | Deux rinçages et acclimatation dans un milieu APHA modifié avant l'essai (20 heures; 3 cm de hauteur)                                               |
| Âge de la culture au début de l'essai     | 7 jours                                                                                                                                             |
| Eau de contrôle / dilution                | Eau ultra-pure stérile- APHA modifié. Aucun produit chimique ajouté.                                                                                |
| Protocole utilisé                         | SPE1/RM/37 – Deuxième édition, janvier 2007<br>Aucune modification de la méthode<br>Aucune anomalie lors de l'essai                                 |
| Réservoir d'essai                         | Godets jetables en polypropylène, recouverts avec boîtes de Pétri                                                                                   |
| Volume des solutions d'essai / profondeur | 100 mL / 5 cm                                                                                                                                       |
| Nombre de Lemna au début de l'essai       | 2 Lemna à trois thalles / récipient d'essai                                                                                                         |
| Renouvellement des solutions              | 100% aux jours 3 et 5                                                                                                                               |
| Utilisation de l'échantillon              | Sous-échantillon A : jour 0<br>Sous-échantillon B : jour 3<br>Sous-échantillon C : jour 5                                                           |
| Température de l'essai (°C)               | 25 ± 2                                                                                                                                              |
| Photopériode                              | Continue                                                                                                                                            |
| Traitement de l'échantillon               | Enrichi APHA modifié (10 mL/L de chacun des trois solutions mères), pré-aération de 20 min à 100 bulles/min/L, pH et dureté non ajustés, non filtré |
| Nombre de replicat / concentration        | 4 – placés au hasard dans l'aire d'essai                                                                                                            |

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier, sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>

Version 1

page 2 de 4

*Lemna minor*

**RÉSULTATS PHYSICO-CHIMIQUES**

|          |         |
|----------|---------|
| N/#Labo: | 1633823 |
| V/Réf.:  | 3       |

| JOUR 1-3        |             |           |                |              |                                |                              |                            |
|-----------------|-------------|-----------|----------------|--------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Conc<br>(% v/v) | pH<br>début | pH<br>fin | T(°C)<br>début | T(°C)<br>fin | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>début | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>fin | Cond.<br>µmhos/cm<br>début |
| Témoin          | 8.3         | 7.9       | 24.2           | 24.4         | 8.4                            | 7.8                          | 874                        |
| 0.06            | 8.3         | 8.0       | 24.2           | 24.5         | 8.7                            | 8.1                          | 883                        |
| 2.62            | 8.3         | 8.2       | 24.1           | 24.3         | 8.5                            | 8.2                          | 889                        |
| 97.09           | 8.2         | 8.3       | 24.2           | 24.4         | 8.6                            | 8.6                          | 1033                       |
| Avant           | 7.4         | ---       | 24.3           | ---          | 10.4                           | ---                          | 216                        |

| JOUR 3-5        |             |           |                |              |                                |                              |                            |
|-----------------|-------------|-----------|----------------|--------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Conc<br>(% v/v) | pH<br>début | pH<br>fin | T(°C)<br>début | T(°C)<br>fin | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>début | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>fin | Cond.<br>µmhos/cm<br>début |
| Témoin          | 7.5         | 8.4       | 24.5           | 24.3         | 7.9                            | 8.2                          | 888                        |
| 0.06            | 7.7         | 8.4       | 24.5           | 24.7         | 8.1                            | 8.5                          | 876                        |
| 2.62            | 7.9         | 8.4       | 24.4           | 24.6         | 7.7                            | 8.5                          | 874                        |
| 97.09           | 7.4         | 8.8       | 24.5           | 24.8         | 8.0                            | 9.2                          | 1020                       |
| Avant           | 7.3         | ---       | 24.2           | ---          | 9.7                            | ---                          | 225                        |

| JOUR 5-7        |             |           |                |              |                                |                              |                            |
|-----------------|-------------|-----------|----------------|--------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Conc<br>(% v/v) | pH<br>début | pH<br>fin | T(°C)<br>début | T(°C)<br>fin | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>début | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>fin | Cond.<br>µmhos/cm<br>début |
| Témoin          | 8.0         | 8.5       | 25.0           | 24.2         | 8.1                            | 8.1                          | 864                        |
| 0.06            | 8.2         | 8.5       | 24.9           | 24.0         | 8.2                            | 8.3                          | 870                        |
| 2.62            | 8.3         | 8.5       | 24.9           | 24.0         | 8.1                            | 8.3                          | 873                        |
| 97.09           | 8.1         | 8.6       | 24.9           | 24.0         | 8.6                            | 8.5                          | 1035                       |
| Avant           | 7.4         | ---       | 24.4           | ---          | 10.1                           | ---                          | 222                        |

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier,  
sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>





*Lemna minor*

**RÉSULTATS DE L'ESSAI**

|          |         |
|----------|---------|
| N/#Labo: | 1633823 |
| V/Réf.:  | 3       |

| Conc.<br>(% v/v) | Augmentation du nombre de thalles à la fin de l'essai |    |    |    |      |      |      |
|------------------|-------------------------------------------------------|----|----|----|------|------|------|
|                  | # replicat                                            |    |    |    | moy. | é.t. | c.v. |
|                  | #1                                                    | #2 | #3 | #4 |      |      |      |
| Témoin           | 49                                                    | 47 | 45 | 46 | 47   | 1.7  | 3.7  |
| 0.06             | 41                                                    | 43 | 38 | 42 | 41   | 2.7  | 5.3  |
| 0.19             | 46                                                    | 47 | 48 | 49 | 48   | 1.3  | 2.7  |
| 0.78             | 39                                                    | 41 | 42 | 46 | 42   | 2.9  | 7.0  |
| 2.62             | 43                                                    | 41 | 42 | 46 | 43   | 2.2  | 5.0  |
| 8.74             | 38                                                    | 46 | 42 | 40 | 42   | 3.4  | 8.2  |
| 29.13            | 75                                                    | 64 | 71 | 63 | 68   | 5.7  | 8.4  |
| 97.09            | 39                                                    | 62 | 75 | 82 | 65   | 18.9 | 29.3 |

| Conc.<br>(% v/v) | Poids sec à la fin de l'essai (ug) |      |      |      |      |      |      |
|------------------|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
|                  | # replicat                         |      |      |      | moy. | é.t. | c.v. |
|                  | #1                                 | #2   | #3   | #4   |      |      |      |
| Témoin           | 6700                               | 5390 | 6710 | 7310 | 6528 | 810  | 12.4 |
| 0.06             | 6940                               | 7030 | 5380 | 6150 | 6375 | 772  | 12.1 |
| 0.19             | 6630                               | 6310 | 6660 | 5490 | 6272 | 545  | 8.7  |
| 0.78             | 5370                               | 5710 | 5700 | 5230 | 5503 | 241  | 4.4  |
| 2.62             | 8100                               | 6040 | 5800 | 6780 | 6680 | 1035 | 15.5 |
| 8.74             | 6350                               | 7340 | 6210 | 6500 | 6600 | 507  | 7.7  |
| 29.13            | 7540                               | 8350 | 9430 | 8440 | 8440 | 774  | 9.2  |
| 97.09            | 5260                               | 8140 | 9570 | 9760 | 8183 | 2078 | 25.4 |

REMARQUES: Stimulation significative (0.05) observé aux concentrations suivantes pour le nombre de thalles :29.13% v/v. Stimulation significative (0.05) observé aux concentrations suivantes pour le poids sec : 29.13% v/v.

Analyste: Y. L-Meloche / S. Veilleux

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier, sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>



**RAPPORT D'ANALYSE ÉCOTOXICOLOGIQUE**  
**Essai d'inhibition de croissance avec *Lemna minor***

***Lemna minor***

Date de l'émission du rapport: 2011-09-06  
Demande d'analyse: 370725  
Nom du client: AECOM CONSULTANTS INC.  
Mme Claudie Gagnon  
2, rue Fusey  
Trois-Rivières, Québec  
G8T 2T1  
Projet : NA  
Type d'échantillon: Eau de surface  
Identification: 4  
Mode de prélèvement: ND  
Date de prélèvement: 2011-07-25 (16h48)  
Échantillon reçu le: 2011-07-27 (8h00)  
Date d'analyse: 2011-07-28 au 2011-08-04 (13h00)  
Prélevé par: M. Robert Dumont  
Température d'entreposage: 4°C  
Congélation de l'échantillon: Non

**RÉSULTAT**

| N/#Labo: 1633817<br>V/Réf.: 4                                          |        | Unité toxique |
|------------------------------------------------------------------------|--------|---------------|
| Cl <sub>25</sub> - 7j (%v/v I.C. 95%) <sup>(1)</sup> nombre de thalles | >97.09 | <1.03         |
| Cl <sub>25</sub> - 7j (%v/v I.C. 95%) <sup>(1)</sup> poids sec         | >97.09 | <1.03         |

Cl<sub>25</sub>: Concentration inhibitrice pour 25% d'effet.

<sup>(1)</sup>: Méthode de calcul: NA

**RÉSULTATS DU CONTRÔLE DE QUALITÉ**

| Produit de référence:                                                 | Chlorure de potassium |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Numéro de l'essai (date)                                              | 2011-07-22            |
| Cl <sub>25</sub> - 7j (g/L de KCl, I.C. 95%) <sup>(1)</sup> poids sec | 9.15 (6.32 - 11.70)   |
| Moyenne des Cl <sub>25</sub> (n=68)                                   | 6.23                  |
| Limites de contrôle (±2s)                                             | 1.75 - 10.71          |

<sup>(1)</sup>: Méthode de calcul: CETIS Analytical programme. Régression non linéaire (transformation log des concentrations).

Protocole utilisé: Environnement Canada SPE1/RM/37 - Deuxième édition, janvier 2007. L'analyse de référence sous les mêmes conditions que les essais de toxicité avec des échantillons.

Approuvé par :

Stephan Veilleux  
M.Sc. Environnement biologiste

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier,  
sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>

page 1 de 4  
Version 1

**Lemna minor**

**CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉCHANTILLON – NON DILUÉ**

|                                  |                |
|----------------------------------|----------------|
| N/#Labo :                        | 1633817        |
| V/Réf. :                         | 4              |
| Température à la réception (°C)  | 17.3           |
| Dureté (mg/L CaCO <sub>3</sub> ) | ND             |
| Apparence                        | Beige, limpide |

**CONDITIONS EXPÉRIMENTALES**

| PARAMÈTRES                                | CONDITIONS EXPÉRIMENTALES                                                                                                                           |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Organisme d'essai                         | <i>Lemna minor</i>                                                                                                                                  |
| Source des organismes                     | UTCC 490, Landolt 8434, Maintenu Exova                                                                                                              |
| Santé des organismes                      | Aucun traitement ou aspect inhabituel, culture axénique. 28 thalles après 7 jours (APHA modifié) pour surveiller la santé des cultures              |
| Milieu de culture                         | E+ de Hoagland stérile                                                                                                                              |
| Acclimatation                             | Deux rinçages et acclimatation dans un milieu APHA modifié avant l'essai (21 heures; 3 cm de hauteur)                                               |
| Âge de la culture au début de l'essai     | 7 jours                                                                                                                                             |
| Eau de contrôle / dilution                | Eau ultra-pure stérile- APHA modifié. Aucun produit chimique ajouté.                                                                                |
| Protocole utilisé                         | SPE1/RM/37 – Deuxième édition, janvier 2007<br>Aucune modification de la méthode<br>Aucune anomalie lors de l'essai                                 |
| Réservoir d'essai                         | Godets jetables en polypropylène, recouverts avec boîtes de Pétri                                                                                   |
| Volume des solutions d'essai / profondeur | 100 mL / 5 cm                                                                                                                                       |
| Nombre de Lemna au début de l'essai       | 2 Lemna à trois thalles / récipient d'essai                                                                                                         |
| Renouvellement des solutions              | 100% aux jours 3 et 5                                                                                                                               |
| Utilisation de l'échantillon              | Sous-échantillon A : jour 0<br>Sous-échantillon B : jour 3<br>Sous-échantillon C : jour 5                                                           |
| Température de l'essai (°C)               | 25 ± 2                                                                                                                                              |
| Photopériode                              | Continue                                                                                                                                            |
| Traitement de l'échantillon               | Enrichi APHA modifié (10 mL/L de chacun des trois solutions mères), pré-aération de 20 min à 100 bulles/min/L, pH et dureté non ajustés, non filtré |
| Nombre de replicat / concentration        | 4 – placés au hasard dans l'aire d'essai                                                                                                            |

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier, sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>

Version 1

page 2 de 4



*Lemna minor*

## RÉSULTATS PHYSICO-CHIMIQUES

|          |         |
|----------|---------|
| N/#Labo: | 1633817 |
| V/Réf.:  | 4       |

| JOUR 1-3        |             |           |                |              |                                |                              |                            |
|-----------------|-------------|-----------|----------------|--------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Conc<br>(% v/v) | pH<br>début | pH<br>fin | T(°C)<br>début | T(°C)<br>fin | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>début | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>fin | Cond.<br>µmhos/cm<br>début |
| Témoin          | 8.2         | 8.0       | 24.3           | 24.3         | 8.1                            | 7.8                          | 892                        |
| 0.06            | 8.3         | 8.2       | 24.2           | 24.5         | 8.5                            | 8.0                          | 899                        |
| 2.62            | 8.3         | 8.2       | 24.2           | 24.4         | 8.5                            | 8.1                          | 899                        |
| 97.09           | 8.2         | 8.4       | 24.2           | 24.5         | 8.3                            | 9.2                          | 904                        |
| Avant           | 7.4         | ---       | 24.3           | ---          | 7.5                            | ---                          | 70                         |

| JOUR 3-5        |             |           |                |              |                                |                              |                            |
|-----------------|-------------|-----------|----------------|--------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Conc<br>(% v/v) | pH<br>début | pH<br>fin | T(°C)<br>début | T(°C)<br>fin | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>début | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>fin | Cond.<br>µmhos/cm<br>début |
| Témoin          | 8.3         | 8.2       | 24.5           | 24.6         | 7.5                            | 8.2                          | 868                        |
| 0.06            | 8.2         | 8.3       | 24.4           | 24.1         | 7.9                            | 8.3                          | 881                        |
| 2.62            | 8.2         | 8.4       | 24.5           | 24.7         | 7.8                            | 8.3                          | 887                        |
| 97.09           | 8.2         | 8.8       | 24.3           | 24.9         | 8.3                            | 9.7                          | 894                        |
| Avant           | 7.5         | ---       | 24.4           | ---          | 8.3                            | ---                          | 77                         |

| JOUR 5-7        |             |           |                |              |                                |                              |                            |
|-----------------|-------------|-----------|----------------|--------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Conc<br>(% v/v) | pH<br>début | pH<br>fin | T(°C)<br>début | T(°C)<br>fin | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>début | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>fin | Cond.<br>µmhos/cm<br>début |
| Témoin          | 8.1         | 8.7       | 24.9           | 24.2         | 8.1                            | 8.1                          | 874                        |
| 0.06            | 8.1         | 8.7       | 24.7           | 24.1         | 8.1                            | 8.2                          | 872                        |
| 2.62            | 8.2         | 8.7       | 24.7           | 24.0         | 8.3                            | 8.3                          | 867                        |
| 97.09           | 8.2         | 8.7       | 24.8           | 24.0         | 8.3                            | 7.8                          | 886                        |
| Avant           | 7.4         | ---       | 24.3           | ---          | 8.8                            | ---                          | 77                         |

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier,  
sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>





*Lemna minor*

## RÉSULTATS DE L'ESSAI

|         |         |
|---------|---------|
| N#Labo: | 1633817 |
| V/Réf.: | 4       |

| Conc.<br>(% v/v) | Augmentation du nombre de thalles à la fin de l'essai |     |    |     |      |      |      |
|------------------|-------------------------------------------------------|-----|----|-----|------|------|------|
|                  | # replicat                                            |     |    |     | moy. | é.t. | c.v. |
|                  | #1                                                    | #2  | #3 | #4  |      |      |      |
| Témoin           | 58                                                    | 58  | 61 | 48  | 56   | 5.7  | 10.1 |
| 0.06             | 47                                                    | 51  | 46 | 43  | 47   | 3.3  | 7.1  |
| 0.19             | 52                                                    | 52  | 54 | 60  | 55   | 3.8  | 6.9  |
| 0.78             | 40                                                    | 49  | 43 | 49  | 45   | 4.5  | 9.9  |
| 2.62             | 53                                                    | 63  | 88 | 69  | 68   | 14.7 | 21.6 |
| 8.74             | 73                                                    | 59  | 70 | 78  | 70   | 8.0  | 11.5 |
| 29.13            | 67                                                    | 69  | 65 | 100 | 75   | 16.6 | 22.0 |
| 97.09            | 83                                                    | 101 | 57 | 75  | 79   | 18.3 | 23.1 |

| Conc.<br>(% v/v) | Poids sec à la fin de l'essai (ug) |       |      |       |      |      |      |
|------------------|------------------------------------|-------|------|-------|------|------|------|
|                  | # replicat                         |       |      |       | moy. | é.t. | c.v. |
|                  | #1                                 | #2    | #3   | #4    |      |      |      |
| Témoin           | 8770                               | 8480  | 7180 | 6640  | 7767 | 1021 | 13.1 |
| 0.06             | 6940                               | 8370  | 6850 | 5810  | 6993 | 1052 | 15.0 |
| 0.19             | 8920                               | 7070  | 6030 | 7290  | 7327 | 1195 | 16.3 |
| 0.78             | 4660                               | 5360  | 5540 | 5110  | 5168 | 382  | 7.4  |
| 2.62             | 7140                               | 7600  | 9370 | 7740  | 7963 | 973  | 12.2 |
| 8.74             | 7960                               | 6980  | 7820 | 8630  | 7848 | 678  | 8.6  |
| 29.13            | 7660                               | 7020  | 7290 | 11490 | 8365 | 2100 | 25.1 |
| 97.09            | 10320                              | 11330 | 6610 | 8100  | 9090 | 2134 | 23.8 |

REMARQUES: Stimulation significative (0.05) observé aux concentrations suivantes pour le nombre de thalles :29.13% v/v. Stimulation significative (0.05) observé aux concentrations suivantes pour le poids sec : aucune.

Analyste: Y. L-Meloche / S. Veilleux

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier, sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>

page 4 de 4  
Version 1



**RAPPORT D'ANALYSE ÉCOTOXICOLOGIQUE**  
**Essai d'inhibition de croissance avec *Lemna minor***

***Lemna minor***

Date de l'émission du rapport: 2011-09-06  
Demande d'analyse: 370725  
Nom du client: AECOM CONSULTANTS INC.  
Mme Claudie Gagnon  
2, rue Fusey  
Trois-Rivières, Québec  
G8T 2T1  
Projet : NA  
Type d'échantillon: Eau de surface  
Identification: 5B  
Mode de prélèvement: ND  
Date de prélèvement: 2011-07-25 (16h48)  
Échantillon reçu le: 2011-07-27 (8h00)  
Date d'analyse: 2011-07-28 au 2011-08-04 (13h30)  
Prélevé par: M. Robert Dumont  
Température d'entreposage: 4°C  
Congélation de l'échantillon: Non

**RÉSULTAT**

| N/#Labo: 1633818<br>V/Réf.: 5B                                         |        | Unité toxique |
|------------------------------------------------------------------------|--------|---------------|
| Cl <sub>25</sub> - 7j (%v/v I.C. 95%) <sup>(1)</sup> nombre de thalles | >97.09 | <1.03         |
| Cl <sub>25</sub> - 7j (%v/v I.C. 95%) <sup>(1)</sup> poids sec         | >97.09 | <1.03         |

Cl<sub>25</sub>: Concentration inhibitrice pour 25% d'effet.

<sup>(1)</sup>. Méthode de calcul: NA

**RÉSULTATS DU CONTRÔLE DE QUALITÉ**

| Produit de référence:                                                 | Chlorure de potassium |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Numéro de l'essai (date)                                              | 2011-07-22            |
| Cl <sub>25</sub> - 7j (g/L de KCl, I.C. 95%) <sup>(1)</sup> poids sec | 9.15 (6.32 - 11.70)   |
| Moyenne des Cl <sub>25</sub> (n=68)                                   | 6.23                  |
| Limites de contrôle (±2s)                                             | 1.75 - 10.71          |

<sup>(1)</sup>. Méthode de calcul: CETIS Analytical programme. Régression non linéaire (transformation log des concentrations).

Protocole utilisé: Environnement Canada SPE1/RM/37 - Deuxième édition, janvier 2007. L'analyse de référence sous les mêmes conditions que les essais de toxicité avec des échantillons.

Approuvé par :

53-54

Stephan Veilleux

M.Sc. Environnement, biologiste

53-54

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier, sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>



**Lemna minor**

**CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉCHANTILLON – NON DILUÉ**

|                                  |                |
|----------------------------------|----------------|
| N/#Labo :                        | 1633818        |
| V/Réf. :                         | 5B             |
| Température à la réception (°C)  | 17.1           |
| Dureté (mg/L CaCO <sub>3</sub> ) | ND             |
| Apparence                        | Beige, limpide |

**CONDITIONS EXPÉRIMENTALES**

| PARAMÈTRES                                | CONDITIONS EXPÉRIMENTALES                                                                                                                           |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Organisme d'essai                         | <i>Lemna minor</i>                                                                                                                                  |
| Source des organismes                     | UTCC 490, Landolt 8434, Maintenu Exova                                                                                                              |
| Santé des organismes                      | Aucun traitement ou aspect inhabituel, culture axénique. 28 thalles après 7 jours (APHA modifié) pour surveiller la santé des cultures              |
| Milieu de culture                         | E+ de Hoagland stérile                                                                                                                              |
| Acclimatation                             | Deux rinçages et acclimatation dans un milieu APHA modifié avant l'essai (21.5 heures; 3 cm de hauteur)                                             |
| Âge de la culture au début de l'essai     | 7 jours                                                                                                                                             |
| Eau de contrôle / dilution                | Eau ultra-pure stérile- APHA modifié. Aucun produit chimique ajouté.                                                                                |
| Protocole utilisé                         | SPE1/RM/37 – Deuxième édition, janvier 2007<br>Aucune modification de la méthode<br>Aucune anomalie lors de l'essai                                 |
| Réservoir d'essai                         | Godets jetables en polypropylène, recouverts avec boîtes de Pétri                                                                                   |
| Volume des solutions d'essai / profondeur | 100 mL / 5 cm                                                                                                                                       |
| Nombre de Lemna au début de l'essai       | 2 Lemna à trois thalles / récipient d'essai                                                                                                         |
| Renouvellement des solutions              | 100% aux jours 3 et 5                                                                                                                               |
| Utilisation de l'échantillon              | Sous-échantillon A : jour 0<br>Sous-échantillon B : jour 3<br>Sous-échantillon C : jour 5                                                           |
| Température de l'essai (°C)               | 25 ± 2                                                                                                                                              |
| Photopériode                              | Continue                                                                                                                                            |
| Traitement de l'échantillon               | Enrichi APHA modifié (10 mL/L de chacun des trois solutions mères), pré-aération de 20 min à 100 bulles/min/L, pH et dureté non ajustés, non filtré |
| Nombre de replicat / concentration        | 4 – placés au hasard dans l'aire d'essai                                                                                                            |

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier, sans une permission écrite de Exova

page 2 de 4

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Version 1

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>

*Lemna minor*

**RÉSULTATS PHYSICO-CHIMIQUES**

|          |         |
|----------|---------|
| N/#Labo: | 1633818 |
| V/Réf.:  | 5B      |

| JOUR 1-3        |             |           |                |              |                                |                              |                            |
|-----------------|-------------|-----------|----------------|--------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Conc<br>(% v/v) | pH<br>début | pH<br>fin | T(°C)<br>début | T(°C)<br>fin | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>début | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>fin | Cond.<br>µmhos/cm<br>début |
| Témoin          | 8.0         | 8.0       | 24.2           | 24.3         | 8.0                            | 7.9                          | 928                        |
| 0.06            | 8.1         | 8.3       | 24.2           | 24.4         | 8.4                            | 7.8                          | 937                        |
| 2.62            | 8.2         | 8.4       | 24.2           | 24.6         | 8.5                            | 8.0                          | 936                        |
| 97.09           | 8.2         | 8.5       | 24.2           | 24.5         | 8.4                            | 8.4                          | 891                        |
| Avant           | 7.1         | ---       | 24.6           | ---          | 7.7                            | ---                          | 78                         |

| JOUR 3-5        |             |           |                |              |                                |                              |                            |
|-----------------|-------------|-----------|----------------|--------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Conc<br>(% v/v) | pH<br>début | pH<br>fin | T(°C)<br>début | T(°C)<br>fin | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>début | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>fin | Cond.<br>µmhos/cm<br>début |
| Témoin          | 8.1         | 8.2       | 24.6           | 24.5         | 7.9                            | 8.3                          | 883                        |
| 0.06            | 8.2         | 8.6       | 24.5           | 24.3         | 8.1                            | 9.3                          | 870                        |
| 2.62            | 8.2         | 8.6       | 24.6           | 24.1         | 8.1                            | 9.1                          | 872                        |
| 97.09           | 8.2         | 8.7       | 24.5           | 24.2         | 8.1                            | 9.6                          | 930                        |
| Avant           | 7.3         | ---       | 24.4           | ---          | 8.3                            | ---                          | 84                         |

| JOUR 5-7        |             |           |                |              |                                |                              |                            |
|-----------------|-------------|-----------|----------------|--------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Conc<br>(% v/v) | pH<br>début | pH<br>fin | T(°C)<br>début | T(°C)<br>fin | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>début | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>fin | Cond.<br>µmhos/cm<br>début |
| Témoin          | 8.3         | 9.2       | 24.8           | 24.4         | 8.2                            | 8.3                          | 870                        |
| 0.06            | 8.3         | 9.3       | 24.9           | 24.1         | 8.3                            | 8.5                          | 885                        |
| 2.62            | 8.3         | 9.3       | 24.9           | 24.0         | 8.7                            | 8.8                          | 884                        |
| 97.09           | 8.1         | 9.3       | 24.8           | 24.1         | 8.3                            | 8.5                          | 878                        |
| Avant           | 7.0         | ---       | 24.1           | ---          | 8.8                            | ---                          | 84                         |

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier,  
sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>



**Lemna minor**

**RÉSULTATS DE L'ESSAI**

|         |         |
|---------|---------|
| N#Labo: | 1633818 |
| V/Réf.: | 5B      |

| Conc.<br>(% v/v) | Augmentation du nombre de thalles à la fin de l'essai |    |     |    |      |      |      |
|------------------|-------------------------------------------------------|----|-----|----|------|------|------|
|                  | # replicat                                            |    |     |    | moy. | é.t. | c.v. |
|                  | #1                                                    | #2 | #3  | #4 |      |      |      |
| Témoin           | 52                                                    | 43 | 71  | 49 | 54   | 12.1 | 22.5 |
| 0.06             | 44                                                    | 52 | 59  | 42 | 49   | 7.8  | 15.8 |
| 0.19             | 52                                                    | 40 | 61  | 67 | 55   | 11.7 | 21.4 |
| 0.78             | 50                                                    | 38 | 43  | 57 | 47   | 8.3  | 17.6 |
| 2.62             | 62                                                    | 51 | 53  | 50 | 54   | 5.5  | 10.1 |
| 8.74             | 62                                                    | 60 | 74  | 57 | 63   | 7.5  | 11.8 |
| 29.13            | 73                                                    | 78 | 111 | 64 | 82   | 20.5 | 25.2 |
| 97.09            | 106                                                   | 82 | 101 | 97 | 97   | 10.3 | 10.7 |

| Conc.<br>(% v/v) | Poids sec à la fin de l'essai (ug) |       |       |       |       |      |      |
|------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|
|                  | # replicat                         |       |       |       | moy.  | é.t. | c.v. |
|                  | #1                                 | #2    | #3    | #4    |       |      |      |
| Témoin           | 6580                               | 6870  | 8230  | 8110  | 7448  | 844  | 11.3 |
| 0.06             | 8520                               | 8160  | 11350 | 11100 | 9783  | 1675 | 17.1 |
| 0.19             | 9510                               | 7260  | 8580  | 10300 | 8913  | 1307 | 14.7 |
| 0.78             | 8170                               | 6020  | 6680  | 8050  | 7230  | 1052 | 14.6 |
| 2.62             | 10710                              | 8340  | 7850  | 7390  | 8573  | 1477 | 17.2 |
| 8.74             | 8780                               | 7070  | 9310  | 8030  | 8298  | 972  | 11.7 |
| 29.13            | 8890                               | 10170 | 11880 | 9270  | 10053 | 1331 | 13.2 |
| 97.09            | 12850                              | 11020 | 13540 | 14350 | 12940 | 1419 | 11.0 |

REMARQUES: Stimulation significative (0.05) observé aux concentrations suivantes pour le nombre de thalles :29.13 et 97.09% v/v. Stimulation significative (0.05) observé aux concentrations suivantes pour le poids sec : 0.06, 0.19, 2.62, 8.74, 29.13 et 97.09% v/v.

Analyste: Y. L-Meloche / S. Veilleux

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier, sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>



# **RAPPORT D'ANALYSE ÉCOTOXICOLOGIQUE** **Essai d'inhibition de croissance avec *Lemna minor***

***Lemna minor***

**Date de l'émission du rapport:** 2011-09-06  
**Demande d'analyse:** 370725  
**Nom du client:** AECOM CONSULTANTS INC.  
Mme Claudie Gagnon  
2, rue Fusey  
Trois-Rivières, Québec  
G8T 2T1  
**Projet :** NA  
**Type d'échantillon:** Eau de surface  
**Identification:** 7  
**Mode de prélèvement:** ND  
**Date de prélèvement:** 2011-07-25 (16h48)  
**Échantillon reçu le:** 2011-07-27 (8h00)  
**Date d'analyse:** 2011-07-28 au 2011-08-04 (13h00)  
**Prélevé par:** M. Robert Dumont  
**Température d'entreposage:** 4°C  
**Congélation de l'échantillon:** Non

## **RÉSULTAT**

| N/#Labo: 1633819<br>V/Réf.: 7                                          |        | Unité toxique |
|------------------------------------------------------------------------|--------|---------------|
| Cl <sub>25</sub> – 7j (%v/v I.C. 95%) <sup>(1)</sup> nombre de thalles | >97.09 | <1.03         |
| Cl <sub>25</sub> – 7j (%v/v I.C. 95%) <sup>(1)</sup> poids sec         | >97.09 | <1.03         |

Cl<sub>25</sub>: Concentration inhibitrice pour 25% d'effet.

<sup>(1)</sup>: Méthode de calcul: NA

## **RÉSULTATS DU CONTRÔLE DE QUALITÉ**

| Produit de référence:                                                 | Chlorure de potassium |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Numéro de l'essai (date)                                              | 2011-07-22            |
| Cl <sub>25</sub> – 7j (g/L de KCl, I.C. 95%) <sup>(1)</sup> poids sec | 9.15 (6.32 – 11.70)   |
| Moyenne des Cl <sub>25</sub> (n=68)                                   | 6.23                  |
| Limites de contrôle (±2s)                                             | 1.75 – 10.71          |

<sup>(1)</sup>: Méthode de calcul: CETIS Analytical programme. Régression non linéaire (transformation log des concentrations).

Protocole utilisé: Environnement Canada SPE1/RM/37 – Deuxième édition, janvier 2007. L'analyse de référence sous les mêmes conditions que les essais de toxicité avec des échantillons.

Approuvé par : 53-54

Stephan Veilleux

M.Sc. Environnement, biologiste

53-54

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier,  
sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>

page 1 de 4  
Version 1

**Lemna minor**

**CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉCHANTILLON – NON DILUÉ**

|                                  |                |
|----------------------------------|----------------|
| N/#Labo :                        | 1633819        |
| V/Réf. :                         | 7              |
| Température à la réception (°C)  | 17.2           |
| Dureté (mg/L CaCO <sub>3</sub> ) | ND             |
| Apparence                        | Beige, limpide |

**CONDITIONS EXPÉRIMENTALES**

| PARAMÈTRES                                | CONDITIONS EXPÉRIMENTALES                                                                                                                           |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Organisme d'essai                         | <i>Lemna minor</i>                                                                                                                                  |
| Source des organismes                     | UTCC 490, Landolt 8434, Maintenu Exova                                                                                                              |
| Santé des organismes                      | Aucun traitement ou aspect inhabituel, culture axénique. 28 thalles après 7 jours (APHA modifié) pour surveiller la santé des cultures              |
| Milieu de culture                         | E+ de Hoagland stérile                                                                                                                              |
| Acclimatation                             | Deux rinçages et acclimatation dans un milieu APHA modifié avant l'essai (21 heures; 3 cm de hauteur)                                               |
| Âge de la culture au début de l'essai     | 7 jours                                                                                                                                             |
| Eau de contrôle / dilution                | Eau ultra-pure stérile- APHA modifié. Aucun produit chimique ajouté.                                                                                |
| Protocole utilisé                         | SPE1/RM/37 – Deuxième édition, janvier 2007<br>Aucune modification de la méthode<br>Aucune anomalie lors de l'essai                                 |
| Réservoir d'essai                         | Godets jetables en polypropylène, recouverts avec boîtes de Pétri                                                                                   |
| Volume des solutions d'essai / profondeur | 100 mL / 5 cm                                                                                                                                       |
| Nombre de Lemna au début de l'essai       | 2 Lemna à trois thalles / récipient d'essai                                                                                                         |
| Renouvellement des solutions              | 100% aux jours 3 et 5                                                                                                                               |
| Utilisation de l'échantillon              | Sous-échantillon A : jour 0<br>Sous-échantillon B : jour 3<br>Sous-échantillon C : jour 5                                                           |
| Température de l'essai (°C)               | 25 ± 2                                                                                                                                              |
| Photopériode                              | Continue                                                                                                                                            |
| Traitement de l'échantillon               | Enrichi APHA modifié (10 mL/L de chacun des trois solutions mères), pré-aération de 20 min à 100 bulles/min/L, pH et dureté non ajustés, non filtré |
| Nombre de replicat / concentration        | 4 – placés au hasard dans l'aire d'essai                                                                                                            |

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier, sans une permission écrite de Exova

page 2 de 4

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Version 1

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>





*Lemna minor*

**RÉSULTATS PHYSICO-CHIMIQUES**

|          |         |
|----------|---------|
| N/#Labo: | 1633819 |
| V/Réf.:  | 7       |

| JOUR 1-3        |             |           |                |              |                                |                              |                            |
|-----------------|-------------|-----------|----------------|--------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Conc<br>(% v/v) | pH<br>début | pH<br>fin | T(°C)<br>début | T(°C)<br>fin | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>début | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>fin | Cond.<br>µmhos/cm<br>début |
| Témoin          | 8.1         | 8.0       | 24.4           | 24.5         | 8.0                            | 8.0                          | 876                        |
| 0.06            | 8.2         | 8.1       | 24.2           | 24.5         | 8.3                            | 8.1                          | 887                        |
| 2.62            | 8.2         | 8.2       | 24.2           | 24.4         | 8.5                            | 8.2                          | 884                        |
| 97.09           | 8.1         | 8.2       | 24.3           | 24.5         | 8.3                            | 8.4                          | 866                        |
| Avant           | 7.4         | ---       | 24.5           | ---          | 7.8                            | ---                          | 37                         |

| JOUR 3-5        |             |           |                |              |                                |                              |                            |
|-----------------|-------------|-----------|----------------|--------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Conc<br>(% v/v) | pH<br>début | pH<br>fin | T(°C)<br>début | T(°C)<br>fin | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>début | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>fin | Cond.<br>µmhos/cm<br>début |
| Témoin          | 8.0         | 8.2       | 24.4           | 24.3         | 7.9                            | 8.3                          | 870                        |
| 0.06            | 8.3         | 8.3       | 24.5           | 24.1         | 8.1                            | 8.3                          | 877                        |
| 2.62            | 8.3         | 8.4       | 24.4           | 24.0         | 7.7                            | 8.2                          | 877                        |
| 97.09           | 8.2         | 8.4       | 24.3           | 24.2         | 8.1                            | 8.2                          | 883                        |
| Avant           | 7.5         | ---       | 24.4           | ---          | 8.8                            | ---                          | 43                         |

| JOUR 5-7        |             |           |                |              |                                |                              |                            |
|-----------------|-------------|-----------|----------------|--------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Conc<br>(% v/v) | pH<br>début | pH<br>fin | T(°C)<br>début | T(°C)<br>fin | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>début | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>fin | Cond.<br>µmhos/cm<br>début |
| Témoin          | 8.2         | 8.7       | 24.5           | 24.1         | 8.2                            | 8.1                          | 908                        |
| 0.06            | 8.2         | 8.7       | 24.6           | 24.1         | 8.3                            | 8.2                          | 903                        |
| 2.62            | 8.2         | 8.6       | 24.6           | 24.0         | 8.3                            | 8.1                          | 902                        |
| 97.09           | 8.1         | 8.7       | 24.6           | 24.0         | 8.3                            | 8.2                          | 875                        |
| Avant           | 7.3         | ---       | 24.3           | ---          | 9.3                            | ---                          | 42                         |

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier,  
sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>

page 3 de 4  
Version 1



**Lemna minor**

**RÉSULTATS DE L'ESSAI**

|         |         |
|---------|---------|
| N#Labo: | 1633819 |
| V/Réf.: | 7       |

| Conc.<br>(% v/v) | Augmentation du nombre de thalles à la fin de l'essai |     |     |     |      |      |      |
|------------------|-------------------------------------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|
|                  | # replicat                                            |     |     |     | moy. | é.t. | c.v. |
|                  | #1                                                    | #2  | #3  | #4  |      |      |      |
| Témoin           | 70                                                    | 72  | 80  | 65  | 72   | 6.2  | 8.7  |
| 0.06             | 72                                                    | 61  | 69  | 56  | 65   | 7.3  | 11.4 |
| 0.19             | 55                                                    | 81  | 67  | 85  | 72   | 13.7 | 19.0 |
| 0.78             | 74                                                    | 91  | 87  | 108 | 90   | 14.0 | 15.6 |
| 2.62             | 55                                                    | 64  | 74  | 68  | 65   | 8.0  | 12.2 |
| 8.74             | 65                                                    | 76  | 58  | 73  | 68   | 8.1  | 11.9 |
| 29.13            | 86                                                    | 85  | 73  | 30* | 81   | 7.2  | 8.9  |
| 97.09            | 101                                                   | 108 | 117 | 127 | 113  | 11.3 | 9.9  |

| Conc.<br>(% v/v) | Poids sec à la fin de l'essai (ug) |       |       |       |       |      |      |
|------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|
|                  | # replicat                         |       |       |       | moy.  | é.t. | c.v. |
|                  | #1                                 | #2    | #3    | #4    |       |      |      |
| Témoin           | 7970                               | 8500  | 8340  | 7230  | 8010  | 565  | 7.1  |
| 0.06             | 8440                               | 9820  | 7840  | 7830  | 8483  | 936  | 11.0 |
| 0.19             | 6210                               | 8760  | 7090  | 8890  | 7738  | 1307 | 16.9 |
| 0.78             | 7280                               | 9200  | 8330  | 9400  | 8552  | 967  | 11.3 |
| 2.62             | 7670                               | 9690  | 9610  | 8400  | 8843  | 979  | 11.1 |
| 8.74             | 6990                               | 8330  | 8320  | 8130  | 7943  | 642  | 8.1  |
| 29.13            | 10710                              | 8650  | 9880  | 4210* | 9747  | 1037 | 10.6 |
| 97.09            | 13040                              | 14060 | 15630 | 16700 | 14858 | 1626 | 10.9 |

REMARQUES: Stimulation significative (0.05) observé aux concentrations suivantes pour le nombre de thalles :29.13% v/v. Stimulation significative (0.05) observé aux concentrations suivantes pour le poids sec : aucune.

\* : Valeur non retenu dans les calculs. Possibilité d'avoir exposé 3 thalles versus 6 au début de l'essai.

Analyste: Y. L-Meloche / S. Veilleux

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier, sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>



**RAPPORT D'ANALYSE ÉCOTOXICOLOGIQUE**  
**Essai d'inhibition de croissance avec *Lemna minor***

***Lemna minor***

**Date de l'émission du rapport:** 2011-09-06  
**Demande d'analyse:** 370725  
**Nom du client:** AECOM CONSULTANTS INC.  
Mme Claudie Gagnon  
2, rue Fusey  
Trois-Rivières, Québec  
G8T 2T1  
**Projet :** NA  
**Type d'échantillon:** Eau de surface  
**Identification:** 18  
**Mode de prélèvement:** ND  
**Date de prélèvement:** 2011-07-25 (16h48)  
**Échantillon reçu le:** 2011-07-27 (8h00)  
**Date d'analyse:** 2011-07-28 au 2011-08-04 (14h00)  
**Prélevé par:** M. Robert Dumont  
**Température d'entreposage:** 4°C  
**Congélation de l'échantillon:** Non

**RÉSULTAT**

| N/#Labo: 1633821<br>V/Réf.: 18                                         |        | Unité toxique |
|------------------------------------------------------------------------|--------|---------------|
| Cl <sub>25</sub> - 7j (%v/v I.C. 95%) <sup>(1)</sup> nombre de thalles | >97.09 | <1.03         |
| Cl <sub>25</sub> - 7j (%v/v I.C. 95%) <sup>(1)</sup> poids sec         | >97.09 | <1.03         |

Cl<sub>25</sub>: Concentration inhibitrice pour 25% d'effet.

<sup>(1)</sup>: Méthode de calcul: NA

**RÉSULTATS DU CONTRÔLE DE QUALITÉ**

| Produit de référence:                                                 | Chlorure de potassium |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Numéro de l'essai (date)                                              | 2011-07-22            |
| Cl <sub>25</sub> - 7j (g/L de KCl, I.C. 95%) <sup>(1)</sup> poids sec | 9.15 (6.32 - 11.70)   |
| Moyenne des Cl <sub>25</sub> (n=68)                                   | 6.23                  |
| Limites de contrôle (±2s)                                             | 1.75 - 10.71          |

<sup>(1)</sup>: Méthode de calcul: CETIS Analytical programme. Régression non linéaire (transformation log des concentrations).

Protocole utilisé: Environnement Canada SPE1/RM/37 - Deuxième édition, janvier 2007. L'analyse de référence sous les mêmes conditions que les essais de toxicité avec des échantillons.

Approuvé par :

53-54  
Stephan Veilleux  
M.Sc. Environnement, biologiste  
53-54

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier,  
sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>

**Lemna minor**

**CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉCHANTILLON – NON DILUÉ**

|                                  |                |
|----------------------------------|----------------|
| N/#Labo :                        | 1633821        |
| V/Réf. :                         | 18             |
| Température à la réception (°C)  | 18.1           |
| Dureté (mg/L CaCO <sub>3</sub> ) | ND             |
| Apparence                        | Beige, limpide |

**CONDITIONS EXPÉRIMENTALES**

| PARAMÈTRES                                | CONDITIONS EXPÉRIMENTALES                                                                                                                           |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Organisme d'essai                         | <i>Lemna minor</i>                                                                                                                                  |
| Source des organismes                     | UTCC 490, Landolt 8434, Maintenu Exova                                                                                                              |
| Santé des organismes                      | Aucun traitement ou aspect inhabituel, culture axénique. 28 thalles après 7 jours (APHA modifié) pour surveiller la santé des cultures              |
| Milieu de culture                         | E+ de Hoagland stérile                                                                                                                              |
| Acclimatation                             | Deux rinçages et acclimatation dans un milieu APHA modifié avant l'essai (22 heures; 3 cm de hauteur)                                               |
| Âge de la culture au début de l'essai     | 7 jours                                                                                                                                             |
| Eau de contrôle / dilution                | Eau ultra-pure stérile- APHA modifié. Aucun produit chimique ajouté.                                                                                |
| Protocole utilisé                         | SPE1/RM/37 – Deuxième édition, janvier 2007<br>Aucune modification de la méthode<br>Aucune anomalie lors de l'essai                                 |
| Réservoir d'essai                         | Godets jetables en polypropylène, recouverts avec boîtes de Pétri                                                                                   |
| Volume des solutions d'essai / profondeur | 100 mL / 5 cm                                                                                                                                       |
| Nombre de Lemna au début de l'essai       | 2 Lemna à trois thalles / récipient d'essai                                                                                                         |
| Renouvellement des solutions              | 100% aux jours 3 et 5                                                                                                                               |
| Utilisation de l'échantillon              | Sous-échantillon A : jour 0<br>Sous-échantillon B : jour 3<br>Sous-échantillon C : jour 5                                                           |
| Température de l'essai (°C)               | 25 ± 2                                                                                                                                              |
| Photopériode                              | Continue                                                                                                                                            |
| Traitement de l'échantillon               | Enrichi APHA modifié (10 mL/L de chacun des trois solutions mères), pré-aération de 20 min à 100 bulles/min/L, pH et dureté non ajustés, non filtré |
| Nombre de replicat / concentration        | 4 – placés au hasard dans l'aire d'essai                                                                                                            |

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier, sans une permission écrite de Exova

page 2 de 4

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Version 1

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>

*Lemna minor*

**RÉSULTATS PHYSICO-CHIMIQUES**

|          |         |
|----------|---------|
| N/#Labo: | 1633821 |
| V/Réf.:  | 18      |

| JOUR 1-3        |             |           |                |              |                                |                              |                            |
|-----------------|-------------|-----------|----------------|--------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Conc<br>(% v/v) | pH<br>début | pH<br>fin | T(°C)<br>début | T(°C)<br>fin | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>début | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>fin | Cond.<br>µmhos/cm<br>début |
| Témoin          | 8.0         | 8.0       | 24.4           | 24.4         | 8.1                            | 7.9                          | 878                        |
| 0.06            | 8.1         | 8.1       | 24.3           | 24.5         | 8.4                            | 8.1                          | 888                        |
| 2.62            | 8.2         | 8.2       | 24.2           | 24.6         | 8.5                            | 8.0                          | 887                        |
| 97.09           | 8.1         | 8.3       | 24.3           | 24.5         | 8.3                            | 8.0                          | 853                        |
| Avant           | 7.1         | ---       | 24.5           | ---          | 7.5                            | ---                          | 43                         |

| JOUR 3-5        |             |           |                |              |                                |                              |                            |
|-----------------|-------------|-----------|----------------|--------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Conc<br>(% v/v) | pH<br>début | pH<br>fin | T(°C)<br>début | T(°C)<br>fin | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>début | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>fin | Cond.<br>µmhos/cm<br>début |
| Témoin          | 8.1         | 8.4       | 24.4           | 24.1         | 7.8                            | 8.2                          | 887                        |
| 0.06            | 8.3         | 8.4       | 24.5           | 24.3         | 7.8                            | 8.2                          | 871                        |
| 2.62            | 8.2         | 8.4       | 24.4           | 24.3         | 8.1                            | 8.0                          | 880                        |
| 97.09           | 8.2         | 8.3       | 24.5           | 24.3         | 8.2                            | 8.3                          | 887                        |
| Avant           | 7.4         | ---       | 24.5           | ---          | 8.4                            | ---                          | 49                         |

| JOUR 5-7        |             |           |                |              |                                |                              |                            |
|-----------------|-------------|-----------|----------------|--------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Conc<br>(% v/v) | pH<br>début | pH<br>fin | T(°C)<br>début | T(°C)<br>fin | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>début | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>fin | Cond.<br>µmhos/cm<br>début |
| Témoin          | 8.2         | 8.7       | 24.8           | 24.6         | 8.1                            | 8.5                          | 874                        |
| 0.06            | 8.3         | 8.7       | 24.8           | 24.5         | 8.2                            | 8.8                          | 914                        |
| 2.62            | 8.3         | 8.6       | 24.8           | 24.5         | 8.2                            | 8.4                          | 930                        |
| 97.09           | 8.5         | 8.6       | 24.4           | 24.7         | 8.4                            | 8.5                          | 925                        |
| Avant           | 7.1         | ---       | 24.3           | ---          | 8.8                            | ---                          | 49                         |

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier,  
sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>



**Lemna minor**

**RÉSULTATS DE L'ESSAI**

|          |         |
|----------|---------|
| N/#Labo: | 1633821 |
| V/Réf.:  | 18      |

| Conc.<br>(% v/v) | Augmentation du nombre de thalles à la fin de l'essai |    |    |    |      |      |      |
|------------------|-------------------------------------------------------|----|----|----|------|------|------|
|                  | # replicat                                            |    |    |    | moy. | é.t. | c.v. |
|                  | #1                                                    | #2 | #3 | #4 |      |      |      |
| Témoin           | 49                                                    | 45 | 43 | 43 | 45   | 2.8  | 6.3  |
| 0.06             | 42                                                    | 50 | 57 | 42 | 48   | 7.2  | 15.1 |
| 0.19             | 42                                                    | 48 | 43 | 45 | 45   | 2.6  | 5.9  |
| 0.78             | 38                                                    | 36 | 48 | 41 | 41   | 5.3  | 12.9 |
| 2.62             | 45                                                    | 52 | 49 | 49 | 49   | 2.9  | 5.9  |
| 8.74             | 57                                                    | 59 | 52 | 52 | 55   | 3.6  | 6.5  |
| 29.13            | 58                                                    | 67 | 55 | 72 | 63   | 7.9  | 12.5 |
| 97.09            | 103                                                   | 73 | 77 | 71 | 81   | 14.9 | 18.4 |

| Conc.<br>(% v/v) | Poids sec à la fin de l'essai (ug) |       |      |       |       |      |      |
|------------------|------------------------------------|-------|------|-------|-------|------|------|
|                  | # replicat                         |       |      |       | moy.  | é.t. | c.v. |
|                  | #1                                 | #2    | #3   | #4    |       |      |      |
| Témoin           | 8450                               | 7350  | 6350 | 5740  | 6973  | 1188 | 17.0 |
| 0.06             | 7280                               | 8770  | 9040 | 7390  | 8120  | 914  | 11.3 |
| 0.19             | 6130                               | 6440  | 7290 | 6610  | 6618  | 490  | 7.4  |
| 0.78             | 5430                               | 5140  | 5690 | 6190  | 5613  | 446  | 7.9  |
| 2.62             | 6720                               | 7440  | 7470 | 8180  | 7452  | 596  | 8.0  |
| 8.74             | 9170                               | 6900  | 6610 | 9550  | 8058  | 1517 | 18.8 |
| 29.13            | 7080                               | 8610  | 9590 | 9880  | 8790  | 1263 | 14.4 |
| 97.09            | 12440                              | 10580 | 9810 | 10130 | 10740 | 1177 | 11.0 |

REMARQUES: Stimulation significative (0.05) observé aux concentrations suivantes pour le nombre de thalles : 8.74, 29.13 et 97.09% v/v. Stimulation significative (0.05) observé aux concentrations suivantes pour le poids sec : 29.13 et 97.09% v/v.

Analyste: Y. L-Meloche / S. Veilleux

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier, sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>





# **RAPPORT D'ANALYSE ÉCOTOXICOLOGIQUE** **Essai d'inhibition de croissance avec *Lemna minor***

***Lemna minor***

**Date de l'émission du rapport:** 2011-09-06  
**Demande d'analyse:** 370725  
**Nom du client:** AECOM CONSULTANTS INC.  
Mme Claudie Gagnon  
2, rue Fusey  
Trois-Rivières, Québec  
G8T 2T1  
**Projet :** NA  
**Type d'échantillon:** Eau de surface  
**Identification:** 21  
**Mode de prélèvement:** ND  
**Date de prélèvement:** 2011-07-25 (16h48)  
**Échantillon reçu le:** 2011-07-27 (8h00)  
**Date d'analyse:** 2011-07-28 au 2011-08-04 (13h30)  
**Prélevé par:** M. Robert Dumont  
**Température d'entreposage:** 4°C  
**Congélation de l'échantillon:** Non

## **RÉSULTAT**

| N/#Labo: 1633822                                                       |        | Unité toxique |
|------------------------------------------------------------------------|--------|---------------|
| V/Réf.: 21                                                             |        |               |
| Cl <sub>25</sub> – 7j (%v/v I.C. 95%) <sup>(1)</sup> nombre de thalles | >97.09 | <1.03         |
| Cl <sub>25</sub> – 7j (%v/v I.C. 95%) <sup>(1)</sup> poids sec         | >97.09 | <1.03         |

Cl<sub>25</sub>: Concentration inhibitrice pour 25% d'effet.

<sup>(1)</sup>. Méthode de calcul: NA

## **RÉSULTATS DU CONTRÔLE DE QUALITÉ**

| Produit de référence:                                                 | Chlorure de potassium |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Numéro de l'essai (date)                                              | 2011-07-22            |
| Cl <sub>25</sub> – 7j (g/L de KCl, I.C. 95%) <sup>(1)</sup> poids sec | 9.15 (6.32 – 11.70)   |
| Moyenne des Cl <sub>25</sub> (n=68)                                   | 6.23                  |
| Limites de contrôle (±2s)                                             | 1.75 – 10.71          |

<sup>(1)</sup>. Méthode de calcul: CETIS Analytical programme. Régression non linéaire (transformation log des concentrations).

Protocole utilisé: Environnement Canada SPE1/RM/37 – Deuxième édition, janvier 2007. L'analyse de référence sous les mêmes conditions que les essais de toxicité avec des échantillons.

Approuvé par : 53-54

Stephan Veilleux

M.Sc. Environnement, biologiste

53-54

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier, sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>

page 1 de 4  
Version 1



**Lemna minor**

**CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉCHANTILLON – NON DILUÉ**

|                                  |                |
|----------------------------------|----------------|
| N/#Labo :                        | 1633822        |
| V/Réf. :                         | 21             |
| Température à la réception (°C)  | 17.9           |
| Dureté (mg/L CaCO <sub>3</sub> ) | ND             |
| Apparence                        | Beige, limpide |

**CONDITIONS EXPÉRIMENTALES**

| PARAMÈTRES                                | CONDITIONS EXPÉRIMENTALES                                                                                                                           |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Organisme d'essai                         | <i>Lemna minor</i>                                                                                                                                  |
| Source des organismes                     | UTCC 490, Landolt 8434, Maintenu Exova                                                                                                              |
| Santé des organismes                      | Aucun traitement ou aspect inhabituel, culture axénique. 28 thalles après 7 jours (APHA modifié) pour surveiller la santé des cultures              |
| Milieu de culture                         | E+ de Hoagland stérile                                                                                                                              |
| Acclimatation                             | Deux rinçages et acclimatation dans un milieu APHA modifié avant l'essai (21.5 heures; 3 cm de hauteur)                                             |
| Âge de la culture au début de l'essai     | 7 jours                                                                                                                                             |
| Eau de contrôle / dilution                | Eau ultra-pure stérile- APHA modifié. Aucun produit chimique ajouté.                                                                                |
| Protocole utilisé                         | SPE1/RM/37 – Deuxième édition, janvier 2007<br>Aucune modification de la méthode<br>Aucune anomalie lors de l'essai                                 |
| Réservoir d'essai                         | Godets jetables en polypropylène, recouverts avec boîtes de Pétri                                                                                   |
| Volume des solutions d'essai / profondeur | 100 mL / 5 cm                                                                                                                                       |
| Nombre de Lemna au début de l'essai       | 2 Lemna à trois thalles / récipient d'essai                                                                                                         |
| Renouvellement des solutions              | 100% aux jours 3 et 5                                                                                                                               |
| Utilisation de l'échantillon              | Sous-échantillon A : jour 0<br>Sous-échantillon B : jour 3<br>Sous-échantillon C : jour 5                                                           |
| Température de l'essai (°C)               | 25 ± 2                                                                                                                                              |
| Photopériode                              | Continue                                                                                                                                            |
| Traitement de l'échantillon               | Enrichi APHA modifié (10 mL/L de chacun des trois solutions mères), pré-aération de 20 min à 100 bulles/min/L, pH et dureté non ajustés, non filtré |
| Nombre de replicat / concentration        | 4 – placés au hasard dans l'aire d'essai                                                                                                            |

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier, sans une permission écrite de Exova

page 2 de 4

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Version 1

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>



*Lemna minor*

**RÉSULTATS PHYSICO-CHIMIQUES**

|          |         |
|----------|---------|
| N/#Labo: | 1633822 |
| V/Réf.:  | 21      |

| JOUR 1-3        |             |           |                |              |                                |                              |                            |
|-----------------|-------------|-----------|----------------|--------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Conc<br>(% v/v) | pH<br>début | pH<br>fin | T(°C)<br>début | T(°C)<br>fin | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>début | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>fin | Cond.<br>µmhos/cm<br>début |
| Témoin          | 8.0         | 8.0       | 24.0           | 24.6         | 8.0                            | 7.7                          | 925                        |
| 0.06            | 8.2         | 8.2       | 24.0           | 24.5         | 8.6                            | 8.0                          | 938                        |
| 2.62            | 8.2         | 8.3       | 24.0           | 24.6         | 8.5                            | 7.8                          | 856                        |
| 97.09           | 8.2         | 8.3       | 24.1           | 24.5         | 8.5                            | 7.8                          | 860                        |
| Avant           | 7.2         | ---       | 24.6           | ---          | 7.6                            | ---                          | 44                         |

| JOUR 3-5        |             |           |                |              |                                |                              |                            |
|-----------------|-------------|-----------|----------------|--------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Conc<br>(% v/v) | pH<br>début | pH<br>fin | T(°C)<br>début | T(°C)<br>fin | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>début | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>fin | Cond.<br>µmhos/cm<br>début |
| Témoin          | 8.1         | 8.3       | 24.5           | 24.5         | 8.0                            | 8.3                          | 873                        |
| 0.06            | 8.2         | 8.3       | 24.4           | 24.4         | 8.1                            | 8.4                          | 893                        |
| 2.62            | 8.2         | 8.4       | 24.4           | 24.4         | 8.5                            | 8.3                          | 895                        |
| 97.09           | 8.1         | 8.4       | 24.5           | 24.4         | 8.0                            | 7.9                          | 904                        |
| Avant           | 7.5         | ---       | 24.3           | ---          | 8.4                            | ---                          | 50                         |

| JOUR 5-7        |             |           |                |              |                                |                              |                            |
|-----------------|-------------|-----------|----------------|--------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Conc<br>(% v/v) | pH<br>début | pH<br>fin | T(°C)<br>début | T(°C)<br>fin | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>début | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>fin | Cond.<br>µmhos/cm<br>début |
| Témoin          | 8.2         | 8.5       | 24.4           | 24.2         | 8.2                            | 8.2                          | 877                        |
| 0.06            | 8.2         | 8.5       | 24.3           | 24.2         | 8.3                            | 8.3                          | 880                        |
| 2.62            | 8.3         | 8.5       | 24.3           | 24.0         | 8.3                            | 8.4                          | 880                        |
| 97.09           | 8.2         | 8.5       | 24.3           | 24.0         | 8.3                            | 8.6                          | 860                        |
| Avant           | 7.2         | ---       | 24.1           | ---          | 8.6                            | ---                          | 49                         |

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier,  
sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>



**Lemna minor**

**RÉSULTATS DE L'ESSAI**

|          |         |
|----------|---------|
| N/#Labo: | 1633822 |
| V/Réf.:  | 21      |

| Conc.<br>(% v/v) | Augmentation du nombre de thalles à la fin de l'essai |     |     |     |      |      |      |
|------------------|-------------------------------------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|
|                  | # replicat                                            |     |     |     | moy. | é.t. | c.v. |
|                  | #1                                                    | #2  | #3  | #4  |      |      |      |
| Témoin           | 58                                                    | 82  | 69  | 62  | 67   | 9.6  | 14.3 |
| 0.06             | 63                                                    | 62  | 51  | 61  | 59   | 5.6  | 9.4  |
| 0.19             | 76                                                    | 52  | 28* | 63  | 64   | 12.0 | 18.9 |
| 0.78             | 60                                                    | 58  | 64  | 54  | 59   | 4.2  | 7.1  |
| 2.62             | 56                                                    | 65  | 71  | 59  | 63   | 6.7  | 10.6 |
| 8.74             | 74                                                    | 70  | 71  | 79  | 74   | 4.0  | 5.5  |
| 29.13            | 73                                                    | 68  | 73  | 79  | 73   | 4.5  | 6.1  |
| 97.09            | 117                                                   | 118 | 67  | 128 | 108  | 27.5 | 25.5 |

| Conc.<br>(% v/v) | Poids sec à la fin de l'essai (ug) |       |       |       |       |      |      |
|------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|
|                  | # replicat                         |       |       |       | moy.  | é.t. | c.v. |
|                  | #1                                 | #2    | #3    | #4    |       |      |      |
| Témoin           | 9710                               | 10320 | 9620  | 8850  | 9625  | 603  | 6.3  |
| 0.06             | 8110                               | 7990  | 8450  | 8430  | 8245  | 231  | 2.8  |
| 0.19             | 9860                               | 10460 | 4170* | 9160  | 9827  | 651  | 6.6  |
| 0.78             | 8010                               | 7670  | 8860  | 7110  | 7912  | 733  | 9.3  |
| 2.62             | 8850                               | 8430  | 9710  | 8990  | 8995  | 533  | 5.9  |
| 8.74             | 10890                              | 9250  | 7770  | 9890  | 9450  | 1308 | 13.8 |
| 29.13            | 9610                               | 8820  | 9810  | 8730  | 9242  | 547  | 5.9  |
| 97.09            | 14440                              | 16190 | 8570  | 15870 | 13768 | 3548 | 25.8 |

REMARQUES: Stimulation significative (0.05) observé aux concentrations suivantes pour le nombre de thalles : 97.09% v/v. Stimulation significative (0.05) observé aux concentrations suivantes pour le poids sec : 97.09% v/v.

\* : Valeur non retenu dans les calculs. Possibilité d'avoir exposé 3 thalles versus 6 au début de l'essai.

**Analyste: Y. L-Meloche / S. Veilleux**

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier, sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>



**RAPPORT D'ANALYSE ÉCOTOXICOLOGIQUE**  
**Essai d'inhibition de croissance avec *Lemna minor***

***Lemna minor***

Date de l'émission du rapport: 2011-09-06  
Demande d'analyse: 370829  
Nom du client: AECOM CONSULTANTS INC.  
Mme Claudie Gagnon  
2, rue Fusey  
Trois-Rivières, Québec  
G8T 2T1  
Projet : NA  
Type d'échantillon: Eau de surface  
Identification: 25  
Mode de prélèvement: ND  
Date de prélèvement: 2011-07-26 (14h20)  
Échantillon reçu le: 2011-07-28 (8h00)  
Date d'analyse: 2011-07-29 au 2011-08-05 (14h00)  
Prélevé par: M. Robert Dumont  
Température d'entreposage: 4°C  
Congélation de l'échantillon: Non

**RÉSULTAT**

| N/Labo: 1634224<br>V/Réf.: 25                                          |        | Unité toxique |
|------------------------------------------------------------------------|--------|---------------|
| Cl <sub>25</sub> – 7j (%v/v I.C. 95%) <sup>(1)</sup> nombre de thalles | >97.09 | <1.03         |
| Cl <sub>25</sub> – 7j (%v/v I.C. 95%) <sup>(1)</sup> poids sec         | >97.09 | <1.03         |

Cl<sub>25</sub>: Concentration inhibitrice pour 25% d'effet.

<sup>(1)</sup>: Méthode de calcul: NA

**RÉSULTATS DU CONTRÔLE DE QUALITÉ**

| Produit de référence:                                                 | Chlorure de potassium |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Numéro de l'essai (date)                                              | 2011-07-22            |
| Cl <sub>25</sub> – 7j (g/L de KCl, I.C. 95%) <sup>(1)</sup> poids sec | 9.15 (6.32 – 11.70)   |
| Moyenne des Cl <sub>25</sub> (n=68)                                   | 6.23                  |
| Limites de contrôle (±2s)                                             | 1.75 – 10.71          |

<sup>(1)</sup>: Méthode de calcul: CETIS Analytical programme. Régression non linéaire (transformation log des concentrations).

Protocole utilisé: Environnement Canada SPE1/RM/37 – Deuxième édition, janvier 2007. L'analyse de référence sous les mêmes conditions que les essais de toxicité avec des échantillons.

Approuvé par :

53-54

Stephan Veilleux

M.Sc. Environnement biologiste

53-54

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier, sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>

**Lemna minor**

**CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉCHANTILLON – NON DILUÉ**

|                                  |                |
|----------------------------------|----------------|
| N/#Labo :                        | 1634224        |
| V/Réf. :                         | 25             |
| Température à la réception (°C)  | 17.3           |
| Dureté (mg/L CaCO <sub>3</sub> ) | ND             |
| Apparence                        | Beige, limpide |

**CONDITIONS EXPÉRIMENTALES**

| PARAMÈTRES                                | CONDITIONS EXPÉRIMENTALES                                                                                                                           |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Organisme d'essai                         | <i>Lemna minor</i>                                                                                                                                  |
| Source des organismes                     | UTCC 490, Landolt 8434, Maintenu Exova                                                                                                              |
| Santé des organismes                      | Aucun traitement ou aspect inhabituel, culture axénique. 28 thalles après 7 jours (APHA modifié) pour surveiller la santé des cultures              |
| Milieu de culture                         | E+ de Hoagland stérile                                                                                                                              |
| Acclimatation                             | Deux rinçages et acclimatation dans un milieu APHA modifié avant l'essai (22 heures; 3 cm de hauteur)                                               |
| Âge de la culture au début de l'essai     | 9 jours                                                                                                                                             |
| Eau de contrôle / dilution                | Eau ultra-pure stérile- APHA modifié. Aucun produit chimique ajouté.                                                                                |
| Protocole utilisé                         | SPE1/RM/37 – Deuxième édition, janvier 2007<br>Aucune modification de la méthode<br>Aucune anomalie lors de l'essai                                 |
| Réservoir d'essai                         | Godets jetables en polypropylène, recouverts avec boîtes de Pétri                                                                                   |
| Volume des solutions d'essai / profondeur | 100 mL / 5 cm                                                                                                                                       |
| Nombre de Lemna au début de l'essai       | 2 Lemna à trois thalles / récipient d'essai                                                                                                         |
| Renouvellement des solutions              | 100% aux jours 3 et 5                                                                                                                               |
| Utilisation de l'échantillon              | Sous-échantillon A : jour 0<br>Sous-échantillon B : jour 3<br>Sous-échantillon C : jour 5                                                           |
| Température de l'essai (°C)               | 25 ± 2                                                                                                                                              |
| Photopériode                              | Continue                                                                                                                                            |
| Traitement de l'échantillon               | Enrichi APHA modifié (10 mL/L de chacun des trois solutions mères), pré-aération de 20 min à 100 bulles/min/L, pH et dureté non ajustés, non filtré |
| Nombre de replicat / concentration        | 4 – placés au hasard dans l'aire d'essai                                                                                                            |

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier, sans une permission écrite de Exova

page 2 de 4

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Version 1

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>





*Lemna minor*

## RÉSULTATS PHYSICO-CHIMIQUES

|          |         |
|----------|---------|
| N/#Labo: | 1634224 |
| V/Réf.:  | 25      |

| JOUR 1-3        |             |           |                |              |                                |                              |                            |
|-----------------|-------------|-----------|----------------|--------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Conc<br>(% v/v) | pH<br>début | pH<br>fin | T(°C)<br>début | T(°C)<br>fin | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>début | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>fin | Cond.<br>µmhos/cm<br>début |
| Témoin          | 8.1         | 8.2       | 24.3           | 24.3         | 7.9                            | 8.0                          | 877                        |
| 0.06            | 8.1         | 8.2       | 24.4           | 24.2         | 8.0                            | 7.7                          | 890                        |
| 2.62            | 8.2         | 8.3       | 24.3           | 24.4         | 7.9                            | 8.1                          | 892                        |
| 97.09           | 8.0         | 8.3       | 24.2           | 24.0         | 8.0                            | 8.2                          | 883                        |
| Avant           | 7.3         | ---       | 24.0           | ---          | 7.8                            | ---                          | 44                         |

| JOUR 3-5        |             |           |                |              |                                |                              |                            |
|-----------------|-------------|-----------|----------------|--------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Conc<br>(% v/v) | pH<br>début | pH<br>fin | T(°C)<br>début | T(°C)<br>fin | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>début | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>fin | Cond.<br>µmhos/cm<br>début |
| Témoin          | 8.2         | 8.5       | 24.2           | 24.0         | 7.8                            | 7.9                          | 894                        |
| 0.06            | 8.2         | 8.5       | 24.3           | 24.0         | 8.0                            | 7.9                          | 900                        |
| 2.62            | 8.2         | 8.4       | 24.4           | 24.1         | 8.3                            | 8.0                          | 900                        |
| 97.09           | 8.1         | 8.5       | 24.5           | 24.0         | 8.2                            | 8.2                          | 907                        |
| Avant           | 7.3         | ---       | 24.5           | ---          | 9.1                            | ---                          | 52                         |

| JOUR 5-7        |             |           |                |              |                                |                              |                            |
|-----------------|-------------|-----------|----------------|--------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Conc<br>(% v/v) | pH<br>début | pH<br>fin | T(°C)<br>début | T(°C)<br>fin | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>début | O <sub>2</sub> (mg/L)<br>fin | Cond.<br>µmhos/cm<br>début |
| Témoin          | 8.5         | 8.3       | 24.5           | 24.1         | 8.2                            | 8.0                          | 917                        |
| 0.06            | 8.5         | 8.4       | 24.6           | 24.0         | 8.3                            | 8.0                          | 925                        |
| 2.62            | 8.5         | 8.4       | 24.6           | 24.2         | 8.1                            | 8.0                          | 925                        |
| 97.09           | 8.5         | 8.6       | 24.7           | 24.3         | 8.2                            | 8.3                          | 896                        |
| Avant           | 7.2         | ---       | 25.2           | ---          | 10.4                           | ---                          | 50                         |

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier,  
sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>

page 3 de 4  
Version 1





**Lemna minor**

**RÉSULTATS DE L'ESSAI**

|          |         |
|----------|---------|
| N/#Labo: | 1634224 |
| V/Réf.:  | 25      |

| Conc.<br>(% v/v) | Augmentation du nombre de thalles à la fin de l'essai |    |    |    |      |      |      |
|------------------|-------------------------------------------------------|----|----|----|------|------|------|
|                  | # replicat                                            |    |    |    | moy. | é.t. | c.v. |
|                  | #1                                                    | #2 | #3 | #4 |      |      |      |
| Témoin           | 38                                                    | 45 | 41 | 49 | 43   | 4.8  | 11.1 |
| 0.06             | 52                                                    | 44 | 37 | 41 | 44   | 6.4  | 14.6 |
| 0.19             | 55                                                    | 44 | 54 | 49 | 51   | 5.1  | 10.0 |
| 0.78             | 43                                                    | 45 | 53 | 51 | 48   | 4.8  | 9.9  |
| 2.62             | 57                                                    | 51 | 41 | 47 | 49   | 6.7  | 13.7 |
| 8.74             | 43                                                    | 57 | 41 | 45 | 47   | 7.2  | 15.5 |
| 29.13            | 61                                                    | 66 | 65 | 78 | 68   | 7.3  | 10.9 |
| 97.09            | 90                                                    | 79 | 87 | 91 | 87   | 5.4  | 6.3  |

| Conc.<br>(% v/v) | Poids sec à la fin de l'essai (ug) |       |       |       |       |      |      |
|------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|
|                  | # replicat                         |       |       |       | moy.  | é.t. | c.v. |
|                  | #1                                 | #2    | #3    | #4    |       |      |      |
| Témoin           | 5550                               | 5760  | 5890  | 6920  | 6030  | 610  | 10.1 |
| 0.06             | 6230                               | 6460  | 5160  | 5860  | 5928  | 568  | 9.6  |
| 0.19             | 7610                               | 5290  | 7470  | 6410  | 6695  | 1079 | 16.1 |
| 0.78             | 4850                               | 5040  | 7190  | 5750  | 5708  | 1062 | 18.6 |
| 2.62             | 7330                               | 6790  | 5950  | 6700  | 6693  | 568  | 8.5  |
| 8.74             | 5660                               | 7020  | 5810  | 6370  | 6215  | 618  | 9.9  |
| 29.13            | 8180                               | 7910  | 7760  | 8230  | 8020  | 223  | 2.8  |
| 97.09            | 12190                              | 12390 | 12330 | 12070 | 12245 | 144  | 1.2  |

REMARQUES: Stimulation significative (0.05) observé aux concentrations suivantes pour le nombre de thalles :29.13 et 97.09% v/v. Stimulation significative (0.05) observé aux concentrations suivantes pour le poids sec : 29.13 et 97.09% v/v.

**Analyste: Y. L-Meloche**

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier, sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>



**RAPPORT D'ANALYSE ÉCOTOXICOLOGIQUE**  
**Essai d'inhibition de croissance avec**  
***Pseudokirchneriella subcapitata***

***Pseudokirchneriella subcapitata***

**Date de l'émission du rapport:** 2011-09-06  
**Demande d'analyse:** 370524  
**Nom du client:** AECOM CONSULTANTS INC.  
Mme Claudie Gagnon  
2, rue Fusey  
Trois-Rivières, Québec  
G8T 2T1  
**Projet :** NA  
**Type d'échantillon:** Eau de surface  
**Identification:** 3  
**Mode de prélèvement:** ND  
**Date de prélèvement:** 2011-07-24 (11h00)  
**Échantillon reçu le:** 2011-07-26 (8h00)  
**Date d'analyse:** 2011-07-26 au 2011-07-29 (15h15)  
**Prélevé par:** M. Robert Dumont  
**Température d'entreposage:** 4°C  
**Congélation de l'échantillon:** Non

**RÉSULTAT**

| N/#Labo: 1632938<br>V/Réf.: 3                         |        | Unité toxique |
|-------------------------------------------------------|--------|---------------|
| Cl <sub>25</sub> – 72h (%v/v I.C. 95%) <sup>(1)</sup> | >90.91 | <1.1          |

Cl<sub>25</sub>: Concentration inhibitrice pour 25% d'effet.

<sup>(1)</sup>: Méthode de calcul: NA

**RÉSULTATS DU CONTRÔLE DE QUALITÉ**

| Produit de référence:                                        | Sulfate de Zinc          |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Numéro de l'essai (date)                                     | 2011-08-05               |
| Cl <sub>25</sub> – 72h (mg/L de Zn, I.C. 95%) <sup>(1)</sup> | 0.0187 (0.0168 – 0.0260) |
| Moyenne des Cl <sub>25</sub> (n=26)                          | 0.0160                   |
| Limites de contrôle (±2s)                                    | 0.0040 – 0.0280          |

<sup>(1)</sup>: Méthode de calcul: CETIS Analytical programme. Interpolation linéaire (transformation log des concentrations); calcul par régression non-linéaire impossible.

Protocole utilisé: Environnement Canada SPE1/RM/25 - Deuxième édition, mars 2007. L'analyse de référence sous les mêmes conditions que les essais de toxicité avec des échantillons.

Approuvé par :

53-54

Stephan Veilleux

M.Sc. Environnement, biologiste

53-54

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier, sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>

***Pseudokirchneriella subcapitata***

**CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉCHANTILLON – NON DILUÉ**

|                                 |                |
|---------------------------------|----------------|
| N/#Labo :                       | 1632938        |
| V/Réf. :                        | 3              |
| Température à la réception (°C) | 9.6            |
| Température avant l'essai (°C)  | 24.0           |
| O <sub>2</sub> dissous (mg/L)   | 7.2            |
| pH avant filtration             | 7.9            |
| pH après filtration             | 7.5            |
| Conductivité (µmhos/cm)         | 178            |
| Apparence                       | Beige, limpide |

**CONDITIONS EXPÉRIMENTALES**

| PARAMÈTRES                            | CONDITIONS EXPÉRIMENTALES                                                                                        |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Organisme d'essai                     | <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> (nouvelle nomenclature de <i>Selenastrum capricornutum</i> )              |
| Source des organismes                 | UTCC 37, Maintenu Exova - Québec                                                                                 |
| Santé des organismes                  | Aucun traitement ou aspect inhabituel, courbe de croissance (voir page 4).                                       |
| Âge de la culture au début de l'essai | 4 jours                                                                                                          |
| Eau de contrôle / dilution            | Eau ultra-pure stérile. Aucun produit chimique ajouté                                                            |
| Protocole utilisé                     | SPE1/RM/25 – Deuxième édition, mars 2007<br>Aucune modification de la méthode<br>Aucune anomalie lors de l'essai |
| Réservoir d'essai                     | Microplaque Costar 96 puits, fond rond                                                                           |
| Volume des solutions d'essai          | 220 µL                                                                                                           |
| Inoculum                              | 234 430 cellules / mL, préparé 15 min. avant l'inoculation de la microplaque                                     |
| Milieu d'enrichissement               | Régulier                                                                                                         |
| Température de l'essai (°C)           | 24 ± 2                                                                                                           |
| Photopériode                          | Continue                                                                                                         |
| Traitement de l'échantillon           | Filtration sur membrane 0.45 µm pré-conditionnée, non aéré, pH et dureté non ajustés                             |
| Nombre de replicat / concentration    | 3 replicats par concentration – 10 replicats pour le contrôle (2 pour le pH)                                     |

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier, sans une permission écrite de Exova

page 2 de 4

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Version 1

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>



***Pseudokirchneriella subcapitata***

**RÉSULTATS PHYSICO-CHIMIQUES**

|          |         |
|----------|---------|
| N/#Labo: | 1632938 |
| V/Réf.:  | 3       |

**Température d'incubation<sup>1</sup>**

| Heure | Température (°C) |
|-------|------------------|
| 0     | 25.5             |
| 24    | 25.0             |
| 48    | 26.0             |
| 72    | 26.0             |

(1) : Température de l'incubateur

**pH des solutions d'essai**

| Concentration (% v/v) | pH 0h            | pH 72h           |
|-----------------------|------------------|------------------|
| Témoin                | 6.5 <sup>2</sup> | 6.5 <sup>2</sup> |
| 0.18                  |                  | 6.5              |
| 0.35                  |                  | 6.5              |
| 0.71                  |                  | 6.5              |
| 1.42                  |                  | 6.5              |
| 2.85                  |                  | 6.5              |
| 5.68                  |                  | 7.0              |
| 11.36                 |                  | 7.0              |
| 22.73                 |                  | 7.0              |
| 45.45                 |                  | 7.0              |
| 90.91                 |                  | 7.5              |

(2) : puit médian

**RÉSULTATS DE L'ESSAI**

|          |         |
|----------|---------|
| N/#Labo: | 1632938 |
| V/Réf.:  | 3       |

| Conc.<br>(% v/v) | Concentration cellulaire à la fin de l'essai; 72h<br>(X 10 <sup>4</sup> cellules / mL) |     |     |     |     |     |     |     | Concentration<br>cellulaire<br>moyenne | Coefficient<br>de variation |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------------------------|-----------------------------|
|                  | # 1                                                                                    | # 2 | # 3 | # 4 | # 5 | # 6 | # 7 | # 8 |                                        |                             |
| Témoin           | 22                                                                                     | 25  | 20  | 22  | 24  | 21  | 22  | 24  | 23                                     | 7.7                         |
| 1.42             | 22                                                                                     | 18  | 19  |     |     |     |     |     | 20                                     | 8.7                         |
| 2.85             | 23                                                                                     | 20  | 22  |     |     |     |     |     | 22                                     | 6.6                         |
| 5.68             | 27                                                                                     | 24  | 24  |     |     |     |     |     | 25                                     | 5.9                         |
| 11.36            | 32                                                                                     | 30  | 32  |     |     |     |     |     | 31                                     | 3.0                         |
| 22.73            | 50                                                                                     | 44  | 42  |     |     |     |     |     | 45                                     | 9.1                         |
| 45.45            | 52                                                                                     | 55  | 51  |     |     |     |     |     | 53                                     | 4.1                         |
| 90.91            | 62                                                                                     | 64  | 59  |     |     |     |     |     | 62                                     | 4.8                         |

Gradient d'effet dans les puits contrôles ( $\alpha=0.05$ ): NA, C.V. <10%.

REMARQUES: Stimulation significative (0.05) observé aux concentrations : 11.36, 22.73, 45.45 et 90.91% v/v.

Analyste: J. Guillot

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier, sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

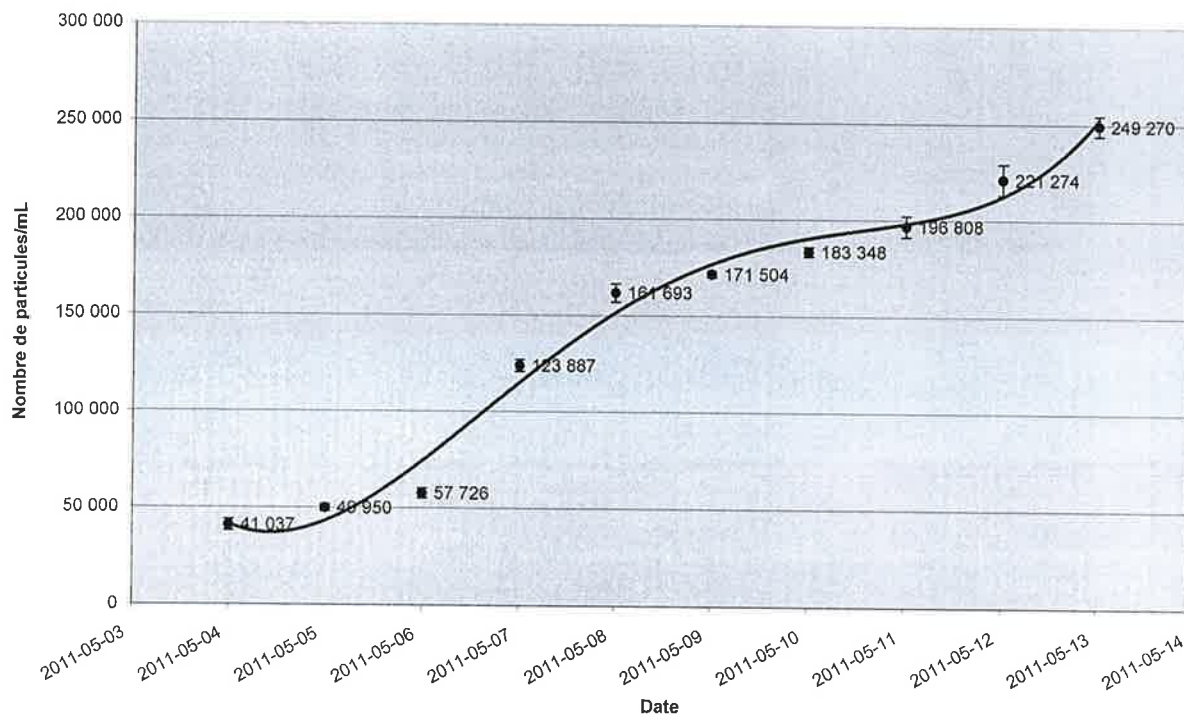
Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>.

***Pseudokirchneriella subcapitata***

**Courbe de croissance de la culture *Pseudokirchneriella subcapitata***

Courbe de croissance Algue d'eau douce  
(*Pseudokirchneriella subcapitata*)



Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier,  
sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>.





**RAPPORT D'ANALYSE ÉCOTOXICOLOGIQUE**  
**Essai d'inhibition de croissance avec**  
***Pseudokirchneriella subcapitata***

***Pseudokirchneriella subcapitata***

**Date de l'émission du rapport:** 2011-09-06  
**Demande d'analyse:** 370524  
**Nom du client:** AECOM CONSULTANTS INC.  
Mme Claudie Gagnon  
2, rue Fusey  
Trois-Rivières, Québec  
G8T 2T1  
**Projet :** NA  
**Type d'échantillon:** Eau de surface  
**Identification:** 4  
**Mode de prélèvement:** ND  
**Date de prélèvement:** 2011-07-24 (11h00)  
**Échantillon reçu le:** 2011-07-26 (8h00)  
**Date d'analyse:** 2011-07-26 au 2011-07-29 (15h15)  
**Prélevé par:** M. Robert Dumont  
**Température d'entreposage:** 4°C  
**Congélation de l'échantillon:** Non

**RÉSULTAT**

| N#Labo: 1632935<br>V/Réf.: 4                          |        | Unité toxique |
|-------------------------------------------------------|--------|---------------|
| Cl <sub>25</sub> – 72h (%v/v I.C. 95%) <sup>(1)</sup> | >90.91 | <1.1          |

Cl<sub>25</sub>: Concentration inhibitrice pour 25% d'effet.

<sup>(1)</sup>: Méthode de calcul: NA

**RÉSULTATS DU CONTRÔLE DE QUALITÉ**

| Produit de référence:                                        | Sulfate de Zinc          |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Numéro de l'essai (date)                                     | 2011-08-05               |
| Cl <sub>25</sub> – 72h (mg/L de Zn, I.C. 95%) <sup>(1)</sup> | 0.0187 (0.0168 – 0.0260) |
| Moyenne des Cl <sub>25</sub> (n=26)                          | 0.0160                   |
| Limites de contrôle (±2s)                                    | 0.0040 – 0.0280          |

<sup>(1)</sup>: Méthode de calcul: CETIS Analytical programme. Interpolation linéaire (transformation log des concentrations); calcul par régression non-linéaire impossible.

Protocole utilisé: Environnement Canada SPE1/RM/25 - Deuxième édition, mars 2007. L'analyse de référence sous les mêmes conditions que les essais de toxicité avec des échantillons.

Approuvé par :

53-54

Stephan Veilleux  
M.Sc. Environnement, biologiste

53-54

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier, sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.  
Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>



***Pseudokirchneriella subcapitata***

**CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉCHANTILLON – NON DILUÉ**

|                                 |                |
|---------------------------------|----------------|
| N/#Labo :                       | 1632935        |
| V/Réf. :                        | 4              |
| Température à la réception (°C) | 15.9           |
| Température avant l'essai (°C)  | 24.3           |
| O <sub>2</sub> dissous (mg/L)   | 9.5            |
| pH avant filtration             | 7.4            |
| pH après filtration             | 7.5            |
| Conductivité (µmhos/cm)         | 246            |
| Apparence                       | Beige, limpide |

**CONDITIONS EXPÉRIMENTALES**

| PARAMÈTRES                            | CONDITIONS EXPÉRIMENTALES                                                                                        |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Organisme d'essai                     | <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> (nouvelle nomenclature de <i>Selenastrum capricornutum</i> )              |
| Source des organismes                 | UTCC 37, Maintenu Exova - Québec                                                                                 |
| Santé des organismes                  | Aucun traitement ou aspect inhabituel, courbe de croissance (voir page 4).                                       |
| Âge de la culture au début de l'essai | 4 jours                                                                                                          |
| Eau de contrôle / dilution            | Eau ultra-pure stérile. Aucun produit chimique ajouté                                                            |
| Protocole utilisé                     | SPE1/RM/25 – Deuxième édition, mars 2007<br>Aucune modification de la méthode<br>Aucune anomalie lors de l'essai |
| Réservoir d'essai                     | Microplaque Costar 96 puits, fond rond                                                                           |
| Volume des solutions d'essai          | 220 µL                                                                                                           |
| Inoculum                              | 234 430 cellules / mL, préparé 15 min. avant l'inoculation de la microplaque                                     |
| Milieu d'enrichissement               | Régulier                                                                                                         |
| Température de l'essai (°C)           | 24 ± 2                                                                                                           |
| Photopériode                          | Continue                                                                                                         |
| Traitement de l'échantillon           | Filtration sur membrane 0.45 µm pré-conditionnée, non aérée, pH et dureté non ajustés                            |
| Nombre de replicat / concentration    | 3 replicats par concentration – 10 replicats pour le contrôle (2 pour le pH)                                     |

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier, sans une permission écrite de Exova

page 2 de 4

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Version 1

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>.



***Pseudokirchneriella subcapitata***

**RÉSULTATS PHYSICO-CHIMIQUES**

|          |         |
|----------|---------|
| N/#Labo: | 1632935 |
| V/Réf.:  | 4       |

**Température d'incubation<sup>1</sup>**

| Heure | Température (°C) |
|-------|------------------|
| 0     | 25.5             |
| 24    | 25.0             |
| 48    | 26.0             |
| 72    | 26.0             |

(1) : Température de l'incubateur

**pH des solutions d'essai**

| Concentration (% v/v) | pH 0h            | pH 72h           |
|-----------------------|------------------|------------------|
| Témoin                | 6.0 <sup>2</sup> | 6.5 <sup>2</sup> |
| 0.18                  |                  | 6.5              |
| 0.35                  |                  | 6.5              |
| 0.71                  |                  | 6.5              |
| 1.42                  |                  | 6.5              |
| 2.85                  |                  | 6.5              |
| 5.68                  |                  | 7.0              |
| 11.36                 |                  | 7.0              |
| 22.73                 |                  | 7.0              |
| 45.45                 |                  | 7.5              |
| 90.91                 |                  | 8.0              |

(2) : puit médian

**RÉSULTATS DE L'ESSAI**

|          |         |
|----------|---------|
| N/#Labo: | 1632935 |
| V/Réf.:  | 4       |

| Conc.<br>(% v/v) | Concentration cellulaire à la fin de l'essai; 72h<br>(X 10 <sup>4</sup> cellules / mL) |     |     |     |     |     |     |     | Concentration<br>cellulaire<br>moyenne | Coefficient<br>de variation |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------------------------|-----------------------------|
|                  | # 1                                                                                    | # 2 | # 3 | # 4 | # 5 | # 6 | # 7 | # 8 |                                        |                             |
| Témoin           | 24                                                                                     | 24  | 25  | 24  | 24  | 26  | 23  | 28  | 25                                     | 5.8                         |
| 1.42             | 25                                                                                     | 26  | 22  |     |     |     |     |     | 24                                     | 8.6                         |
| 2.85             | 30                                                                                     | 31  | 24  |     |     |     |     |     | 28                                     | 12.8                        |
| 5.68             | 42                                                                                     | 30  | 29  |     |     |     |     |     | 34                                     | 20.1                        |
| 11.36            | 41                                                                                     | 42  | 45  |     |     |     |     |     | 43                                     | 4.6                         |
| 22.73            | 70                                                                                     | 66  | 60  |     |     |     |     |     | 65                                     | 7.5                         |
| 45.45            | 112                                                                                    | 87  | 78  |     |     |     |     |     | 92                                     | 18.7                        |
| 90.91            | 55                                                                                     | 72  | 72  |     |     |     |     |     | 66                                     | 14.6                        |

Gradient d'effet dans les puits contrôles ( $\alpha=0.05$ ): NA, C.V. <10%.

REMARQUES: Stimulation significative (0.05) observé aux concentrations : 5.68, 11.36, 22.73, 45.45 et 90.91% v/v.

Analyste: J. Guillot

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier,  
sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

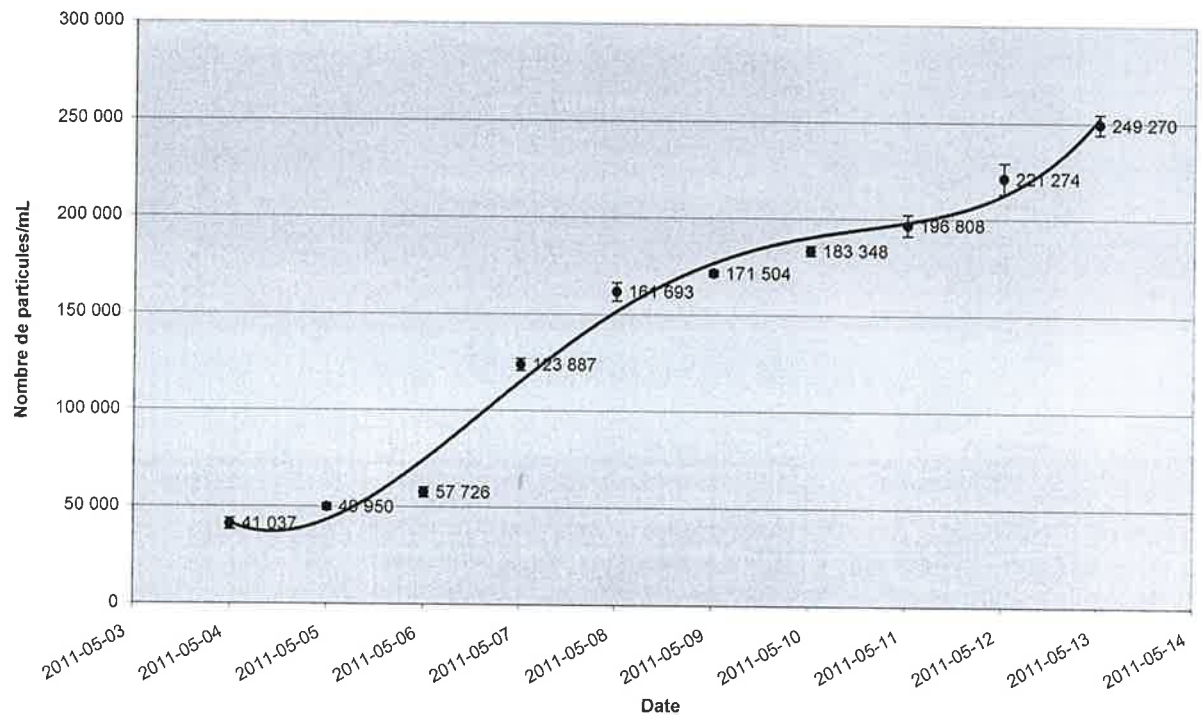
Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>.



***Pseudokirchneriella subcapitata***

**Courbe de croissance de la culture *Pseudokirchneriella subcapitata***

**Courbe de croissance Algue d'eau douce  
(*Pseudokirchneriella subcapitata*)**



Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier,  
sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>.



**RAPPORT D'ANALYSE ÉCOTOXICOLOGIQUE**  
**Essai d'inhibition de croissance avec**  
***Pseudokirchneriella subcapitata***

***Pseudokirchneriella subcapitata***

Date de l'émission du rapport: 2011-09-06  
Demande d'analyse: 370524  
Nom du client: AECOM CONSULTANTS INC.  
Mme Claudie Gagnon  
2, rue Fusey  
Trois-Rivières, Québec  
G8T 2T1  
Projet : NA  
Type d'échantillon: Eau de surface  
Identification: 5B  
Mode de prélèvement: ND  
Date de prélèvement: 2011-07-24 (11h00)  
Échantillon reçu le: 2011-07-26 (8h00)  
Date d'analyse: 2011-07-26 au 2011-07-29 (15h15)  
Prélevé par: M. Robert Dumont  
Température d'entreposage: 4°C  
Congélation de l'échantillon: Non

**RÉSULTAT**

| N/#Labo: 1632937<br>V/Réf.: 5B                        |        | Unité toxique |
|-------------------------------------------------------|--------|---------------|
| Cl <sub>25</sub> – 72h (%v/v I.C. 95%) <sup>(1)</sup> | >90.91 | <1.1          |

Cl<sub>25</sub>: Concentration inhibitrice pour 25% d'effet.

<sup>(1)</sup>. Méthode de calcul: NA

**RÉSULTATS DU CONTRÔLE DE QUALITÉ**

| Produit de référence:                                        | Sulfate de Zinc          |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Numéro de l'essai (date)                                     | 2011-08-05               |
| Cl <sub>25</sub> – 72h (mg/L de Zn, I.C. 95%) <sup>(1)</sup> | 0.0187 (0.0168 – 0.0260) |
| Moyenne des Cl <sub>25</sub> (n=26)                          | 0.0160                   |
| Limites de contrôle (±2s)                                    | 0.0040 – 0.0280          |

<sup>(1)</sup>. Méthode de calcul: CETIS Analytical programme. Interpolation linéaire (transformation log des concentrations); calcul par régression non-linéaire impossible.

Protocole utilisé: Environnement Canada SPE1/RM/25 - Deuxième édition, mars 2007. L'analyse de référence sous les mêmes conditions que les essais de toxicité avec des échantillons.

Approuvé par :

53-54

Stephan Veilleux

M.Sc. Environnement biologiste

53-54

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier, sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>.

***Pseudokirchneriella subcapitata***

**CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉCHANTILLON – NON DILUÉ**

|                                 |                |
|---------------------------------|----------------|
| N#Labo :                        | 1632937        |
| V/Réf. :                        | 5B             |
| Température à la réception (°C) | 10.1           |
| Température avant l'essai (°C)  | 24.0           |
| O <sub>2</sub> dissous (mg/L)   | 8.4            |
| pH avant filtration             | 7.5            |
| pH après filtration             | 7.4            |
| Conductivité (µmhos/cm)         | 79             |
| Apparence                       | Beige, limpide |

**CONDITIONS EXPÉRIMENTALES**

| PARAMÈTRES                            | CONDITIONS EXPÉRIMENTALES                                                                                        |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Organisme d'essai                     | <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> (nouvelle nomenclature de <i>Selenastrum capricornutum</i> )              |
| Source des organismes                 | UTCC 37, Maintenu Exova - Québec                                                                                 |
| Santé des organismes                  | Aucun traitement ou aspect inhabituel, courbe de croissance (voir page 4).                                       |
| Âge de la culture au début de l'essai | 4 jours                                                                                                          |
| Eau de contrôle / dilution            | Eau ultra-pure stérile. Aucun produit chimique ajouté                                                            |
| Protocole utilisé                     | SPE1/RM/25 – Deuxième édition, mars 2007<br>Aucune modification de la méthode<br>Aucune anomalie lors de l'essai |
| Réservoir d'essai                     | Microplaque Costar 96 puits, fond rond                                                                           |
| Volume des solutions d'essai          | 220 µL                                                                                                           |
| Inoculum                              | 234 430 cellules / mL, préparé 15 min. avant l'inoculation de la microplaque                                     |
| Milieu d'enrichissement               | Régulier                                                                                                         |
| Température de l'essai (°C)           | 24 ± 2                                                                                                           |
| Photopériode                          | Continue                                                                                                         |
| Traitement de l'échantillon           | Filtration sur membrane 0.45 µm pré-conditionnée, non aérée, pH et dureté non ajustés                            |
| Nombre de replicat / concentration    | 3 replicats par concentration – 10 replicats pour le contrôle (2 pour le pH)                                     |

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier, sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Version 1

page 2 de 4

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>





*Pseudokirchneriella subcapitata*

**RÉSULTATS PHYSICO-CHIMIQUES**

|          |         |
|----------|---------|
| N/#Labo: | 1632937 |
| V/Réf.:  | 5B      |

**Température d'incubation<sup>1</sup>**

| Heure | Température (°C) |
|-------|------------------|
| 0     | 25.5             |
| 24    | 25.0             |
| 48    | 26.0             |
| 72    | 26.0             |

(1) : Température de l'incubateur

**pH des solutions d'essai**

| Concentration (% v/v) | pH 0h            | pH 72h           |
|-----------------------|------------------|------------------|
| Témoin                | 6.0 <sup>2</sup> | 7.0 <sup>2</sup> |
| 0.18                  |                  | 6.0              |
| 0.35                  |                  | 6.0              |
| 0.71                  |                  | 6.0              |
| 1.42                  |                  | 6.0              |
| 2.85                  |                  | 6.5              |
| 5.68                  |                  | 6.5              |
| 11.36                 |                  | 6.5              |
| 22.73                 |                  | 7.0              |
| 45.45                 |                  | 7.0              |
| 90.91                 |                  | 7.5              |

(2) : puit médian

**RÉSULTATS DE L'ESSAI**

|          |         |
|----------|---------|
| N/#Labo: | 1632937 |
| V/Réf.:  | 5B      |

| Conc.<br>(% v/v) | Concentration cellulaire à la fin de l'essai; 72h<br>(X 10 <sup>4</sup> cellules / mL) |     |     |     |     |     |     |     | Concentration<br>cellulaire<br>moyenne | Coefficient<br>de variation |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------------------------|-----------------------------|
|                  | # 1                                                                                    | # 2 | # 3 | # 4 | # 5 | # 6 | # 7 | # 8 |                                        |                             |
| Témoin           | 25                                                                                     | 26  | 25  | 26  | 25  | 23  | 26  | 26  | 25                                     | 4.3                         |
| 1.42             | 23                                                                                     | 22  | 26  |     |     |     |     |     | 24                                     | 9.5                         |
| 2.85             | 23                                                                                     | 23  | 23  |     |     |     |     |     | 23                                     | 1.2                         |
| 5.68             | 27                                                                                     | 25  | 30  |     |     |     |     |     | 27                                     | 8.8                         |
| 11.36            | 30                                                                                     | 30  | 30  |     |     |     |     |     | 30                                     | 0.9                         |
| 22.73            | 36                                                                                     | 35  | 41  |     |     |     |     |     | 37                                     | 7.9                         |
| 45.45            | 50                                                                                     | 46  | 49  |     |     |     |     |     | 48                                     | 4.5                         |
| 90.91            | 55                                                                                     | 53  | 55  |     |     |     |     |     | 54                                     | 2.3                         |

Gradient d'effet dans les puits contrôles ( $\alpha=0.05$ ): NA, C.V. <10%.

REMARQUES: Stimulation significative (0.05) observé aux concentrations : 5.68, 11.36, 22.73, 45.45 et 90.91% v/v.

Analyste: J. Guillot

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier, sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

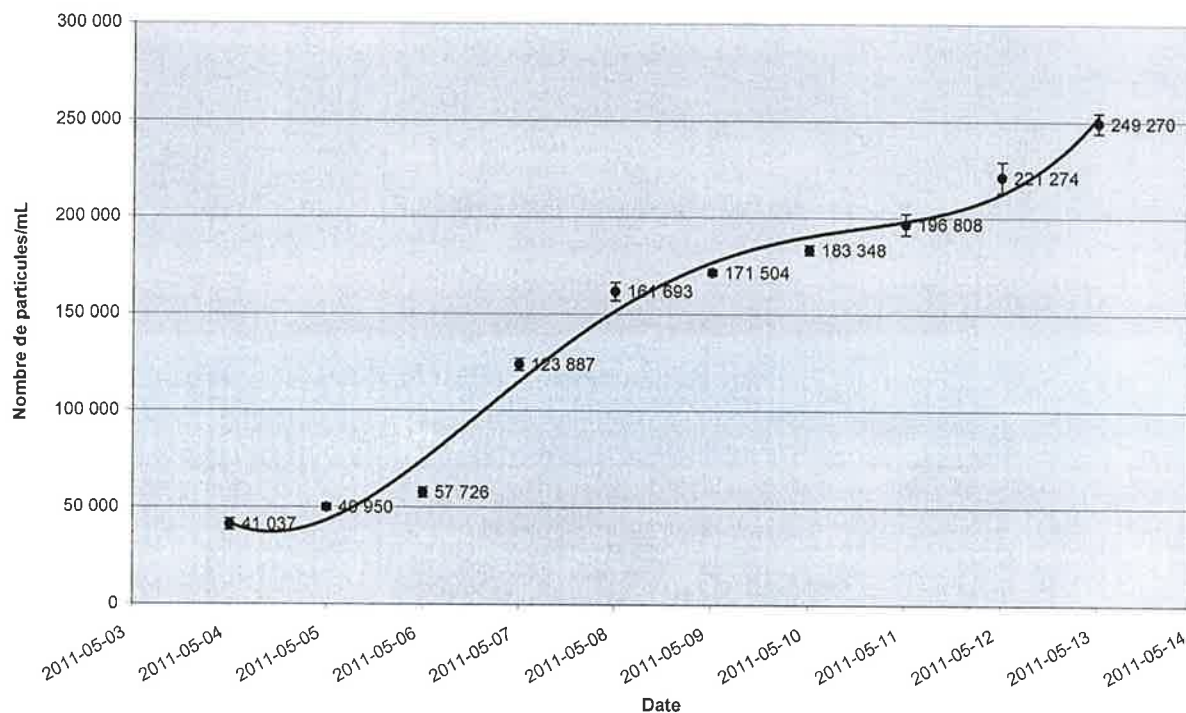
Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>



***Pseudokirchneriella subcapitata***

**Courbe de croissance de la culture *Pseudokirchneriella subcapitata***

**Courbe de croissance Algue d'eau douce  
(*Pseudokirchneriella subcapitata*)**



Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier,  
sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>



**RAPPORT D'ANALYSE ÉCOTOXICOLOGIQUE**  
**Essai d'inhibition de croissance avec**  
***Pseudokirchneriella subcapitata***

***Pseudokirchneriella subcapitata***

Date de l'émission du rapport: 2011-09-06  
Demande d'analyse: 370524  
Nom du client: AECOM CONSULTANTS INC.  
Mme Claudie Gagnon  
2, rue Fusey  
Trois-Rivières, Québec  
G8T 2T1  
Projet : NA  
Type d'échantillon: Eau de surface  
Identification: 7  
Mode de prélèvement: ND  
Date de prélèvement: 2011-07-24 (11h00)  
Échantillon reçu le: 2011-07-26 (8h00)  
Date d'analyse: 2011-07-26 au 2011-07-29 (15h15)  
Prélevé par: M. Robert Dumont  
Température d'entreposage: 4°C  
Congélation de l'échantillon: Non

**RÉSULTAT**

| N/#Labo: 1632936<br>V/Réf.: 7                         |        | Unité toxique |
|-------------------------------------------------------|--------|---------------|
| Cl <sub>25</sub> - 72h (%v/v I.C. 95%) <sup>(1)</sup> | >90.91 | <1.1          |

Cl<sub>25</sub>: Concentration inhibitrice pour 25% d'effet.

<sup>(1)</sup>: Méthode de calcul: NA

**RÉSULTATS DU CONTRÔLE DE QUALITÉ**

| Produit de référence:                                        | Sulfate de Zinc          |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Numéro de l'essai (date)                                     | 2011-08-05               |
| Cl <sub>25</sub> - 72h (mg/L de Zn, I.C. 95%) <sup>(1)</sup> | 0.0187 (0.0168 - 0.0260) |
| Moyenne des Cl <sub>25</sub> (n=26)                          | 0.0160                   |
| Limites de contrôle (±2s)                                    | 0.0040 - 0.0280          |

<sup>(1)</sup>: Méthode de calcul: CETIS Analytical programme. Interpolation linéaire (transformation log des concentrations); calcul par régression non-linéaire impossible.

Protocole utilisé: Environnement Canada SPE1/RM/25 - Deuxième édition, mars 2007. L'analyse de référence sous les mêmes conditions que les essais de toxicité avec des échantillons.

Approuvé par :

53-54

Stephan Veilleux

M.Sc. Environnement, biologiste

53-54

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier, sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>.

***Pseudokirchneriella subcapitata***

**CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉCHANTILLON – NON DILUÉ**

|                                 |                |
|---------------------------------|----------------|
| N/#Labo :                       | 1632936        |
| V/Réf. :                        | 7              |
| Température à la réception (°C) | 16.0           |
| Température avant l'essai (°C)  | 24.2           |
| O <sub>2</sub> dissous (mg/L)   | 7.9            |
| pH avant filtration             | 7.4            |
| pH après filtration             | 7.3            |
| Conductivité (µmhos/cm)         | 39             |
| Apparence                       | Beige, limpide |

**CONDITIONS EXPÉRIMENTALES**

| PARAMÈTRES                            | CONDITIONS EXPÉRIMENTALES                                                                                        |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Organisme d'essai                     | <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> (nouvelle nomenclature de <i>Selenastrum capricornutum</i> )              |
| Source des organismes                 | UTCC 37, Maintenu Exova - Québec                                                                                 |
| Santé des organismes                  | Aucun traitement ou aspect inhabituel, courbe de croissance (voir page 4).                                       |
| Âge de la culture au début de l'essai | 4 jours                                                                                                          |
| Eau de contrôle / dilution            | Eau ultra-pure stérile. Aucun produit chimique ajouté                                                            |
| Protocole utilisé                     | SPE1/RM/25 – Deuxième édition, mars 2007<br>Aucune modification de la méthode<br>Aucune anomalie lors de l'essai |
| Réservoir d'essai                     | Microplaque Costar 96 puits, fond rond                                                                           |
| Volume des solutions d'essai          | 220 µL                                                                                                           |
| Inoculum                              | 234 430 cellules / mL, préparé 15 min. avant l'inoculation de la microplaque                                     |
| Milieu d'enrichissement               | Régulier                                                                                                         |
| Température de l'essai (°C)           | 24 ± 2                                                                                                           |
| Photopériode                          | Continue                                                                                                         |
| Traitement de l'échantillon           | Filtration sur membrane 0.45 µm pré-conditionnée, non aérée, pH et dureté non ajustés                            |
| Nombre de replicat / concentration    | 3 replicats par concentration – 10 replicats pour le contrôle (2 pour le pH)                                     |

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier, sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Version 1

page 2 de 4

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>.



*Pseudokirchneriella subcapitata*

**RÉSULTATS PHYSICO-CHIMIQUES**

|          |         |
|----------|---------|
| N/#Labo: | 1632936 |
| V/Réf.:  | 7       |

**Température d'incubation<sup>1</sup>**

| Heure | Température (°C) |
|-------|------------------|
| 0     | 25.5             |
| 24    | 25.0             |
| 48    | 26.0             |
| 72    | 26.0             |

(1) : Température de l'incubateur

**pH des solutions d'essai**

| Concentration (% v/v) | pH 0h            | pH 72h           |
|-----------------------|------------------|------------------|
| Témoin                | 6.0 <sup>2</sup> | 7.0 <sup>2</sup> |
| 0.18                  |                  | 7.0              |
| 0.35                  |                  | 7.0              |
| 0.71                  |                  | 7.0              |
| 1.42                  |                  | 7.0              |
| 2.85                  |                  | 7.0              |
| 5.68                  |                  | 7.0              |
| 11.36                 |                  | 7.0              |
| 22.73                 |                  | 7.5              |
| 45.45                 |                  | 7.5              |
| 90.91                 |                  | 7.5              |

(2) : puit médian

**RÉSULTATS DE L'ESSAI**

|          |         |
|----------|---------|
| N/#Labo: | 1632936 |
| V/Réf.:  | 7       |

| Conc.<br>(% v/v) | Concentration cellulaire à la fin de l'essai; 72h<br>(X 10 <sup>4</sup> cellules / mL) |     |     |     |     |     |     |     | Concentration<br>cellulaire<br>moyenne | Coefficient<br>de variation |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------------------------|-----------------------------|
|                  | # 1                                                                                    | # 2 | # 3 | # 4 | # 5 | # 6 | # 7 | # 8 |                                        |                             |
| Témoin           | 22                                                                                     | 25  | 28  | 24  | 23  | 23  | 24  | 22  | 24                                     | 7.7                         |
| 1.42             | 21                                                                                     | 21  | 22  |     |     |     |     |     | 21                                     | 3.1                         |
| 2.85             | 22                                                                                     | 23  | 27  |     |     |     |     |     | 24                                     | 11.8                        |
| 5.68             | 21                                                                                     | 23  | 23  |     |     |     |     |     | 23                                     | 4.8                         |
| 11.36            | 25                                                                                     | 22  | 24  |     |     |     |     |     | 24                                     | 5.6                         |
| 22.73            | 28                                                                                     | 27  | 27  |     |     |     |     |     | 27                                     | 2.9                         |
| 45.45            | 29                                                                                     | 24  | 30  |     |     |     |     |     | 28                                     | 10.6                        |
| 90.91            | 33                                                                                     | 51  | 37  |     |     |     |     |     | 40                                     | 23.4                        |

Gradient d'effet dans les puits contrôles ( $\alpha=0.05$ ): NA, C.V. <10%.

REMARQUES: Stimulation significative (0.05) observé aux concentrations : 90.91% v/v.

Analyste: J. Guillot

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier,  
sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

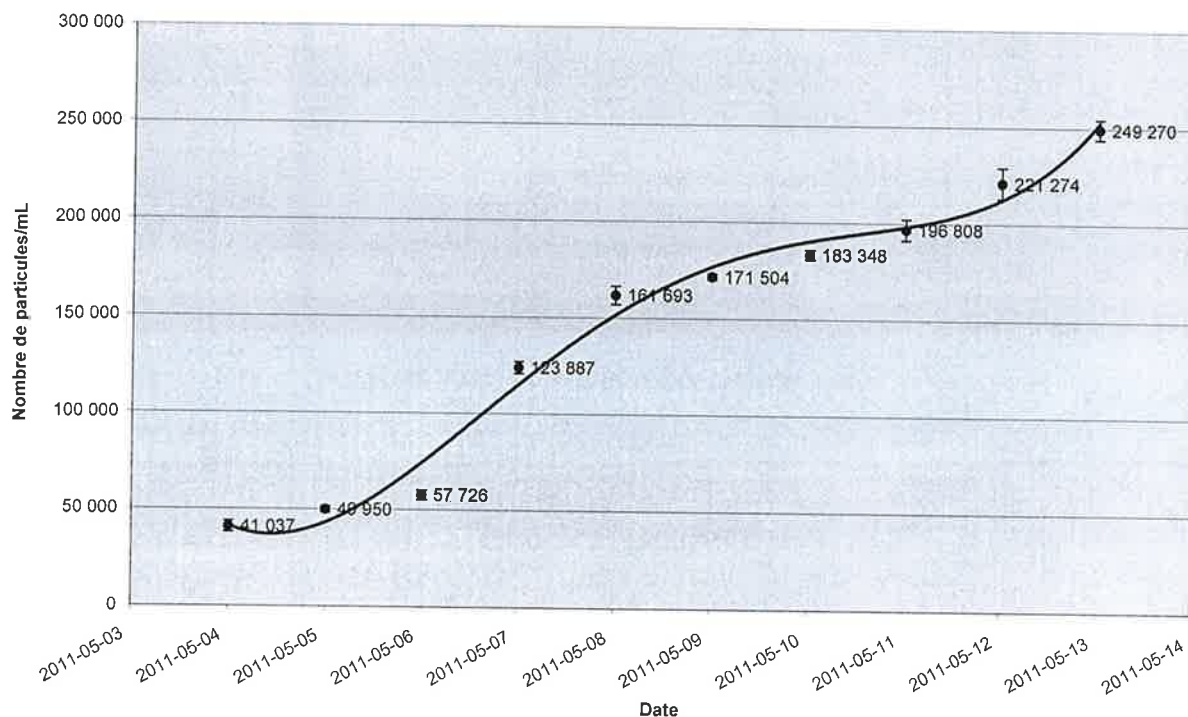
Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>.

***Pseudokirchneriella subcapitata***

**Courbe de croissance de la culture *Pseudokirchneriella subcapitata***

**Courbe de croissance Algue d'eau douce  
(*Pseudokirchneriella subcapitata*)**



Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier, sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>





**RAPPORT D'ANALYSE ÉCOTOXICOLOGIQUE**  
**Essai d'inhibition de croissance avec**  
***Pseudokirchneriella subcapitata***

***Pseudokirchneriella subcapitata***

**Date de l'émission du rapport:** 2011-09-06  
**Demande d'analyse:** 370725  
**Nom du client:** AECOM CONSULTANTS INC.  
Mme Claudie Gagnon  
2, rue Fusey  
Trois-Rivières, Québec  
G8T 2T1  
**Projet :** NA  
**Type d'échantillon:** Eau de surface  
**Identification:** 18  
**Mode de prélèvement:** ND  
**Date de prélèvement:** 2011-07-25 (16h48)  
**Échantillon reçu le:** 2011-07-27 (8h00)  
**Date d'analyse:** 2011-07-28 au 2011-07-31 (16h00)  
**Prélevé par:** M. Robert Dumont  
**Température d'entreposage:** 4°C  
**Congélation de l'échantillon:** Non

**RÉSULTAT**

| N/#Labo: 1633821<br>V/Réf.: 18                        |        | Unité toxique |
|-------------------------------------------------------|--------|---------------|
| Cl <sub>25</sub> – 72h (%v/v I.C. 95%) <sup>(1)</sup> | >90.91 | <1.1          |

Cl<sub>25</sub>: Concentration inhibitrice pour 25% d'effet.

(1): Méthode de calcul: NA

**RÉSULTATS DU CONTRÔLE DE QUALITÉ**

| Produit de référence:                                        | Sulfate de Zinc          |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Numéro de l'essai (date)                                     | 2011-08-05               |
| Cl <sub>25</sub> – 72h (mg/L de Zn, I.C. 95%) <sup>(1)</sup> | 0.0187 (0.0168 – 0.0260) |
| Moyenne des Cl <sub>25</sub> (n=26)                          | 0.0160                   |
| Limites de contrôle (±2s)                                    | 0.0040 – 0.0280          |

(1): Méthode de calcul: CETIS Analytical programme. Interpolation linéaire (transformation log des concentrations); calcul par régression non-linéaire impossible.

Protocole utilisé: Environnement Canada SPE1/RM/25 - Deuxième édition, mars 2007. L'analyse de référence sous les mêmes conditions que les essais de toxicité avec des échantillons.

Approuvé par :

Stephan Veilleux  
M.Sc. Environnement, biologiste

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier, sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>

page 1 de 4  
Version 1





***Pseudokirchneriella subcapitata***

**CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉCHANTILLON – NON DILUÉ**

|                                 |                |
|---------------------------------|----------------|
| N/#Labo :                       | 1633821        |
| V/Réf. :                        | 18             |
| Température à la réception (°C) | 18.1           |
| Température avant l'essai (°C)  | 24.0           |
| O <sub>2</sub> dissous (mg/L)   | 8.4            |
| pH avant filtration             | 7.7            |
| pH après filtration             | 7.6            |
| Conductivité (µmhos/cm)         | 43             |
| Apparence                       | Beige, limpide |

**CONDITIONS EXPÉRIMENTALES**

| PARAMÈTRES                            | CONDITIONS EXPÉRIMENTALES                                                                                        |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Organisme d'essai                     | <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> (nouvelle nomenclature de <i>Selenastrum capricornutum</i> )              |
| Source des organismes                 | UTCC 37, Maintenu Exova - Québec                                                                                 |
| Santé des organismes                  | Aucun traitement ou aspect inhabituel, courbe de croissance (voir page 4).                                       |
| Âge de la culture au début de l'essai | 6 jours                                                                                                          |
| Eau de contrôle / dilution            | Eau ultra-pure stérile. Aucun produit chimique ajouté                                                            |
| Protocole utilisé                     | SPE1/RM/25 – Deuxième édition, mars 2007<br>Aucune modification de la méthode<br>Aucune anomalie lors de l'essai |
| Réservoir d'essai                     | Microplaque Costar 96 puits, fond rond                                                                           |
| Volume des solutions d'essai          | 220 µL                                                                                                           |
| Inoculum                              | 235 308 cellules / mL, préparé 30 min. avant l'inoculation de la microplaque                                     |
| Milieu d'enrichissement               | Régulier                                                                                                         |
| Température de l'essai (°C)           | 24 ± 2                                                                                                           |
| Photopériode                          | Continue                                                                                                         |
| Traitement de l'échantillon           | Filtration sur membrane 0.45 µm pré-conditionnée, non aérée, pH et dureté non ajustés                            |
| Nombre de replicat / concentration    | 3 replicats par concentration – 10 replicats pour le contrôle (2 pour le pH)                                     |

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier, sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>.

Version 1

page 2 de 4



*Pseudokirchneriella subcapitata*

**RÉSULTATS PHYSICO-CHIMIQUES**

|         |         |
|---------|---------|
| N#Labo: | 1633821 |
| V/Réf.: | 18      |

**Température d'incubation<sup>1</sup>**

| Heure | Température (°C) |
|-------|------------------|
| 0     | 26.0             |
| 24    | 26.0             |
| 48    | 26.0             |
| 72    | 26.0             |

(1) : Température de l'incubateur

**pH des solutions d'essai**

| Concentration (% v/v) | pH 0h            | pH 72h           |
|-----------------------|------------------|------------------|
| Témoin                | 7.0 <sup>2</sup> | 6.0 <sup>2</sup> |
| 0.18                  |                  | 6.0              |
| 0.35                  |                  | 6.0              |
| 0.71                  |                  | 6.0              |
| 1.42                  |                  | 6.0              |
| 2.85                  |                  | 6.0              |
| 5.68                  |                  | 6.0              |
| 11.36                 |                  | 6.0              |
| 22.73                 |                  | 6.0              |
| 45.45                 |                  | 6.0              |
| 90.91                 |                  | 7.0              |

(2) : puit médian

**RÉSULTATS DE L'ESSAI**

|         |         |
|---------|---------|
| N#Labo: | 1633821 |
| V/Réf.: | 18      |

| Conc.<br>(% v/v) | Concentration cellulaire à la fin de l'essai; 72h<br>(X 10 <sup>4</sup> cellules / mL) |     |     |     |     |     |     |     | Concentration<br>cellulaire<br>moyenne | Coefficient<br>de variation |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------------------------|-----------------------------|
|                  | # 1                                                                                    | # 2 | # 3 | # 4 | # 5 | # 6 | # 7 | # 8 |                                        |                             |
| Témoin           | 29                                                                                     | 30  | 33  | 34  | 35  | 31  | 34  | 33  | 32                                     | 6.8                         |
| 1.42             | 34                                                                                     | 30  | 33  |     |     |     |     |     | 32                                     | 5.4                         |
| 2.85             | 45                                                                                     | 35  | 33  |     |     |     |     |     | 38                                     | 17.7                        |
| 5.68             | 32                                                                                     | 34  | 37  |     |     |     |     |     | 35                                     | 6.9                         |
| 11.36            | 36                                                                                     | 39  | 39  |     |     |     |     |     | 38                                     | 4.3                         |
| 22.73            | 51                                                                                     | 42  | 45  |     |     |     |     |     | 46                                     | 9.9                         |
| 45.45            | 49                                                                                     | 46  | 49  |     |     |     |     |     | 48                                     | 3.7                         |
| 90.91            | 56                                                                                     | 53  | 59  |     |     |     |     |     | 56                                     | 5.5                         |

Gradient d'effet dans les puits contrôles ( $\alpha=0.05$ ): NA, C.V. <10%.

REMARQUES: Stimulation significative (0.05) observé aux concentrations : 2.85, 11.36, 22.73, 45.45 et 90.91% v/v.

Analyste: J. Guillot / S. Veilleux

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier,  
sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

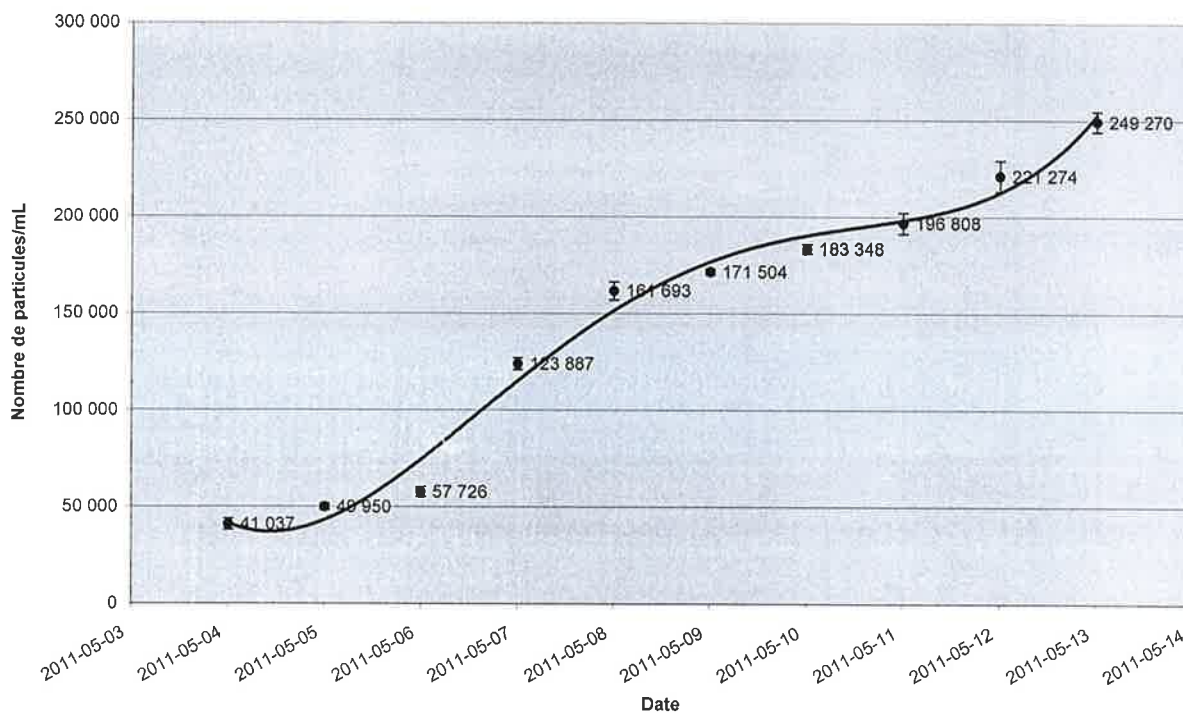
Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>

***Pseudokirchneriella subcapitata***

**Courbe de croissance de la culture *Pseudokirchneriella subcapitata***

**Courbe de croissance Algue d'eau douce  
(*Pseudokirchneriella subcapitata*)**



Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier,  
sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>



**RAPPORT D'ANALYSE ÉCOTOXICOLOGIQUE**  
**Essai d'inhibition de croissance avec**  
***Pseudokirchneriella subcapitata***

***Pseudokirchneriella subcapitata***

**Date de l'émission du rapport:** 2011-09-06  
**Demande d'analyse:** 370725  
**Nom du client:** AECOM CONSULTANTS INC.  
Mme Claudie Gagnon  
2, rue Fusey  
Trois-Rivières, Québec  
G8T 2T1  
**Projet :** NA  
**Type d'échantillon:** Eau de surface  
**Identification:** 21  
**Mode de prélèvement:** ND  
**Date de prélèvement:** 2011-07-25 (16h48)  
**Échantillon reçu le:** 2011-07-27 (8h00)  
**Date d'analyse:** 2011-07-28 au 2011-07-31 (16h00)  
**Prélevé par:** M. Robert Dumont  
**Température d'entreposage:** 4°C  
**Congélation de l'échantillon:** Non

**RÉSULTAT**

|                                                       |        |                      |
|-------------------------------------------------------|--------|----------------------|
| <b>N/#Labo: 1633822</b>                               |        | <b>Unité toxique</b> |
| <b>V/Réf.: 21</b>                                     |        |                      |
| Cl <sub>25</sub> – 72h (%v/v I.C. 95%) <sup>(1)</sup> | >90.91 | <1.1                 |

Cl<sub>25</sub>: Concentration inhibitrice pour 25% d'effet.

<sup>(1)</sup>: Méthode de calcul: NA

**RÉSULTATS DU CONTRÔLE DE QUALITÉ**

|                                                              |                          |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>Produit de référence:</b>                                 | <b>Sulfate de Zinc</b>   |
| Numéro de l'essai (date)                                     | 2011-08-05               |
| Cl <sub>25</sub> – 72h (mg/L de Zn, I.C. 95%) <sup>(1)</sup> | 0.0187 (0.0168 – 0.0260) |
| Moyenne des Cl <sub>25</sub> (n=26)                          | 0.0160                   |
| Limites de contrôle (±2s)                                    | 0.0040 – 0.0280          |

<sup>(1)</sup>: Méthode de calcul: CETIS Analytical programme. Interpolation linéaire (transformation log des concentrations); calcul par régression non-linéaire impossible.

Protocole utilisé: Environnement Canada SPE1/RM/25 - Deuxième édition, mars 2007. L'analyse de référence sous les mêmes conditions que les essais de toxicité avec des échantillons.

Approuvé par :

Stephan Veilleux  
M.Sc. Environnement, biologiste

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier,  
sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.  
Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>



***Pseudokirchneriella subcapitata***

**CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉCHANTILLON – NON DILUÉ**

|                                 |                |
|---------------------------------|----------------|
| N/#Labo :                       | 1633822        |
| V/Réf. :                        | 21             |
| Température à la réception (°C) | 17.9           |
| Température avant l'essai (°C)  | 24.1           |
| O <sub>2</sub> dissous (mg/L)   | 8.3            |
| pH avant filtration             | 7.5            |
| pH après filtration             | 7.4            |
| Conductivité (µmhos/cm)         | 44             |
| Apparence                       | Beige, limpide |

**CONDITIONS EXPÉRIMENTALES**

| PARAMÈTRES                            | CONDITIONS EXPÉRIMENTALES                                                                                        |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Organisme d'essai                     | <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> (nouvelle nomenclature de <i>Selenastrum capricornutum</i> )              |
| Source des organismes                 | UTCC 37, Maintenu Exova - Québec                                                                                 |
| Santé des organismes                  | Aucun traitement ou aspect inhabituel, courbe de croissance (voir page 4).                                       |
| Âge de la culture au début de l'essai | 6 jours                                                                                                          |
| Eau de contrôle / dilution            | Eau ultra-pure stérile. Aucun produit chimique ajouté                                                            |
| Protocole utilisé                     | SPE1/RM/25 – Deuxième édition, mars 2007<br>Aucune modification de la méthode<br>Aucune anomalie lors de l'essai |
| Réservoir d'essai                     | Microplaque Costar 96 puits, fond rond                                                                           |
| Volume des solutions d'essai          | 220 µL                                                                                                           |
| Inoculum                              | 235 308 cellules / mL, préparé 30 min. avant l'inoculation de la microplaque                                     |
| Milieu d'enrichissement               | Régulier                                                                                                         |
| Température de l'essai (°C)           | 24 ± 2                                                                                                           |
| Photopériode                          | Continue                                                                                                         |
| Traitement de l'échantillon           | Filtration sur membrane 0.45 µm pré-conditionnée, non aérée, pH et dureté non ajustés                            |
| Nombre de replicat / concentration    | 3 replicats par concentration – 10 replicats pour le contrôle (2 pour le pH)                                     |

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier, sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>

Version 1

page 2 de 4





***Pseudokirchneriella subcapitata***

**RÉSULTATS PHYSICO-CHIMIQUES**

|          |         |
|----------|---------|
| N/#Labo: | 1633822 |
| V/Réf.:  | 21      |

**Température d'incubation<sup>1</sup>**

| Heure | Température (°C) |
|-------|------------------|
| 0     | 26.0             |
| 24    | 26.0             |
| 48    | 26.0             |
| 72    | 26.0             |

(1) : Température de l'incubateur

**pH des solutions d'essai**

| Concentration (% v/v) | pH 0h            | pH 72h           |
|-----------------------|------------------|------------------|
| Témoin                | 7.0 <sup>2</sup> | 6.0 <sup>2</sup> |
| 0.18                  |                  | 6.0              |
| 0.35                  |                  | 6.0              |
| 0.71                  |                  | 6.0              |
| 1.42                  |                  | 6.0              |
| 2.85                  |                  | 6.0              |
| 5.68                  |                  | 6.0              |
| 11.36                 |                  | 6.0              |
| 22.73                 |                  | 7.0              |
| 45.45                 |                  | 7.0              |
| 90.91                 |                  | 7.0              |

(2) : puit médian

**RÉSULTATS DE L'ESSAI**

|          |         |
|----------|---------|
| N/#Labo: | 1633822 |
| V/Réf.:  | 21      |

| Conc.<br>(% v/v) | Concentration cellulaire à la fin de l'essai; 72h<br>(X 10 <sup>4</sup> cellules / mL) |     |     |     |     |     |     |     | Concentration<br>cellulaire<br>moyenne | Coefficient<br>de variation |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------------------------|-----------------------------|
|                  | # 1                                                                                    | # 2 | # 3 | # 4 | # 5 | # 6 | # 7 | # 8 |                                        |                             |
| Témoin           | 32                                                                                     | 37  | 37  | 39  | 33  | 34  | 34  | 34  | 35                                     | 7.1                         |
| 1.42             | 33                                                                                     | 34  | 35  |     |     |     |     |     | 34                                     | 2.9                         |
| 2.85             | 31                                                                                     | 33  | 37  |     |     |     |     |     | 34                                     | 8.2                         |
| 5.68             | 37                                                                                     | 33  | 36  |     |     |     |     |     | 35                                     | 6.3                         |
| 11.36            | 46                                                                                     | 36  | 40  |     |     |     |     |     | 41                                     | 12.4                        |
| 22.73            | 46                                                                                     | 45  | 47  |     |     |     |     |     | 46                                     | 3.2                         |
| 45.45            | 53                                                                                     | 52  | 69  |     |     |     |     |     | 58                                     | 16.9                        |
| 90.91            | 60                                                                                     | 55  | 62  |     |     |     |     |     | 59                                     | 6.2                         |

Gradient d'effet dans les puits contrôles ( $\alpha=0.05$ ): NA, C.V. <10%.

REMARQUES: Stimulation significative (0.05) observé aux concentrations : 11.36, 22.73, 45.45 et 90.91% v/v.

Analyste: J. Guillot / S. Veilleux

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier,  
sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

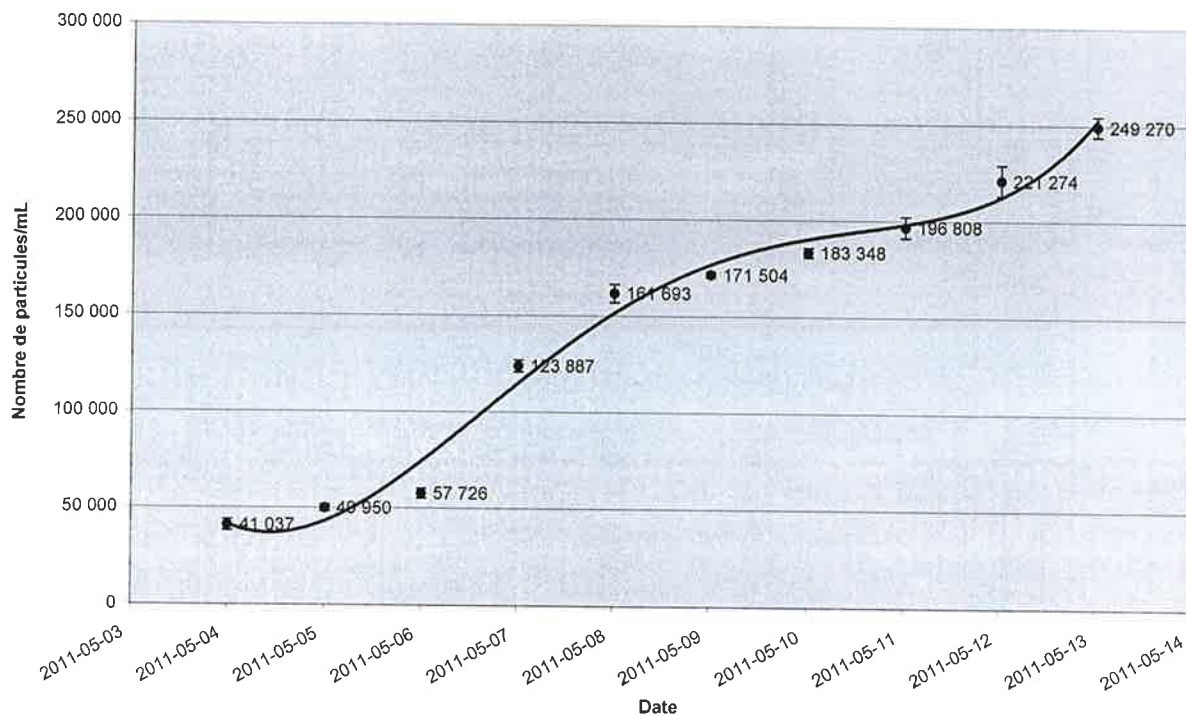
Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>.



***Pseudokirchneriella subcapitata***

**Courbe de croissance de la culture *Pseudokirchneriella subcapitata***

**Courbe de croissance Algue d'eau douce  
(*Pseudokirchneriella subcapitata*)**



Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier,  
sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>.



**RAPPORT D'ANALYSE ÉCOTOXICOLOGIQUE**  
**Essai d'inhibition de croissance avec**  
***Pseudokirchneriella subcapitata***

***Pseudokirchneriella subcapitata***

Date de l'émission du rapport: 2011-09-06  
Demande d'analyse: 370829  
Nom du client: AECOM CONSULTANTS INC.  
Mme Claudie Gagnon  
2, rue Fusey  
Trois-Rivières, Québec  
G8T 2T1  
Projet : NA  
Type d'échantillon: Eau de surface  
Identification: 25  
Mode de prélèvement: ND  
Date de prélèvement: 2011-07-26 (14h20)  
Échantillon reçu le: 2011-07-28 (8h00)  
Date d'analyse: 2011-07-29 au 2011-08-01 (14h00)  
Prélevé par: M. Robert Dumont  
Température d'entreposage: 4°C  
Congélation de l'échantillon: Non

**RÉSULTAT**

| N/#Labo: 1634224<br>V/Réf.: 25                        |        | Unité toxique |
|-------------------------------------------------------|--------|---------------|
| Cl <sub>25</sub> – 72h (%v/v I.C. 95%) <sup>(1)</sup> | >90.91 | <1.1          |

Cl<sub>25</sub>: Concentration inhibitrice pour 25% d'effet.

<sup>(1)</sup>: Méthode de calcul: NA

**RÉSULTATS DU CONTRÔLE DE QUALITÉ**

| Produit de référence:                                        | Sulfate de Zinc          |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Numéro de l'essai (date)                                     | 2011-08-05               |
| Cl <sub>25</sub> – 72h (mg/L de Zn, I.C. 95%) <sup>(1)</sup> | 0.0187 (0.0168 – 0.0260) |
| Moyenne des Cl <sub>25</sub> (n=26)                          | 0.0160                   |
| Limites de contrôle (±2s)                                    | 0.0040 – 0.0280          |

<sup>(1)</sup>: Méthode de calcul: CETIS Analytical programme. Interpolation linéaire (transformation log des concentrations); calcul par régression non-linéaire impossible.  
Protocole utilisé: Environnement Canada SPE1/RM/25 - Deuxième édition, mars 2007. L'analyse de référence sous les mêmes conditions que les essais de toxicité avec des échantillons.

Approuvé par :

53-54

Stephan Veilleux

M.Sc. Environnement, biologiste

53-54

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier, sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>



***Pseudokirchneriella subcapitata***

**CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉCHANTILLON – NON DILUÉ**

|                                 |                |
|---------------------------------|----------------|
| N/°Labo :                       | 1634224        |
| V/Réf. :                        | 25             |
| Température à la réception (°C) | 17.3           |
| Température avant l'essai (°C)  | 24.7           |
| O <sub>2</sub> dissous (mg/L)   | 8.1            |
| pH avant filtration             | 7.8            |
| pH après filtration             | 7.4            |
| Conductivité (µmhos/cm)         | 45             |
| Apparence                       | Beige, limpide |

**CONDITIONS EXPÉRIMENTALES**

| PARAMÈTRES                            | CONDITIONS EXPÉRIMENTALES                                                                                        |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Organisme d'essai                     | <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> (nouvelle nomenclature de <i>Selenastrum capricornutum</i> )              |
| Source des organismes                 | UTCC 37, Maintenu Exova - Québec                                                                                 |
| Santé des organismes                  | Aucun traitement ou aspect inhabituel, courbe de croissance (voir page 4).                                       |
| Âge de la culture au début de l'essai | 4 jours                                                                                                          |
| Eau de contrôle / dilution            | Eau ultra-pure stérile. Aucun produit chimique ajouté                                                            |
| Protocole utilisé                     | SPE1/RM/25 – Deuxième édition, mars 2007<br>Aucune modification de la méthode<br>Aucune anomalie lors de l'essai |
| Réservoir d'essai                     | Microplaque Costar 96 puits, fond rond                                                                           |
| Volume des solutions d'essai          | 220 µL                                                                                                           |
| Inoculum                              | 209 863 cellules / mL, préparé 30 min. avant l'inoculation de la microplaque                                     |
| Milieu d'enrichissement               | Régulier                                                                                                         |
| Température de l'essai (°C)           | 24 ± 2                                                                                                           |
| Photopériode                          | Continue                                                                                                         |
| Traitement de l'échantillon           | Filtration sur membrane 0.45 µm pré-conditionnée, non aérée, pH et dureté non ajustés                            |
| Nombre de replicat / concentration    | 3 replicats par concentration – 10 replicats pour le contrôle (2 pour le pH)                                     |

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier, sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Version 1

page 2 de 4

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>.



*Pseudokirchneriella subcapitata*

**RÉSULTATS PHYSICO-CHIMIQUES**

|          |         |
|----------|---------|
| N/#Labo: | 1634224 |
| V/Réf.:  | 25      |

**Température d'incubation<sup>1</sup>**

| Heure | Température (°C) |
|-------|------------------|
| 0     | 26.0             |
| 24    | 26.0             |
| 48    | 26.0             |
| 72    | 26.0             |

(1) : Température de l'incubateur

**pH des solutions d'essai**

| Concentration (% v/v) | pH 0h            | pH 72h           |
|-----------------------|------------------|------------------|
| Témoin                | 7.0 <sup>2</sup> | 7.5 <sup>2</sup> |
| 0.18                  |                  | 7.5              |
| 0.35                  |                  | 7.5              |
| 0.71                  |                  | 7.5              |
| 1.42                  |                  | 7.5              |
| 2.85                  |                  | 8.0              |
| 5.68                  |                  | 8.0              |
| 11.36                 |                  | 8.0              |
| 22.73                 |                  | 8.5              |
| 45.45                 |                  | 8.5              |
| 90.91                 |                  | 8.5              |

(2) : puit médian

**RÉSULTATS DE L'ESSAI**

|          |         |
|----------|---------|
| N/#Labo: | 1634224 |
| V/Réf.:  | 25      |

| Conc.<br>(% v/v) | Concentration cellulaire à la fin de l'essai; 72h<br>(X 10 <sup>4</sup> cellules / mL) |     |     |     |     |     |     |     | Concentration<br>cellulaire<br>moyenne | Coefficient<br>de variation |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------------------------|-----------------------------|
|                  | # 1                                                                                    | # 2 | # 3 | # 4 | # 5 | # 6 | # 7 | # 8 |                                        |                             |
| Témoin           | 42                                                                                     | 42  | 40  | 40  | 39  | 41  | 39  | 40  | 40                                     | 3.0                         |
| 1.42             | 38                                                                                     | 41  | 38  |     |     |     |     |     | 39                                     | 3.8                         |
| 2.85             | 39                                                                                     | 40  | 40  |     |     |     |     |     | 40                                     | 2.2                         |
| 5.68             | 39                                                                                     | 38  | 39  |     |     |     |     |     | 38                                     | 2.1                         |
| 11.36            | 38                                                                                     | 37  | 38  |     |     |     |     |     | 38                                     | 0.9                         |
| 22.73            | 53                                                                                     | 47  | 46  |     |     |     |     |     | 48                                     | 8.3                         |
| 45.45            | 57                                                                                     | 58  | 57  |     |     |     |     |     | 57                                     | 1.5                         |
| 90.91            | 58                                                                                     | 57  | 55  |     |     |     |     |     | 57                                     | 3.0                         |

Gradient d'effet dans les puits contrôles ( $\alpha=0.05$ ): NA, C.V. <10%.

REMARQUES: Stimulation significative (0.05) observé aux concentrations : 22.73, 45.45 et 90.91% v/v.

Analyste: J. Guillot / S. Veilleux

Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier,  
sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

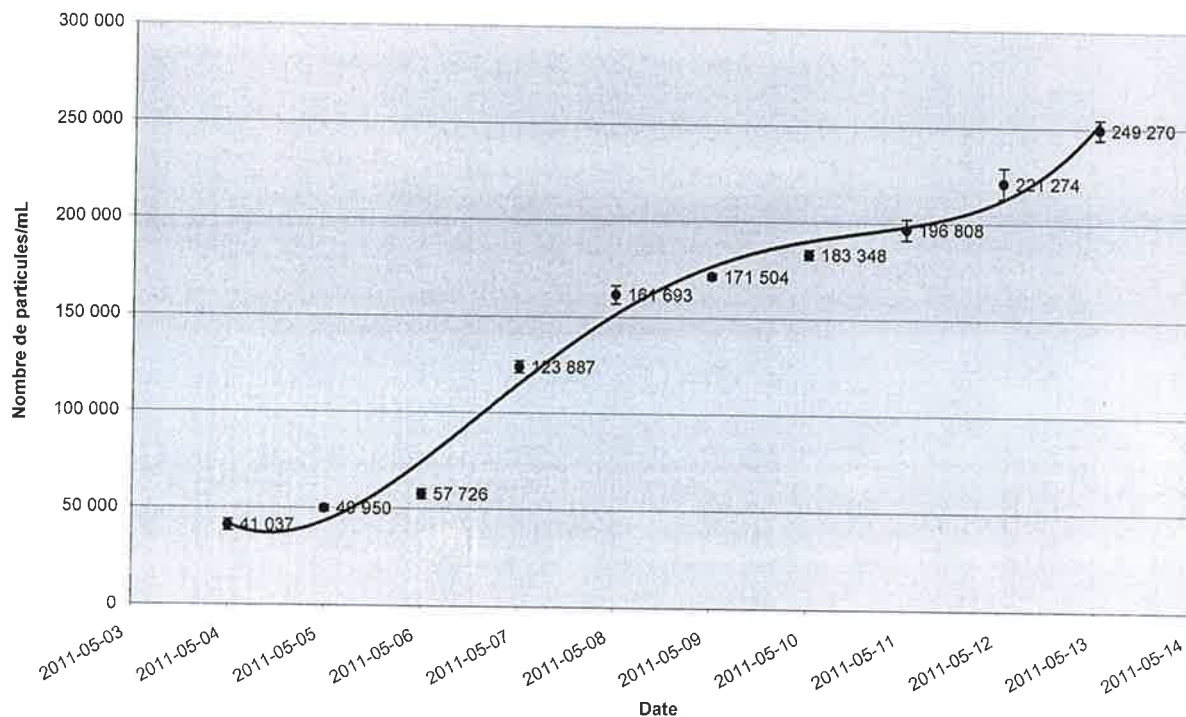
Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>

***Pseudokirchneriella subcapitata***

**Courbe de croissance de la culture *Pseudokirchneriella subcapitata***

**Courbe de croissance Algue d'eau douce  
(*Pseudokirchneriella subcapitata*)**



Ce rapport est pour l'usage exclusif du client et ne peut être reproduit, sinon en entier,  
sans une permission écrite de Exova

Cette version remplace et annule toute version antérieure, le cas échéant.

Note : Ces résultats et commentaires, le cas échéant, ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour l'analyse des paramètres ci-dessus mentionnés.

Termes et conditions : <http://www.exova.ca/modalites>

**Annexe G**  
**Rapport des analyses**  
**toxicologiques sur les**  
**sédiments**







AquaTox Testing & Consulting Inc.  
11B Nicholas Beaver Rd.  
RR 3  
Guelph ON N1H 6H9  
Tel: (519) 763-4412 Fax: (519) 763-4416

**Chironomus dilutus Test Report**  
Survival and Growth  
1 of 12

---

**SAMPLE IDENTIFICATION**

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                   |                 |            |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------|
| Work Order :      | 219644                                                                                                                                                                                                                                            | Shipped By :    | Dicom/Road |
| Company :         | AECOM                                                                                                                                                                                                                                             | Date Received : | 2011-08-03 |
| Location :        | Trois-Rivières QC                                                                                                                                                                                                                                 | Time Received : | 10:45      |
| Sampling Method : | Ponar                                                                                                                                                                                                                                             | Date Tested :   | 2011-08-26 |
| Sampled By :      | R. Dumont                                                                                                                                                                                                                                         | Lab Storage :   | 4±2 °C     |
| Sample Volume :   | 1 x 4 L pail                                                                                                                                                                                                                                      |                 |            |
| Test Method :     | Test for Survival and Growth in Sediment Using the larvae of Freshwater Midges ( <i>Chironomus tentans</i> or <i>Chironomus riparius</i> ). Environment Canada, Conservation and Protection. Ottawa, Ontario. Report EPS 1/RM/32, December, 1997. |                 |            |

---

**SAMPLE SUMMARY**

| Sample Number | Sample Name | Description                                          | Sample Date | Sample Time | Temp. on Arrival |
|---------------|-------------|------------------------------------------------------|-------------|-------------|------------------|
| -             | Control     | Fine brown organic sediment; no odour.               | 2009-05-25  | 12:00       | -                |
| 31482         | 4           | Brown, odourless, little organic material.           | 2011-07-24  | 11:41       | 17.0 °C          |
| 31483         | 5B          | Grey, odourless, little organic material.            | 2011-07-24  | 11:02       | 17.0 °C          |
| 31484         | 3           | Dark brown, moderate odour, contains plant material. | 2011-07-24  | 16:23       | 17.0 °C          |
| 31485         | 7           | Brown, moderate odour, little organic material.      | 2011-07-24  | 11:17       | 17.0 °C          |
| 31486         | 25          | Brown, odourless, some organic material.             | 2011-07-26  | 14:34       | 17.0 °C          |
| 31487         | 21          | Grey, mild odour, some organic material.             | 2011-07-25  | 16:48       | 17.0 °C          |
| 31488         | 18          | Dark brown, moderate odour, little organic material. | 2011-07-25  | 15:03       | 17.0 °C          |

---

**RESULTS**

**Survival Data (Treatment Average Survival, %)<sup>1</sup>**

|          |           |           |           |          |           |          |                |
|----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|----------------|
| <b>3</b> | <b>21</b> | <b>18</b> | <b>25</b> | <b>4</b> | <b>5B</b> | <b>7</b> | <b>Control</b> |
| 84       | 84        | 88        | 92        | 96       | 98        | 100      | 100            |

<sup>1</sup>Tukey-Kramer Test (CETIS)<sup>a</sup>: Samples sharing the same line are not significantly different from one another (i.e. they are considered to be homogenous, that is, from the same population) ( $\alpha=0.05$ ). After Angular (Corrected) transformation, data satisfied the assumptions for normality and homogeneity of variance.

**Growth Data (Treatment Average Weight, mg)<sup>2</sup>**

|          |                |           |          |          |           |           |           |
|----------|----------------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>3</b> | <b>Control</b> | <b>5B</b> | <b>4</b> | <b>7</b> | <b>25</b> | <b>18</b> | <b>21</b> |
| 1.649    | 2.023          | 2.038     | 2.105    | 2.141    | 2.306     | 2.406     | 2.525     |

<sup>2</sup>Tukey-Kramer Test (CETIS)<sup>a</sup>: Samples sharing the same line are not significantly different from one another (i.e. they are considered to be homogenous, that is, from the same population) ( $\alpha=0.05$ ). Data satisfied the assumptions for normality and homogeneity of variance.

---

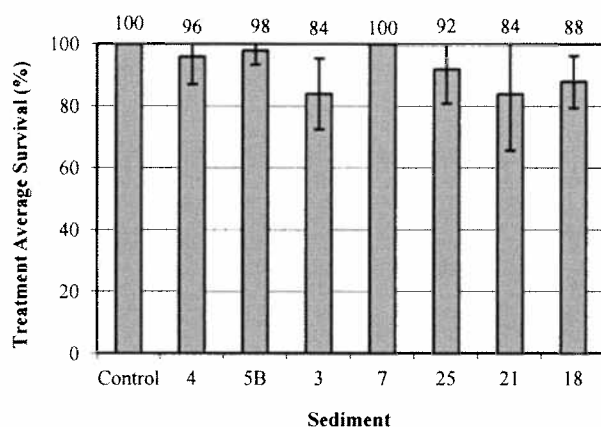
**POTASSIUM CHLORIDE REFERENCE TOXICANT DATA**

|                         |                  |                           |                                              |
|-------------------------|------------------|---------------------------|----------------------------------------------|
| Test Date :             | 2011-08-11       | Historical Mean LC50 :    | 4696 mg/L                                    |
| Test Duration :         | 96 hours         | Warning Limits (± 2 SD) : | 3176 - 6942 mg/L                             |
| LC50 :                  | 3989 mg/L        | Statistical Method :      | Linear Regression (MLE) (CETIS) <sup>a</sup> |
| 95% Confidence Limits : | 2576 - 5834 mg/L | Test Conducted By :       | EJ/JGG                                       |

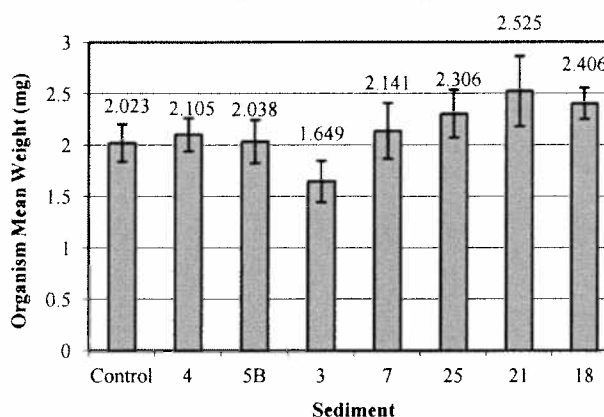
The reference toxicant test was conducted as a water only test, as specified in the test method.

Work Order : 219644

Chironomus dilutus Survival



Chironomus dilutus Growth



## SEDIMENT CHARACTERISTICS

| Sample Number | Sample Name | TOC (%) | Moisture Content (%) | Particle Size (%) |      |               |
|---------------|-------------|---------|----------------------|-------------------|------|---------------|
|               |             |         |                      | Gravel            | Sand | Silt and Clay |
| —             | Control     | 8.9     | 72                   | 0                 | 27.3 | 72.7          |
| 31482         | 4           | 4.6     | 42.6                 | 0.0               | 19.8 | 80.2          |
| 31483         | 5B          | 1.4     | 33.3                 | 0.0               | 69.8 | 30.2          |
| 31484         | 3           | 1.3     | 24.5                 | 0.0               | 18.2 | 81.8          |
| 31485         | 7           | 1.6     | 32.0                 | 0.0               | 92.1 | 7.9           |
| 31486         | 25          | <0.3    | 25.5                 | 0.0               | 84.3 | 15.7          |
| 31487         | 21          | 1.5     | 35.4                 | 0.0               | 51.0 | 49.0          |
| 31488         | 18          | 1.1     | 29.4                 | 0.0               | 79.1 | 20.9          |

## TEST CONDITIONS

|                                |                               |                            |                                      |
|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| Test Organism :                | Chironomus dilutus            | Test Type :                | Static                               |
| Organism Batch :               | Ct11-06                       | Test Vessel :              | 300 mL pyrex beaker                  |
| Source :                       | Ministry of the Environment   | Sediment Depth :           | Approx. 3.5 cm                       |
| Source Location :              | Etobicoke ON                  | Sediment Volume :          | 100 mL per replicate                 |
| Mean Head Capsule Width :      | 0.36 mm                       | Overlying Water Volume :   | 175 mL per replicate                 |
| Range of Head Capsule Widths : | 0.28 - 0.43 mm                | Control/Test Water :       | Well water (no additional chemicals) |
| Life Stage on Test Day 0 :     | 3rd Instar                    | Control Sediment :         | Long Point, Lake Erie                |
| Samples per Treatment :        | 1                             | Test Aeration :            | Yes (all replicates)                 |
| Number of Replicates :         | 5                             | Test Aeration Rate :       | 2-3 bubbles per second               |
| Organisms per Replicate :      | 10                            | Photoperiod (light/dark) : | 16 h / 8 h                           |
| Organisms per Treatment :      | 50                            | Light Intensity :          | 891 - 986 lux                        |
| Feed Type :                    | Tetramin flakes in R.O. water | Test Duration :            | 10 days                              |
| Feeding Rate (per replicate) : | ~6 mg dry solids daily        | Test Method Deviations :   | None                                 |

## COMMENTS

The results reported relate only to the samples tested.  
 All test validity criteria as specified in the test method cited in this report were satisfied.  
 No organisms exhibiting unusual appearance, behavior, or undergoing unusual treatment were used in the test.

## REFERENCES

<sup>a</sup> CETIS, © 2001-2007. Comprehensive Environmental Toxicity Information System. Tidepool Scientific Software, McKinleyville, Calif. 95519 [Program on disk and printed User's Guide].

Date:

2011-10-14  
 yyyy-mm-dd

Approved by:

53-54

Project Manager

Work Order : 219644

**Chironomus dilutus Survival Data**

| Sample             | Replicate | Number of<br>Survivors<br>(n=10) | Surviving<br>Organisms (%) | Treatment<br>Average<br>Survival (%) | Standard<br>Deviation | CV (%) |
|--------------------|-----------|----------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|-----------------------|--------|
| <b>Control</b>     | A         | 10                               | 100                        | 100                                  | 0.0                   | 0.0    |
|                    | B         | 10                               | 100                        |                                      |                       |        |
|                    | C         | 10                               | 100                        |                                      |                       |        |
|                    | D         | 10                               | 100                        |                                      |                       |        |
|                    | E         | 10                               | 100                        |                                      |                       |        |
| 31482<br><b>4</b>  | A         | 10                               | 100                        | 96                                   | 8.9                   | 9.3    |
|                    | B         | 10                               | 100                        |                                      |                       |        |
|                    | C         | 8                                | 80                         |                                      |                       |        |
|                    | D         | 10                               | 100                        |                                      |                       |        |
|                    | E         | 10                               | 100                        |                                      |                       |        |
| 31483<br><b>5B</b> | A         | 9                                | 90                         | 98                                   | 4.5                   | 4.6    |
|                    | B         | 10                               | 100                        |                                      |                       |        |
|                    | C         | 10                               | 100                        |                                      |                       |        |
|                    | D         | 10                               | 100                        |                                      |                       |        |
|                    | E         | 10                               | 100                        |                                      |                       |        |
| 31484<br><b>3</b>  | A         | 8                                | 80                         | 84                                   | 11.4                  | 13.6   |
|                    | B         | 7                                | 70                         |                                      |                       |        |
|                    | C         | 10                               | 100                        |                                      |                       |        |
|                    | D         | 9                                | 90                         |                                      |                       |        |
|                    | E         | 8                                | 80                         |                                      |                       |        |
| 31485<br><b>7</b>  | A         | 10                               | 100                        | 100                                  | 0.0                   | 0.0    |
|                    | B         | 10                               | 100                        |                                      |                       |        |
|                    | C         | 10                               | 100                        |                                      |                       |        |
|                    | D         | 10                               | 100                        |                                      |                       |        |
|                    | E         | 10                               | 100                        |                                      |                       |        |
| 31486<br><b>25</b> | A         | 8                                | 80                         | 92                                   | 11.0                  | 11.9   |
|                    | B         | 8                                | 80                         |                                      |                       |        |
|                    | C         | 10                               | 100                        |                                      |                       |        |
|                    | D         | 10                               | 100                        |                                      |                       |        |
|                    | E         | 10                               | 100                        |                                      |                       |        |
| 31487<br><b>21</b> | A         | 10                               | 100                        | 84                                   | 18.2                  | 21.6   |
|                    | B         | 10                               | 100                        |                                      |                       |        |
|                    | C         | 9                                | 90                         |                                      |                       |        |
|                    | D         | 7                                | 70                         |                                      |                       |        |
|                    | E         | 6                                | 60                         |                                      |                       |        |
| 31488<br><b>18</b> | A         | 8                                | 80                         | 88                                   | 8.4                   | 9.5    |
|                    | B         | 10                               | 100                        |                                      |                       |        |
|                    | C         | 9                                | 90                         |                                      |                       |        |
|                    | D         | 9                                | 90                         |                                      |                       |        |
|                    | E         | 8                                | 80                         |                                      |                       |        |

Work Order : 219644

**Chironomus dilutus Weight Data**

| Sample             | Replicate | Foil Weight<br>(mg) | Dry Weight of<br>Foil +<br>Organisms<br>(mg) | Number of<br>Organisms<br>Weighed | Mean Dry<br>Weight of<br>Organisms<br>(mg) | Treatment<br>Mean Dry<br>Weight<br>(mg) | Standard<br>Deviation | CV (%) |
|--------------------|-----------|---------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------|--------|
| <b>Control</b>     | A         | 803.23              | 821.05                                       | 10                                | 1.782                                      | 2.023                                   | 0.18                  | 8.8    |
|                    | B         | 809.47              | 831.59                                       | 10                                | 2.212                                      |                                         |                       |        |
|                    | C         | 805.90              | 826.19                                       | 10                                | 2.029                                      |                                         |                       |        |
|                    | D         | 806.69              | 828.38                                       | 10                                | 2.169                                      |                                         |                       |        |
|                    | E         | 811.27              | 830.48                                       | 10                                | 1.921                                      |                                         |                       |        |
| 31482<br><b>4</b>  | A         | 807.45              | 828.85                                       | 10                                | 2.140                                      | 2.105                                   | 0.16                  | 7.8    |
|                    | B         | 810.42              | 831.01                                       | 10                                | 2.059                                      |                                         |                       |        |
|                    | C         | 806.40              | 825.21                                       | 8                                 | 2.351                                      |                                         |                       |        |
|                    | D         | 804.11              | 823.06                                       | 10                                | 1.895                                      |                                         |                       |        |
|                    | E         | 809.67              | 830.48                                       | 10                                | 2.081                                      |                                         |                       |        |
| 31483<br><b>5B</b> | A         | 773.12              | 792.45                                       | 9                                 | 2.148                                      | 2.038                                   | 0.21                  | 10.3   |
|                    | B         | 768.63              | 791.14                                       | 10                                | 2.251                                      |                                         |                       |        |
|                    | C         | 766.46              | 786.25                                       | 10                                | 1.979                                      |                                         |                       |        |
|                    | D         | 771.56              | 788.62                                       | 10                                | 1.706                                      |                                         |                       |        |
|                    | E         | 766.86              | 787.91                                       | 10                                | 2.105                                      |                                         |                       |        |
| 31484<br><b>3</b>  | A         | 772.88              | 786.41                                       | 8                                 | 1.691                                      | 1.649                                   | 0.20                  | 12.4   |
|                    | B         | 771.64              | 785.37                                       | 7                                 | 1.961                                      |                                         |                       |        |
|                    | C         | 766.04              | 781.05                                       | 10                                | 1.501                                      |                                         |                       |        |
|                    | D         | 769.42              | 782.36                                       | 9                                 | 1.438                                      |                                         |                       |        |
|                    | E         | 767.06              | 780.27                                       | 8                                 | 1.651                                      |                                         |                       |        |
| 31485<br><b>7</b>  | A         | 771.86              | 789.78                                       | 10                                | 1.792                                      | 2.141                                   | 0.27                  | 12.7   |
|                    | B         | 767.58              | 788.71                                       | 10                                | 2.113                                      |                                         |                       |        |
|                    | C         | 770.51              | 790.57                                       | 10                                | 2.006                                      |                                         |                       |        |
|                    | D         | 813.71              | 838.75                                       | 10                                | 2.504                                      |                                         |                       |        |
|                    | E         | 805.37              | 828.27                                       | 10                                | 2.290                                      |                                         |                       |        |
| 31486<br><b>25</b> | A         | 769.13              | 788.74                                       | 8                                 | 2.451                                      | 2.306                                   | 0.23                  | 9.8    |
|                    | B         | 758.02              | 778.10                                       | 8                                 | 2.510                                      |                                         |                       |        |
|                    | C         | 764.78              | 789.25                                       | 10                                | 2.447                                      |                                         |                       |        |
|                    | D         | 767.90              | 788.47                                       | 10                                | 2.057                                      |                                         |                       |        |
|                    | E         | 771.46              | 792.09                                       | 10                                | 2.063                                      |                                         |                       |        |
| 31487<br><b>21</b> | A         | 762.68              | 786.89                                       | 10                                | 2.421                                      | 2.525                                   | 0.34                  | 13.3   |
|                    | B         | 809.63              | 835.01                                       | 10                                | 2.538                                      |                                         |                       |        |
|                    | C         | 809.12              | 827.91                                       | 9                                 | 2.088                                      |                                         |                       |        |
|                    | D         | 805.67              | 823.57                                       | 7                                 | 2.557                                      |                                         |                       |        |
|                    | E         | 815.90              | 834.04                                       | 6                                 | 3.023                                      |                                         |                       |        |
| 31488<br><b>18</b> | A         | 805.42              | 826.15                                       | 8                                 | 2.591                                      | 2.406                                   | 0.15                  | 6.2    |
|                    | B         | 812.11              | 834.39                                       | 10                                | 2.228                                      |                                         |                       |        |
|                    | C         | 803.69              | 825.67                                       | 9                                 | 2.442                                      |                                         |                       |        |
|                    | D         | 815.75              | 838.11                                       | 9                                 | 2.484                                      |                                         |                       |        |
|                    | E         | 817.41              | 835.67                                       | 8                                 | 2.283                                      |                                         |                       |        |

**Chironomus dilutus Sediment Test Data**

Work Order : 219644  
Sample Number : **Control**  
Species: *Chironomus dilutus*  
Organism Batch : Ct11-06  
Sediment pH: 7.4  
Pore Water pH: 7.3  
Pore Water Ammonia (mg/L) : 0.6  
Sample Treatment: Dry sieved (2 mm)  
Time Start: 10:10

| Test Day | Day   | Date       | Temp. (°C) | Replicate | D.O. (mg/L) | Test Fed? (Y/N) | Analyst(s) | Conductivity (µmhos/cm) | pH  | Hardness (mg/l as CaCO <sub>3</sub> ) | Total Ammonia (mg/L) | Unionized Ammonia (mg/L) |
|----------|-------|------------|------------|-----------|-------------|-----------------|------------|-------------------------|-----|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| 0        | Fri   | 2011-08-26 | 23.0       | Composite | 8.1         | Y               | CN/JGG     | 617                     | 8.4 | 260                                   | 1.50                 | 0.17                     |
| 1        | Sat   | 2011-08-27 | 22.0       | —         | —           | Y               | VC         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 2        | Sun   | 2011-08-28 | 22.0       | —         | —           | Y               | VC         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 3        | Mon   | 2011-08-29 | 23.0       | A         | 7.8         | Y               | CN         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 4        | Tues  | 2011-08-30 | 22.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 5        | Wed   | 2011-08-31 | 23.0       | B         | 8.2         | Y               | CN/JGG     | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 6        | Thurs | 2011-09-01 | 22.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 7        | Fri   | 2011-09-02 | 22.0       | C         | 7.4         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 8        | Sat   | 2011-09-03 | 22.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 9        | Sun   | 2011-09-04 | 22.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 10       | Mon   | 2011-09-05 | 22.0       | Composite | 7.7         | N               | XD         | 579                     | 8.1 | 200                                   | 0.00                 | 0.00                     |

"—" = not measured/not required



**Chironomus dilutus Sediment Test Data**

Work Order : 219644  
Sample Number : 31482  
Species: *Chironomus dilutus*  
Organism Batch : Ct11-06  
Sediment pH: 5.4  
Pore Water pH: 7.3  
Pore Water Ammonia (mg/L) : 1.4  
Sample Treatment: Hand homogenization  
Time Start: 10:10

| Test Day | Day   | Date       | Temp. (°C) | Replicate | D.O. (mg/L) | Test Fed? (Y/N) | Analyst(s) | Conductivity (µmhos/cm) | pH  | Hardness (mg/l as CaCO <sub>3</sub> ) | Total Ammonia (mg/L) | Unionized Ammonia (mg/L) |
|----------|-------|------------|------------|-----------|-------------|-----------------|------------|-------------------------|-----|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| 0        | Fri   | 2011-08-26 | 23.0       | Composite | 8.1         | Y               | CN/JGG     | 544                     | 8.3 | 250                                   | 0.50                 | 0.04                     |
| 1        | Sat   | 2011-08-27 | 22.0       | —         | —           | Y               | VC         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 2        | Sun   | 2011-08-28 | 22.0       | —         | —           | Y               | VC         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 3        | Mon   | 2011-08-29 | 23.0       | A         | 7.9         | Y               | CN         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 4        | Tues  | 2011-08-30 | 22.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 5        | Wed   | 2011-08-31 | 23.0       | B         | 8.1         | Y               | CN/JGG     | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 6        | Thurs | 2011-09-01 | 22.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 7        | Fri   | 2011-09-02 | 22.0       | C         | 7.6         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 8        | Sat   | 2011-09-03 | 22.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 9        | Sun   | 2011-09-04 | 22.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 10       | Mon   | 2011-09-05 | 22.0       | Composite | 7.6         | N               | XD         | 474                     | 7.5 | 160                                   | 0.25                 | 0.00                     |

"—" = not measured/not required

**Chironomus dilutus Sediment Test Data**

Work Order : 219644  
Sample Number : 31483  
Species: *Chironomus dilutus*  
Organism Batch : Ct11-06  
Sediment pH: 6.6  
Pore Water pH: 7.1  
Pore Water Ammonia (mg/L) : 1.0  
Sample Treatment: Hand homogenization  
Time Start: 10:10

| Test Day | Day   | Date       | Temp. (°C) | Replicate | D.O. (mg/L) | Test Fed? (Y/N) | Analyst(s) | Conductivity (µmhos/cm) | pH  | Hardness (mg/l as CaCO <sub>3</sub> ) | Total Ammonia (mg/L) | Unionized Ammonia (mg/L) |
|----------|-------|------------|------------|-----------|-------------|-----------------|------------|-------------------------|-----|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| 0        | Fri   | 2011-08-26 | 23.0       | Composite | 8.2         | Y               | CN/JGG     | 591                     | 8.5 | 260                                   | 0.25                 | 0.03                     |
| 1        | Sat   | 2011-08-27 | 22.0       | —         | —           | Y               | VC         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 2        | Sun   | 2011-08-28 | 22.0       | —         | —           | Y               | VC         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 3        | Mon   | 2011-08-29 | 23.0       | A         | 7.8         | Y               | CN         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 4        | Tues  | 2011-08-30 | 22.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 5        | Wed   | 2011-08-31 | 23.0       | B         | 8.1         | Y               | CN/JGG     | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 6        | Thurs | 2011-09-01 | 22.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 7        | Fri   | 2011-09-02 | 22.0       | C         | 7.5         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 8        | Sat   | 2011-09-03 | 22.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 9        | Sun   | 2011-09-04 | 22.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 10       | Mon   | 2011-09-05 | 22.0       | Composite | 7.4         | N               | XD         | 585                     | 8.0 | 250                                   | 1.50                 | 0.07                     |

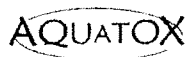
"—" = not measured/not required

**Chironomus dilutus Sediment Test Data**

Work Order : 219644  
Sample Number : **31484**  
Species: *Chironomus dilutus*  
Organism Batch : Ct11-06  
Sediment pH: 6.0  
Pore Water pH: 6.4  
Pore Water Ammonia (mg/L) : 46.5  
Sample Treatment: Hand homogenization  
Time Start: 10:10

| Test Day | Day   | Date       | Temp. (°C) | Replicate | D.O. (mg/L) | Test Fed? (Y/N) | Analyst(s) | Conductivity (µmhos/cm) | pH  | Hardness (mg/l as CaCO <sub>3</sub> ) | Total Ammonia (mg/L) | Unionized Ammonia (mg/L) |
|----------|-------|------------|------------|-----------|-------------|-----------------|------------|-------------------------|-----|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| 0        | Fri   | 2011-08-26 | 23.0       | Composite | 8.2         | Y               | CN/JGG     | 515                     | 8.2 | 220                                   | 0.00                 | 0.00                     |
| 1        | Sat   | 2011-08-27 | 22.0       | —         | —           | Y               | VC         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 2        | Sun   | 2011-08-28 | 22.0       | —         | —           | Y               | VC         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 3        | Mon   | 2011-08-29 | 23.0       | A         | 8.0         | Y               | CN         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 4        | Tues  | 2011-08-30 | 22.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 5        | Wed   | 2011-08-31 | 23.0       | B         | 8.1         | Y               | CN/JGG     | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 6        | Thurs | 2011-09-01 | 22.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 7        | Fri   | 2011-09-02 | 22.0       | C         | 7.8         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 8        | Sat   | 2011-09-03 | 22.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 9        | Sun   | 2011-09-04 | 22.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 10       | Mon   | 2011-09-05 | 22.0       | Composite | 7.4         | N               | XD         | 446                     | 7.4 | 170                                   | 0.25                 | 0.00                     |

"—" = not measured/not required

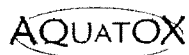


**Chironomus dilutus Sediment Test Data**

Work Order : 219644  
Sample Number : 31485  
Species: *Chironomus dilutus*  
Organism Batch : Ct11-06  
Sediment pH: 6.8  
Pore Water pH: 7.3  
Pore Water Ammonia (mg/L) : 1.6  
Sample Treatment: Hand homogenization  
Time Start: 10:10

| Test Day | Day   | Date       | Temp. (°C) | Replicate | D.O. (mg/L) | Test Fed? (Y/N) | Analyst(s) | Conductivity (µmhos/cm) | pH  | Hardness (mg/l as CaCO <sub>3</sub> ) | Total Ammonia (mg/L) | Unionized Ammonia (mg/L) |
|----------|-------|------------|------------|-----------|-------------|-----------------|------------|-------------------------|-----|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| 0        | Fri   | 2011-08-26 | 23.0       | Composite | 8.2         | Y               | CN/JGG     | 585                     | 8.4 | 260                                   | 0.25                 | 0.03                     |
| 1        | Sat   | 2011-08-27 | 22.0       | —         | —           | Y               | VC         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 2        | Sun   | 2011-08-28 | 22.0       | —         | —           | Y               | VC         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 3        | Mon   | 2011-08-29 | 23.0       | A         | 8.1         | Y               | CN         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 4        | Tues  | 2011-08-30 | 22.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 5        | Wed   | 2011-08-31 | 23.0       | B         | 8.1         | Y               | CN/JGG     | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 6        | Thurs | 2011-09-01 | 22.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 7        | Fri   | 2011-09-02 | 22.0       | C         | 7.9         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 8        | Sat   | 2011-09-03 | 22.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 9        | Sun   | 2011-09-04 | 22.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 10       | Mon   | 2011-09-05 | 22.0       | Composite | 7.8         | N               | XD         | 582                     | 8.1 | 250                                   | 0.00                 | 0.00                     |

"—" = not measured/not required



**Chironomus dilutus Sediment Test Data**

Work Order : 219644  
Sample Number : 31486  
Species: *Chironomus dilutus*  
Organism Batch : Ct11-06  
Sediment pH: 6.5  
Pore Water pH: 7.4  
Pore Water Ammonia (mg/L) : 5.5  
Sample Treatment: Hand homogenization  
Time Start: 10:10

| Test Day | Day   | Date       | Temp. (°C) | Replicate | D.O. (mg/L) | Test Fed? (Y/N) | Analyst(s) | Conductivity (µmhos/cm) | pH  | Hardness (mg/l as CaCO <sub>3</sub> ) | Total Ammonia (mg/L) | Unionized Ammonia (mg/L) |
|----------|-------|------------|------------|-----------|-------------|-----------------|------------|-------------------------|-----|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| 0        | Fri   | 2011-08-26 | 23.0       | Composite | 8.2         | Y               | CN/JGG     | 579                     | 8.4 | 250                                   | 0.00                 | 0.00                     |
| 1        | Sat   | 2011-08-27 | 22.0       | —         | —           | Y               | VC         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 2        | Sun   | 2011-08-28 | 22.0       | —         | —           | Y               | VC         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 3        | Mon   | 2011-08-29 | 23.0       | A         | 8.2         | Y               | CN         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 4        | Tues  | 2011-08-30 | 22.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 5        | Wed   | 2011-08-31 | 23.0       | B         | 8.2         | Y               | CN/JGG     | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 6        | Thurs | 2011-09-01 | 22.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 7        | Fri   | 2011-09-02 | 22.0       | C         | 7.7         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 8        | Sat   | 2011-09-03 | 22.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 9        | Sun   | 2011-09-04 | 22.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 10       | Mon   | 2011-09-05 | 22.0       | Composite | 7.7         | N               | XD         | 547                     | 8.0 | 220                                   | 0.00                 | 0.00                     |

"—" = not measured/not required

**Chironomus dilutus Sediment Test Data**

Work Order : 219644  
Sample Number : 31487  
Species: *Chironomus dilutus*  
Organism Batch : Ct11-06  
Sediment pH: 6.7  
Pore Water pH: 7.8  
Pore Water Ammonia (mg/L) : 0.6  
Sample Treatment: Hand homogenization  
Time Start: 10:10

| Test Day | Day   | Date       | Temp. (°C) | Replicate | D.O. (mg/L) | Test Fed? (Y/N) | Analyst(s) | Conductivity (µmhos/cm) | pH  | Hardness (mg/l as CaCO <sub>3</sub> ) | Total Ammonia (mg/L) | Unionized Ammonia (mg/L) |
|----------|-------|------------|------------|-----------|-------------|-----------------|------------|-------------------------|-----|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| 0        | Fri   | 2011-08-26 | 23.0       | Composite | 8.2         | Y               | CN/JGG     | 586                     | 8.5 | 260                                   | 0.00                 | 0.00                     |
| 1        | Sat   | 2011-08-27 | 22.0       | —         | —           | Y               | VC         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 2        | Sun   | 2011-08-28 | 22.0       | —         | —           | Y               | VC         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 3        | Mon   | 2011-08-29 | 23.0       | A         | 8.1         | Y               | CN         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 4        | Tues  | 2011-08-30 | 22.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 5        | Wed   | 2011-08-31 | 23.0       | B         | 8.2         | Y               | CN/JGG     | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 6        | Thurs | 2011-09-01 | 22.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 7        | Fri   | 2011-09-02 | 22.0       | C         | 7.8         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 8        | Sat   | 2011-09-03 | 22.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 9        | Sun   | 2011-09-04 | 22.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 10       | Mon   | 2011-09-05 | 22.0       | Composite | 7.7         | N               | XD         | 582                     | 8.1 | 240                                   | 1.50                 | 0.08                     |

"—" = not measured/not required



**Chironomus dilutus Sediment Test Data**

Work Order : 219644  
Sample Number : 31488  
Species: *Chironomus dilutus*  
Organism Batch : Ct11-06  
Sediment pH: 6.8  
Pore Water pH: 7.2  
Pore Water Ammonia (mg/L) : 1.8  
Sample Treatment: Hand homogenization  
Time Start: 10:10

| Test Day | Day   | Date       | Temp. (°C) | Replicate | D.O. (mg/L) | Test Fed? (Y/N) | Analyst(s) | Conductivity (µmhos/cm) | pH  | Hardness (mg/l as CaCO <sub>3</sub> ) | Total Ammonia (mg/L) | Unionized Ammonia (mg/L) |
|----------|-------|------------|------------|-----------|-------------|-----------------|------------|-------------------------|-----|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| 0        | Fri   | 2011-08-26 | 23.0       | Composite | 8.2         | Y               | CN/JGG     | 583                     | 8.4 | 250                                   | 0.00                 | 0.00                     |
| 1        | Sat   | 2011-08-27 | 22.0       | —         | —           | Y               | VC         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 2        | Sun   | 2011-08-28 | 22.0       | —         | —           | Y               | VC         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 3        | Mon   | 2011-08-29 | 23.0       | A         | 8.2         | Y               | CN         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 4        | Tues  | 2011-08-30 | 22.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 5        | Wed   | 2011-08-31 | 23.0       | B         | 8.0         | Y               | CN/JGG     | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 6        | Thurs | 2011-09-01 | 22.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 7        | Fri   | 2011-09-02 | 22.0       | C         | 7.8         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 8        | Sat   | 2011-09-03 | 22.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 9        | Sun   | 2011-09-04 | 22.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 10       | Mon   | 2011-09-05 | 22.0       | Composite | 7.6         | N               | XD         | 542                     | 8.1 | 230                                   | 0.00                 | 0.00                     |

"—" = not measured/not required



AquaTox Testing & Consulting Inc.  
11B Nicholas Beaver Rd.  
RR 3  
Guelph ON N1H 6H9  
Tel: (519) 763-4412 Fax: (519) 763-4415

## *Hyaella azteca* Test Report

Survival and Growth

1 of 13

### SAMPLE IDENTIFICATION

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                         |                 |            |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------|
| Work Order :      | 219644                                                                                                                                                                                                                                                  | Shipped By :    | Dicom/Road |
| Company :         | AECOM                                                                                                                                                                                                                                                   | Date Received : | 2011-08-03 |
| Location :        | Trois-Rivières QC                                                                                                                                                                                                                                       | Time Received : | 10:45      |
| Sampling Method : | Ponar                                                                                                                                                                                                                                                   | Date Tested :   | 2011-09-21 |
| Sampled By :      | R. Dumont                                                                                                                                                                                                                                               | Lab Storage :   | 4±2 °C     |
| Sample Volume :   | 1 x 4 L pail                                                                                                                                                                                                                                            |                 |            |
| Test Method :     | Test for Survival and Growth in Sediment Using the Freshwater Amphipod <i>Hyaella azteca</i> .<br>Environment Canada, Conservation and Protection. Ottawa, Ontario. Report EPS 1/RM/33,<br>December, 1997, with deviation(s) as noted on report page 3. |                 |            |

### SAMPLE SUMMARY

| Sample Number | Sample Name | Description                                          | Sample Date | Sample Time | Temp. on Arrival |
|---------------|-------------|------------------------------------------------------|-------------|-------------|------------------|
| -             | Control     | Fine brown organic sediment; no odour.               | 2009-05-25  | 12:00       | -                |
| 31482         | 4           | Brown, odourless, little organic material.           | 2011-07-24  | 11:41       | 17.0 °C          |
| 31483         | 5B          | Grey, odourless, little organic material.            | 2011-07-24  | 11:02       | 17.0 °C          |
| 31484         | 3           | Dark brown, moderate odour, contains plant material. | 2011-07-24  | 16:23       | 17.0 °C          |
| 31485         | 7           | Brown, moderate odour, little organic material.      | 2011-07-24  | 11:17       | 17.0 °C          |
| 31486         | 25          | Brown, odourless, some organic material.             | 2011-07-26  | 14:34       | 17.0 °C          |
| 31487         | 21          | Grey, mild odour, some organic material.             | 2011-07-25  | 16:48       | 17.0 °C          |
| 31488         | 18          | Dark brown, moderate odour, little organic material. | 2011-07-25  | 15:03       | 17.0 °C          |

### RESULTS

#### Survival Data (Treatment Average Survival, %)<sup>1</sup>

|    |    |    |    |    |         |    |    |
|----|----|----|----|----|---------|----|----|
| 5B | 25 | 21 | 4  | 3  | Control | 7  | 18 |
| 6  | 14 | 26 | 48 | 66 | 88      | 92 | 96 |

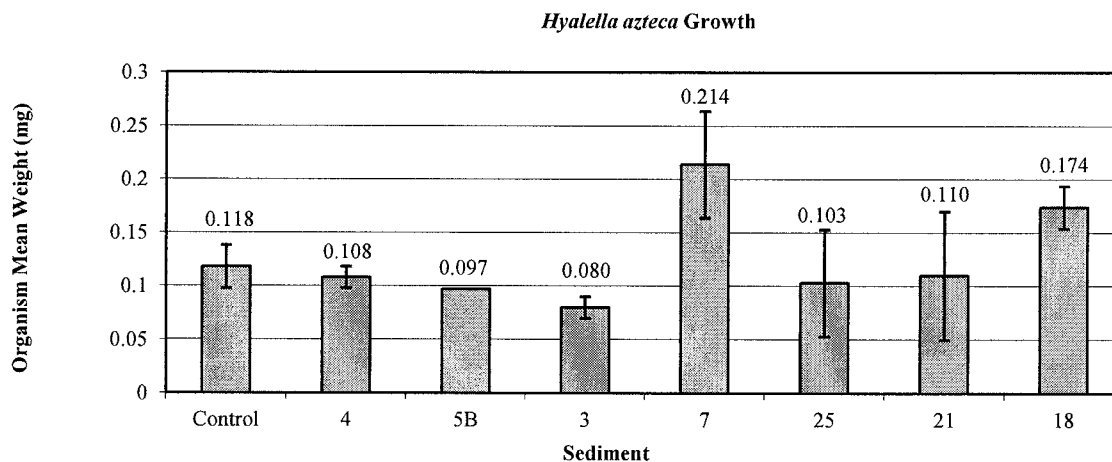
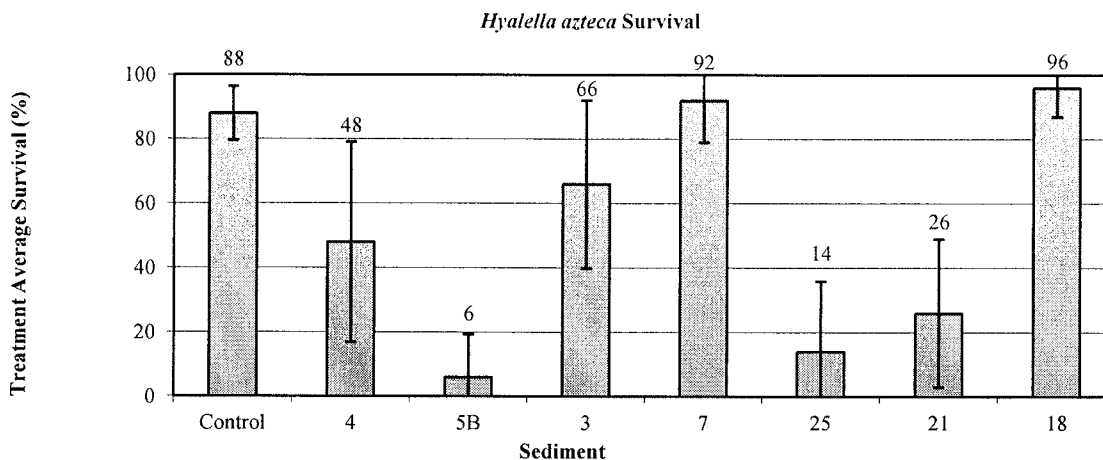
<sup>1</sup>**Tukey - Kramer Test (CETIS)<sup>a</sup>:** Samples sharing the same line are not significantly different from one another (i.e. they are considered to be homogenous, that is, from the same population) ( $\alpha=0.05$ ). All data sets met the assumptions for normality and homogeneity of variance.

#### Growth Data (Treatment Average Weight, mg)<sup>2</sup>

|       |       |       |       |         |       |       |
|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|
| 3     | 25    | 4     | 21    | Control | 18    | 7     |
| 0.080 | 0.103 | 0.108 | 0.110 | 0.118   | 0.174 | 0.214 |

<sup>2</sup>**Tukey - Kramer Test (CETIS)<sup>a</sup>:** Samples sharing the same line are not significantly different from one another (i.e. they are considered to be homogenous, that is, from the same population) ( $\alpha=0.05$ ). All data sets met the assumptions for normality and homogeneity of variance. Analysis of the growth data initially included all data points. However, results from the multiple comparison tests did not yield meaningful results. A closer examination of individual results suggested that sample 5B (only 1 surviving organisms with a dry weight of 0.097 mg; AquaTox sample # 31483) was likely impacting the data analysis. After removal of this data point, statistical analysis was repeated, yielding the results presented in this test report.

Work Order : 219644



### SEDIMENT CHARACTERISTICS

| Sample Number | Sample Name | TOC (%) | Moisture<br>Content (%) | Particle Size (%) |      |               |
|---------------|-------------|---------|-------------------------|-------------------|------|---------------|
|               |             |         |                         | Gravel            | Sand | Silt and Clay |
| —             | Control     | 8.9     | 72                      | 0                 | 27.3 | 72.7          |
| 31482         | 4           | 4.6     | 42.6                    | 0.0               | 19.8 | 80.2          |
| 31483         | 5B          | 1.4     | 33.3                    | 0.0               | 69.8 | 30.2          |
| 31484         | 3           | 1.3     | 24.5                    | 0.0               | 18.2 | 81.8          |
| 31485         | 7           | 1.6     | 32.0                    | 0.0               | 92.1 | 7.9           |
| 31486         | 25          | <0.3    | 25.5                    | 0.0               | 84.3 | 15.7          |
| 31487         | 21          | 1.5     | 35.4                    | 0.0               | 51.0 | 49.0          |
| 31488         | 18          | 1.1     | 29.4                    | 0.0               | 79.1 | 20.9          |

Work Order : 219644

---

**TEST CONDITIONS**

|                               |                             |                            |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| Test Organism:                | <i>Hyaella azteca</i>       | Test Type:                 | Static                               |
| Organism Batch :              | Ha11-09                     | Test Vessel:               | 300 mL pyrex beaker                  |
| Source:                       | In-house culture            | Sediment Depth:            | Approx. 3.5 cm                       |
| Life Stage on Test Day 0 :    | 2-9 days old                | Sediment Volume:           | 100 mL per replicate                 |
| Organism Mortality Rate :     | 0% (in 48 h preceding test) | Overlying Water Volume:    | 175 mL per replicate                 |
| Samples per Treatment :       | 1                           | Control/Test Water:        | Well water (no additional chemicals) |
| Number of Replicates:         | 5                           | Control Sediment:          | Long Point, Lake Erie                |
| Organisms per Replicate:      | 10                          | Test Aeration :            | Yes (all replicates )                |
| Organisms per Treatment:      | 50                          | Test Aeration Rate :       | 2-3 bubbles per second               |
| Feed Type:                    | YCT (Batch Ha11-05)         | Photoperiod (light/dark) : | 16 h / 8 h                           |
| Feeding Rate (per replicate): | ~2.7 mg dry solids daily    | Light Intensity :          | 891 - 986 lux                        |
| Test Duration :               | 14 days                     | Test Method Deviations :   | Yes (see 'Comments')                 |

---

**COPPER (as COPPER SULPHATE) REFERENCE TOXICANT DATA**

|                                |                      |                           |                                              |
|--------------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------------------------------|
| Test Date :                    | 2011-09-15           | Historical Mean LC50 :    | 174 µg/L                                     |
| Test Duration :                | 96 hours             | Warning Limits (± 2 SD) : | 106 - 285 µg/L                               |
| LC50 (95% confidence limits) : | 153 µg/L (116 - 212) | Statistical Method :      | Linear Regression (MLE) (CETIS) <sup>a</sup> |
| Organism Batch :               | Ha11-09              | Test Conducted By :       | CN/JGG/RD                                    |

The reference toxicant test was conducted as a water only test, as specified in the test method.

---

**COMMENTS**

Noted Deviation(s): Due to laboratory error, which resulted in the need to repeat testing, the samples exceeded the 6 week holding time.

The results reported relate only to the samples tested.

All test validity criteria as specified in the test method cited in this report were satisfied.

No organisms exhibiting unusual appearance, behavior, or undergoing unusual treatment were used in the test.

---

**REFERENCES**

<sup>a</sup> CETIS, © 2001-2007. Comprehensive Environmental Toxicity Information System. Tidepool Scientific Software, McKinleyville, Calif. 95519 [Program on disk and printed User's Guide].

Date:

2011-10-25

yyyy-mm-dd

Approved by:

53-54

Project Manager

Work Order : 219644

*Hyalella azteca* Survival Data

| Sample             | Replicate | Number of<br>Survivors<br>(n=10) | Surviving<br>Organisms<br>(%) | Treatment<br>Average<br>Survival (%) | Standard<br>Deviation | CV (%) |
|--------------------|-----------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|--------|
| <b>Control</b>     | A         | 9                                | 90                            | 88                                   | 8.4                   | 9.5    |
|                    | B         | 8                                | 80                            |                                      |                       |        |
|                    | C         | 9                                | 90                            |                                      |                       |        |
|                    | D         | 8                                | 80                            |                                      |                       |        |
|                    | E         | 10                               | 100                           |                                      |                       |        |
| 31482<br><b>4</b>  | A         | 7                                | 70                            | 48                                   | 31.1                  | 64.9   |
|                    | B         | 8                                | 80                            |                                      |                       |        |
|                    | C         | 4                                | 40                            |                                      |                       |        |
|                    | D         | 5                                | 50                            |                                      |                       |        |
|                    | E         | 0                                | 0                             |                                      |                       |        |
| 31483<br><b>5B</b> | A         | 0                                | 0                             | 6                                    | 13.4                  | 223.6  |
|                    | B         | 0                                | 0                             |                                      |                       |        |
|                    | C         | 3                                | 30                            |                                      |                       |        |
|                    | D         | 0                                | 0                             |                                      |                       |        |
|                    | E         | 0                                | 0                             |                                      |                       |        |
| 31484<br><b>3</b>  | A         | 10                               | 100                           | 66                                   | 26.1                  | 39.5   |
|                    | B         | 7                                | 70                            |                                      |                       |        |
|                    | C         | 4                                | 40                            |                                      |                       |        |
|                    | D         | 8                                | 80                            |                                      |                       |        |
|                    | E         | 4                                | 40                            |                                      |                       |        |
| 31485<br><b>7</b>  | A         | 7                                | 70                            | 92                                   | 13.0                  | 14.2   |
|                    | B         | 10                               | 100                           |                                      |                       |        |
|                    | C         | 10                               | 100                           |                                      |                       |        |
|                    | D         | 10                               | 100                           |                                      |                       |        |
|                    | E         | 9                                | 90                            |                                      |                       |        |
| 31486<br><b>25</b> | A         | 0                                | 0                             | 14                                   | 21.9                  | 156.5  |
|                    | B         | 5                                | 50                            |                                      |                       |        |
|                    | C         | 2                                | 20                            |                                      |                       |        |
|                    | D         | 0                                | 0                             |                                      |                       |        |
|                    | E         | 0                                | 0                             |                                      |                       |        |
| 31487<br><b>21</b> | A         | 1                                | 10                            | 26                                   | 23.0                  | 88.5   |
|                    | B         | 3                                | 30                            |                                      |                       |        |
|                    | C         | 0                                | 0                             |                                      |                       |        |
|                    | D         | 6                                | 60                            |                                      |                       |        |
|                    | E         | 3                                | 30                            |                                      |                       |        |
| 31488<br><b>18</b> | A         | 10                               | 100                           | 96                                   | 8.9                   | 9.3    |
|                    | B         | 8                                | 80                            |                                      |                       |        |
|                    | C         | 10                               | 100                           |                                      |                       |        |
|                    | D         | 10                               | 100                           |                                      |                       |        |
|                    | E         | 10                               | 100                           |                                      |                       |        |

Work Order : 219644

*Hyaella azteca* Weight Data

| Sample             | Replicate | Foil Weight<br>(mg) | Dry Weight of<br>Foil +<br>Organisms<br>(mg) | Number of<br>Organisms<br>Weighed | Mean Dry<br>Weight of<br>Organisms<br>(mg) | Treatment<br>Mean Dry<br>Weight<br>(mg) | Standard<br>Deviation | CV (%) |
|--------------------|-----------|---------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------|--------|
| <b>Control</b>     | A         | 429.94              | 431.09                                       | 9                                 | 0.128                                      | 0.118                                   | 0.02                  | 13.8   |
|                    | B         | 422.18              | 423.18                                       | 8                                 | 0.125                                      |                                         |                       |        |
|                    | C         | 426.76              | 427.98                                       | 9                                 | 0.136                                      |                                         |                       |        |
|                    | D         | 420.08              | 420.89                                       | 8                                 | 0.101                                      |                                         |                       |        |
|                    | E         | 414.88              | 415.88                                       | 10                                | 0.100                                      |                                         |                       |        |
| 31482<br><b>4</b>  | A         | 420.64              | 421.43                                       | 7                                 | 0.113                                      | 0.108                                   | 0.01                  | 13.0   |
|                    | B         | 422.51              | 423.39                                       | 8                                 | 0.110                                      |                                         |                       |        |
|                    | C         | 420.00              | 420.35                                       | 4                                 | 0.088                                      |                                         |                       |        |
|                    | D         | 424.43              | 425.03                                       | 5                                 | 0.120                                      |                                         |                       |        |
|                    | E         | 417.58              | —                                            | 0                                 | —                                          |                                         |                       |        |
| 31483<br><b>5B</b> | A         | 424.33              | —                                            | 0                                 | —                                          | 0.097                                   | —                     | —      |
|                    | B         | 421.85              | —                                            | 0                                 | —                                          |                                         |                       |        |
|                    | C         | 408.11              | 408.40                                       | 3                                 | 0.097                                      |                                         |                       |        |
|                    | D         | 425.61              | —                                            | 0                                 | —                                          |                                         |                       |        |
|                    | E         | 425.19              | —                                            | 0                                 | —                                          |                                         |                       |        |
| 31484<br><b>3</b>  | A         | 425.36              | 426.29                                       | 10                                | 0.093                                      | 0.080                                   | 0.01                  | 15.5   |
|                    | B         | 423.19              | 423.79                                       | 7                                 | 0.086                                      |                                         |                       |        |
|                    | C         | 415.73              | 415.97                                       | 4                                 | 0.060                                      |                                         |                       |        |
|                    | D         | 416.42              | 417.04                                       | 8                                 | 0.078                                      |                                         |                       |        |
|                    | E         | 425.97              | 426.30                                       | 4                                 | 0.082                                      |                                         |                       |        |
| 31485<br><b>7</b>  | A         | 425.15              | 426.66                                       | 7                                 | 0.216                                      | 0.214                                   | 0.05                  | 24.8   |
|                    | B         | 423.15              | 425.79                                       | 10                                | 0.264                                      |                                         |                       |        |
|                    | C         | 424.13              | 425.48                                       | 10                                | 0.135                                      |                                         |                       |        |
|                    | D         | 414.23              | 416.18                                       | 10                                | 0.195                                      |                                         |                       |        |
|                    | E         | 420.67              | 423.02                                       | 9                                 | 0.261                                      |                                         |                       |        |
| 31486<br><b>25</b> | A         | 422.96              | —                                            | 0                                 | —                                          | 0.103                                   | 0.05                  | 52.6   |
|                    | B         | 423.43              | 424.14                                       | 5                                 | 0.142                                      |                                         |                       |        |
|                    | C         | 423.69              | 423.82                                       | 2                                 | 0.065                                      |                                         |                       |        |
|                    | D         | 426.02              | —                                            | 0                                 | —                                          |                                         |                       |        |
|                    | E         | 424.45              | —                                            | 0                                 | —                                          |                                         |                       |        |
| 31487<br><b>21</b> | A         | 425.70              | 425.73                                       | 1                                 | 0.030                                      | 0.110                                   | 0.06                  | 58.3   |
|                    | B         | 424.23              | 424.62                                       | 3                                 | 0.130                                      |                                         |                       |        |
|                    | C         | 423.66              | —                                            | 0                                 | —                                          |                                         |                       |        |
|                    | D         | 420.54              | 421.64                                       | 6                                 | 0.183                                      |                                         |                       |        |
|                    | E         | 412.29              | 412.58                                       | 3                                 | 0.097                                      |                                         |                       |        |
| 31488<br><b>18</b> | A         | 414.66              | 416.34                                       | 10                                | 0.168                                      | 0.174                                   | 0.02                  | 9.3    |
|                    | B         | 417.14              | 418.36                                       | 8                                 | 0.153                                      |                                         |                       |        |
|                    | C         | 418.91              | 420.72                                       | 10                                | 0.181                                      |                                         |                       |        |
|                    | D         | 425.93              | 427.64                                       | 10                                | 0.171                                      |                                         |                       |        |
|                    | E         | 420.00              | 421.96                                       | 10                                | 0.196                                      |                                         |                       |        |

Data Reviewed By: 53-54

Date: 2011-10-25



***Hyalella azteca* Sediment Test Data**

Work Order : 219644  
Sample Number : **Control**  
Species: *Hyalella azteca*  
Organism Batch : Ha11-09  
Sediment pH: 7.0  
Pore Water pH: 7.1  
Pore Water Ammonia (mg/L) : 10.5  
Sample Treatment: Dry sieved (2 mm)  
Time Start: 12:30

| Test Day | Day   | Date       | Temp. (°C) | Replicate | D.O. (mg/L) | Test Fed? (Y/N) | Analyst(s) | Conductivity (µmhos/cm) | pH  | Hardness (mg/l as CaCO <sub>3</sub> ) | Total Ammonia (mg/L) | Unionized Ammonia (mg/L) |
|----------|-------|------------|------------|-----------|-------------|-----------------|------------|-------------------------|-----|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| 0        | Wed   | 2011-09-21 | 23.0       | Composite | 7.8         | Y               | JGG        | 530                     | 8.2 | 230                                   | 2.00                 | 0.14                     |
| 1        | Thurs | 2011-09-22 | 24.0       | –         | –           | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 2        | Fri   | 2011-09-23 | 24.0       | A         | 6.8         | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 3        | Sat   | 2011-09-24 | 24.0       | –         | –           | Y               | MR         | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 4        | Sun   | 2011-09-25 | 24.0       | –         | –           | Y               | MR         | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 5        | Mon   | 2011-09-26 | 24.0       | B         | 8.0         | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 6        | Tues  | 2011-09-27 | 24.0       | –         | –           | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 7        | Wed   | 2011-09-28 | 24.0       | C         | 7.7         | Y               | CN         | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 8        | Thurs | 2011-09-29 | 24.0       | –         | –           | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 9        | Fri   | 2011-09-30 | 24.0       | D         | 4.8*        | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 10       | Sat   | 2011-10-01 | 23.5       | –         | –           | Y               | JL         | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 11       | Sun   | 2011-10-02 | 23.5       | –         | –           | Y               | JL         | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 12       | Mon   | 2011-10-03 | 24.0       | E         | 7.9         | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 13       | Tues  | 2011-10-04 | 24.0       | –         | –           | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 14       | Wed   | 2011-10-05 | 24.0       | Composite | 8.1         | N               | JGG        | 592                     | 8.3 | 230                                   | 0.00                 | 0.00                     |

"–" = not measured/not required

Notes: \*Aeration was interrupted on 2011-09-29, D.O. was 4.8 mg/L at 61% saturation. JGG

***Hyalella azteca* Sediment Test Data**

Work Order : 219644  
 Sample Number : **31482**  
 Species: *Hyalella azteca*  
 Organism Batch : Hal1-09  
 Sediment pH: 5.4  
 Pore Water pH: 6.0  
 Pore Water Ammonia (mg/L) : 1.0  
 Sample Treatment: Hand homogenized  
 Time Start: 12:30

| Test Day | Day   | Date       | Temp. (°C) | Replicate | D.O. (mg/L) | Test Fed? (Y/N) | Analyst(s) | Conductivity (µmhos/cm) | pH  | Hardness (mg/l as CaCO <sub>3</sub> ) | Total Ammonia (mg/L) | Unionized Ammonia (mg/L) |
|----------|-------|------------|------------|-----------|-------------|-----------------|------------|-------------------------|-----|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| 0        | Wed   | 2011-09-21 | 23.0       | Composite | 8.0         | Y               | JGG        | 322                     | 7.4 | 130                                   | 0.25                 | 0.00                     |
| 1        | Thurs | 2011-09-22 | 24.0       | –         | –           | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 2        | Fri   | 2011-09-23 | 24.0       | A         | 6.6         | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 3        | Sat   | 2011-09-24 | 24.0       | –         | –           | Y               | MR         | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 4        | Sun   | 2011-09-25 | 24.0       | –         | –           | Y               | MR         | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 5        | Mon   | 2011-09-26 | 24.0       | B         | 7.7         | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 6        | Tues  | 2011-09-27 | 24.0       | –         | –           | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 7        | Wed   | 2011-09-28 | 24.0       | C         | 7.7         | Y               | CN         | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 8        | Thurs | 2011-09-29 | 24.0       | –         | –           | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 9        | Fri   | 2011-09-30 | 24.0       | D         | 7.6         | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 10       | Sat   | 2011-10-01 | 23.5       | –         | –           | Y               | JL         | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 11       | Sun   | 2011-10-02 | 23.5       | –         | –           | Y               | JL         | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 12       | Mon   | 2011-10-03 | 24.0       | E         | 8.1         | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 13       | Tues  | 2011-10-04 | 24.0       | –         | –           | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 14       | Wed   | 2011-10-05 | 24.0       | Composite | 8.0         | N               | JGG        | 390                     | 7.8 | 120                                   | 0.00                 | 0.00                     |

"–" = not measured/not required

*Hyalella azteca* Sediment Test Data

Work Order : 219644  
Sample Number : **31483**  
Species: *Hyalella azteca*  
Organism Batch : Hal1-09  
Sediment pH: 7.1  
Pore Water pH: 7.0  
Pore Water Ammonia (mg/L) : 1.5  
Sample Treatment: Hand homogenized  
Time Start: 12:30

| Test Day | Day   | Date       | Temp. (°C) | Replicate | D.O. (mg/L) | Test Fed? (Y/N) | Analyst(s) | Conductivity (µmhos/cm) | pH  | Hardness (mg/l as CaCO <sub>3</sub> ) | Total Ammonia (mg/L) | Unionized Ammonia (mg/L) |
|----------|-------|------------|------------|-----------|-------------|-----------------|------------|-------------------------|-----|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| 0        | Wed   | 2011-09-21 | 23.0       | Composite | 7.9         | Y               | JGG        | 446                     | 7.8 | 190                                   | 0.00                 | 0.00                     |
| 1        | Thurs | 2011-09-22 | 24.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 2        | Fri   | 2011-09-23 | 24.0       | A         | 7.0         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 3        | Sat   | 2011-09-24 | 24.0       | —         | —           | Y               | MR         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 4        | Sun   | 2011-09-25 | 24.0       | —         | —           | Y               | MR         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 5        | Mon   | 2011-09-26 | 24.0       | B         | 7.7         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 6        | Tues  | 2011-09-27 | 24.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 7        | Wed   | 2011-09-28 | 24.0       | C         | 7.7         | Y               | CN         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 8        | Thurs | 2011-09-29 | 24.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 9        | Fri   | 2011-09-30 | 24.0       | D         | 7.7         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 10       | Sat   | 2011-10-01 | 23.5       | —         | —           | Y               | JL         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 11       | Sun   | 2011-10-02 | 23.5       | —         | —           | Y               | JL         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 12       | Mon   | 2011-10-03 | 24.0       | E         | 8.0         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 13       | Tues  | 2011-10-04 | 24.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 14       | Wed   | 2011-10-05 | 24.0       | Composite | 8.1         | N               | JGG        | 533                     | 8.0 | 210                                   | 0.00                 | 0.00                     |

"—" = not measured/not required

***Hyalella azteca* Sediment Test Data**

Work Order : 219644  
Sample Number : **31484**  
Species: *Hyalella azteca*  
Organism Batch : Ha11-09  
Sediment pH: 5.3  
Pore Water pH: 6.4  
Pore Water Ammonia (mg/L) : 15.3  
Sample Treatment: Hand homogenized  
Time Start: 12:30

| Test Day | Day   | Date       | Temp. (°C) | Replicate | D.O. (mg/L) | Test Fed? (Y/N) | Analyst(s) | Conductivity (µmhos/cm) | pH  | Hardness (mg/l as CaCO <sub>3</sub> ) | Total Ammonia (mg/L) | Unionized Ammonia (mg/L) |
|----------|-------|------------|------------|-----------|-------------|-----------------|------------|-------------------------|-----|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| 0        | Wed   | 2011-09-21 | 23.0       | Composite | 7.9         | Y               | JGG        | 274                     | 7.0 | 80                                    | 3.75                 | 0.02                     |
| 1        | Thurs | 2011-09-22 | 24.0       | –         | –           | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 2        | Fri   | 2011-09-23 | 24.0       | A         | 7.3         | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 3        | Sat   | 2011-09-24 | 24.0       | –         | –           | Y               | MR         | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 4        | Sun   | 2011-09-25 | 24.0       | –         | –           | Y               | MR         | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 5        | Mon   | 2011-09-26 | 24.0       | B         | 7.8         | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 6        | Tues  | 2011-09-27 | 24.0       | –         | –           | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 7        | Wed   | 2011-09-28 | 24.0       | C         | 7.8         | Y               | CN         | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 8        | Thurs | 2011-09-29 | 24.0       | –         | –           | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 9        | Fri   | 2011-09-30 | 24.0       | D         | 7.7         | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 10       | Sat   | 2011-10-01 | 23.5       | –         | –           | Y               | JL         | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 11       | Sun   | 2011-10-02 | 23.5       | –         | –           | Y               | JL         | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 12       | Mon   | 2011-10-03 | 24.0       | E         | 7.9         | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 13       | Tues  | 2011-10-04 | 24.0       | –         | –           | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 14       | Wed   | 2011-10-05 | 24.0       | Composite | 8.1         | N               | JGG        | 390                     | 6.3 | 130                                   | 4.25                 | 0.00                     |

"–" = not measured/not required

Data Reviewed By: **53-54**  
Date: 2011-10-20

***Hyalella azteca* Sediment Test Data**

Work Order : 219644  
Sample Number : **31485**  
Species: *Hyalella azteca*  
Organism Batch : Hal1-09  
Sediment pH: 6.4  
Pore Water pH: 6.9  
Pore Water Ammonia (mg/L) : 1.0  
Sample Treatment: Hand homogenized  
Time Start: 12:30

| Test Day | Day   | Date       | Temp. (°C) | Replicate | D.O. (mg/L) | Test Fed? (Y/N) | Analyst(s) | Conductivity (µmhos/cm) | pH  | Hardness (mg/l as CaCO <sub>3</sub> ) | Total Ammonia (mg/L) | Unionized Ammonia (mg/L) |
|----------|-------|------------|------------|-----------|-------------|-----------------|------------|-------------------------|-----|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| 0        | Wed   | 2011-09-21 | 23.0       | Composite | 8.0         | Y               | JGG        | 440                     | 8.1 | 170                                   | 0.00                 | 0.00                     |
| 1        | Thurs | 2011-09-22 | 24.0       | –         | –           | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 2        | Fri   | 2011-09-23 | 24.0       | A         | 7.2         | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 3        | Sat   | 2011-09-24 | 24.0       | –         | –           | Y               | MR         | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 4        | Sun   | 2011-09-25 | 24.0       | –         | –           | Y               | MR         | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 5        | Mon   | 2011-09-26 | 24.0       | B         | 7.7         | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 6        | Tues  | 2011-09-27 | 24.0       | –         | –           | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 7        | Wed   | 2011-09-28 | 24.0       | C         | 7.7         | Y               | CN         | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 8        | Thurs | 2011-09-29 | 24.0       | –         | –           | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 9        | Fri   | 2011-09-30 | 24.0       | D         | 7.8         | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 10       | Sat   | 2011-10-01 | 23.5       | –         | –           | Y               | JL         | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 11       | Sun   | 2011-10-02 | 23.5       | –         | –           | Y               | JL         | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 12       | Mon   | 2011-10-03 | 24.0       | E         | 7.8         | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 13       | Tues  | 2011-10-04 | 24.0       | –         | –           | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 14       | Wed   | 2011-10-05 | 24.0       | Composite | 8.1         | N               | JGG        | 480                     | 7.9 | 180                                   | 0.25                 | 0.01                     |

"–" = not measured/not required

Data Reviewed By: **53-54**  
Date: 2011-10-21

***Hyalella azteca* Sediment Test Data**

Work Order : 219644  
Sample Number : **31486**  
Species: *Hyalella azteca*  
Organism Batch : Hal1-09  
Sediment pH: 6.2  
Pore Water pH: 6.8  
Pore Water Ammonia (mg/L) : 3.0  
Sample Treatment: Hand homogenized  
Time Start: 12:30

| Test Day | Day   | Date       | Temp. (°C) | Replicate | D.O. (mg/L) | Test Fed? (Y/N) | Analyst(s) | Conductivity (µmhos/cm) | pH  | Hardness (mg/l as CaCO <sub>3</sub> ) | Total Ammonia (mg/L) | Unionized Ammonia (mg/L) |
|----------|-------|------------|------------|-----------|-------------|-----------------|------------|-------------------------|-----|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| 0        | Wed   | 2011-09-21 | 23.0       | Composite | 8.0         | Y               | JGG        | 397                     | 8.0 | 160                                   | 0.00                 | 0.00                     |
| 1        | Thurs | 2011-09-22 | 24.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 2        | Fri   | 2011-09-23 | 24.0       | A         | 6.7         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 3        | Sat   | 2011-09-24 | 24.0       | —         | —           | Y               | MR         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 4        | Sun   | 2011-09-25 | 24.0       | —         | —           | Y               | MR         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 5        | Mon   | 2011-09-26 | 24.0       | B         | 8.0         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 6        | Tues  | 2011-09-27 | 24.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 7        | Wed   | 2011-09-28 | 24.0       | C         | 7.8         | Y               | CN         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 8        | Thurs | 2011-09-29 | 24.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 9        | Fri   | 2011-09-30 | 24.0       | D         | 7.8         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 10       | Sat   | 2011-10-01 | 23.5       | —         | —           | Y               | JL         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 11       | Sun   | 2011-10-02 | 23.5       | —         | —           | Y               | JL         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 12       | Mon   | 2011-10-03 | 24.0       | E         | 8.0         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 13       | Tues  | 2011-10-04 | 24.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 14       | Wed   | 2011-10-05 | 24.0       | Composite | 8.1         | N               | JGG        | 422                     | 7.7 | 160                                   | 0.25                 | 0.01                     |

"—" = not measured/not required



***Hyalella azteca* Sediment Test Data**

Work Order : 219644  
Sample Number : **31487**  
Species: *Hyalella azteca*  
Organism Batch : Hal1-09  
Sediment pH: 7.1  
Pore Water pH: 7.4  
Pore Water Ammonia (mg/L) : 0.0  
Sample Treatment: Hand homogenized  
Time Start: 12:30

| Test Day | Day   | Date       | Temp. (°C) | Replicate | D.O. (mg/L) | Test Fed? (Y/N) | Analyst(s) | Conductivity (µmhos/cm) | pH  | Hardness (mg/l as CaCO <sub>3</sub> ) | Total Ammonia (mg/L) | Unionized Ammonia (mg/L) |
|----------|-------|------------|------------|-----------|-------------|-----------------|------------|-------------------------|-----|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| 0        | Wed   | 2011-09-21 | 23.0       | Composite | 8.0         | Y               | JGG        | 459                     | 8.2 | 190                                   | 0.00                 | 0.00                     |
| 1        | Thurs | 2011-09-22 | 24.0       | –         | –           | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 2        | Fri   | 2011-09-23 | 24.0       | A         | 6.6         | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 3        | Sat   | 2011-09-24 | 24.0       | –         | –           | Y               | MR         | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 4        | Sun   | 2011-09-25 | 24.0       | –         | –           | Y               | MR         | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 5        | Mon   | 2011-09-26 | 24.0       | B         | 7.9         | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 6        | Tues  | 2011-09-27 | 24.0       | –         | –           | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 7        | Wed   | 2011-09-28 | 24.0       | C         | 7.8         | Y               | CN         | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 8        | Thurs | 2011-09-29 | 24.0       | –         | –           | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 9        | Fri   | 2011-09-30 | 24.0       | D         | 7.0         | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 10       | Sat   | 2011-10-01 | 23.5       | –         | –           | Y               | JL         | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 11       | Sun   | 2011-10-02 | 23.5       | –         | –           | Y               | JL         | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 12       | Mon   | 2011-10-03 | 24.0       | E         | 7.9         | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 13       | Tues  | 2011-10-04 | 24.0       | –         | –           | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 14       | Wed   | 2011-10-05 | 24.0       | Composite | 8.1         | N               | JGG        | 514                     | 8.2 | 210                                   | 0.00                 | 0.00                     |

"–" = not measured/not required

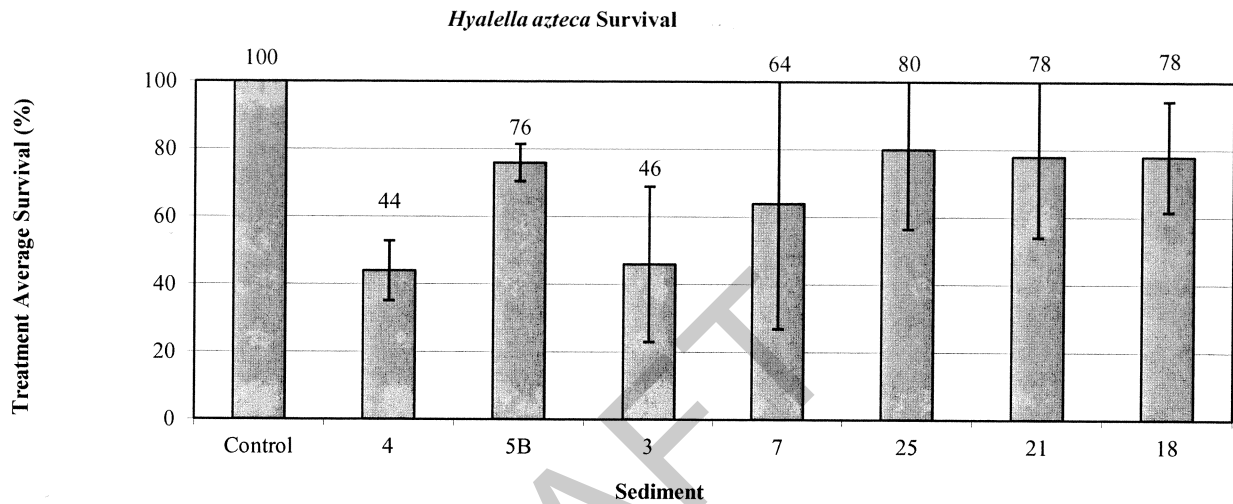
***Hyalella azteca* Sediment Test Data**

Work Order : 219644  
Sample Number : **31488**  
Species: *Hyalella azteca*  
Organism Batch : Hal1-09  
Sediment pH: 6.1  
Pore Water pH: 7.3  
Pore Water Ammonia (mg/L) : 0.0  
Sample Treatment: Hand homogenized  
Time Start: 12:30

| Test Day | Day   | Date       | Temp. (°C) | Replicate | D.O. (mg/L) | Test Fed? (Y/N) | Analyst(s) | Conductivity (µmhos/cm) | pH  | Hardness (mg/l as CaCO <sub>3</sub> ) | Total Ammonia (mg/L) | Unionized Ammonia (mg/L) |
|----------|-------|------------|------------|-----------|-------------|-----------------|------------|-------------------------|-----|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| 0        | Wed   | 2011-09-21 | 23.0       | Composite | 7.9         | Y               | JGG        | 441                     | 8.1 | 190                                   | 0.00                 | 0.00                     |
| 1        | Thurs | 2011-09-22 | 24.0       | –         | –           | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 2        | Fri   | 2011-09-23 | 24.0       | A         | 7.0         | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 3        | Sat   | 2011-09-24 | 24.0       | –         | –           | Y               | MR         | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 4        | Sun   | 2011-09-25 | 24.0       | –         | –           | Y               | MR         | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 5        | Mon   | 2011-09-26 | 24.0       | B         | 7.6         | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 6        | Tues  | 2011-09-27 | 24.0       | –         | –           | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 7        | Wed   | 2011-09-28 | 24.0       | C         | 7.5         | Y               | CN         | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 8        | Thurs | 2011-09-29 | 24.0       | –         | –           | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 9        | Fri   | 2011-09-30 | 24.0       | D         | 7.7         | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 10       | Sat   | 2011-10-01 | 23.5       | –         | –           | Y               | JL         | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 11       | Sun   | 2011-10-02 | 23.5       | –         | –           | Y               | JL         | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 12       | Mon   | 2011-10-03 | 24.0       | E         | 8.1         | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 13       | Tues  | 2011-10-04 | 24.0       | –         | –           | Y               | JGG        | –                       | –   | –                                     | –                    | –                        |
| 14       | Wed   | 2011-10-05 | 24.0       | Composite | 8.0         | N               | JGG        | 459                     | 8.0 | 210                                   | 0.00                 | 0.00                     |

"–" = not measured/not required

Work Order: 219644  
Test Start Date: 2011-08-11

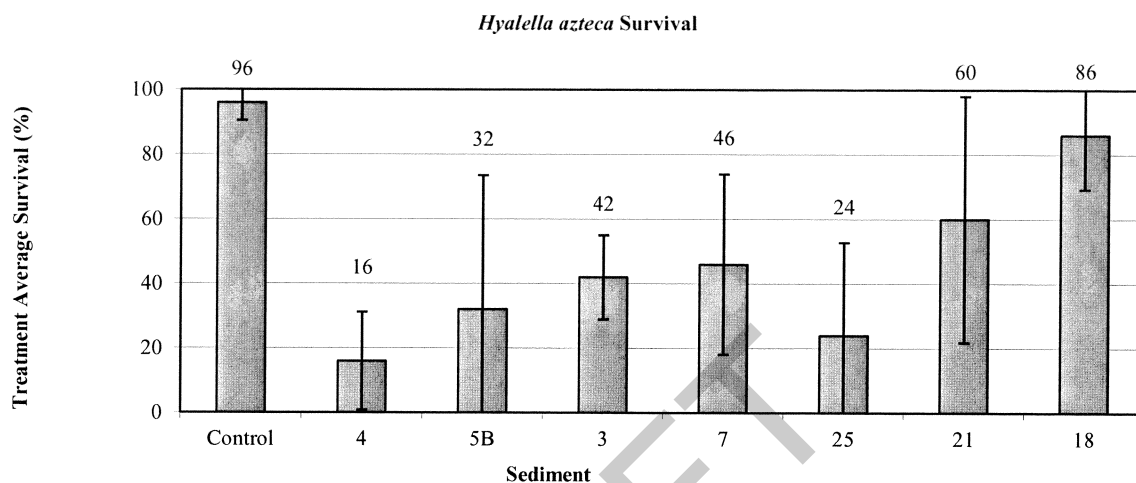


**Survival Data (Treatment Average Survival, %)<sup>1</sup>**

| 4  | 3  | 7  | 5B | 21 | 18 | 25 | Control |
|----|----|----|----|----|----|----|---------|
| 44 | 46 | 64 | 76 | 78 | 78 | 80 | 100     |

<sup>1</sup>**Tukey-Kramer Test (CETIS)<sup>a</sup>:** Samples sharing the same line are not significantly different from one another (i.e. they are considered to be homogenous, that is, from the same population) ( $\alpha = 0.05$ ). All data sets met the assumptions for normality and homogeneity of variance.

Work Order: 219644  
Test Start Date: 2011-08-31



Survival Data (Treatment Average Survival, %)<sup>1</sup>

|    |    |    |    |    |    |    |         |
|----|----|----|----|----|----|----|---------|
|    |    |    |    |    |    |    |         |
|    |    |    |    |    |    |    |         |
| 4  | 25 | 5B | 3  | 7  | 21 | 18 | Control |
| 16 | 24 | 32 | 42 | 46 | 60 | 86 | 96      |

<sup>1</sup>**Tukey-Kramer Test (CETIS)<sup>a</sup>:** Samples sharing the same line are not significantly different from one another (i.e. they are considered to be homogenous, that is, from the same population) ( $\alpha = 0.05$ ). All data sets met the assumptions for normality and homogeneity of variance.



AquaTox Testing & Consulting Inc.  
11B Nicholas Beaver Rd.  
RR 3  
Guelph ON N1H 6H9  
Tel: (519) 763-4412 Fax: (519) 763-4416

## *Hyalella azteca* Test Report

Survival and Growth

1 of 13

### SAMPLE IDENTIFICATION

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                    |                 |            |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------|
| Work Order :      | 219644                                                                                                                                                                                                                                             | Shipped By :    | Dicom/Road |
| Company :         | AECOM                                                                                                                                                                                                                                              | Date Received : | 2011-08-03 |
| Location :        | Trois-Rivières QC                                                                                                                                                                                                                                  | Time Received : | 10:45      |
| Sampling Method : | Ponar                                                                                                                                                                                                                                              | Date Tested :   | 2011-08-11 |
| Sampled By :      | R. Dumont                                                                                                                                                                                                                                          | Lab Storage :   | 4±2 °C     |
| Sample Volume :   | 1 x 4 L pail                                                                                                                                                                                                                                       |                 |            |
| Test Method :     | Test for Survival and Growth in Sediment Using the Freshwater Amphipod <i>Hyalella azteca</i> . Environment Canada, Conservation and Protection. Ottawa, Ontario. Report EPS 1/RM/33, December, 1997, with deviation(s) as noted on report page 3. |                 |            |

### SAMPLE SUMMARY

| Sample Number | Sample Name | Description                                          | Sample Date | Sample Time | Temp. on Arrival |
|---------------|-------------|------------------------------------------------------|-------------|-------------|------------------|
| -             | Control     | Fine brown organic sediment; no odour.               | 2009-05-25  | 12:00       | -                |
| 31482         | 4           | Brown, odourless, little organic material.           | 2011-07-24  | 11:41       | 17.0 °C          |
| 31483         | 5B          | Grey, odourless, little organic material.            | 2011-07-24  | 11:02       | 17.0 °C          |
| 31484         | 3           | Dark brown, moderate odour, contains plant material. | 2011-07-24  | 16:23       | 17.0 °C          |
| 31485         | 7           | Brown, moderate odour, little organic material.      | 2011-07-24  | 11:17       | 17.0 °C          |
| 31486         | 25          | Brown, odourless, some organic material.             | 2011-07-26  | 14:34       | 17.0 °C          |
| 31487         | 21          | Grey, mild odour, some organic material.             | 2011-07-25  | 16:48       | 17.0 °C          |
| 31488         | 18          | Dark brown, moderate odour, little organic material. | 2011-07-25  | 15:03       | 17.0 °C          |

### RESULTS

#### Survival Data (Treatment Average Survival, %)<sup>1</sup>

| 4  | 3  | 7  | 5B | 21 | 18 | 25 | Control |
|----|----|----|----|----|----|----|---------|
| 44 | 46 | 64 | 76 | 78 | 78 | 80 | 100     |

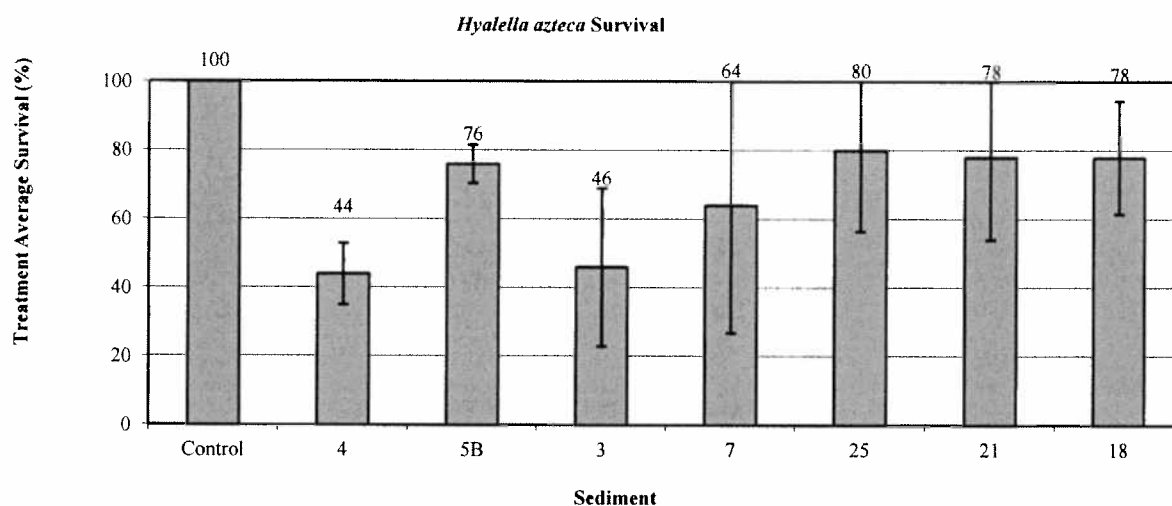
<sup>1</sup>**Tukey-Kramer Test (CETIS)<sup>a</sup>:** Samples sharing the same line are not significantly different from one another (i.e. they are considered to be homogenous, that is, from the same population) ( $\alpha = 0.05$ ). All data sets met the assumptions for normality and homogeneity of variance.

### COPPER (as COPPER SULPHATE) REFERENCE TOXICANT DATA

|                                |                      |                           |                                              |
|--------------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------------------------------|
| Test Date :                    | 2011-08-11           | Historical Mean LC50 :    | 171 µg/L                                     |
| Test Duration :                | 96 hours             | Warning Limits (± 2 SD) : | 103 - 285 µg/L                               |
| LC50 (95% confidence limits) : | 177 µg/L (147 - 213) | Statistical Method :      | Linear Regression (MLE) (CETIS) <sup>a</sup> |
| Organism Batch :               | Hal1-08              | Test Conducted By :       | JGG/EJ                                       |

The reference toxicant test was conducted as a water only test, as specified in the test method.

Work Order : 219644




---

#### SEDIMENT CHARACTERISTICS

| Sample Number | Sample Name | TOC<br>(mg/kg) | Moisture<br>Content (%) | Particle Size (%) |      |               |
|---------------|-------------|----------------|-------------------------|-------------------|------|---------------|
|               |             |                |                         | Gravel            | Sand | Silt and Clay |
| —             | Control     | 8.9            | 72                      | 0.0               | 27.3 | 72.7          |
| 31482         | 4           | 4.6            | 42.6                    | 0.0               | 19.8 | 80.2          |
| 31483         | 5B          | 1.4            | 33.3                    | 0.0               | 69.8 | 30.2          |
| 31484         | 3           | 1.3            | 24.5                    | 0.0               | 18.2 | 81.8          |
| 31485         | 7           | 1.6            | 32.0                    | 0.0               | 92.1 | 7.9           |
| 31486         | 25          | <0.3           | 25.5                    | 0.0               | 84.3 | 15.7          |
| 31487         | 21          | 1.5            | 35.4                    | 0.0               | 51.0 | 49.0          |
| 31488         | 18          | 1.1            | 29.4                    | 0.0               | 79.1 | 20.9          |



Work Order : 219644

---

TEST CONDITIONS

|                               |                             |                            |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| Test Organism:                | <i>Hyaella azteca</i>       | Test Type:                 | Static                               |
| Organism Batch :              | Ha11-08                     | Test Vessel:               | 300 mL pyrex beaker                  |
| Source:                       | In-house culture            | Sediment Depth:            | Approx. 3.5 cm                       |
| Life Stage on Test Day 0 :    | 2-9 days old                | Sediment Volume:           | 100 mL per replicate                 |
| Organism Mortality Rate :     | 0% (in 48 h preceding test) | Overlying Water Volume:    | 175 mL per replicate                 |
| Samples per Treatment :       | 1                           | Control/Test Water:        | Well water (no additional chemicals) |
| Number of Replicates:         | 5                           | Control Sediment:          | Long Point, Lake Erie                |
| Organisms per Replicate:      | 10                          | Test Aeration :            | Yes (all replicates )                |
| Organisms per Treatment:      | 50                          | Test Aeration Rate :       | 2-3 bubbles per second               |
| Feed Type:                    | YCT (Batch H11-01)          | Photoperiod (light/dark) : | 16 h / 8 h                           |
| Feeding Rate (per replicate): | ~2.7 mg dry solids daily    | Light Intensity :          | 891 - 986 lux                        |
| Test Duration :               | 14 days                     | Test Method Deviations :   | Yes (see 'Comments')                 |

---

COMMENTS

Noted Deviation(s): Growth data for the initial series of tests conducted with *H. azteca* could not be provided due to a lab accident that resulted in the loss of the majority of the test organisms after test completion, but before the analysis of growth could be completed. Accordingly, tests on all sediments were repeated with *H. azteca* on two subsequent dates (August 31 2011 and September 21 2011). However, results of these tests were considered suspect, since sediment toxicity (in terms of *H. azteca* survival data) was not consistent over the three series of tests. Therefore, results of these additional tests could not be used in the assessment of sediment toxicity.

The results reported relate only to the samples tested.

All test validity criteria as specified in the test method cited in this report were satisfied.

No organisms exhibiting unusual appearance, behavior, or undergoing unusual treatment were used in the test.

---

REFERENCES

<sup>a</sup> CETIS, © 2001-2007. Comprehensive Environmental Toxicity Information System. Tidepool Scientific Software, McKinleyville, Calif. 95519 [Program on disk and printed User's Guide].

Date:

2012-01-17

yyyy-mm-dd

Approved by:

53-54

Project Manager

Work Order : 219644

*Hyaella azteca* Survival Data

| Sample             | Replicate | Number of<br>Survivors<br>(n=10) | Surviving<br>Organisms<br>(%) | Treatment<br>Average<br>Survival (%) | Standard<br>Deviation | CV (%) |
|--------------------|-----------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|--------|
| <b>Control</b>     | A         | 10                               | 100                           | 100                                  | 0.0                   | 0.0    |
|                    | B         | 10                               | 100                           |                                      |                       |        |
|                    | C         | 10                               | 100                           |                                      |                       |        |
|                    | D         | 10                               | 100                           |                                      |                       |        |
|                    | E         | 10                               | 100                           |                                      |                       |        |
| 31482<br><b>4</b>  | A         | 5                                | 50                            | 44                                   | 8.9                   | 20.3   |
|                    | B         | 5                                | 50                            |                                      |                       |        |
|                    | C         | 3                                | 30                            |                                      |                       |        |
|                    | D         | 4                                | 40                            |                                      |                       |        |
|                    | E         | 5                                | 50                            |                                      |                       |        |
| 31483<br><b>5B</b> | A         | 8                                | 80                            | 76                                   | 5.5                   | 7.2    |
|                    | B         | 7                                | 70                            |                                      |                       |        |
|                    | C         | 8                                | 80                            |                                      |                       |        |
|                    | D         | 8                                | 80                            |                                      |                       |        |
|                    | E         | 7                                | 70                            |                                      |                       |        |
| 31484<br><b>3</b>  | A         | 4                                | 40                            | 46                                   | 23.0                  | 50.0   |
|                    | B         | 5                                | 50                            |                                      |                       |        |
|                    | C         | 1                                | 10                            |                                      |                       |        |
|                    | D         | 7                                | 70                            |                                      |                       |        |
|                    | E         | 6                                | 60                            |                                      |                       |        |
| 31485<br><b>7</b>  | A         | 9                                | 90                            | 64                                   | 37.1                  | 58.0   |
|                    | B         | 9                                | 90                            |                                      |                       |        |
|                    | C         | 9                                | 90                            |                                      |                       |        |
|                    | D         | 1                                | 10                            |                                      |                       |        |
|                    | E         | 4                                | 40                            |                                      |                       |        |
| 31486<br><b>25</b> | A         | 10                               | 100                           | 80                                   | 23.5                  | 29.3   |
|                    | B         | 10                               | 100                           |                                      |                       |        |
|                    | C         | 6                                | 60                            |                                      |                       |        |
|                    | D         | 5                                | 50                            |                                      |                       |        |
|                    | E         | 9                                | 90                            |                                      |                       |        |
| 31487<br><b>21</b> | A         | 10                               | 100                           | 78                                   | 23.9                  | 30.6   |
|                    | B         | 9                                | 90                            |                                      |                       |        |
|                    | C         | 9                                | 90                            |                                      |                       |        |
|                    | D         | 4                                | 40                            |                                      |                       |        |
|                    | E         | 7                                | 70                            |                                      |                       |        |
| 31488<br><b>18</b> | A         | 6                                | 60                            | 78                                   | 16.4                  | 21.1   |
|                    | B         | 10                               | 100                           |                                      |                       |        |
|                    | C         | 7                                | 70                            |                                      |                       |        |
|                    | D         | 7                                | 70                            |                                      |                       |        |
|                    | E         | 9                                | 90                            |                                      |                       |        |

Work Order : 219644

*Hyaella azteca* Weight Data

| Sample      | Replicate | Foil Weight<br>(mg) | Dry Weight of<br>Foil +<br>Organisms<br>(mg) | Number of<br>Organisms<br>Weighed | Mean Dry<br>Weight of<br>Organisms<br>(mg) | Treatment<br>Mean Dry<br>Weight<br>(mg) | Standard<br>Deviation | CV (%) |
|-------------|-----------|---------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------|--------|
| Control     | A         | 420.36              | 422.09                                       | 10                                | 0.173                                      | 0.157                                   | 0.03                  | 19.8   |
|             | B         | 418.63              | 420.46                                       | 10                                | 0.183                                      |                                         |                       |        |
|             | C         | 422.14              | 423.38                                       | 10                                | 0.124                                      |                                         |                       |        |
|             | D         | 419.02              | 420.24                                       | 10                                | 0.122                                      |                                         |                       |        |
|             | E         | 419.62              | 421.44                                       | 10                                | 0.182                                      |                                         |                       |        |
| 31482<br>4  | A         | 421.36              | —*                                           | 5                                 | —*                                         | —                                       | —                     | —      |
|             | B         | 421.84              | —*                                           | 5                                 | —*                                         |                                         |                       |        |
|             | C         | 417.19              | —*                                           | 3                                 | —*                                         |                                         |                       |        |
|             | D         | 419.92              | —*                                           | 4                                 | —*                                         |                                         |                       |        |
|             | E         | 418.53              | —*                                           | 5                                 | —*                                         |                                         |                       |        |
| 31483<br>5B | A         | 419.61              | 420.73                                       | 8                                 | 0.140                                      | 0.140                                   | 0.01                  | 8.1    |
|             | B         | 419.61              | 420.46                                       | 7                                 | 0.121                                      |                                         |                       |        |
|             | C         | 417.83              | 418.98                                       | 8                                 | 0.144                                      |                                         |                       |        |
|             | D         | 420.59              | 421.81                                       | 8                                 | 0.153                                      |                                         |                       |        |
|             | E         | 421.79              | 422.77                                       | 7                                 | 0.140                                      |                                         |                       |        |
| 31484<br>3  | A         | 419.50              | —*                                           | 4                                 | —*                                         | —                                       | —                     | —      |
|             | B         | 418.88              | —*                                           | 5                                 | —*                                         |                                         |                       |        |
|             | C         | 419.75              | —*                                           | 1                                 | —*                                         |                                         |                       |        |
|             | D         | 419.18              | —*                                           | 7                                 | —*                                         |                                         |                       |        |
|             | E         | 419.42              | —*                                           | 6                                 | —*                                         |                                         |                       |        |
| 31485<br>7  | A         | 418.95              | —*                                           | 9                                 | —*                                         | —                                       | —                     | —      |
|             | B         | 419.80              | —*                                           | 9                                 | —*                                         |                                         |                       |        |
|             | C         | 421.41              | —*                                           | 2                                 | —*                                         |                                         |                       |        |
|             | D         | 415.66              | —*                                           | 1                                 | —*                                         |                                         |                       |        |
|             | E         | 417.55              | —*                                           | 4                                 | —*                                         |                                         |                       |        |
| 31486<br>25 | A         | 419.53              | —*                                           | 10                                | —*                                         | —                                       | —                     | —      |
|             | B         | 420.16              | —*                                           | 10                                | —*                                         |                                         |                       |        |
|             | C         | 420.53              | —*                                           | 6                                 | —*                                         |                                         |                       |        |
|             | D         | 418.82              | —*                                           | 5                                 | —*                                         |                                         |                       |        |
|             | E         | 418.95              | —*                                           | 9                                 | —*                                         |                                         |                       |        |
| 31487<br>21 | A         | 419.31              | —*                                           | 10                                | —*                                         | —                                       | —                     | —      |
|             | B         | 421.75              | —*                                           | 9                                 | —*                                         |                                         |                       |        |
|             | C         | 420.29              | —*                                           | 9                                 | —*                                         |                                         |                       |        |
|             | D         | 419.39              | —*                                           | 4                                 | —*                                         |                                         |                       |        |
|             | E         | 418.58              | —*                                           | 7                                 | —*                                         |                                         |                       |        |
| 31488<br>18 | A         | 419.61              | —*                                           | 6                                 | —*                                         | —                                       | —                     | —      |
|             | B         | 422.00              | —*                                           | 10                                | —*                                         |                                         |                       |        |
|             | C         | 420.20              | —*                                           | 7                                 | —*                                         |                                         |                       |        |
|             | D         | 419.65              | —*                                           | 7                                 | —*                                         |                                         |                       |        |
|             | E         | 425.66              | —*                                           | 9                                 | —*                                         |                                         |                       |        |

NOTES : \*Weight data not available. Statistical analysis could not be conducted on this set of growth data, due to a laboratory accident (see 'Comments').

Data Reviewed By: 53-54

Date: 2012-01-17

***Hyaella azteca* Sediment Test Data**

Work Order : 219644  
Sample Number : **Control**  
Species: *Hyaella azteca*  
Organism Batch : Hal1-08  
Sediment pH: 7.4  
Pore Water pH: 7.3  
Pore Water Ammonia (mg/L) : 0.6  
Sample Treatment: Dry sieved (2 mm)  
Time Start: 16:00

| Test Day | Day   | Date       | Temp. (°C) | Replicate | D.O. (mg/L) | Test Fed? (Y/N) | Analyst(s) | Conductivity (µmhos/cm) | pH  | Hardness (mg/l as CaCO <sub>3</sub> ) | Total Ammonia (mg/L) | Unionized Ammonia (mg/L) |
|----------|-------|------------|------------|-----------|-------------|-----------------|------------|-------------------------|-----|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| 0        | Thurs | 2011-08-11 | 23.0       | Composite | 8.0         | Y               | JGG        | 596                     | 8.0 | —                                     | 0.00                 | 0.00                     |
| 1        | Fri   | 2011-08-12 | 23.0       | A         | 7.5         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 2        | Sat   | 2011-08-13 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 3        | Sun   | 2011-08-14 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 4        | Mon   | 2011-08-15 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 5        | Tues  | 2011-08-16 | 23.0       | B         | 7.8         | Y               | EJ         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 6        | Wed   | 2011-08-17 | 23.0       | C         | 7.9         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 7        | Thurs | 2011-08-18 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 8        | Fri   | 2011-08-19 | 23.0       | D         | 8.0         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 9        | Sat   | 2011-08-20 | 23.0       | —         | —           | Y               | AW         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 10       | Sun   | 2011-08-21 | 23.0       | —         | —           | Y               | AW         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 11       | Mon   | 2011-08-22 | 23.0       | E         | 8.0         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 12       | Tues  | 2011-08-23 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 13       | Wed   | 2011-08-24 | 23.0       | A         | 7.8         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 14       | Thurs | 2011-08-25 | 23.0       | Composite | 8.1         | N               | JGG        | 711                     | 8.2 | 320                                   | 0.00                 | 0.00                     |

"—" = not measured/not required

***Hyalella azteca* Sediment Test Data**

Work Order : 219644  
Sample Number : **31482**  
Species: *Hyalella azteca*  
Organism Batch : Hal1-08  
Sediment pH: 5.4  
Pore Water pH: 7.3  
Pore Water Ammonia (mg/L) : 1.4  
Sample Treatment: Hand homogenized  
Time Start: 16:00

| Test Day | Day   | Date       | Temp. (°C) | Replicate | D.O. (mg/L) | Test Fed? (Y/N) | Analyst(s) | Conductivity (µmhos/cm) | pH  | Hardness (mg/l as CaCO <sub>3</sub> ) | Total Ammonia (mg/L) | Unionized Ammonia (mg/L) |
|----------|-------|------------|------------|-----------|-------------|-----------------|------------|-------------------------|-----|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| 0        | Thurs | 2011-08-11 | 23.0       | Composite | 8.1         | Y               | JGG        | 424                     | 7.8 | 150                                   | 0.25                 | 0.01                     |
| 1        | Fri   | 2011-08-12 | 23.0       | A         | 7.9         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 2        | Sat   | 2011-08-13 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 3        | Sun   | 2011-08-14 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 4        | Mon   | 2011-08-15 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 5        | Tues  | 2011-08-16 | 23.0       | B         | 7.7         | Y               | EJ         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 6        | Wed   | 2011-08-17 | 23.0       | C         | 8.0         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 7        | Thurs | 2011-08-18 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 8        | Fri   | 2011-08-19 | 23.0       | D         | 8.0         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 9        | Sat   | 2011-08-20 | 23.0       | —         | —           | Y               | AW         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 10       | Sun   | 2011-08-21 | 23.0       | —         | —           | Y               | AW         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 11       | Mon   | 2011-08-22 | 23.0       | E         | 7.9         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 12       | Tues  | 2011-08-23 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 13       | Wed   | 2011-08-24 | 23.0       | A         | 7.9         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 14       | Thurs | 2011-08-25 | 23.0       | Composite | 7.8         | N               | JGG        | 405                     | 7.3 | 140                                   | 0.00                 | 0.00                     |

"—" = not measured/not required

***Hyalella azteca* Sediment Test Data**

Work Order : 219644  
Sample Number : **31483**  
Species: *Hyalella azteca*  
Organism Batch : Hall-08  
Sediment pH: 6.6  
Pore Water pH: 7.1  
Pore Water Ammonia (mg/L) : 1.0  
Sample Treatment: Hand homogenized  
Time Start: 16:00

| Test Day | Day   | Date       | Temp. (°C) | Replicate | D.O. (mg/L) | Test Fed? (Y/N) | Analyst(s) | Conductivity (µmhos/cm) | pH  | Hardness (mg/l as CaCO <sub>3</sub> ) | Total Ammonia (mg/L) | Unionized Ammonia (mg/L) |
|----------|-------|------------|------------|-----------|-------------|-----------------|------------|-------------------------|-----|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| 0        | Thurs | 2011-08-11 | 23.0       | Composite | 7.9         | Y               | JGG        | 478                     | 7.9 | 180                                   | 0.25                 | 0.01                     |
| 1        | Fri   | 2011-08-12 | 23.0       | A         | 8.0         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 2        | Sat   | 2011-08-13 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 3        | Sun   | 2011-08-14 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 4        | Mon   | 2011-08-15 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 5        | Tues  | 2011-08-16 | 23.0       | B         | 7.8         | Y               | EJ         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 6        | Wed   | 2011-08-17 | 23.0       | C         | 7.8         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 7        | Thurs | 2011-08-18 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 8        | Fri   | 2011-08-19 | 23.0       | D         | 7.9         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 9        | Sat   | 2011-08-20 | 23.0       | —         | —           | Y               | AW         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 10       | Sun   | 2011-08-21 | 23.0       | —         | —           | Y               | AW         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 11       | Mon   | 2011-08-22 | 23.0       | E         | 8.0         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 12       | Tues  | 2011-08-23 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 13       | Wed   | 2011-08-24 | 23.0       | A         | 7.5         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 14       | Thurs | 2011-08-25 | 23.0       | Composite | 7.9         | N               | JGG        | 520                     | 8.0 | 210                                   | 0.00                 | 0.00                     |

"—" = not measured/not required



***Hyaella azteca* Sediment Test Data**

Work Order : 219644  
Sample Number : **31484**  
Species: *Hyaella azteca*  
Organism Batch : Hal1-08  
Sediment pH: 6.0  
Pore Water pH: 6.4  
Pore Water Ammonia (mg/L) : 46.5  
Sample Treatment: Hand homogenized  
Time Start: 16:00

| Test Day | Day   | Date       | Temp. (°C) | Replicate | D.O. (mg/L) | Test Fed? (Y/N) | Analyst(s) | Conductivity (µmhos/cm) | pH  | Hardness (mg/l as CaCO <sub>3</sub> ) | Total Ammonia (mg/L) | Unionized Ammonia (mg/L) |
|----------|-------|------------|------------|-----------|-------------|-----------------|------------|-------------------------|-----|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| 0        | Thurs | 2011-08-11 | 23.0       | Composite | 7.9         | Y               | JGG        | 377                     | 7.7 | 150                                   | 0.00                 | 0.00                     |
| 1        | Fri   | 2011-08-12 | 23.0       | A         | 7.8         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 2        | Sat   | 2011-08-13 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 3        | Sun   | 2011-08-14 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 4        | Mon   | 2011-08-15 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 5        | Tues  | 2011-08-16 | 23.0       | B         | 7.8         | Y               | EJ         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 6        | Wed   | 2011-08-17 | 23.0       | C         | 7.9         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 7        | Thurs | 2011-08-18 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 8        | Fri   | 2011-08-19 | 23.0       | D         | 7.8         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 9        | Sat   | 2011-08-20 | 23.0       | —         | —           | Y               | AW         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 10       | Sun   | 2011-08-21 | 23.0       | —         | —           | Y               | AW         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 11       | Mon   | 2011-08-22 | 23.0       | E         | 7.8         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 12       | Tues  | 2011-08-23 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 13       | Wed   | 2011-08-24 | 23.0       | A         | 7.9         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 14       | Thurs | 2011-08-25 | 23.0       | Composite | 7.9         | N               | JGG        | 362                     | 7.3 | 140                                   | 0.00                 | 0.00                     |

"—" = not measured/not required

***Hyalella azteca* Sediment Test Data**

Work Order : 219644  
Sample Number : **31485**  
Species: *Hyalella azteca*  
Organism Batch : Ha11-08  
Sediment pH: 6.8  
Pore Water pH: 7.3  
Pore Water Ammonia (mg/L) : 1.6  
Sample Treatment: Hand homogenized  
Time Start: 16:00

| Test Day | Day   | Date       | Temp. (°C) | Replicate | D.O. (mg/L) | Test Fed? (Y/N) | Analyst(s) | Conductivity (µmhos/cm) | pH  | Hardness (mg/l as CaCO <sub>3</sub> ) | Total Ammonia (mg/L) | Unionized Ammonia (mg/L) |
|----------|-------|------------|------------|-----------|-------------|-----------------|------------|-------------------------|-----|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| 0        | Thurs | 2011-08-11 | 23.0       | Composite | 7.9         | Y               | JGG        | 466                     | 8.0 | 170                                   | 0.00                 | 0.00                     |
| 1        | Fri   | 2011-08-12 | 23.0       | A         | 7.5         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 2        | Sat   | 2011-08-13 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 3        | Sun   | 2011-08-14 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 4        | Mon   | 2011-08-15 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 5        | Tues  | 2011-08-16 | 23.0       | B         | 4.3         | Y               | EJ         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 6        | Wed   | 2011-08-17 | 23.0       | C         | 7.9         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 7        | Thurs | 2011-08-18 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 8        | Fri   | 2011-08-19 | 23.0       | D         | 7.8         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 9        | Sat   | 2011-08-20 | 23.0       | —         | —           | Y               | AW         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 10       | Sun   | 2011-08-21 | 23.0       | —         | —           | Y               | AW         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 11       | Mon   | 2011-08-22 | 23.0       | E         | 7.9         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 12       | Tues  | 2011-08-23 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 13       | Wed   | 2011-08-24 | 23.0       | A         | 7.8         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 14       | Thurs | 2011-08-25 | 23.0       | Composite | 7.9         | N               | JGG        | 567                     | 8.1 | 220                                   | 0.00                 | 0.00                     |

"—" = not measured/not required

***Hyalella azteca* Sediment Test Data**

Work Order : 219644  
Sample Number : **31486**  
Species: *Hyalella azteca*  
Organism Batch : Hal1-08  
Sediment pH: 6.5  
Pore Water pH: 7.4  
Pore Water Ammonia (mg/L) : 5.5  
Sample Treatment: Hand homogenized  
Time Start: 16:00

| Test Day | Day   | Date       | Temp. (°C) | Replicate | D.O. (mg/L) | Test Fed? (Y/N) | Analyst(s) | Conductivity (µmhos/cm) | pH  | Hardness (mg/l as CaCO <sub>3</sub> ) | Total Ammonia (mg/L) | Unionized Ammonia (mg/L) |
|----------|-------|------------|------------|-----------|-------------|-----------------|------------|-------------------------|-----|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| 0        | Thurs | 2011-08-11 | 23.0       | Composite | 8.0         | Y               | JGG        | 448                     | 8.2 | 180                                   | 0.00                 | 0.00                     |
| 1        | Fri   | 2011-08-12 | 23.0       | A         | 7.8         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 2        | Sat   | 2011-08-13 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 3        | Sun   | 2011-08-14 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 4        | Mon   | 2011-08-15 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 5        | Tues  | 2011-08-16 | 23.0       | B         | 7.5         | Y               | EJ         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 6        | Wed   | 2011-08-17 | 23.0       | C         | 7.8         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 7        | Thurs | 2011-08-18 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 8        | Fri   | 2011-08-19 | 23.0       | D         | 7.8         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 9        | Sat   | 2011-08-20 | 23.0       | —         | —           | Y               | AW         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 10       | Sun   | 2011-08-21 | 23.0       | —         | —           | Y               | AW         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 11       | Mon   | 2011-08-22 | 23.0       | E         | 8.0         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 12       | Tues  | 2011-08-23 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 13       | Wed   | 2011-08-24 | 23.0       | A         | 7.8         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 14       | Thurs | 2011-08-25 | 23.0       | Composite | 8.0         | N               | JGG        | 524                     | 8.0 | 200                                   | 0.00                 | 0.00                     |

"—" = not measured/not required

***Hyalella azteca* Sediment Test Data**

Work Order : 219644  
Sample Number : **31487**  
Species: *Hyalella azteca*  
Organism Batch : Hal1-08  
Sediment pH: 6.7  
Pore Water pH: 7.8  
Pore Water Ammonia (mg/L) : 0.6  
Sample Treatment: Hand homogenized  
Time Start: 16:00

| Test Day | Day   | Date       | Temp. (°C) | Replicate | D.O. (mg/L) | Test Fed? (Y/N) | Analyst(s) | Conductivity (µmhos/cm) | pH  | Hardness (mg/l as CaCO <sub>3</sub> ) | Total Ammonia (mg/L) | Unionized Ammonia (mg/L) |
|----------|-------|------------|------------|-----------|-------------|-----------------|------------|-------------------------|-----|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| 0        | Thurs | 2011-08-11 | 23.0       | Composite | 8.2         | Y               | JGG        | 411                     | 8.1 | 260                                   | 1.25                 | 0.07                     |
| 1        | Fri   | 2011-08-12 | 23.0       | A         | 7.8         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 2        | Sat   | 2011-08-13 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 3        | Sun   | 2011-08-14 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 4        | Mon   | 2011-08-15 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 5        | Tues  | 2011-08-16 | 23.0       | B         | 7.8         | Y               | EJ         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 6        | Wed   | 2011-08-17 | 23.0       | C         | 7.8         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 7        | Thurs | 2011-08-18 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 8        | Fri   | 2011-08-19 | 23.0       | D         | 7.8         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 9        | Sat   | 2011-08-20 | 23.0       | —         | —           | Y               | AW         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 10       | Sun   | 2011-08-21 | 23.0       | —         | —           | Y               | AW         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 11       | Mon   | 2011-08-22 | 23.0       | E         | 7.6         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 12       | Tues  | 2011-08-23 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 13       | Wed   | 2011-08-24 | 23.0       | A         | 7.8         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 14       | Thurs | 2011-08-25 | 23.0       | Composite | 8.0         | N               | JGG        | 476                     | 8.1 | 210                                   | 0.00                 | 0.00                     |

"—" = not measured/not required

***Hyaella azteca* Sediment Test Data**

Work Order : 219644  
Sample Number : **31488**  
Species: *Hyaella azteca*  
Organism Batch : Hal1-08  
Sediment pH: 6.8  
Pore Water pH: 7.2  
Pore Water Ammonia (mg/L) : 1.8  
Sample Treatment: Hand homogenized  
Time Start: 16:00

| Test Day | Day   | Date       | Temp. (°C) | Replicate | D.O. (mg/L) | Test Fed? (Y/N) | Analyst(s) | Conductivity (µmhos/cm) | pH  | Hardness (mg/l as CaCO <sub>3</sub> ) | Total Ammonia (mg/L) | Unionized Ammonia (mg/L) |
|----------|-------|------------|------------|-----------|-------------|-----------------|------------|-------------------------|-----|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| 0        | Thurs | 2011-08-11 | 23.0       | Composite | 8.2         | Y               | JGG        | 450                     | 8.2 | 170                                   | 0.00                 | 0.00                     |
| 1        | Fri   | 2011-08-12 | 23.0       | A         | 7.2         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 2        | Sat   | 2011-08-13 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 3        | Sun   | 2011-08-14 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 4        | Mon   | 2011-08-15 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 5        | Tues  | 2011-08-16 | 23.0       | B         | 7.8         | Y               | EJ         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 6        | Wed   | 2011-08-17 | 23.0       | C         | 7.8         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 7        | Thurs | 2011-08-18 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 8        | Fri   | 2011-08-19 | 23.0       | D         | 7.9         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 9        | Sat   | 2011-08-20 | 23.0       | —         | —           | Y               | AW         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 10       | Sun   | 2011-08-21 | 23.0       | —         | —           | Y               | AW         | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 11       | Mon   | 2011-08-22 | 23.0       | E         | 8.0         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 12       | Tues  | 2011-08-23 | 23.0       | —         | —           | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 13       | Wed   | 2011-08-24 | 23.0       | A         | 7.6         | Y               | JGG        | —                       | —   | —                                     | —                    | —                        |
| 14       | Thurs | 2011-08-25 | 23.0       | Composite | 8.1         | N               | JGG        | 441                     | 8.1 | 180                                   | 0.00                 | 0.00                     |

"—" = not measured/not required

**Annexe H**  
**Rapport final d'analyse du**  
**benthos des Laboratoires SAB**





Laboratoires

**SAB** inc.

Référence: SAB: 111382

**ANALYSE DU BENTHOS**

dans le cadre du projet minier Opémiska

Rapport final

préparé pour

Ressources naturelles et Faune Québec  
Québec

par

Bernadette Jacquaz  
Laboratoires SAB Inc.  
Longueuil

Octobre 2011

1166 Saint-Laurent  
Longueuil, Québec J4K 1E3  
Téléphone 450-463-9666  
Télécopieur 450-463-1458  
courrier électronique [labsab@bellnet.ca](mailto:labsab@bellnet.ca)

## ÉQUIPE DE TRAVAIL

|                                          |                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Chargée de projet et contrôle de qualité | Bernadette Jacquaz (M.Sc.)                                                                                                                                                         |
| Taxinomie                                | Fernand Therrien (M.Sc.)                                                                                                                                                           |
| Tri                                      | Marie-Pier Désy-Parent (B.Sc.)<br>Zoé Galarneau-Ricard (DEC)<br>César Largaespada (M.Sc.)<br>Ariane Laurence (B.Sc.)<br>Sarah Sauvé-Rizzi (DEC en cours)<br>Cindy St-Hilaire (DEC) |

## ANALYSE EN LABORATOIRE

### Tri

Au laboratoire, les échantillons ont été rincés à l'eau claire dans des tamis superposés ayant des ouvertures de mailles de 4000, 2000, 1000 et 500 µm. Les fractions grossières retenues par le tamis de 4000 et 2000 µm ont été triées en totalité à l'aide d'une loupe éclairante. Pour ce qui est de la fraction plus fine (1000 et 500 µm), le tri a été effectué à l'aide d'une loupe binoculaire.

Dans vingt échantillons sur vingt-huit, il a fallu procéder au sous-échantillonnage de la fraction plus fine étant donné la grande quantité de sédiments. La méthode utilisée était d'homogénéiser le refus du tamis dans un tamis à maille de 500 µm, d'en retirer l'eau et de prélever une fraction qui était pesée pour estimer la proportion (%) à analyser. Le sous-échantillon correspondait à la quantité de matériel qui pouvait être analysée dans un temps raisonnable de 8 à 10 heures. Au moins 15 % de l'échantillon était trié. La liste des échantillons sous-échantillonnés est donnée au tableau 1. Le nombre d'organismes retrouvés dans les sous-échantillons a été ramené au nombre total contenu dans l'échantillon en multipliant par l'inverse de la fraction analysée.

Pour valider la méthode de sous-échantillonnage, nous avons effectué une analyse de variabilité sur deux échantillons (voir le tableau 2 pour les résultats de cette analyse). Pour ce, le tri de toutes les fractions composant les deux échantillons était effectué. L'erreur a été estimée avec la formule suivante :

$$(\text{nombre estimé par la fraction} / \text{nombre trié dans l'échantillon complet} \times 100) - 100$$

Les organismes récoltés dans les échantillons ont été dénombrés et regroupés selon les grands groupes taxinomiques. Ils ont été conservés dans l'alcool à 70% glycéринé pour une identification ultérieure.

Un contrôle de qualité du tri a été effectué sur trois échantillons et consistait en un tri des matières organiques conservées par une personne autre que les trieurs d'origine. Les résultats du contrôle de qualité sont présentés au tableau 3.

### **Identification**

L'évaluation taxinomique des organismes benthiques a été effectuée à partir des clés d'identification citées dans Merritt et al. (2008) et dans Thorp et Covich (2010). Les organismes ont été identifiés à la famille sauf les nématodes qui demandent une méthodologie d'échantillonnage et de préservation particulière pour une identification plus précise. Dans certains cas les spécimens n'ont pu être identifiés jusqu'au niveau taxinomique demandé car ils étaient abîmés.

### **Saisi des données**

Les données de dénombrement (nombre d'organismes benthiques identifiés) ont été saisies dans un fichier EXCEL sous forme de matrice qui présente les taxons sur les lignes et les échantillons sur les colonnes (tableau 4).

### **Références**

Merritt, R. W., Cummins, K. W. et M.B.Berg, eds. 2008. An introduction to the aquatic insects of North America. 4<sup>rd</sup> ed., Kendall/Hunt, Dubuque, IA, 1158 pp.

Thorp, J. H., Covich A. P. 2010. Ecology and classification of North American freshwater invertebrates, Third edition. Elsevier Science. 1088 pp.

## TABLEAUX



Tableau 1 . Liste des échantillons sous-échantillonnés lors du tri des organismes benthiques récoltés dans le cadre du projet minier Opémiska en 2011

| Échantillon | Partition (%)       |                 |
|-------------|---------------------|-----------------|
|             | Fraction grossière* | Fraction fine** |
| 3           | total               | 25              |
| 4-1         | total               | 50              |
| 4-2         | total               | 33,3            |
| 5-1         | total               | 33,3            |
| 9           | total               | 25              |
| 12          | total               | 33,3            |
| 13          | total               | 33,3            |
| 14          | total               | 25              |
| 16          | total               | 20              |
| 17          | total               | 15              |
| 18          | total               | 25              |
| 19          | total               | 20              |
| 20          | total               | 25              |
| 21          | total               | 20              |
| 22          | total               | 20              |
| 23          | total               | 50              |
| 24          | total               | 15              |
| 26          | total               | 15              |
| 28          | total               | 25              |
| 31          | total               | 25              |

\* > 2000 µm

\*\* <2000 µm et > 500 µm

Tableau 2. Résultats du contrôle de qualité du fractionnement des échantillons lors du tri des organismes benthiques récoltés dans le cadre du projet minier Opémiska en 2011

| Échantillon                | 10           |             |               |            |
|----------------------------|--------------|-------------|---------------|------------|
|                            | Fraction (%) | Nombre trié | Nombre estimé | Erreur (%) |
|                            | 33,3         | 171         | 513,51        | -5,3       |
|                            | 33,3         | 182         | 546,55        | 0,8        |
|                            | 33,3         | 189         | 567,57        | 4,7        |
| Total/ moyenne             | 100          | 542         |               | 3,6        |
| Nombre dans fraction total |              | 25          |               |            |
| Échantillon                | 11           |             |               |            |
|                            | Fraction (%) | Nombre trié | Nombre estimé | Erreur (%) |
|                            | 33,3         | 96          | 288,29        | 1,9        |
|                            | 33,3         | 98          | 294,29        | 4,0        |
|                            | 33,3         | 89          | 267,27        | -5,6       |
| Total/ moyenne             | 100          | 283         |               | 3,8        |
| Nombre dans fraction total |              | 265         |               |            |

Erreur= (nombre estimé par la fraction /nombre trié dans l'échantillon complet X 100) - 100

Tableau 3. Résultat du contrôle de qualité sur le tri des organismes benthiques récoltés dans le cadre du projet minier Opémiska en 2011

| Échantillon | Nombre total d'organismes triés | Nombre oublié | Pourcentage oublié |
|-------------|---------------------------------|---------------|--------------------|
| 4-1 total   | 79                              | 4             | 5,1                |
| 4-1 (50 %)  | 232                             | 2             | 0,9                |
| 10          | 567                             | 22            | 3,9                |
| 24 total    | 116                             | 10            | 8,6                |
| 24 (15 %)   | 76                              | 4             | 5,3                |







**Annexe I**  
**Matrices des données brutes du**  
**recensement des invertébrés**  
**benthiques**





## Données brutes du recensement des invertébrés benthiques

[illegible]

## Données brutes du recensement des invertébrés benthiques

[illegible]

## Données brutes du recensement des invertébrés benthiques

| Taxon                            | s3    | s4a   | s4b   | s5a   | s5b   | s5c   | s6    | s7    | s8    | s9    | s10   | s11   | s12   | s13   | s14   | s15   | s16   | s17   | s18   | s19   | s20   | s21   | s22   | s23   | s24   | s26   | s28   | s31   |    |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| Hydroptilidae                    |       |       |       |       | 83    | 19    | 71    | 160   |       | 462   |       | 38    |       |       | 51    | 6     |       |       |       |       |       |       |       |       | 13    |       |       | 26    |    |
| Lepidostomatidae                 | 26    |       |       |       |       |       |       |       | 19    |       |       |       |       |       |       | 6     |       |       | 77    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Leptoceridae                     |       |       |       |       | 13    |       | 13    | 64    | 269   | 545   | 122   | 19    | 103   | 122   | 77    | 19    | 19    | 85    | 179   | 64    | 83    | 13    | 38    | 26    | 43    | 167   | 26    |       |    |
| Limnephilidae                    | 179   |       |       |       |       |       |       | 6     | 6     |       |       |       |       | 6     |       |       |       |       |       | 6     |       |       |       |       |       | 6     |       |       |    |
| Molannidae                       |       |       |       | 71    | 45    | 26    | 13    | 103   | 13    | 83    | 13    |       |       | 19    | 19    | 13    | 13    |       | 26    |       |       |       |       |       |       |       | 56    |       | 26 |
| Phryganeidae                     |       |       |       | 19    |       | 6     |       |       |       | 6     | 13    | 45    | 6     |       |       | 19    |       |       | 6     | 6     |       |       |       |       | 13    |       | 6     |       |    |
| Polycentropodidae                | 13    |       |       | 96    | 13    | 71    | 859   | 199   | 167   | 333   | 6     | 128   | 26    | 58    | 77    | 38    |       |       | 8788  |       |       |       |       |       | 38    |       |       | 545   | 26 |
| Sericostomatidae                 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 26    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Lepidoptera                      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Crambidae                        |       |       |       |       |       |       | 6     |       |       | 6     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 32    |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Coleoptera                       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Chrysomelidae                    |       |       |       | 6     |       | 6     |       |       |       | 51    |       | 6     |       |       |       |       |       | 71    | 449   |       |       |       | 6     | 6     | 64    | 6     | 43    |       |    |
| Elmidae                          |       |       |       |       |       |       |       | 6     | 423   |       |       |       |       |       |       | 6     |       |       | 160   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Gyrinidae                        | 6     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Halipilidae                      |       |       |       | 6     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 6     | 64    |       |       |       | 92    |       |    |
| Diptera                          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Nematocera                       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Ceratopogonidae                  | 577   | 391   | 788   | 1058  | 763   | 487   | 224   | 429   | 160   | 981   | 513   | 340   | 71    | 212   | 410   | 269   | 141   | 177   | 301   | 327   | 51    | 38    | 417   | 173   | 397   | 214   | 314   | 135   |    |
| Chironomidae (pupes)             |       |       |       |       |       |       | 32    | 13    | 6     |       | 13    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Chironomidae (larves)            | 1218  | 2481  | 1974  | 1122  | 853   | 583   | 1353  | 1333  | 1167  | 897   | 1186  | 814   | 237   | 577   | 853   | 622   | 301   | 476   | 1019  | 1077  | 449   | 115   | 1077  | 782   | 1053  | 1147  | 1141  | 244   |    |
| Simuliidae (pupes)               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 19    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Simuliidae (larve)               |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 51    |       |       |       |       |       |       | 6     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Tipulidae                        | 64    | 13    | 58    | 19    | 160   | 90    |       | 6     |       |       |       |       |       |       |       |       | 6     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Brachycera                       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Athericidae                      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 6     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Empididae                        |       |       |       | 19    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Ephydridae                       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 6     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Tabanidae                        | 115   | 64    |       | 58    | 6     | 6     | 19    | 6     |       | 6     | 6     | 96    | 13    | 6     | 32    | 13    | 6     | 71    | 6     | 13    | 38    |       | 6     | 13    | 19    |       | 6     | 6     |    |
|                                  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |    |
| Station                          | s3    | s4a   | s4b   | s5a   | s5b   | s5c   | s6    | s7    | s8    | s9    | s10   | s11   | s12   | s13   | s14   | s15   | s16   | s17   | s18   | s19   | s20   | s21   | s22   | s23   | s24   | s26   | s28   | s31   |    |
| Densité totale (nbre. d'org./m2) | 3827  | 3481  | 3673  | 3628  | 3994  | 3256  | 4359  | 4295  | 5737  | 6013  | 3635  | 3513  | 2141  | 1673  | 2872  | 2423  | 987   | 1545  | 18404 | 3788  | 1212  | 673   | 4038  | 1962  | 3991  | 3795  | 3128  | 1083  |    |
| Richesse taxonomique (nbre.)     | 17    | 14    | 12    | 20    | 22    | 19    | 31    | 32    | 32    | 29    | 28    | 36    | 22    | 24    | 26    | 31    | 17    | 14    | 27    | 24    | 19    | 13    | 22    | 21    | 21    | 21    | 21    | 15    |    |
| Indice de diversité de Simpson   | 0,788 | 0,474 | 0,652 | 0,777 | 0,746 | 0,836 | 0,812 | 0,827 | 0,832 | 0,909 | 0,830 | 0,895 | 0,830 | 0,814 | 0,847 | 0,758 | 0,809 | 0,832 | 0,708 | 0,821 | 0,825 | 0,837 | 0,819 | 0,796 | 0,855 | 0,838 | 0,810 | 0,798 |    |
| EPT                              | 4     | 2     | 1     | 6     | 7     | 7     | 9     | 12    | 12    | 10    | 10    | 12    | 6     | 7     | 6     | 11    | 4     | 3     | 8     | 6     | 3     | 1     | 5     | 8     | 5     | 6     | 7     | 4     |    |
| EPT/C                            | 0,205 | 0,013 | 0,042 | 0,931 | 2,143 | 1,648 | 1,343 | 1,210 | 0,536 | 2,200 | 0,578 | 0,638 | 1,622 | 1,033 | 0,549 | 0,371 | 0,277 | 0,942 | 9,176 | 0,321 | 0,529 | 0,111 | 0,589 | 0,451 | 0,858 | 0,533 | 0,899 | 1,816 |    |
| Point Kilométrique               | nd    | nd    | nd    | nd    | nd    | nd    | -1,15 | -2,3  | -4,7  | 0,04  | 0,19  | 3,3   | 6,29  | 10,12 | 16,28 | 17,81 | 25,26 | 27,53 | 30,51 | 33,94 | 36,74 | 40,02 | 54,16 | 57,67 | 61,64 | 67,06 | 72,22 | 74,09 |    |



**Annexe J**  
**Position des stations de pêche**  
**et effort de pêche**





### Détail des positions des stations, engins et efforts de pêche

| Station | Longitude<br>NAD83 | Latitude<br>NAD83 | Engin            | Date<br>de pose | Heure<br>de pose | Date<br>de levée | Heure<br>de levée |
|---------|--------------------|-------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------|
| 4       | -74,90070          | 49,73810          | Pêche électrique | 04/09/2011      | 10h50            |                  |                   |
| 6       | -75,12575          | 49,71207          | Trappe Alaska    | 31/08/2011      | 15h15            | 01/09/2011       | 14h15             |
| 6       | -75,12575          | 49,71207          | Trappe Alaska    | 01/09/2011      | 14h15            | 02/09/2011       | 11h30             |
| 6       | -75,12575          | 49,71207          | Trappe Alaska    | 02/09/2011      | 11h30            | 03/09/2011       | 14h00             |
| 7       | -75,12421          | 49,71137          | Trappe Alaska    | 31/08/2011      | 14h55            | 01/09/2011       | 11h30             |
| 7       | -75,12421          | 49,71137          | Trappe Alaska    | 01/09/2011      | 11h30            | 02/09/2011       | 14h00             |
| 8       | -75,18219          | 49,70150          | Trappe Alaska    | 31/08/2011      | 12h48            | 01/09/2011       | 10h20             |
| 8       | -75,18219          | 49,70150          | Trappe Alaska    | 01/09/2011      | 10h20            | 02/09/2011       | 9h40              |
| 8       | -75,17992          | 49,70124          | Trappe Alaska    | 31/08/2011      | 13h20            | 01/09/2011       | 10h40             |
| 8       | -75,17992          | 49,70124          | Trappe Alaska    | 01/09/2011      | 10h40            | 02/09/2011       | 10h15             |
| 15      | -75,43151          | 49,80445          | Trappe Alaska    | 02/09/2011      | 11h35            | 03/09/2011       | 9h55              |
| 15      | -75,37057          | 49,80329          | Trappe Alaska    | 31/08/2011      | 13h03            | 01/09/2011       | 13h00             |
| 15      | -75,37057          | 49,80329          | Trappe Alaska    | 01/09/2011      | 13h00            | 02/09/2011       | 11h50             |
| 15      | -75,37057          | 49,80329          | Trappe Alaska    | 02/09/2011      | 11h50            | 03/09/2011       | 9h50              |
| 16      | -75,12657          | 49,71227          | Trappe Alaska    | 07/09/2011      | 16h30            | 08/09/2011       | 9h40              |
| 16      | -75,12592          | 49,71059          | Trappe Alaska    | 07/09/2011      | 16h30            | 08/09/2011       | 9h30              |
| 16      | -74,88496          | 49,73557          | Trappe Alaska    | 31/08/2011      | 12h20            | 01/09/2011       | 11h15             |
| 16      | -74,88496          | 49,73557          | Trappe Alaska    | 01/09/2011      | 11h15            | 02/09/2011       | 10h42             |
| 16      | -74,87627          | 49,73082          | Trappe Alaska    | 31/08/2011      | 12h07            | 01/09/2011       | 11h00             |
| 16      | -74,87627          | 49,73082          | Trappe Alaska    | 01/09/2011      | 11h00            | 02/09/2011       | 10h27             |
| 18      | -75,18226          | 49,69961          | Trappe Alaska    | 07/09/2011      | 15h40            | 08/09/2011       | 10h30             |
| 18      | -74,87066          | 49,71642          | Trappe Alaska    | 31/08/2011      | 10h44            | 01/09/2011       | 9h59              |
| 18      | -74,87066          | 49,71642          | Trappe Alaska    | 01/09/2011      | 9h59             | 02/09/2011       | 9h44              |
| 18      | -74,86976          | 49,71657          | Trappe Alaska    | 31/08/2011      | 10h35            | 01/09/2011       | 9h30              |
| 18      | -74,86976          | 49,71657          | Trappe Alaska    | 01/09/2011      | 9h30             | 02/09/2011       | 9h44              |
| 18      | -74,86976          | 49,71657          | Trappe Alaska    | 07/09/2011      | 15h30            | 08/09/2011       | 10h12             |
| 19      | -75,17433          | 49,72903          | Trappe Alaska    | 02/09/2011      | 14h33            | 03/09/2011       | 13h45             |
| 19      | -75,17433          | 49,72903          | Trappe Alaska    | 03/09/2011      | 13h45            | 04/09/2011       | 9h30              |
| 19      | -75,17433          | 49,72903          | Trappe Alaska    | 02/09/2011      | 15h10            | 03/09/2011       | 13h30             |
| 19      | -75,17433          | 49,72903          | Trappe Alaska    | 03/09/2011      | 13h30            | 04/09/2011       | 9h45              |
| 21      | -75,42385          | 49,79259          | Trappe Alaska    | 02/09/2011      | 15h33            | 03/09/2011       | 12h44             |
| 21      | -75,42385          | 49,79259          | Trappe Alaska    | 03/09/2011      | 12h44            | 04/09/2011       | 14h00             |
| 21      | -75,37583          | 49,80493          | Trappe Alaska    | 03/09/2011      | 12h15            | 04/09/2011       | 13h25             |
| 21      | -75,37066          | 49,80345          | Trappe Alaska    | 03/09/2011      | 12h31            | 04/09/2011       | 13h10             |
| 26      | -75,37583          | 49,80493          | Trappe Alaska    | 05/09/2011      | 15h10            | 06/09/2011       | 14h20             |
| 26      | -75,37583          | 49,80493          | Trappe Alaska    | 06/09/2011      | 14h20            | 07/09/2011       | 9h50              |
| 26      | -75,37583          | 49,80493          | Trappe Alaska    | 05/09/2011      | 15h30            | 06/09/2011       | 14h30             |
| 26      | -75,37583          | 49,80493          | Trappe Alaska    | 06/09/2011      | 14h30            | 07/09/2011       | 9h30              |
| 28      | -75,42415          | 49,79211          | Trappe Alaska    | 07/09/2011      | 10h00            | 08/09/2011       | 10h05             |
| 28      | -75,42415          | 49,79211          | Trappe Alaska    | 07/09/2011      | 10h30            | 08/09/2011       | 10h54             |
| 28      | -75,42415          | 49,79211          | Trappe Alaska    | 05/09/2011      | 13h45            | 06/09/2011       | 13h40             |
| 28      | -75,42415          | 49,79211          | Trappe Alaska    | 06/09/2011      | 13h40            | 07/09/2011       | 10h30             |
| 28      | -75,42385          | 49,79259          | Trappe Alaska    | 05/09/2011      | 14h08            | 06/09/2011       | 13h55             |
| 28      | -75,42385          | 49,79259          | Trappe Alaska    | 06/09/2011      | 13h55            | 07/09/2011       | 10h00             |
| 31      | -75,43151          | 49,80445          | Trappe Alaska    | 05/09/2011      | 12h00            | 06/09/2011       | 12h05             |
| 31      | -75,43151          | 49,80445          | Trappe Alaska    | 06/09/2011      | 12h05            | 07/09/2011       | 11h25             |

### Détail des positions des stations, engins et efforts de pêche

| Station  | Longitude<br>NAD83 | Latitude<br>NAD83 | Engin            | Date<br>de pose | Heure<br>de pose | Date<br>de levée | Heure<br>de levée |
|----------|--------------------|-------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------|
| 31       | -75,43036          | 49,80197          | Trappe Alaska    | 05/06/2011      | 12h42            | 06/09/2011       | 11h59             |
| 31       | -75,43036          | 49,80197          | Trappe Alaska    | 06/09/2011      | 11h59            | 07/09/2011       | 11h45             |
| 10 (1)   | -75,15218          | 49,76926          | Trappe Alaska    | 02/09/2011      | 14h00            | 03/09/2011       | 12h35             |
| 10 (1)   | -75,15218          | 49,76926          | Trappe Alaska    | 03/09/2011      | 12h35            | 04/09/2011       | 12h30             |
| 10 (2)   | -74,90450          | 49,73360          | Trappe Alaska    | 02/09/2011      | 14h30            | 03/09/2011       | 12h00             |
| 10 (2)   | -74,90450          | 49,73360          | Trappe Alaska    | 03/09/2011      | 12h00            | 04/09/2011       | 12h00             |
| 11 (1)   | -75,15789          | 49,77106          | Trappe Alaska    | 02/09/2011      | 3h00             | 03/09/2011       | 11h00             |
| 11 (1)   | -75,15789          | 49,77106          | Trappe Alaska    | 03/09/2011      | 11h00            | 04/09/2011       | 11h35             |
| 11 (2)   | -74,93770          | 49,72420          | Trappe Alaska    | 02/09/2011      | 3h30             | 03/09/2011       | 10h45             |
| 11 (2)   | -74,93770          | 49,72420          | Trappe Alaska    | 03/09/2011      | 10h45            | 04/09/2011       | 11h15             |
| 13 (1)   | -74,98250          | 49,72810          | Trappe Alaska    | 05/09/2011      | 10h30            | 06/09/2011       | 10h20             |
| 13 (2)   | -74,98040          | 49,72910          | Trappe Alaska    | 05/09/2011      | 10h50            | 06/09/2011       | 10h45             |
| 13 (4)   | -74,98860          | 49,72790          | Trappe Alaska    | 05/09/2011      | 11h30            | 06/09/2011       | 11h30             |
| 22 (1)   | -75,28810          | 49,77700          | Trappe Alaska    | 06/09/2011      | 14h50            | 07/09/2011       | 9h30              |
| 22 (1)   | -75,28810          | 49,77700          | Trappe Alaska    | 06/09/2011      | 14h50            | 07/09/2011       | 9h25              |
| 22 (2)   | -75,28190          | 49,77390          | Trappe Alaska    | 06/09/2011      | 15h00            | 07/09/2011       | 9h50              |
| 22 (2)   | -75,28190          | 49,77390          | Trappe Alaska    | 07/09/2011      | 9h50             | 08/09/2011       | 8h55              |
| 24 (1)   | -75,34490          | 49,78700          | Trappe Alaska    | 06/09/2011      | 15h20            | 07/09/2011       | 11h40             |
| 24 (1)   | -75,34490          | 49,78700          | Trappe Alaska    | 07/09/2011      | 11h40            | 08/09/2011       | 12h00             |
| 24 (2)   | -75,34580          | 49,78560          | Trappe Alaska    | 06/09/2011      | 15h30            | 07/09/2011       | 10h45             |
| 24 (2)   | -75,34580          | 49,78560          | Trappe Alaska    | 07/09/2011      | 10h45            | 08/09/2011       | 11h30             |
| 3B       | -74,88950          | 49,76470          | Pêche électrique | 06/09/2011      | 9h00             |                  |                   |
| 3B (1)   | -74,88950          | 49,76470          | Verveux          | 05/09/2011      | 13h50            | 06/09/2011       | 8h50              |
| 3B (2)   | -74,88980          | 49,76460          | Verveux          | 05/09/2011      | 14h10            | 06/09/2011       | 8h40              |
| 4 (1)    | -75,12575          | 49,71207          | Verveux          | 02/09/2011      | 3h40             | 03/09/2011       | 13h45             |
| 4 (2)    | -74,90040          | 49,73710          | Verveux          | 02/09/2011      | 3h55             | 03/09/2011       | 13h35             |
| 5B (1)   | -74,87220          | 49,72750          | Verveux          | 01/09/2011      | 1h00             | 02/09/2011       | 13h15             |
| 5B (2)   | -74,87080          | 49,72760          | Verveux          | 01/09/2011      | 1h15             | 02/09/2011       | 13h00             |
| 7.2      | -75,12421          | 49,71137          | Trappe Alaska    | 31/08/2011      | 15h40            | 01/09/2011       | 12h00             |
| 7.2      | -75,12421          | 49,71137          | Trappe Alaska    | 01/09/2011      | 12h00            | 02/09/2011       | 12h30             |
| 7.2      | -74,87470          | 49,72930          | Trappe Alaska    | 03/09/2011      | 14h17            | 04/09/2011       | 12h45             |
| Slam 1-1 | -74,87430          | 49,78140          | Pêche électrique | 07/09/2011      | 14h30            |                  |                   |
| Slam 1-2 | -74,87580          | 49,78010          | Pêche électrique | 07/09/2011      | 15h20            |                  |                   |
| Slam 1-3 | -74,88930          | 49,77620          | Pêche électrique | 07/09/2011      | 16h00            |                  |                   |

**Annexe K**  
**Liste des anomalies externes**  
**des poissons**



## Annexe K : Liste de vérification des anomalies externes des poissons

| Numéro | Anomalie                     | Numéro | Anomalie                     |
|--------|------------------------------|--------|------------------------------|
|        | <b>Forme du corps</b>        |        | <b>Nageoires érodées</b>     |
| 1      | Émaciée                      | 28     | Dorsale                      |
| 2      | Tronquée                     | 29     | Pectorale                    |
| 3      | Scoliose                     | 30     | Pelviennne                   |
| 4      | Lordose                      | 31     | Anale                        |
|        | <b>Surface du corps</b>      | 32     | Caudale                      |
| 5      | Écailles soulevées           |        | <b>Cavité branchiale</b>     |
| 6      | Tuméfiée                     | 33     | Tumeurs                      |
| 7      | Lésions                      | 34     | Parasites                    |
| 8      | Excès de mucus               |        | <b>Lésions (emplacement)</b> |
| 9      | Écailles réorientées         | 35     | Nageoires                    |
| 10     | Tumeurs                      | 36     | Tête                         |
| 11     | Parasites                    | 37     | Yeux                         |
| 12     | Plaies (lamproies)           | 38     | Bouche                       |
|        | <b>Lèvres et maxillaires</b> | 39     | Pédoncule                    |
| 13     | Déformées                    | 40     | Ventre                       |
| 14     | Tumeurs                      | 41     | Dos                          |
|        | <b>Museau</b>                | 42     | Côtés                        |
| 15     | Tête de dogue                |        | <b>Barbillons</b>            |
|        | <b>Isthme</b>                | 43     | Déformés                     |
| 16     | Élargi                       | 44     | Absence                      |
| 17     | Hémorragique                 |        | <b>Branchies</b>             |
|        | <b>Yeux</b>                  | 45     | Rouge vif                    |
| 18     | En boule de loto             | 46     | Brunes                       |
| 19     | Cornée double                | 47     | Bulles de gaz                |
| 20     | Absence d'yeux               | 48     | Parasites                    |
| 21     | Cristallin déformé           |        | <b>Opercule</b>              |
| 22     | Parasites sur le cristallin  | 49     | Incomplet                    |
| 23     | Cataracte sur le cristallin  |        |                              |
|        | <b>Nageoires</b>             |        |                              |
| 24     | Effrangées                   |        |                              |
| 25     | Parasites                    |        |                              |
| 26     | Hémorragiques                |        |                              |
| 27     | Bulles de gaz                |        |                              |





**Annexe L**  
**Données brutes des captures et**  
**des mesures morphométriques**  
**sur les poissons**





# Captures de poissons effectuées dans la rivière Obatogamau

| station | CACA | CACO | COAR | COBA | COCL | CUIN | ESLU | LOLO | NOHU | PECA | PEFL | PEOM | PUPU | RHCA | SAVI | SECO | total |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 21      | 1    | 1    |      |      | 1    |      | 1    |      |      |      |      | 8    |      |      | 3    |      | 15    |
| 22      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1    |      |      | 1    |      |      |      |      | 2     |
| 22      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 4    |      |      |      |      | 4     |
| 22      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0     |
| 22      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0     |
| 24      | 2    | 3    |      |      |      |      |      | 1    | 8    |      | 5    | 1    |      |      | 5    |      | 25    |
| 24      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1    |      |      | 2    |      | 3     |
| 24      |      |      |      |      |      |      |      | 2    |      |      | 1    |      |      |      |      |      | 3     |
| 24      |      |      |      |      |      |      |      | 1    | 1    |      |      |      |      |      |      |      | 2     |
| 26      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 13   |      |      | 2    |      | 15    |
| 26      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 6    |      |      |      |      | 6     |
| 26      |      |      |      |      |      |      | 1    | 1    |      |      |      |      |      |      | 1    |      | 3     |
| 26      |      |      |      |      |      |      | 1    | 1    | 2    |      | 1    | 4    |      |      | 1    |      | 10    |
| 28      |      |      |      |      |      |      | 2    |      | 17   |      |      |      |      |      |      |      | 19    |
| 28      |      |      |      |      |      |      |      | 1    |      |      |      | 7    |      |      |      |      | 8     |
| 28      |      |      |      |      |      |      |      | 1    |      |      |      | 1    |      |      |      |      | 2     |
| 28      |      |      |      |      |      |      |      | 1    | 1    |      |      |      |      |      |      |      | 2     |
| 28      |      | 2    |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1    |      |      |      | 1    | 4     |
| 28      |      |      |      |      |      |      |      |      | 7    |      |      | 6    |      |      |      |      | 13    |
| 31      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1    |      |      |      |      |      |      | 1     |
| 31      |      |      |      |      |      |      | 2    |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 2     |
| 31      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1    |      |      | 2    |      | 3     |

## Mesures morphométriques prises sur les poissons de la rivière Obatogamau

| Station | Espèce | Nb | Poids (g) | Anomalie |
|---------|--------|----|-----------|----------|
| 6       | CACO   | 7  | 15        |          |
| 6       | SECO   | 1  | 28        |          |
| 6       | PEOM   | 19 | 10        |          |
| 6       | SECO   | 1  | 34        |          |
| 6       | SAVI   | 1  | 547       |          |
| 6       | ESLU   | 1  | 26        |          |
| 6       | SAVI   | 1  | 465       |          |
| 6       | SAVI   | 1  | 780       |          |
| 6       | PEOM   | 14 | 30        |          |
| 6       | CACO   | 4  | 10        |          |
| 6       | LOLO   | 1  | 1         |          |
| 6       | ESLU   | 1  | 18        |          |
| 6       | SAVI   | 1  | 316       |          |
| 6       | PEOM   | 9  | 16        |          |
| 6       | CACO   | 5  | 8         |          |
| 6       | LOLO   | 1  | 1         |          |
| 7       | SAVI   | 1  | 10        |          |
| 7       | SAVI   | 1  | 101       |          |
| 7       | PEOM   | 2  | 7         |          |
| 7       | PEOM   | 1  | 4         | 26       |
| 7       | COBA   | 1  | 4         |          |
| 7       | CACO   | 1  | 4         |          |
| 7       | ESLU   | 1  | 1642      |          |
| 7       | PEOM   | 2  | 4         |          |
| 7       | ESLU   | 2  | 45        |          |
| 7       | SECO   | 1  | 12        |          |
| 7       | PEFL   | 1  | 23        |          |
| 7       | CACO   | 4  | 5         |          |
| 7       | RHCA   | 1  | 1         |          |
| 8       | COAR   | 1  | 11        |          |
| 8       | PEOM   | 3  | 12        |          |
| 8       | PEOM   | 4  | 2         |          |
| 8       | SAVI   | 5  | 284       |          |
| 8       | PEOM   | 4  | 14        |          |
| 8       | LOLO   | 1  | 34        |          |
| 8       | SAVI   | 1  | 8         |          |
| 8       | CACO   | 1  | 420       |          |
| 8       | PEOM   | 40 | 100       |          |
| 8       | ESLU   | 1  | 70        |          |
| 8       | SECO   | 2  | 50        |          |
| 8       | CACO   | 1  | 80        |          |
| 8       | CACO   | 1  | 5         |          |
| 8       | SAVI   | 3  | 110       |          |



## Mesures morphométriques prises sur les poissons de la rivière Obatogamau

| Station | Espèce | Nb | Poids (g) | Anomalie  |
|---------|--------|----|-----------|-----------|
| 8       | LOLO   | 3  | 40        |           |
| 10      | LOLO   | 1  | 3         |           |
| 10      | CUIN   | 1  | 3         |           |
| 10      | PEOM   | 9  | 6         |           |
| 10      | CACO   | 4  | 5         |           |
| 10      | PECA   | 1  | 3         |           |
| 10      | CUIN   | 1  | 0,5       |           |
| 10      | CACO   | 1  | 12,5      |           |
| 10      | CACO   | 3  | 2         |           |
| 10      | PEOM   | 5  | 5         |           |
| 10      | CACA   | 1  | 271       |           |
| 10      | CACA   | 1  | 150       |           |
| 10      | CACO   | 4  | 3         |           |
| 11      | PEFL   | 11 | 239       | 1 avec 28 |
| 11      | PEOM   | 13 | 24        |           |
| 11      | SECO   | 3  | 138       | 1 avec 26 |
| 11      | SECO   | 1  | 5         |           |
| 11      | CACO   | 2  | 2         |           |
| 11      | SAVI   | 1  | 5         |           |
| 11      | LOLO   | 2  | 4         |           |
| 11      | PEOM   | 2  | 4         |           |
| 11      | CACO   | 4  | 3         |           |
| 11      | RHCA   | 1  | 1         |           |
| 11      | PEFL   | 2  | 36        |           |
| 11      | SAVI   | 1  | 174       |           |
| 11      | PEOM   | 18 | 44        |           |
| 11      | PEFL   | 2  | 5         |           |
| 11      | CACO   | 2  | 2         |           |
| 11      | CACO   | 2  | 387       |           |
| 11      | RHCA   | 4  | 4         |           |
| 11      | CACO   | 1  | 1         |           |
| 11      | PEOM   | 1  | 1         |           |
| 13      | ESLU   | 1  | 21        |           |
| 13      | SAVI   | 3  | 26        |           |
| 13      | PEFL   | 6  | 16        |           |
| 13      | PEOM   | 11 | 14        |           |
| 13      | SAVI   | 1  | 458       |           |
| 13      | PEOM   | 3  | 7         |           |
| 13      | SAVI   | 1  | 69        |           |
| 13      | LOLO   | 1  | 39        |           |
| 13      | PEOM   | 3  | 11        |           |
| 13      | SECO   | 1  | 55        |           |
| 13      | CACO   | 3  | 106       |           |

## Mesures morphométriques prises sur les poissons de la rivière Obatogamau

| Station | Espèce | Nb | Poids (g) | Anomalie       |
|---------|--------|----|-----------|----------------|
| 13      | PEOM   | 9  | 18        |                |
| 13      | CACO   | 2  | 2         |                |
| 13      | PECA   | 1  | 1         |                |
| 15      | CUIN   | 6  | 3,1       |                |
| 15      | CUIN   | 3  | 1,8       |                |
| 15      | PECA   | 2  | 1,8       |                |
| 15      | SAVI   | 2  | 10,4      |                |
| 15      | SECO   | 1  | 6,6       |                |
| 15      | CACO   | 1  | 1,7       |                |
| 15      | LOLO   | 1  | 1,2       |                |
| 15      | SECO   | 1  | 27,8      |                |
| 15      | SECO   | 1  | 6,5       |                |
| 15      | ESLU   | 2  | 9,2       |                |
| 15      | CUIN   | 5  | 3,8       |                |
| 15      | PEOM   | 1  | 0,7       |                |
| 15      | CACO   | 1  | 398,7     | 28 et 10       |
| 15      | PEOM   | 1  | 6,1       |                |
| 15      | LOLO   | 2  | 5,1       |                |
| 15      | SECO   | 1  | 1,1       |                |
| 16      | CACA   | 1  | 677,5     |                |
| 16      | CACO   | 2  | 560,2     |                |
| 16      | PEOM   | 2  | 6,7       |                |
| 16      | LOLO   | 1  | 1,5       |                |
| 16      | SAVI   | 1  | 5,2       |                |
| 16      | LOLO   | 1  | 22,7      |                |
| 16      | PEOM   | 6  | 10,5      |                |
| 16      | SAVI   | 1  | 64,8      |                |
| 16      | PEFL   | 1  | 35,1      |                |
| 16      | PEOM   | 1  | 2,4       |                |
| 18      | LOLO   | 5  | 164       |                |
| 18      | RHCA   | 1  | 0,8       |                |
| 18      | LOLO   | 2  | 164,1     |                |
| 18      | SAVI   | 1  | 53,9      |                |
| 18      | SAVI   | 2  | 1608      | 1 avec 35      |
| 18      | PEOM   | 3  | 17,8      | 1 avec 31-24-7 |
| 18      | CACO   | 1  | 403,2     |                |
| 18      | SAVI   | 2  | 979,2     |                |
| 18      | PEOM   | 3  | 6,7       |                |
| 18      | NOHU   | 1  | 0,6       |                |
| 18      | LOLO   | 1  | 1,2       |                |
| 18      | SAVI   | 2  | 71,9      |                |
| 18      | LOLO   | 4  | 255,4     |                |
| 18      | SAVI   | 1  | 705,5     |                |

## Mesures morphométriques prises sur les poissons de la rivière Obatogamau

| Station | Espèce | Nb | Poids (g) | Anomalie  |
|---------|--------|----|-----------|-----------|
| 18      | SAVI   | 1  | 801,7     |           |
| 18      | CACA   | 1  | 317,6     |           |
| 18      | SAVI   | 1  | 595,7     |           |
| 18      | PEFL   | 1  | 162,9     |           |
| 18      | SAVI   | 1  | 72,8      |           |
| 18      | PEOM   | 4  | 32,9      |           |
| 18      | PEFL   | 2  | 23,4      |           |
| 19      | CACA   | 1  | 775,2     | 42        |
| 19      | PEOM   | 2  | 12,3      |           |
| 19      | PUPU   | 2  | 0,6       |           |
| 19      | PECA   | 1  | 0,6       |           |
| 19      | SAVI   | 1  | 502,8     |           |
| 19      | PEOM   | 5  | 2240      |           |
| 19      | SAVI   | 1  | 12,5      |           |
| 19      | PEOM   | 17 | 70,4      |           |
| 19      | CACA   | 1  | 946,4     |           |
| 19      | PEOM   | 1  | 4,8       |           |
| 21      | CACA   | 1  | 1200      | 10        |
| 21      | LOLO   | 1  | 125       |           |
| 21      | SAVI   | 1  | 952,2     |           |
| 21      | SAVI   | 1  | 437,4     |           |
| 21      | SAVI   | 1  | 58,8      |           |
| 21      | COCL   | 1  | 1436,8    |           |
| 21      | SAVI   | 2  | 2167,1    |           |
| 21      | SAVI   | 1  | 1818,5    |           |
| 21      | CACA   | 1  | 1484,2    |           |
| 21      | CACO   | 1  | 324       |           |
| 21      | ESLU   | 1  | 147,2     |           |
| 21      | PEOM   | 8  | 8,4       |           |
| 22      | PEOM   | 1  | 12        |           |
| 22      | NOHU   | 1  | 0,5       |           |
| 22      | PEOM   | 4  | 4         |           |
| 24      | LOLO   | 2  | 175       | 1 avec 29 |
| 24      | PEFL   | 1  | 2         |           |
| 24      | CACO   | 1  | 337       | 26        |
| 24      | CACO   | 1  | 933       | 26        |
| 24      | CACO   | 1  | 1976      | 5         |
| 24      | CACA   | 1  | 1253      |           |
| 24      | CACA   | 1  | 1434      |           |
| 24      | SAVI   | 5  | 487       | 2 avec 28 |
| 24      | LOLO   | 1  | 89        |           |
| 24      | PEFL   | 5  | 68        |           |
| 24      | NOHU   | 8  | 45        |           |

## Mesures morphométriques prises sur les poissons de la rivière Obatogamau

| Station | Espèce | Nb | Poids (g) | Anomalie |
|---------|--------|----|-----------|----------|
| 24      | PEOM   | 1  | 1         |          |
| 24      | LOLO   | 1  | 20        |          |
| 24      | NOHU   | 1  | 2         |          |
| 24      | SAVI   | 1  | 119       |          |
| 24      | SAVI   | 1  | 155       |          |
| 24      | PEOM   | 1  | 1         |          |
| 26      | SAVI   | 1  | 45,7      |          |
| 26      | SAVI   | 1  | 75,7      |          |
| 26      | PEOM   | 13 | 27        |          |
| 26      | PEOM   | 6  | 14,9      |          |
| 26      | ESLU   | 1  | 750,7     |          |
| 26      | SAVI   | 1  | 1418,6    |          |
| 26      | LOLO   | 1  | 290,6     |          |
| 26      | ESLU   | 1  | 449,8     |          |
| 26      | PEFL   | 1  | 27,8      |          |
| 26      | SAVI   | 1  | 599,3     |          |
| 26      | LOLO   | 1  | 116,8     |          |
| 26      | PEOM   | 4  | 71,8      |          |
| 26      | NOHU   | 2  | 3         |          |
| 28      | ESLU   | 2  | 156       |          |
| 28      | NOHU   | 17 | 6         |          |
| 28      | LOLO   | 1  | 168       |          |
| 28      | PEOM   | 7  | 32        |          |
| 28      | PEOM   | 1  | 1,3       |          |
| 28      | LOLO   | 1  | 44,2      |          |
| 28      | LOLO   | 1  | 10,2      |          |
| 28      | NOHU   | 1  | 1,2       |          |
| 28      | CACO   | 1  | 2283      |          |
| 28      | SECO   | 1  | 243,5     |          |
| 28      | CACO   | 1  | 2116      | 42 et 30 |
| 28      | PEOM   | 1  | 1,5       |          |
| 28      | NOHU   | 7  | 4,2       |          |
| 28      | PEOM   | 6  | 12,6      |          |
| 31      | PECA   | 1  | 4,3       |          |
| 31      | ESLU   | 2  | 14,1      |          |
| 31      | SAVI   | 1  | 818,2     |          |
| 31      | PEOM   | 1  | 3,5       |          |
| 31      | SAVI   | 1  | 438,8     |          |

**Captures de poissons effectuées dans le ruisseau Slam  
et le ruisseau de référence**

| station | engin               | CACO | CUIN | ESLU | LOLO |
|---------|---------------------|------|------|------|------|
| 5       | Verveux             | 11   |      |      |      |
| 5       | Verveux             | 15   |      | 1    | 1    |
| 5       | Pêche<br>électrique | 5    |      |      | 7    |
| 4       | Verveux             |      |      |      |      |
| 4       | Verveux             | 3    |      |      |      |
| 4       | Pêche<br>électrique | 1    |      |      | 5    |
| 3       | Verveux             | 1    |      |      |      |
| 3       | Verveux             | 1    |      |      |      |
| 3       | Pêche<br>électrique |      |      |      |      |
| 1       | Pêche<br>électrique |      | 12   |      |      |
| 1       | Pêche<br>électrique |      | 28   |      |      |
| 1       | Pêche<br>électrique |      | 10   |      |      |
| 1       | Pêche<br>électrique |      | 22   |      |      |

**Mesures morphométriques prises sur les poissons du ruisseau Slam  
et du ruisseau de référence**

| Station | Espèce | Nb | Poids (g) |
|---------|--------|----|-----------|
| 3       | CACO   | 1  | 29        |
| 3       | CACO   | 1  | 1         |
| 4       | CACO   | 3  | 4         |
| 5       | CACO   | 11 | 16        |
| 5       | CACO   | 13 | 14        |
| 5       | CACO   | 2  | 226       |
| 5       | ESLU   | 1  | 49        |
| 5       | LOLO   | 1  | 2         |





**Annexe M**  
**Niveaux trophiques et tolérance**  
**à la pollution des différentes**  
**espèces de poissons capturées**



## Niveaux trophiques et tolérance à la pollution des différentes espèces de poissons capturées

| Espèce                                                | Tolérance à la pollution | Niveau trophique |
|-------------------------------------------------------|--------------------------|------------------|
| Meunier rouge ( <i>Catostomus catostomus</i> )        | intermédiaire            | insectivore      |
| Meunier noir ( <i>Catostomus commersonii</i> )        | tolérant                 | omnivore         |
| Cisco de lac ( <i>Coregonus artedii</i> )             | intermédiaire            | filtreur         |
| Chabot tacheté ( <i>Cottus bairdi</i> )               | intermédiaire            | insectivore      |
| Grand corégone ( <i>Coregonus clupeaformis</i> )      | intermédiaire            | insectivore      |
| Épinoche à cinq épines ( <i>Culaea inconstans</i> )   | tolérant                 | insectivore      |
| Grand brochet ( <i>Esox lucius</i> )                  | intermédiaire            | piscivore        |
| Lotte ( <i>Lota lota</i> )                            | intermédiaire            | piscivore        |
| Queue à tache noire ( <i>Notropis hudsonius</i> )     | intermédiaire            | insectivore      |
| Fouille-roche zébré ( <i>Percina caprodes</i> )       | intermédiaire            | insectivore      |
| Perchaude ( <i>Perca flavescens</i> )                 | intermédiaire            | piscivore        |
| Omisco ( <i>Percopsis omiscomaycus</i> )              | intermédiaire            | insectivore      |
| Épinoche à neuf épines ( <i>Pungitius pungitius</i> ) | intermédiaire            | insectivore      |
| Naseux des rapides ( <i>Rhinichthys cataractae</i> )  | intermédiaire            | insectivore      |
| Doré jaune ( <i>Sander vitreus</i> )                  | intermédiaire            | piscivore        |
| Quitouche ( <i>Semotilus corporalis</i> )             | intermédiaire            | omnivore         |







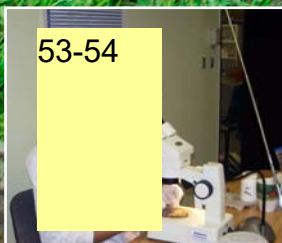
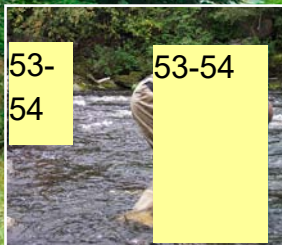
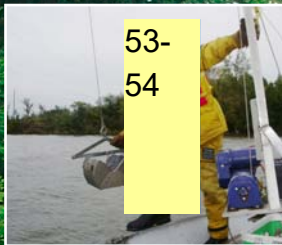
## À propos d'AECOM

AECOM est un fournisseur mondial de services techniques professionnels et de gestion-conseil sur une grande variété de marchés comme le transport, le bâtiment, l'environnement, l'énergie, l'eau et les services gouvernementaux. Avec près de 45 000 employés autour du monde, AECOM est un leader sur tous les marchés clés qu'elle dessert. AECOM allie portée mondiale et connaissances locales, innovation et excellence technique afin d'offrir des solutions qui améliorent et préservent les environnements bâtis, naturels et sociaux dans le monde entier. Classée dans la liste des compagnies du Fortune 500, AECOM sert des clients dans plus de 100 pays et a enregistré des revenus de 6,3 milliards de dollars pour la période de douze mois se terminant le 31 mars 2010. De plus amples informations sur AECOM et ses services sont disponibles au [www.aecom.com](http://www.aecom.com)



# Étude des impacts de la rupture de la digue du site minier Opémiska sur les poissons et leurs habitats

## Volume 1 : Rapport







# **Étude des impacts de la rupture de la digue du site minier Opémiska sur les poissons et leurs habitats**

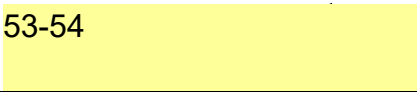
## **Volume 1 : Rapport**

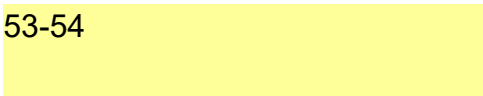
05-20755 (60245162)

Mars 2013



## Signatures

**Rapport préparé par :**  Le 20 mars 2013  
Claudie Gagnon, bio. M. Sc. (env.)  
Chargée de projet

**Rapport vérifié par :**  Le 20 mars 2013  
Julie D'Amours bio. M. Sc. (env.)  
Biologiste





## Sommaire exécutif

L'ancienne mine Opémiska, située à Chapais, est un site minier sous la responsabilité de l'État depuis 2002. Le 23 juin 2008, la digue du bassin de polissage céda et emporta une quantité importante de résidus miniers, évaluée à environ 50 000 m<sup>3</sup>, dans le ruisseau Slam jusqu'à la rivière Obatogamau. Ces cours d'eau sont des habitats du poisson au sens de la *Loi sur les pêches*. Les objectifs de la présente étude sont (1) d'établir le gradient de contamination chimique de l'habitat du poisson du ruisseau Slam et de la rivière Obatogamau, notamment en réalisant des analyses chimiques et toxicologiques sur l'eau et les sédiments, et (2) de documenter l'effet qu'ont eu la rupture de la digue et la dispersion des résidus miniers sur les communautés de poissons et leurs habitats, notamment en étudiant les communautés benthiques et en évaluant l'indice *Well Being* (IWB) qui détermine la réponse des poissons aux stress environnementaux.

Les résultats de la caractérisation ont démontré que peu de résidus miniers ont été déposés dans la rivière Obatogamau, la majeure partie des résidus miniers étant retrouvée aux environs du ruisseau Slam. Dans la rivière Obatogamau, des résidus miniers ont été retrouvés uniquement à deux stations rapprochées de l'embouchure du ruisseau Slam (stations de caractérisation 9 et 10). L'analyse chimique des sédiments a d'ailleurs révélé qu'à ces deux stations, les concentrations de cuivre dépassent les concentrations seuils produisant un effet selon les critères d'Environnement Canada et du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP). Les résidus miniers retrouvés dans le ruisseau Slam présentaient également de fortes concentrations de cuivre dépassant différents seuils. Ces observations suggèrent que les résidus miniers répandus lors du bris de la digue se sont majoritairement déposés sur le pourtour du ruisseau Slam et, dans une moindre mesure, dans la rivière Obatogamau.

Lors du bris de la digue, le passage des particules fines en suspension dans le ruisseau Slam et la rivière Obatogamau a pu avoir un impact sur les poissons et les organismes benthiques de ces deux cours d'eau. En effet, on peut penser que les matières en suspension ont pu induire un choc toxique chez différentes espèces animales. Toutefois, aucune mortalité de poisson n'a été rapportée sur le cours de la rivière Obatogamau dans les jours qui ont suivi le bris de la digue. Au mieux, le passage temporaire du panache de particules fines a pu induire un comportement de fuite des poissons. Dans les jours qui ont suivi le bris de la digue, la qualité de l'eau s'est graduellement améliorée pour redevenir similaire à celle observée dans les stations de référence situées en amont de l'embouchure du ruisseau Slam. En 2010 et 2011, le suivi de la qualité de l'eau effectué par le ministère des Ressources naturelles (MRN) a démontré que l'eau de la rivière Obatogamau avait un indice de qualité de l'eau qualifié de bonne qualité.

Si le passage du panache de particules fines a eu un impact sur les communautés de poissons et les communautés benthiques de la rivière Obatogamau lors du bris de la digue, cet impact fut de courte durée, puisque les résultats de la présente étude montrent qu'il n'y a aucune différence significative entre les stations de référence et celles situées en aval de l'embouchure du ruisseau Slam dans la rivière Obatogamau. En effet, les indices *Well Being*, *Well Being* modifié et l'indice IWB-IWBm calculés pour les stations de la rivière Obatogamau ne varient pas significativement en fonction de la distance des stations par rapport à l'embouchure du ruisseau Slam. Au niveau des organismes benthiques, on a même démontré que les communautés étaient plus appauvries aux stations éloignées de l'embouchure du ruisseau Slam qu'aux stations 9 et 10, où des résidus miniers ont été retrouvés. Dans le cas d'un impact relié au bris de la digue, le contraire aurait dû être observé.

La situation est différente pour le ruisseau Slam. Les résidus miniers présents dans ce ruisseau et sur son pourtour ont un impact indéniable sur la qualité de l'habitat du poisson. Les résultats de la présente étude montrent que la qualité chimique de l'eau et des sédiments est moindre au ruisseau Slam que dans le ruisseau de référence. De même, la structure de la communauté benthique présente au ruisseau Slam est significativement différente de celle du ruisseau de référence. La communauté benthique du ruisseau Slam est modulée en fonction de la tolérance à la pollution des organismes qui la composent. Les organismes tolérants à la pollution y sont plus abondants, alors que les organismes sensibles y sont moins abondants. Les différences observées entre les communautés benthiques du ruisseau Slam et du ruisseau de référence (baisse de la richesse taxonomique, du nombre de taxons EPT et du rapport EPT/C) peuvent être attribuables en partie à la rupture de la digue du parc à résidus de même qu'à la contamination historique de ce ruisseau en raison des activités minières passées.

Enfin, les populations de poissons du ruisseau Slam semblent également être affectées par la présence des résidus miniers. Les densités de poissons sont plus faibles que dans le ruisseau de référence et l'espèce qui est la plus abondante est l'épinoche à cinq épines. Cette espèce tolérante à la pollution est fréquemment observée dans les cours d'eau récepteurs d'effluents de mines de métaux.



## Équipe de réalisation

### Ministère des Ressources naturelles

|                                  |                       |
|----------------------------------|-----------------------|
| Alexandre C. Dubé, ing. jr       | Chargé de projet      |
| Robert Lacroix, ing., M. Sc. A., | Directeur par intérim |

### AECOM

|                                       |                                |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| Claudie Gagnon, biologiste            | Chargée de projet et rédaction |
| Guillaume Lapierre, biologiste        | Rédaction et analyse           |
| Julie D'Amours, biologiste            | Rédaction et analyse           |
| Claudia Cossette, biologiste          | Révision                       |
| Robert Dumont, technicien             | Travaux de terrain             |
| Sylvain Daraîche, biologiste          | Travaux de terrain             |
| Félix-Antoine D.-Boislard, technicien | Travaux de terrain             |
| Simon Canuel, technicien              | Travaux de terrain             |
| Maxime Sirois, technicien             | Travaux de terrain             |
| Jean-Pierre Hamelin, graphiste        | Cartographie et géomatique     |
| Michèle Gagnon, secrétaire            | Édition                        |

---

#### Référence à citer :

AECOM. 2013. *Étude des impacts de la rupture de la digue du site minier Opémiska sur les poissons et leurs habitats*. Volume 1. 69 pages.



# Table des matières

|                                                                                                                                                 |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Sommaire exécutif.....</b>                                                                                                                   | <b>v</b>   |
| <b>Équipe de réalisation.....</b>                                                                                                               | <b>vii</b> |
| <b>Introduction.....</b>                                                                                                                        | <b>1</b>   |
| <b>1 État initial du milieu avant la rupture de la digue .....</b>                                                                              | <b>3</b>   |
| 1.1 Espèces de poissons présentes dans la rivière Obatogamau et le ruisseau Slam .....                                                          | 3          |
| 1.2 Niveau des eaux de la rivière Obatogamau à l'embouchure du ruisseau Slam .....                                                              | 4          |
| 1.3 Libre circulation du poisson dans le ruisseau Slam .....                                                                                    | 5          |
| 1.4 Habitats du poisson .....                                                                                                                   | 5          |
| 1.4.1 Ruisseau Slam .....                                                                                                                       | 5          |
| 1.4.2 Rivière Obatogamau .....                                                                                                                  | 5          |
| 1.5 Espèces à statut particulier.....                                                                                                           | 6          |
| <b>2 Description de l'état du milieu à la suite de la rupture de la digue .....</b>                                                             | <b>9</b>   |
| 2.1 Résumé des études réalisées à la suite de la rupture de la digue.....                                                                       | 9          |
| 2.1.1 Description du site et caractéristiques physico-chimiques des eaux et des résidus miniers, juin et juillet 2008 (SNC-Lavalin, 2008) ..... | 9          |
| 2.1.1.1 Description du site .....                                                                                                               | 9          |
| 2.1.1.2 Qualité de l'eau .....                                                                                                                  | 10         |
| 2.1.1.3 Résidus miniers .....                                                                                                                   | 13         |
| 2.1.2 Étude de caractérisation du ruisseau Slam, novembre 2008 (Tecsult inc., 2008) .....                                                       | 13         |
| 2.1.3 Teneurs en métaux chez les poissons, septembre 2009 (GENIVAR, 2010) .....                                                                 | 14         |
| 2.2 Caractérisation biologique et physique du ruisseau Slam et de la rivière Obatogamau en 2011 .....                                           | 15         |
| 2.2.1 Ruisseau Slam .....                                                                                                                       | 16         |
| 2.2.2 Ruisseau de référence.....                                                                                                                | 19         |
| 2.2.3 Rivière Obatogamau .....                                                                                                                  | 19         |
| 2.3 Suivi hebdomadaire de la qualité de l'eau effectué par le MRN .....                                                                         | 20         |
| 2.4 Observations de la communauté crie .....                                                                                                    | 23         |
| 2.5 Estimation de la distance de dispersion et de déposition des résidus miniers.....                                                           | 23         |
| 2.5.1 Distance de dispersion.....                                                                                                               | 23         |
| 2.5.2 Distance de déposition.....                                                                                                               | 24         |
| 2.6 Effets sur l'habitat du poisson.....                                                                                                        | 24         |
| <b>3 Suivi de l'état actuel du milieu.....</b>                                                                                                  | <b>29</b>  |
| 3.1 Analyses chimiques et bioessais .....                                                                                                       | 29         |
| 3.1.1 Méthodologie.....                                                                                                                         | 29         |



|              |                                                                             |           |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.1.1.1      | Prélèvement des échantillons d'eau pour les analyses chimiques.....         | 29        |
| 3.1.1.2      | Prélèvement des échantillons de sédiments pour les analyses chimiques ..... | 30        |
| 3.1.1.3      | Prélèvement des échantillons pour les bioessais.....                        | 31        |
| 3.1.1.4      | Détails des analyses .....                                                  | 31        |
| 3.1.1.5      | Traitement des données .....                                                | 32        |
| <b>3.1.2</b> | <b>Résultat et discussion .....</b>                                         | <b>32</b> |
| 3.1.2.1      | Qualité de l'eau .....                                                      | 32        |
| 3.1.2.2      | Qualité des sédiments .....                                                 | 36        |
| 3.1.2.3      | Bioessais sur l'eau .....                                                   | 38        |
| 3.1.2.4      | Bioessais sur les sédiments.....                                            | 39        |
| <b>3.1.3</b> | <b>Caractérisation visuelle de l'habitat aux différentes stations.....</b>  | <b>42</b> |
| <b>3.2</b>   | <b>Étude des communautés d'invertébrés benthiques.....</b>                  | <b>42</b> |
| <b>3.2.1</b> | <b>Méthodes .....</b>                                                       | <b>42</b> |
| 3.2.1.1      | Travaux de terrain.....                                                     | 42        |
| 3.2.1.2      | Travaux en laboratoire .....                                                | 42        |
| 3.2.1.3      | Descripteurs univariés et analyse statistique .....                         | 45        |
| <b>3.2.2</b> | <b>Résultat.....</b>                                                        | <b>46</b> |
| 3.2.2.1      | Ruisseau Slam.....                                                          | 46        |
| 3.2.2.2      | Rivière Obatogamau .....                                                    | 46        |
| <b>3.2.3</b> | <b>Discussion.....</b>                                                      | <b>49</b> |
| 3.2.3.1      | Ruisseau Slam.....                                                          | 49        |
| 3.2.3.2      | Rivière Obatogamau .....                                                    | 50        |
| <b>3.3</b>   | <b>Étude des communautés de poissons.....</b>                               | <b>51</b> |
| <b>3.3.1</b> | <b>Méthodes .....</b>                                                       | <b>51</b> |
| 3.3.1.1      | Travaux de terrain.....                                                     | 51        |
| 3.3.1.2      | Traitement des échantillons .....                                           | 52        |
| 3.3.1.3      | Traitement des données .....                                                | 52        |
| <b>3.3.2</b> | <b>Résultats.....</b>                                                       | <b>53</b> |
| 3.3.2.1      | Ruisseau Slam.....                                                          | 53        |
| 3.3.2.2      | Rivière Obatogamau .....                                                    | 54        |
| <b>3.3.3</b> | <b>Discussion.....</b>                                                      | <b>61</b> |
| 3.3.3.1      | Ruisseau Slam.....                                                          | 61        |
| 3.3.3.2      | Rivière Obatogamau .....                                                    | 61        |
| <b>4</b>     | <b>Discussion générale .....</b>                                            | <b>63</b> |
| <b>5</b>     | <b>Conclusion .....</b>                                                     | <b>65</b> |
|              | <b>Bibliographie.....</b>                                                   | <b>67</b> |

## Liste des tableaux

|              |                                                                                                                                                                                                |    |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1 :  | Espèces de poissons recensées dans le lac Obatogamau.....                                                                                                                                      | 3  |
| Tableau 2 :  | Espèces de poissons recensées dans la rivière Obatogamau et dans le ruisseau Slam.....                                                                                                         | 4  |
| Tableau 3 :  | Teneurs en métaux des poissons analysés avant et après la rupture de la digue .....                                                                                                            | 15 |
| Tableau 4 :  | Indices de qualité des eaux (IQE) pour les stations de suivi du MRN en 2010 et 2011 .....                                                                                                      | 21 |
| Tableau 5 :  | Dépassements des critères de protection de la vie aquatique du CCME pour les paramètres étudiés .....                                                                                          | 22 |
| Tableau 6 :  | Qualité physico-chimique de l'eau mesurée <i>in situ</i> du 21 au 27 juillet 2011.....                                                                                                         | 33 |
| Tableau 7 :  | Résultats des analyses chimiques effectuées sur les échantillons d'eau recueillis dans la zone d'étude en 2011 .....                                                                           | 34 |
| Tableau 8 :  | Granulométrie évaluée à quelques stations .....                                                                                                                                                | 36 |
| Tableau 9 :  | Résultats des analyses chimiques effectuées sur les échantillons de sédiments recueillis dans la zone d'étude en 2011 .....                                                                    | 37 |
| Tableau 10 : | Résultats des bioessais de toxicité sublétales effectués sur l'eau dans le milieu récepteur de la mine Opémiska.....                                                                           | 38 |
| Tableau 11 : | Concentrations présentant des stimulations significatives ( $P= 0,05$ ) lors du test avec l'algue verte en juillet 2011 .....                                                                  | 39 |
| Tableau 12 : | Résultats des bioessais de toxicité sublétales effectués avec un chironomidé sur les sédiments dans le milieu récepteur de la mine Opémiska .....                                              | 40 |
| Tableau 13 : | Résultats de la 3 <sup>e</sup> série de bioessais de toxicité sublétales effectués avec <i>Hyalella</i> (survie et poids) sur les sédiments dans le milieu récepteur de la mine Opémiska ..... | 40 |
| Tableau 14 : | Résultats des trois séries de bioessais de toxicité sublétales effectuées avec <i>Hyalella</i> (survie) sur les sédiments dans le milieu récepteur de la mine Opémiska .....                   | 41 |
| Tableau 15 : | Caractérisation physique, physico-chimique et biologique des stations d'inventaire.....                                                                                                        | 43 |
| Tableau 16 : | Valeurs moyennes des descripteurs univariés des communautés benthiques dans le ruisseau Slam et le ruisseau de référence.....                                                                  | 46 |
| Tableau 17 : | Résultats des pêches aux verveux effectuées dans le ruisseau Slam et le ruisseau de référence.....                                                                                             | 54 |
| Tableau 18 : | Résultats des pêches à l'électricité effectuées dans le ruisseau Slam et le ruisseau de référence.....                                                                                         | 54 |

## Liste des figures

|            |                                                                                                                                                |    |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 : | Variation spatiale de la densité des organismes benthiques observée aux différentes stations d'échantillonnage sur la rivière Obatogamau ..... | 47 |
| Figure 2 : | Variation spatiale de l'indice de diversité de Simpson observé aux différentes stations d'échantillonnage sur la rivière Obatogamau .....      | 47 |
| Figure 3 : | Variation spatiale du rapport EPT/C observé aux différentes stations d'échantillonnage sur la rivière Obatogamau .....                         | 48 |

|             |                                                                                                                                                               |    |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 4 :  | Variation spatiale du nombre de taxons EPT observés aux différentes stations d'échantillonnage sur la rivière Obatogamau .....                                | 48 |
| Figure 5 :  | Variation spatiale de la richesse taxonomique des organismes benthiques observée aux différentes stations d'échantillonnage sur la rivière Obatogamau.....    | 49 |
| Figure 6 :  | Abondance relative (%) des espèces de poissons capturées dans la rivière Obatogamau en 2011 .....                                                             | 55 |
| Figure 7 :  | Biomasse relative (%) des espèces de poissons capturées dans la rivière Obatogamau en 2011 .....                                                              | 55 |
| Figure 8 :  | Variation spatiale des captures par unité d'effort totales observées aux différentes stations d'échantillonnage sur la rivière Obatogamau .....               | 56 |
| Figure 9 :  | Variation spatiale des biomasses par unité d'effort totales observées aux différentes stations d'échantillonnage sur la rivière Obatogamau .....              | 56 |
| Figure 10 : | Variation spatiale de la richesse taxonomique des poissons observée aux différentes stations d'échantillonnage sur la rivière Obatogamau .....                | 57 |
| Figure 11 : | Variation spatiale du pourcentage de poissons présentant des anomalies de type DELT aux différentes stations d'échantillonnage sur la rivière Obatogamau..... | 57 |
| Figure 12 : | Densité relative des poissons en fonction de leur niveau trophique aux différentes stations d'échantillonnage sur la rivière Obatogamau .....                 | 58 |
| Figure 13 : | Densité relative des poissons en fonction de leur tolérance à la pollution aux différentes stations d'échantillonnage sur la rivière Obatogamau.....          | 59 |
| Figure 14 : | Variation spatiale de l'indice <i>Well Being</i> calculé pour les différentes stations d'échantillonnage sur la rivière Obatogamau .....                      | 59 |
| Figure 15:  | Variation spatiale de l'indice <i>Well Being</i> modifié calculé pour les différentes stations d'échantillonnage sur la rivière Obatogamau .....              | 60 |
| Figure 16 : | Variation spatiale de l'IWB-IWBm calculé pour les différentes stations d'échantillonnage sur la rivière Obatogamau .....                                      | 60 |

## Liste des cartes

|           |                                                                                                                                                                                                      |    |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Carte 1 : | Habitats du poisson avant la rupture de la digue du site minier Opémiska .....                                                                                                                       | 7  |
| Carte 2 : | Localisation des stations d'échantillonnage et estimation de la dispersion des résidus miniers lors des études réalisées suite à la rupture de la digue du site minier Opémiska de 2008 à 2009 ..... | 11 |
| Carte 3 : | Localisation des stations d'échantillonnage pour l'étude des différentes composantes biophysiques en 2011.....                                                                                       | 17 |
| Carte 4 : | Identification des principaux correctifs apportés au ruisseau Slam entre 2009 et 2010.....                                                                                                           | 27 |

## Liste des photos

|           |                                                                                                                 |    |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Photo 1 : | Limite des hautes eaux à la station n° 4 dans le ruisseau Slam en juillet 2011.....                             | 4  |
| Photo 2 : | Déracinement des arbres et dépôts des résidus miniers à l'extérieur du lit du ruisseau Slam (29 juin 2008)..... | 9  |
| Photo 3 : | Déracinement des arbres et dépôts des résidus miniers à l'extérieur du lit du ruisseau Slam (29 juin 2008)..... | 9  |
| Photo 4 : | Débris végétaux demeurés accrochés aux arbres lors de la décrue, novembre 2008.....                             | 14 |
| Photo 5 : | Traces de résidus miniers sur le tronc des arbres, novembre 2008 .....                                          | 14 |
| Photo 6 : | Dispersion des résidus miniers dans le ruisseau Slam et la rivière Obatogamau .....                             | 23 |

## Liste des annexes (volume 2)

|            |                                                                                              |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Annexe A : | Correspondances des intervenants                                                             |
| Annexe B : | Fiche de caractérisation biologique et physique du ruisseau Slam et de la rivière Obatogamau |
| Annexe C : | Calculs détaillés de l'indice de la qualité des eaux (IQE)                                   |
| Annexe D : | Coordonnées des stations d'échantillonnage de 2011                                           |
| Annexe E : | Certificats d'analyses chimiques et granulométriques                                         |
| Annexe F : | Rapport des analyses toxicologiques sur l'eau                                                |
| Annexe G : | Rapport des analyses toxicologiques sur les sédiments                                        |
| Annexe H : | Rapport final d'analyse du benthos des Laboratoires SAB                                      |
| Annexe I : | Matrices des données brutes du recensement des invertébrés benthiques                        |
| Annexe J : | Position des stations de pêche et effort de pêche                                            |
| Annexe K : | Liste des anomalies externes des poissons                                                    |
| Annexe L : | Données brutes des captures et des mesures morphométriques sur les poissons                  |
| Annexe M : | Niveaux trophiques et tolérance à la pollution des différentes espèces de poissons capturées |



## Introduction

L'ancienne mine Opémiska, située à Chapais, est un site minier sous la responsabilité de l'État depuis 2002 à la suite de la libération des obligations de restauration de l'exploitant, Inmet Mining Corporation. Le 23 juin 2008, la digue du bassin de polissage céda et emporta une quantité importante de résidus miniers, évaluée à environ 50 000 m<sup>3</sup>, dans le ruisseau Slam jusqu'à la rivière Obatogamau. Lors de la rupture de la digue, une partie de la route 113, de la route du lac Cavan et de la route Barrette fut également emportée par les eaux.

Les résidus miniers ont été transportés sur une grande distance dans le milieu récepteur. Le ruisseau Slam s'étend sur une longueur d'environ 8 km, à partir du bassin de polissage de l'ancienne mine jusqu'à la rivière Obatogamau. Entre l'embouchure du ruisseau Slam et son déversement dans la rivière Chibougamau, la rivière Obatogamau s'étend sur environ 80 km.

L'objectif fondamental de la présente étude est d'établir la portée des effets de la contamination sur le poisson et son habitat à la suite de ce déversement. L'étude vise également à répondre aux demandes des autorités fédérales impliquées dans ce dossier (annexe A).

Les objectifs spécifiques de la présente étude sont (1) d'établir le gradient de contamination chimique de l'habitat du poisson, notamment en réalisant des analyses chimiques et toxicologiques sur l'eau et les sédiments, et (2) de documenter l'effet qu'ont eu la rupture de la digue et la dispersion des résidus miniers sur les communautés de poissons et leurs habitats, notamment en étudiant les communautés benthiques et en évaluant la réponse des poissons aux stress environnementaux, notamment par le calcul de l'indice *Well Being* (IWB).

Les sections suivantes présentent une revue de littérature sur l'état initial de l'habitat du poisson avant la rupture de la digue (chapitre 1), suivie d'une description du milieu suite à la rupture de la digue (chapitre 2). Des données récoltées sur le terrain en 2011 complètent le second chapitre. Par la suite, le suivi actuel du milieu réalisé par AECOM à l'été 2011 est présenté. Ce troisième chapitre présente les méthodes de travail et les résultats des travaux concernant le suivi de la qualité de l'eau et des sédiments, l'étude de la communauté benthique et l'étude des poissons. Une discussion et une conclusion globale sur les effets de la rupture de la digue du bassin de polissage de la mine Opémiska sur le poisson et son habitat sont finalement présentées.





# 1 État initial du milieu avant la rupture de la digue

## 1.1 Espèces de poissons présentes dans la rivière Obatogamau et le ruisseau Slam

La base de données du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) (Julie Pilote, MDDEFP, Direction des opérations intégrées du Nord-du-Québec, comm. pers., septembre 2011) indique la présence de 15 espèces de poissons dans le lac Obatogamau (tableau 1). Ce lac se situe à environ 40 km à vol d'oiseau de la jonction entre le ruisseau Slam et la rivière Obatogamau. Ces espèces sont susceptibles de fréquenter la rivière Obatogamau et de remonter le ruisseau Slam.

**Tableau 1 : Espèces de poissons recensées dans le lac Obatogamau**

| Espèce                 | Nom latin                     | Espèce             | Nom latin                     |
|------------------------|-------------------------------|--------------------|-------------------------------|
| Chabot à tête plate    | <i>Cottus ricei</i>           | Lotte              | <i>Lota lota</i>              |
| Chabot sp.             | <i>Cottus sp.</i>             | Meunier noir       | <i>Catostomus commersonii</i> |
| Cisco de lac           | <i>Coregonus artedii</i>      | Meunier rouge      | <i>Catostomus catostomus</i>  |
| Doré jaune             | <i>Sander vitreus</i>         | Omisco             | <i>Percopsis omiscomaycus</i> |
| Épinoche à neuf épines | <i>Pungitius pungitius</i>    | Ouitouche          | <i>Semolitus corporalis</i>   |
| Fouille-roche zébré    | <i>Percina caprodes</i>       | Perchaude          | <i>Perca flavescens</i>       |
| Grand brochet          | <i>Esox lucius</i>            | Méné à tache noire | <i>Notropis hudsonius</i>     |
| Grand corégone         | <i>Coregonus clupeaformis</i> |                    |                               |

Source : MDDEFP, Direction des opérations intégrées du Nord-du-Québec.

Selon une vaste étude visant à évaluer le potentiel halieutique du secteur sud du territoire de la Baie-James (Lévesque *et al.*, 1999), mis à part la plupart des espèces ci-haut mentionnées, le doré noir (*Sander canadensis*) et la laquaiche aux yeux d'or (*Hiodon alosoides*) fréquentent les plans d'eau environnants et sont susceptibles d'être trouvés dans la zone d'étude. Mentionnons que dans le cadre de l'étude de 1<sup>er</sup> cycle du suivi des effets sur l'environnement (ESEE) de la mine Joe Mann, le naseux des rapides (*Rhinichthys cataractae*) et le chabot tacheté (*Cottus bairdi*) ont été capturés dans la rivière Néménjiche en octobre 2005 (Alliance Environnement, 2006). Le site minier Joe Mann est situé à environ 65 km au sud de la ville de Chibougamau, en bordure du lac Norhart. La rivière Néménjiche est reliée au lac Obatogamau via les lacs Royer et La Dauversière.

Une étude de suivi environnemental conduite par GENIVAR (2010) a été réalisée en 2009 à la suite de la rupture de la digue. Les résultats de cette étude seront principalement discutés au chapitre 2, mais nous tenons à mentionner les espèces capturées. Les résultats de pêches au filet maillant réalisées dans la rivière Obatogamau, à environ 60 km en aval de la jonction avec le ruisseau Slam, démontrent la présence du doré jaune, du grand corégone, du grand brochet, du meunier noir et de la laquaiche argentée (tableau 2).

Selon des membres de la communauté crie locale, contactés dans le cadre de cette étude en mai 2011 et dans le cadre de l'étude de GENIVAR (2010), l'esturgeon jaune fréquente la rivière Obatogamau. Selon cette dernière source, l'omble de fontaine fréquenterait le ruisseau Slam.

**Tableau 2 : Espèces de poissons recensées dans la rivière Obatogamau et dans le ruisseau Slam**

| Espèce             | Nom latin                     | Rivière Obatogamau | Ruisseau Slam |
|--------------------|-------------------------------|--------------------|---------------|
| Doré jaune         | <i>Sander vitreus</i>         | x                  |               |
| Esturgeon jaune    | <i>Acipenser fulvescens</i>   | x                  |               |
| Grand brochet      | <i>Esox lucius</i>            | x                  |               |
| Grand corégone     | <i>Coregonus clupeaformis</i> | x                  |               |
| Laquaiche argentée | <i>Hiodon tergisus</i>        | x                  |               |
| Meunier noir       | <i>Catostomus commersonii</i> | x                  |               |
| Ombre de fontaine  | <i>Salvelinus fontinalis</i>  |                    | x             |

Sources : GENIVAR 2010; communauté crie.

## 1.2 Niveau des eaux de la rivière Obatogamau à l'embouchure du ruisseau Slam

Aucune donnée n'est disponible concernant le niveau moyen des eaux de la rivière Obatogamau avant la rupture de la digue à l'embouchure du ruisseau Slam, ni concernant la limite des crues de récurrence 0-2 ans pour ce secteur. Selon les observations faites en 2011 par AECOM, les berges de la rivière Obatogamau ne semblent pas avoir été affectées lors de la rupture de la digue de la mine. Nous pouvons donc considérer que les caractéristiques du milieu sont les mêmes qu'avant l'évènement.

Selon des photographies aériennes à l'échelle 1 : 15 000 datant du 11 juin 1998 (fournies par le MRN), la largeur du lit de la rivière Obatogamau à la jonction du ruisseau Slam était d'environ 45 m. La largeur du lit de la rivière Obatogamau à la jonction du ruisseau Slam était d'environ 50 m en date du 23 juillet 2011 (au moment d'une visite réalisée dans le cadre de la présente étude). La profondeur de l'eau était de 2,0 m. Nous pouvons considérer que ces données sont représentatives de la période estivale, soit une largeur du lit majeur de 45 à 50 m et une profondeur de 2,0 m. En période de hautes eaux, on peut donc s'attendre à des largeurs et des profondeurs plus grandes, mais aucune donnée ne nous permet d'en juger l'ampleur.

Dans le ruisseau Slam, le 23 juillet 2011, à la station de caractérisation n° 4, située dans la partie aval du ruisseau (voir les détails à la section 2.2), il a été identifié que le niveau des hautes eaux printanières était à environ 40 cm du niveau actuel des eaux (photo 1). Cette situation peut être jugée représentative de la situation prévalant avant la rupture de la digue en 2008.



**Photo 1 : Limite des hautes eaux à la station n° 4 dans le ruisseau Slam en juillet 2011**

### 1.3 Libre circulation du poisson dans le ruisseau Slam

Avant la rupture de la digue, la libre circulation du poisson était possible de l'embouchure du ruisseau Slam jusqu'au niveau de la ligne de transport d'énergie (carte 1). Par contre, en amont de ce point, où d'importantes modifications au ruisseau ont été occasionnées par la rupture de la digue, nous ne pouvons statuer sur la libre circulation du poisson avant la rupture. Étant donné la topographie plane du secteur et les faibles vitesses d'écoulement des eaux du ruisseau, nous pouvons toutefois présumer que la circulation du poisson était possible (carte 1). En appui à ce point, les responsables du dossier au MRN indiquent qu'ils ont observé des poissons dans le bassin de polissage lors du bris de la digue en 2008.

La présence de barrages de castor dans ce secteur aurait pu entraver la libre circulation du poisson. En effet, il y a actuellement deux barrages sur le ruisseau Slam dans la portion du ruisseau qui a été restaurée (voir la section 2.6).

### 1.4 Habitats du poisson

#### 1.4.1 Ruisseau Slam

Aucune information n'est disponible concernant les caractéristiques des habitats du poisson dans le ruisseau Slam avant la rupture de la digue. Aucune information n'est connue du MDDEFP (anciennement MRNF) sur les frayères confirmées ou potentielles pour le ruisseau Slam.

Plusieurs observations tirées de l'étude de Tecsalt inc. (2008) effectuée dans le ruisseau Slam à la suite de la rupture de la digue peuvent toutefois être rapportées à la situation prévalant avant la rupture. Ainsi, tel qu'il est aujourd'hui, le ruisseau présentait assurément en plusieurs endroits des élargissements où les vitesses de courant étaient presque nulles avec présence de végétation riveraine. Ces habitats sont favorables à la fraie du grand brochet et de la perchaude. Le ruisseau Slam présentait donc plusieurs sites de fraie potentiels pour les espèces d'eaux calmes.

Un secteur du ruisseau Slam présente un écoulement de l'eau plus rapide (frayère potentielle sur la carte 1) et un substrat composé de blocs, de galets et de cailloux. Il est permis de croire que les caractéristiques de cet habitat étaient les mêmes avant la rupture de la digue. Cette section du ruisseau était susceptible d'offrir des conditions adéquates pour la fraie des espèces d'eaux vives telles que le naseux des rapides et le doré jaune. Il serait en effet possible que des dorés jaunes en provenance de la rivière Obatogamau remontaient le ruisseau Slam pour se reproduire dans cette section du cours d'eau. Cependant, cette section du ruisseau étant située à environ 2 km de la rivière Obatogamau, on peut penser que le site, s'il était utilisé par cette espèce, n'était probablement pas fréquenté par un grand nombre de géniteurs. La population de doré jaune de la rivière Obatogamau utilise probablement préférentiellement les sections de rapides de la rivière elle-même qui sont des habitats de reproduction de meilleure qualité.

En somme, étant donné que le ruisseau a été fortement modifié entre la route Barrette et la ligne de transport d'électricité, on peut croire que des frayères possiblement présentes dans cette section de ruisseau aient été détruites lors de la rupture de la digue de l'ancienne mine Opémiska. Pour le reste du cours d'eau, les frayères potentielles semblent être demeurées à peu près intactes à la suite de la rupture de la digue (Tecsult inc., 2008).

#### 1.4.2 Rivière Obatogamau

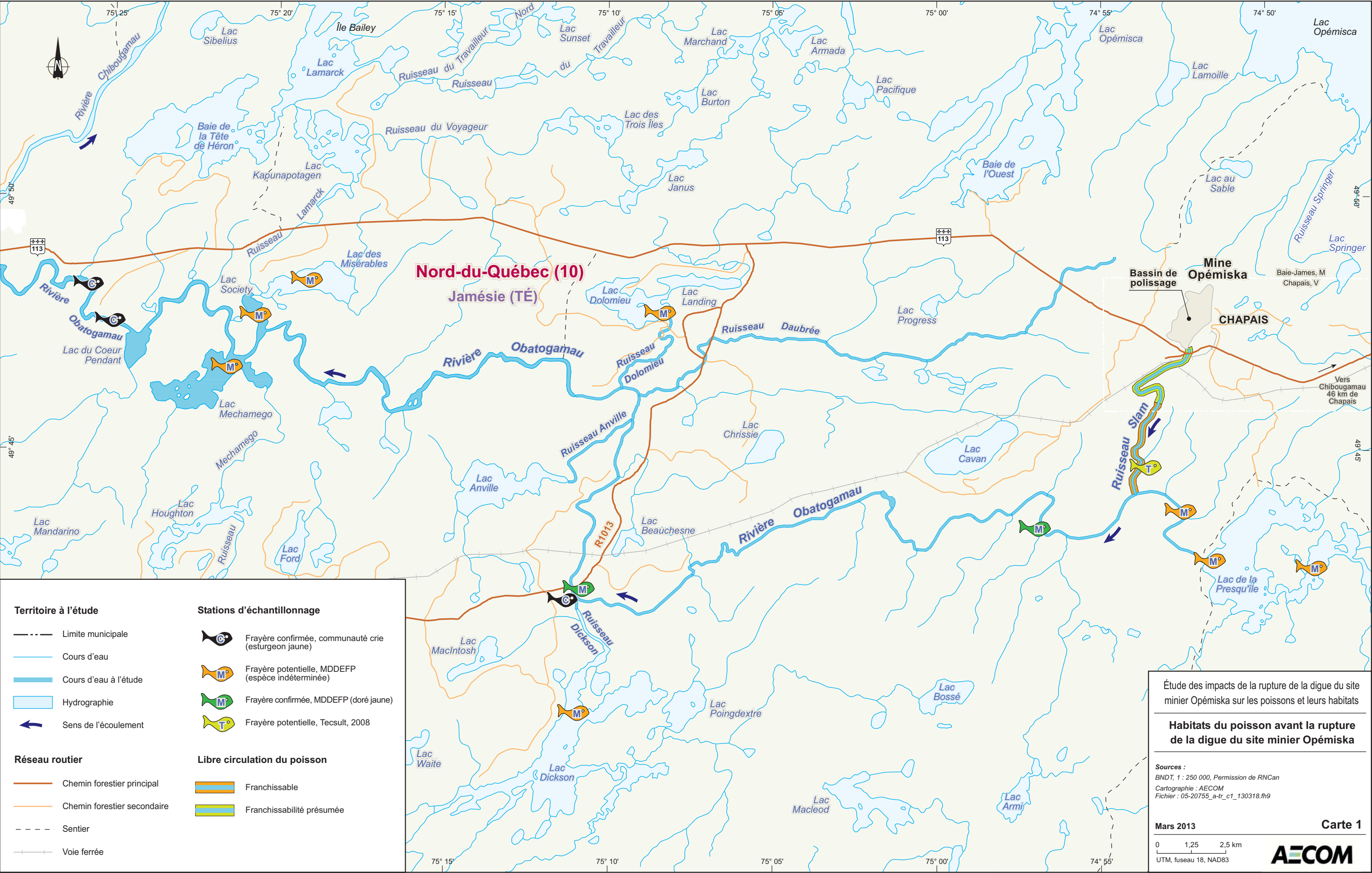
Selon les informations fournies par le MDDEFP (Aziz Bouzgaren, Direction de l'expertise, Région Nord du Québec, comm. pers., septembre 2011), deux frayères confirmées à doré jaune se trouvent dans la portion à l'étude de la rivière Obatogamau (carte 1). La première se situe à environ 3 km en aval de la jonction avec le ruisseau Slam. La seconde frayère à doré jaune se situe à environ 25 km en aval de la jonction avec le ruisseau. D'autres frayères potentielles sont également présentes à proximité de la rivière (carte 1).

Par ailleurs, selon des membres de la communauté crie locale rencontrés en mai 2011, des habitats de l'esturgeon jaune (frayères, zones d'alimentation ou de fréquentation générale) se trouvent dans la rivière Obatogamau. Les habitats du poisson ont été sommairement localisés sur la carte 1 afin de préserver l'information.

## **1.5 Espèces à statut particulier**

Des demandes d'information concernant les espèces fauniques et floristiques ayant un statut particulier (menacées, vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées) et qui sont susceptibles de se trouver à proximité (bordure de 100 m) de la rivière Obatogamau, entre le ruisseau Slam et la rivière Chibougamau, ont été envoyées au Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ). Après vérification, aucune espèce faunique ou floristique menacée, vulnérable ou susceptible d'être ainsi désignée n'est répertoriée au CDPNQ pour le territoire visé ou à proximité de celui-ci (Liette Gauthier, MDDEFP, Direction des Opérations intégrées du Nord-du-Québec, comm. pers., septembre 2010; Benoît, Larouche, MDDEFP, Direction régionale de l'analyse et de l'expertise de l'Abitibi-Témiscamingue et du Nord-du-Québec, comm. pers., septembre 2010).

Mentionnons toutefois que l'esturgeon jaune figure sur la liste des espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables au Québec.







## 2 Description de l'état du milieu à la suite de la rupture de la digue

Afin de pouvoir discuter plus spécifiquement des précisions demandées par Pêches et Océans Canada, notamment concernant la distance de la dispersion des résidus miniers et les effets sur le poisson et son habitat, les résultats et observations provenant de diverses études réalisées suite à la rupture de la digue (2008 à 2009) sont d'abord résumés. Les résultats de la caractérisation biophysique de 32 stations de suivi dans le secteur de dispersion des résidus de la mine Opémiska effectuée par AECOM en juillet 2011 sont ensuite présentés.

### 2.1 Résumé des études réalisées à la suite de la rupture de la digue

#### 2.1.1 Description du site et caractéristiques physico-chimiques des eaux et des résidus miniers, juin et juillet 2008 (SNC-Lavalin, 2008)

À la suite de la rupture de la digue, la firme SNC-Lavalin a été mandatée par le MRN dans le but de faire une évaluation de l'impact environnemental causé par la rupture de la digue et de mettre en place un plan d'intervention d'urgence pour les travaux de nettoyage du site. Une note technique portant spécifiquement sur la qualité de l'eau déversée du bassin de polissage et sur les sédiments (résidus miniers) transportés en aval de la digue a été produite (SNC-Lavalin, 2008).

##### 2.1.1.1 Description du site

À la suite de la rupture de la digue, le bassin de polissage a été vidé de son contenu liquide, soit environ 1,0 à 1,2 million de mètres cubes d'eau. Ainsi, les résidus miniers présents dans la digue sud ont été emportés avec l'eau du bassin. Une partie des résidus s'est déposée à l'extérieur des berges du ruisseau Slam qui n'a pu contenir la crue. Le reste des résidus a été lessivé, mis en suspension et transporté par le courant dans le ruisseau et la rivière Obatogamau. Le volume des résidus évacués a été estimé à environ 50 000 m<sup>3</sup> (SNC-Lavalin, 2008). Cette énorme masse d'eau a provoqué des dégâts importants en aval de la digue en détruisant un tronçon de la route 113 et une partie de l'ancienne voie ferrée et de la route secondaire reliant Chapais au lac Cavan. La crue a également provoqué le déracinement des arbres et arbustes présents le long du ruisseau Slam. Elle a aussi provoqué l'érosion des dépôts meubles et leur entraînement par le courant. Les photos 2 et 3 montrent les dépôts de résidus miniers à l'extérieur du lit du ruisseau Slam le 29 juin 2008.



**Photo 2 : Déracinement des arbres et dépôts des résidus miniers à l'extérieur du lit du ruisseau Slam (29 juin 2008)**



**Photo 3 : Déracinement des arbres et dépôts des résidus miniers à l'extérieur du lit du ruisseau Slam (29 juin 2008)**

Source : SNC-Lavalin, 2008.

Une estimation de l'étendue de la zone affectée a alors été effectuée par SNC-Lavalin (2008). L'épaisseur des sédiments dans cette zone était très variable. La superficie de la zone affectée par des résidus miniers, de la digue sud au dernier point d'échantillonnage E7 sur le ruisseau Slam, était d'environ 34 ha (carte 2). Il a été remarqué lors de la deuxième visite (8 juillet 2008) que l'épaisseur des résidus miniers avait diminué à certains endroits exposés des rives du ruisseau Slam sous l'effet de lessivage par les précipitations. Cependant ces résidus peuvent demeurer sur place tant qu'ils sont piégés dans des zones telles que des marécages. La difficulté d'accès aux rives du ruisseau Slam et les conditions de pluie abondante lors des deux visites n'ont pas permis d'évaluer précisément l'épaisseur des dépôts de résidus miniers en aval de la digue sud du bassin de polissage. Toutefois, en considérant une épaisseur moyenne de 2 cm de résidus miniers dans la zone affectée, SNC-Lavalin avait estimé que le volume était d'environ 7 000 m<sup>3</sup>. Ils ont émis l'hypothèse que l'autre partie des résidus miniers a été lessivée, mise en suspension et transportée par le courant dans le ruisseau Slam vers la rivière Obatogamau sur un peu plus de six kilomètres.

### 2.1.1.2 Qualité de l'eau

Le 29 juin 2008, deux échantillons d'eau de surface ont été prélevés en amont de la zone affectée par les résidus miniers afin de déterminer le bruit de fond (stations E1 et E3 de SNC-Lavalin, carte 2). Deux échantillons ont été prélevés plus loin en aval dans la rivière Obatogamau pour évaluer la contamination de cette rivière (stations E8 et E9). Cinq autres échantillons ont été prélevés dans la zone affectée, notamment le long du ruisseau Slam qui coule vers la rivière Obatogamau (stations E2, E4, E5, E6 et E7). Les paramètres suivants ont été mesurés : le cuivre, le plomb, le zinc, le nickel, l'arsenic, le fer et le cyanure totaux pour les métaux, le pH et les matières en suspension (MES).

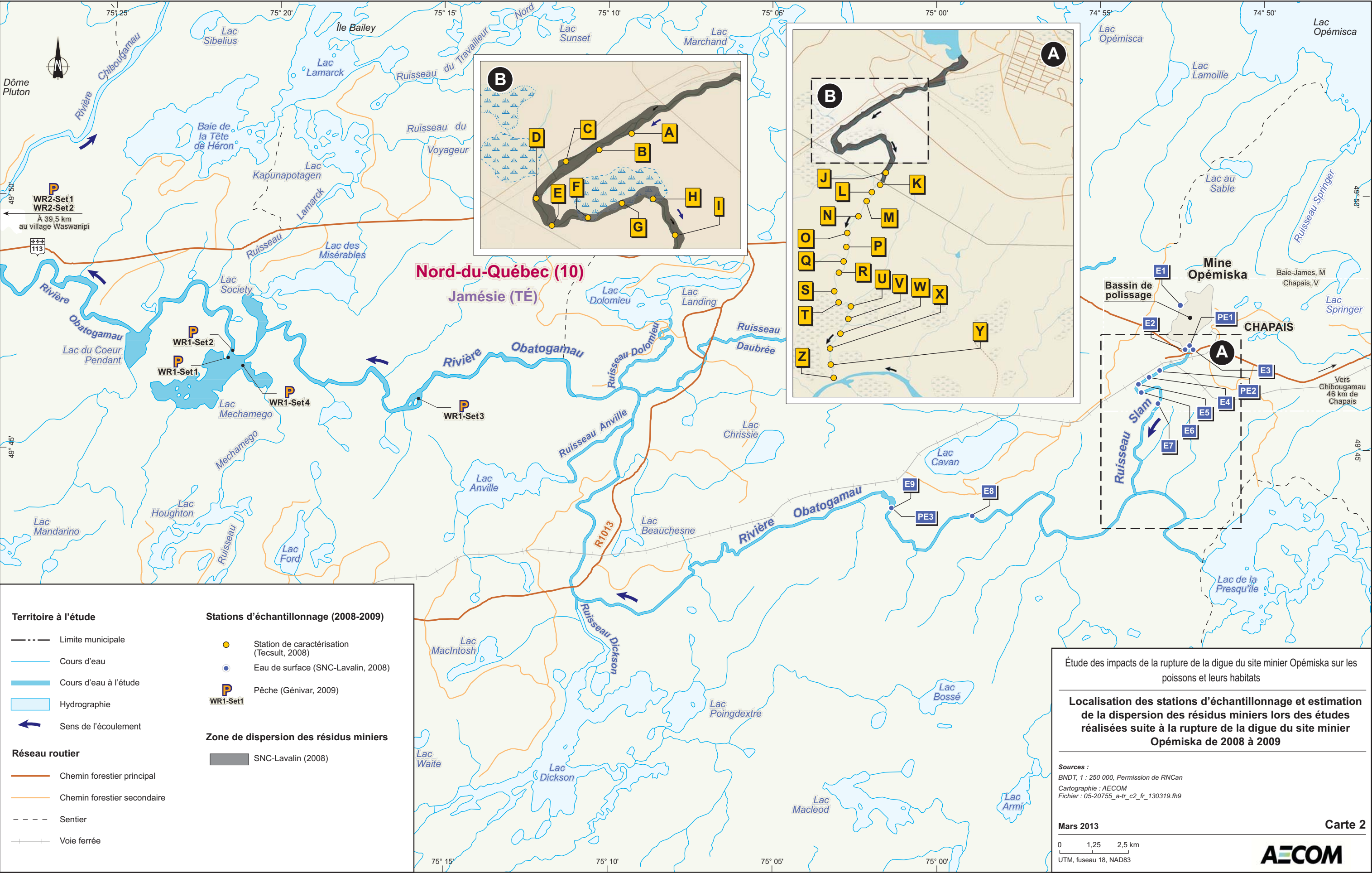
Le 8 juillet 2008, deux échantillons d'eau de surface ont été prélevés aux mêmes endroits que les échantillons E2 et E5 de la campagne du 29 juin 2008 aux fins de comparaison. En plus des analyses de la dureté et de la conductivité, les paramètres mesurés sur ces deux échantillons furent les mêmes que ceux mesurés lors de la campagne du 29 juin 2008.

Les résultats obtenus montrent des concentrations dépassant le critère de la Directive 019 du MDDEFP pour les matières en suspension (MES) dans le ruisseau Slam. Dans la portion aval du ruisseau Slam, des dépassements du critère de la Directive 019 sont observés pour le fer. Les MES, le cuivre et le fer ont présenté des concentrations dépassant les critères de toxicité aiguë et chronique (MDDEFP, 2012) dans toutes les stations du ruisseau Slam (échantillons E2, E4, E5, E6 et E7). Enfin, il semble que les cyanures totaux, l'arsenic, le nickel, le plomb et le zinc ne présentent aucune concentration toxique dans le milieu récepteur.

Au point d'échantillonnage E1 (bruit de fond; ruisseau en amont du bassin de polissage, carte 2), les paramètres mesurés ont montré des concentrations inférieures aux critères de qualité de l'eau de surface (MDDEFP, 2012) et de la Directive 019. Il en est de même pour l'échantillon au point E3 constituant l'effluent municipal de la ville de Chapais à l'exception d'une légère toxicité chronique par les MES.

Dans la rivière Obatogamau, aux points d'échantillonnage E8 et E9, les paramètres mesurés sont tous inférieurs aux critères de qualité de l'eau de surface et de la Directive 019. L'atténuation des concentrations observée entre le ruisseau Slam et la rivière Obatogamau serait principalement causée par un effet de dilution.

La comparaison des analyses chimiques au point d'échantillonnage E2 à deux différentes dates montre une grande diminution en juillet des MES et une légère baisse des concentrations de cuivre et de fer au ponceau de la route 113 en aval de la digue. Par contre, plus loin en aval (station E5), une légère augmentation des concentrations en MES, cuivre et fer a été observée en juillet 2008. Il faut noter que cet endroit est l'intersection du ruisseau Slam avec un tributaire où se produit le mélange d'eau chargée en résidus miniers avec une eau venant de l'extérieur de la zone affectée. Les auteurs soulignent qu'il pleuvait abondamment pendant la journée du 8 juillet 2008 et plus particulièrement au moment de la prise de l'échantillon, ce qui pourrait contribuer au lessivage des résidus miniers sur les berges du ruisseau Slam et à l'augmentation de leur remise en suspension.





### 2.1.1.3 Résidus miniers

Le 8 juillet 2008, les résidus miniers ont été échantillonnés à quatre stations à l'intérieur du bassin de polissage et en amont de la digue sud. Les essais de laboratoire réalisés sur ces échantillons furent :

- essais de lixiviation<sup>1</sup> (TCLP<sup>2</sup>, SPLP<sup>3</sup> et CTEU-9<sup>4</sup>);
- analyse des métaux et métalloïdes, composés inorganiques, hydrocarbures pétroliers (C<sub>10</sub> à C<sub>50</sub>) de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* (PPSRTC).

<sup>1</sup> Centre d'Expertise en Analyse Environnementale du Québec (2006).

<sup>2</sup> TCLP : Toxicity Characteristic Leaching Procedure.

<sup>3</sup> SPLP : Synthetic Precipitation Leaching Procedure.

<sup>4</sup> CTEU-9 : Lixiviation à l'eau. Equilibrium extraction. Environnement Canada

Les résultats de lixiviation obtenus montrent que les résidus miniers du bassin de polissage ne seraient pas des résidus miniers à risques élevés selon la Directive 019. Cependant, selon la Directive 019, ces résidus miniers sont lixiviables par rapport au cuivre pour les deux méthodes d'analyse de lixiviation TCLP et SPLP. Trois échantillons de résidus miniers montrent qu'ils sont également lixiviables selon la méthode de lixiviation TCLP pour les métaux suivants : l'aluminium, le zinc, le nickel, le cadmium, le chrome et le manganèse.

Il apparaît, par ailleurs, que le mercure présente un comportement un peu différent, car il est hautement lixivié par la méthode SPLP et un peu aussi par la méthode CTEU-9, sans toutefois l'être par la méthode TCLP. Mis à part les résultats obtenus dans le cas d'un échantillon, la lixiviation du mercure dans des conditions naturelles reste quand même minime.

Les résidus miniers du bassin de polissage de la mine Opémiska sont très riches en cuivre, en aluminium et en fer. D'autres métaux et métalloïdes totaux dépassent le critère A (secteur Grenville) de la PPSRTC du MDDEFP. Il s'agit de l'argent, du cadmium, du cobalt, de l'étain, du molybdène, du nickel et du zinc. Les concentrations de tous les composés inorganiques analysés dans les sédiments prélevés ne dépassent pas les normes du critère A de la PPSRTC.

### 2.1.2 Étude de caractérisation du ruisseau Slam, novembre 2008 (Tecsult inc., 2008)

Une caractérisation du ruisseau Slam a été effectuée du 5 au 7 novembre 2008. Un total de 26 stations de caractérisation ont été positionnées le long du ruisseau entre la route Barrette et son embouchure dans la rivière Obatogamau (carte 2).

La crue des eaux occasionnée par la rupture de la digue du bassin de polissage a fortement altéré l'état des berges dans la portion du ruisseau comprise entre la route Barrette et la ligne de transport d'énergie. Des signes d'érosion ont été observés tout près de la rivière Obatogamau, démontrant que la force des eaux était tout de même importante à une distance d'environ 8 km de la digue du bassin de polissage.

Des résidus miniers ont été observés à chacune des 26 stations de caractérisation positionnées sur tout le parcours du ruisseau Slam (carte 2). On pouvait alors penser qu'une quantité non négligeable de résidus miniers ont atteint la rivière Obatogamau. Sur les premiers 750 m de ruisseau (à partir de la route Barrette), le substrat des berges et du lit du ruisseau était, à certains endroits, composé d'un mélange de résidus miniers et de sol inorganique. Plus en aval, soit à plus de 750 m de la route Barrette, les résidus miniers se sont plutôt déposés par-dessus le sol en place et on ne retrouve pratiquement plus de mélange de résidus et de sol inorganique au-delà de ce point.

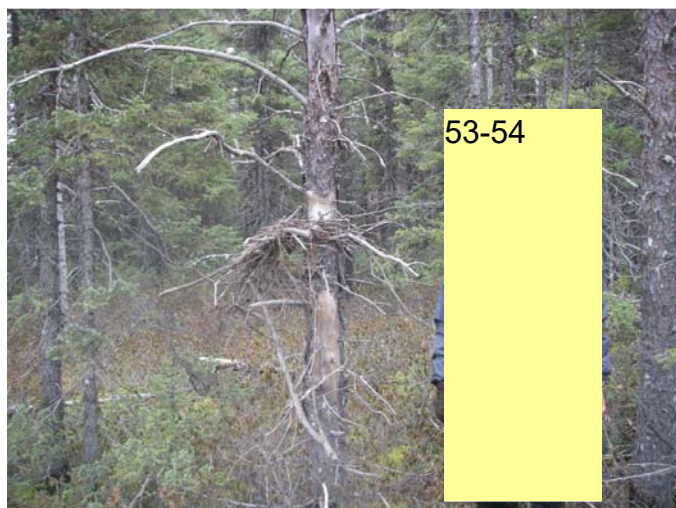
L'épaisseur des résidus miniers a été mesurée à différents endroits à proximité des stations de caractérisation. Les épaisseurs mesurées ne varient pas en fonction de la distance de la station par rapport à la digue. En effet, des fortes épaisseurs de résidus miniers (30 cm et plus) ont été observées tant à proximité de la route Barrette



que de la rivière Obatogamau. Les secteurs où les épaisseurs étaient les plus élevées (20 cm et plus) sont les bras morts du ruisseau, c'est-à-dire, les méandres qui ont été coupés partiellement ou totalement du cours d'eau principal. Ces bras morts ont visiblement servi de bassin de décantation lors du retrait progressif des eaux du bassin de polissage.

Lors des travaux de terrain de novembre 2008, certaines observations ont permis de juger de l'ampleur de la crue lors du bris de la digue. Des branches transportées par le courant sont restées à certains endroits accrochées aux arbres bordant le ruisseau, et ce, jusqu'à une hauteur pouvant atteindre 1,5 m (photo 4). De plus, certains arbres présentaient des traces de résidus sur leur tronc, leur donnant ainsi une couleur grisâtre (photo 5). À quelques endroits, des résidus miniers ont été observés à une grande distance du ruisseau ( $\pm 30$  m). Étant donné le relief plutôt plat du secteur, on peut donc penser que la crue s'est répandue dans une vaste portion de la forêt environnante. Cette observation vaut pour l'ensemble du ruisseau, de la route Barrette jusqu'à son embouchure dans la rivière Obatogamau.

Bien que l'épaisseur des résidus miniers ait été évaluée, la superficie exacte sur laquelle les résidus se sont épanchés n'a pas été évaluée. Étant donné la nature inaccessible du milieu (certaines aulnaies sont presque impénétrables), un tel exercice aurait demandé des ressources humaines et monétaires beaucoup plus importantes.



**Photo 4 : Débris végétaux demeurés accrochés aux arbres lors de la décrue, novembre 2008**



**Photo 5 : Traces de résidus miniers sur le tronc des arbres, novembre 2008**

Source : Tecsult inc., 2008.

### **2.1.3 Teneurs en métaux chez les poissons, septembre 2009 (GENIVAR, 2010)**

Une étude de suivi environnemental conduite par GENIVAR (2010) a été réalisée en 2009 à la suite de la rupture de la digue. Cette étude a consisté en l'échantillonnage de poissons dans les rivières Obatogamau et Waswanipi en vue d'analyses de teneurs en métaux. Les résultats obtenus ont été comparés à des données existantes avant la rupture de la digue.

Deux secteurs ont fait l'objet de pêches au filet maillant entre les 22 et 26 septembre 2009. Un premier secteur se situait dans la rivière Waswanipi, près du village de Waswanipi, à environ 131 km en aval du ruisseau Slam (stations WR2-Set1 et WR2-Set2; carte 2). Le second secteur de pêche était localisé dans la rivière Obatogamau, dans un tronçon de la rivière situé à environ 53 à 65 km en aval du ruisseau Slam (stations WR1-Set1 à WR1-Set4; carte 2). Ces sites ont été choisis en raison de leur utilisation par la communauté crie locale comme secteur

de pêche à des fins d'alimentation. Des filets maillants d'une longueur de 150 pieds et de mailles de 4 pouces ont été utilisés.

Dans la rivière Obatogamau, 3 dorés jaunes, 6 grands corégones, 8 grands brochets, 61 meuniers noirs et 9 laquaiches argentées ont été capturés avec un effort de pêche de 82,5 heures (1,05 poisson/h). Dans la rivière Waswanipi, 8 dorés jaunes, 6 grands corégones, 2 grands brochets, 17 esturgeons jaunes et 3 meuniers noirs ont été capturés avec un effort de pêche de 127,5 heures (0,28 poisson/h). Précisons que ces résultats sont issus d'un faible effort de pêche (total de 82,5 h) au moyen de filets maillants de mailles de 4 pouces. Toutes les espèces ne sont donc pas représentées dans ces captures, notamment les espèces de petite taille.

Les teneurs en métaux (manganèse-Mn, strontium-Sr, arsenic-As, cadmium-Cd, sélénium-Se, zinc-Zn, cuivre-Cu et chrome-Cr) mesurées dans le muscle dorsal des dorés jaunes, grands corégones et meuniers noirs analysés en 2009 sont comparables aux valeurs mesurées entre 2001 et 2005 dans les lacs des régions de Chibougamau et d'Oujé-Bougoumou (tableau 3). Il y a toutefois une exception pour un spécimen de grand corégone capturé dans la rivière Waswanipi en 2009. En effet, un individu possédait des teneurs élevées en strontium (12 mg/kg) et en manganèse (3 mg/kg). Ces résultats ne peuvent toutefois être directement associés à la rupture de la digue du bassin de polissage de la mine Opémiska (GENIVAR, 2010). À l'exception de l'arsenic, il n'y a pas de critère de limite maximale établi par Santé Canada pour les métaux considérés. Les teneurs en arsenic mesurées en 2001-2005 et en 2009 sont bien en deçà de la limite établie (3,5 mg/kg) par Santé Canada.

**Tableau 3 : Teneurs en métaux des poissons analysés avant et après la rupture de la digue**

| Espèce                                                                                                               | Teneurs moyennes en métaux dans les muscles dorsaux des poissons des lacs des régions de Chibougamau et d'Oujé-Bougoumou en 2001-2005 |            |            |             |            |            |            |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|
|                                                                                                                      | Mn (mg/kg)                                                                                                                            | Sr (mg/kg) | As (mg/kg) | Cd (mg/kg)  | Se (mg/kg) | Zn (mg/kg) | Cu (mg/kg) | Cr (mg/kg) |
| Doré jaune                                                                                                           | 0,1                                                                                                                                   | 0,0546     | <0,05      | 0,011       | 0,43       | 4,2        | 0,27       | 0,1        |
| Grand corégone                                                                                                       | 0,16                                                                                                                                  | 0,2        | 0,05       | 0,016       | 0,55       | 3,19       | 0,28       | 0,0686     |
| Meunier noir                                                                                                         | 0,56                                                                                                                                  | 0,31       | <0,05      | 0,007       | 0,51       | 3,28       | 0,33       | 0,05       |
| Intervalle pour tous les poissons                                                                                    | <0,03-1,60                                                                                                                            | <0,02-0,87 | <0,05-0,21 | <0,003-0,04 | 0,18-0,93  | 2,4-6,9    | <0,05-1,10 | <0,03-0,33 |
| Intervalles des teneurs en métaux dans les muscles dorsaux des poissons des rivières Obatogamau et Waswanipi en 2009 |                                                                                                                                       |            |            |             |            |            |            |            |
| Doré jaune (n=8)                                                                                                     | <1                                                                                                                                    | <0,2-1,1   | <0,1-0,1   | <0,06-0,06  | 0,20-0,40  | 0,6-6,5    | <1-1       | <0,1-0,1   |
| Grand corégone (n=10)                                                                                                | <1-3                                                                                                                                  | <0,2-12,0  | <0,1-0,2   | <0,06       | 0,20-0,60  | 2,5-6,5    | <1         | <0,1-0,2   |
| Meunier noir (n=5)                                                                                                   | <1                                                                                                                                    | <0,2       | <0,1       | <0,06       | 0,3        | 2,9-3,9    | <1         | 0,1-0,2    |

## 2.2 Caractérisation biologique et physique du ruisseau Slam et de la rivière Obatogamau en 2011

Afin de compléter la caractérisation de l'habitat du poisson dans le ruisseau Slam réalisée en 2008 (Tecsult inc., 2008), une caractérisation a été effectuée dans le ruisseau Slam et dans la rivière Obatogamau, en aval de l'embouchure du ruisseau Slam, en juillet 2011 et en septembre 2011. Lors de cette campagne de caractérisation, le prélèvement d'échantillons d'eau et de sédiments en vue d'analyses chimiques a également été effectué. Les communautés benthiques ont également été échantillonnées lors de ces inventaires. Les résultats détaillés et la méthodologie sont présentés à la section 3. Ci-après nous présentons uniquement un résumé de l'état actuel du ruisseau Slam et de la rivière Obatogamau.

## 2.2.1 Ruisseau Slam

### *Amont du bassin de sédimentation n° 2*

Mentionnons que depuis la rupture de la digue, des travaux de réhabilitation ont été effectués : il y a eu notamment l'aménagement d'un bassin de sédimentation près de la ligne électrique (nommé bassin de sédimentation n° 2, carte 3). Les stations d'étude dans cette section sont localisées en amont de ce bassin. Les travaux effectués sont détaillés à la section 2.6.

Dans l'effluent de la ville de Chapais (**station 1**, carte 3), le substrat n'a pu être déterminé puisque des résidus d'égout étaient présents sur une épaisseur de plus de 50 cm. La teneur en oxygène dissous était la plus faible parmi l'ensemble des stations échantillonnées (3,50 mg/L). Cette valeur peut être contraignante pour la faune ichthyenne. Le critère de protection de la vie aquatique (effet chronique) indique qu'à des températures de 15 °C, la concentration en oxygène dissous ne devrait pas être inférieure à une valeur de 5 mg/L pour un biote d'eau chaude (MDDEFP, 2012).

À la **station 2**, localisée dans le canal de sortie du bassin de polissage, une évaluation visuelle directe du substrat a permis d'observer que l'épaisseur des résidus miniers était de 2 cm. Les valeurs de conductivité et de pH étaient les plus élevées parmi l'ensemble des stations échantillonnées. La conductivité était de 1 051 µs/cm, alors que le pH était de 8,26. Des habitats d'alevinage et d'alimentation y ont été observés.

À la **station 2b**, localisée dans le canal de dérivation au nord-ouest du bassin de polissage, une fuite dans la digue a été observée et des petites quantités de résidus grisâtres ou orangés s'en écoulaient. Des résidus miniers ont été observés en rive gauche sur une épaisseur de 2 cm, alors qu'il n'y avait pas de résidus en rive droite. Les valeurs d'oxygène dissous, de conductivité et de pH ne présentaient pas de valeurs extrêmes. Aucun habitat du poisson n'a été observé.

### *Aval du bassin de sédimentation n° 2*

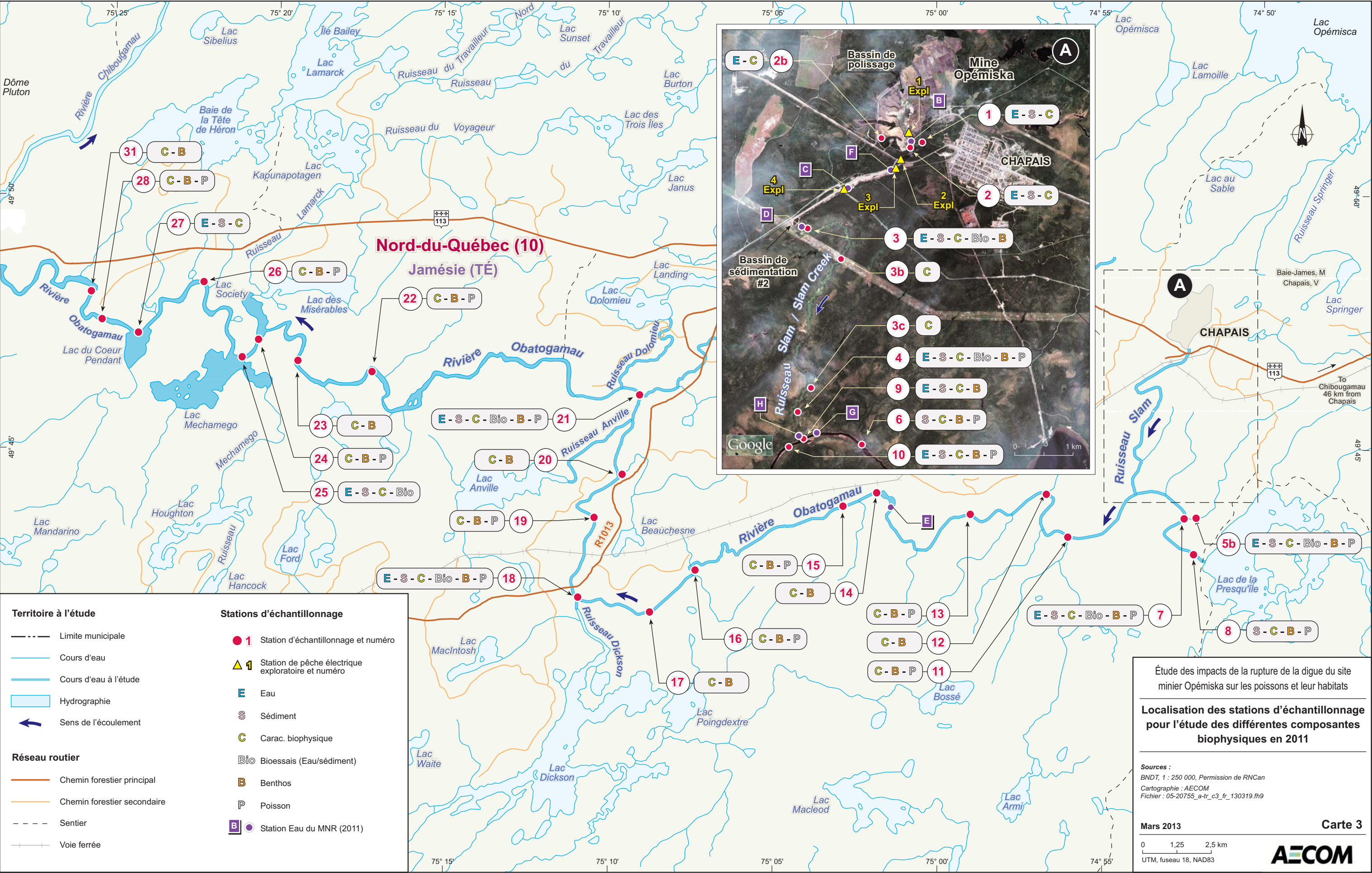
À la **station 3**, localisée dans le ruisseau Slam à environ 150 m en aval du bassin de sédimentation n° 2, aucun résidu minier n'a été observé. L'habitat est de type lacustre en raison de l'accumulation d'eau occasionnée par la présence d'un barrage de castor dans les environs. Les berges droite et gauche sont donc inondées. Aucun habitat du poisson n'a été observé.

À la **station 3b**, localisée dans le ruisseau Slam en aval de la ligne de transport d'énergie, aucun résidu minier n'a été observé. Les berges droite et gauche sont stables. Des habitats d'alevinage, d'alimentation et de reproduction y ont été observés. Des alevins de poissons non identifiés à l'espèce ont aussi été observés.

À la **station 3c**, localisée dans le ruisseau Slam à environ 540 m de l'embouchure, des résidus miniers ont été observés sur une profondeur de plus de 20 cm. Un tube de plastique a été utilisé pour faire un carottage et une coupe dans la berge a été effectuée pour bien observer les résidus miniers. Le profil transversal de la berge peut être observé sur la photo de la fiche de cette station (annexe B). Les berges droite et gauche sont stables. Des habitats d'alevinage et d'alimentation ont été observés. Soulignons que le pH à cette station était de 5,62, soit la valeur la plus faible enregistrée au cours des campagnes d'échantillonnage (juillet et septembre 2011).

À la **station 4**, localisée dans le ruisseau Slam à environ 205 m de l'embouchure, des résidus miniers ont été observés sur une profondeur de 5 cm (1 échantillon) et de 30 cm (2 échantillons) sur le substrat du ruisseau. Des dépôts sur les berges ont également été observés (voir la photo de la fiche à l'annexe B). Les berges droite et gauche sont stables. Des habitats d'alimentation ont été observés.







En juillet, le pH a varié entre 5,62 et 7,75 dans la portion naturelle du ruisseau Slam (stations 3, 3b, 3c, 4, en aval du bassin de sédimentation n° 2). En amont du bassin de sédimentation n° 2 (canaux de dérivation et effluent de Chapais), le pH a varié entre 7,31 et 8,26. En septembre, le pH était de 6,91 à la station 3b et de 6,66 à la station 4.

### 2.2.2 Ruisseau de référence

Le ruisseau sans nom localisé à environ 3 km à l'est du ruisseau Slam et se déversant dans la rivière Obatogamau a servi de ruisseau témoin dans le cadre de cette étude. La station 5b y a été échantillonnée. Le substrat était composé de sable à 100 %, alors que dans le ruisseau Slam, il s'agissait plutôt d'un mélange de sable et de particules fines (limon, argile).

La concentration en oxygène dissous était de 9,3 mg/L, ce qui est comparable aux valeurs mesurées dans la portion naturelle du ruisseau Slam (stations 3, 3b, 3c, 4, en aval du bassin de sédimentation n° 2), lesquelles ont varié entre 8,56 et 12,03 mg/L. Les valeurs d'oxygène dissous en amont du bassin de sédimentation n° 2 (canaux de dérivation et effluent de Chapais) variaient entre 3,5 et 10,02 mg/L.

La conductivité était plus faible dans le ruisseau sans nom que dans le ruisseau Slam. En effet, la valeur mesurée en juillet était de 74,7 µS/cm dans ruisseau sans nom, alors que les valeurs mesurées pour la même période ont varié entre 129 et 311 µS/cm dans la portion naturelle du ruisseau Slam (stations 3, 3b, 3c, 4). En amont du bassin de sédimentation n° 2 (canaux de dérivation et effluent de Chapais), les valeurs ont varié entre 142 et 1 051 µS/cm. Les valeurs supplémentaires mesurées aux stations 3b et 4 au cours de la campagne d'échantillonnage de septembre ont été respectivement de 197 et 138 µS/cm.

Le pH a été de 7,23 en juillet et de 6,18 en septembre dans le ruisseau sans nom.

### 2.2.3 Rivière Obatogamau

Dans la rivière Obatogamau, des résidus miniers n'ont été visuellement observés qu'aux stations 9 et 10, localisées respectivement à 190 m et à 3,3 km en aval de l'embouchure du ruisseau Slam.

À la **station 9**, des résidus miniers d'une épaisseur de 25 cm ont été observés à une profondeur de 12 cm en rive droite de la rivière. Toutefois, aucun résidu minier n'a été observé dans le substrat au centre du cours d'eau et en rive gauche de la rivière Obatogamau. Les berges droite et gauche sont stables. Des habitats d'alevinage, d'alimentation et de reproduction ont été observés en raison de la présence d'herbiers aquatiques. Soulignons que les valeurs de pH mesurées en juillet ont varié entre 7,39 et 7,47 le long d'un profil vertical de mesures, alors que le pH mesuré au cours de la campagne d'échantillonnage de la faune benthique en septembre 2011 était relativement bas (5,88).

À la **station 10**, des résidus de 10 cm d'épaisseur ont été observés à une profondeur de 12 cm en rive droite de la rivière. Les échantillons prélevés au centre et en rive gauche ne présentaient pas de résidus miniers. Les berges droite et gauche sont stables. Des habitats d'alevinage, d'alimentation et de reproduction ont été identifiés en raison de la présence d'herbiers aquatiques.

Aux 21 stations échantillonnées en aval de l'embouchure du ruisseau Slam au cours de la campagne de juillet (n°s 9 à 31), les teneurs en oxygène dissous ont varié entre 9,9 et 11,25 mg/L (moyenne de 10,45 mg/L), la conductivité a varié entre 42,1 et 113,0 µS/cm (moyenne de 53,9 µS/cm) et le pH a varié entre 6,5 et 7,48 (moyenne de 7,22). Au cours de la campagne de septembre, la conductivité a varié entre 27,0 et 40,0 µS/cm (moyenne de 33,3 µS/cm) et le pH a varié entre 5,66 et 6,32 (moyenne de 6,18).

À ces 21 stations, le substrat de la rivière Obatogamau est constitué d'un mélange de sable et de particules fines (limon, argile). L'ensemble des stations échantillonnées présentait des habitats potentiels d'alevinage, d'alimentation et de reproduction en raison de la présence d'herbiers le long des rives. De fait, on note la



présence de végétation sur presque toutes les rives de la rivière Obatogamau, mis à part les sections de rapides. Ainsi, l'habitat est relativement homogène et uniforme tout au long de la rivière. On peut émettre l'hypothèse que le poisson lié aux herbiers est réparti uniformément le long de la rivière, ce qui expliquerait le faible rendement des pêches de 2011.

Mentionnons qu'aux habitats du poisson identifiés par les Cris (près des stations 25, 28, 18 et 27), les caractéristiques physico-chimiques mesurées en juillet s'apparentaient aux valeurs rencontrées aux stations de référence de la rivière (voir les paragraphes suivants). Le potentiel de fraie pour l'esturgeon jaune et le doré identifié par les Cris à proximité des stations 18 et 28 a été confirmé.

Aux stations de référence 6, 7 et 8 localisées dans la rivière Obatogamau en amont de l'embouchure du ruisseau Slam, les valeurs d'oxygène dissous, de conductivité et de pH ont peu varié entre les stations. Elles ont été respectivement, en moyenne, de 10,57 mg/L, 38,60 µS/cm et de 7,38 au cours de la campagne de juillet, ce qui est comparable aux valeurs enregistrées aux 21 stations échantillonnées en aval de l'embouchure du ruisseau Slam. En septembre, les valeurs de conductivité et de pH aux stations 6 à 8 ont été légèrement plus faibles qu'au cours de la campagne d'échantillonnage de juillet, comme ce fut observé aux 21 stations en aval de l'embouchure du ruisseau Slam.

### **2.3 Suivi hebdomadaire de la qualité de l'eau effectué par le MRN**

Au cours des années 2010 et 2011, le MRN a réalisé un échantillonnage de l'eau du ruisseau Slam et de la rivière Obatogamau. L'eau a été échantillonnée à 7 stations différentes (stations B, C, D, E, F, G et H). La position de ces stations apparaît à la carte 3. Les stations ont été échantillonnées de façon hebdomadaire des mois d'avril à novembre, à l'exception des stations G et H qui ont été échantillonnées à toutes les deux semaines pour 2011.

Pour traiter ce grand nombre de données, nous avons choisi d'utiliser l'indice de la qualité des eaux (IQE) du Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME, 2012). Cet indice est un outil pratique qui permet de faire la synthèse des données complexes et facilite la présentation de grandes bases de données. Il intègre le nombre de variables non conformes aux recommandations canadiennes pour la protection de la vie aquatique, la fréquence à laquelle les critères ne sont pas respectés et l'écart entre les mesures non conformes et les critères correspondants.

Le sommaire des résultats du calcul de l'IQE à chacune des stations est présenté au tableau 4. Les calculs complets sont présentés à l'annexe C. L'indice varie de 0, soit une eau de mauvaise qualité, à 100 pour une eau de qualité excellente. Dix paramètres sont inclus dans le calcul de l'IQE, soit l'aluminium, l'arsenic, le cadmium, le cuivre, le fer, le molybdène, le nickel, le plomb, le zinc et le pH. Plusieurs critères de métaux varient selon la dureté de l'eau et, lorsque cette valeur était absente des mesures hebdomadaires, nous avons utilisé la moyenne de la dureté mesurée à ladite station.

D'une façon globale, les IQE sont situés entre 33,0 et 91,7 pour toutes les stations suivies en 2010. Les IQE sont situés entre 66,7 et 94,2 pour les mêmes stations suivies en 2011. Il y a donc une amélioration de la qualité de l'eau entre les deux années. Un IQE supérieur à 80 correspond à une eau de bonne qualité, comme c'est le cas pour les stations C, D et H en 2011 ainsi que E et G pour 2010 et 2011. Un IQE supérieur à 80 indique que la qualité de l'eau est préservée, seule une menace ou une détérioration mineure étant observée. Un IQE compris entre 65 et 79 correspond à une eau de qualité moyenne, comme c'est le cas pour les stations B et F en 2011. Cet IQE indique que la qualité de l'eau est ordinairement préservée, mais elle est occasionnellement menacée ou détériorée. Toutes les stations de 2011 présentent ainsi un indice de qualité qualifié de bon ou moyen. Pour 2010, la qualité de l'eau était médiocre aux stations C, D, F et H, alors qu'à la station B, la qualité était qualifiée de mauvaise (< 44).

Plusieurs dépassements des critères de protection de la vie aquatique du CCME sont mentionnés au tableau 4 (résultats non conformes) et ils sont détaillés au tableau 5. Des dépassements des critères ont été observés pour tous les paramètres sauf pour le cadmium. Les dépassements les plus fréquents sont observés pour le cuivre et le fer, suivis ensuite du molybdène et du zinc. Dans le calcul de l'IQE, tous les résultats inférieurs à la limite de détection sont jugés conformes (tableau 4).

**Tableau 4 : Indices de qualité des eaux (IQE) pour les stations de suivi du MRN en 2010 et 2011**

| Station du MRN | Période visée | IQE du CCME | Nombre d'échantillons | Nombre total de variables | Nombre réel de variables mesurées | Nombre de résultats | Nombre de résultats non conformes | Nombre de résultats conformes | Nombre de résultats > au seuil de détection |
|----------------|---------------|-------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------|
| Station B      | 2010          | 33,0        | 31                    | 10                        | 7                                 | 217                 | 95                                | 122                           | 22                                          |
| Station B      | 2011          | 66,7        | 28                    | 10                        | 10                                | 255                 | 53                                | 202                           | 154                                         |
| Station C      | 2010          | 57,4        | 31                    | 10                        | 7                                 | 217                 | 66                                | 151                           | 44                                          |
| Station C      | 2011          | 86,1        | 28                    | 10                        | 10                                | 264                 | 26                                | 238                           | 193                                         |
| Station D      | 2010          | 62,0        | 30                    | 10                        | 7                                 | 210                 | 62                                | 148                           | 52                                          |
| Station D      | 2011          | 92,2        | 28                    | 10                        | 10                                | 255                 | 20                                | 235                           | 188                                         |
| Station E      | 2010          | 91,7        | 31                    | 10                        | 7                                 | 217                 | 2                                 | 215                           | 133                                         |
| Station E      | 2011          | 94,2        | 28                    | 10                        | 10                                | 264                 | 2                                 | 262                           | 206                                         |
| Station F      | 2010          | 53,0        | 31                    | 10                        | 7                                 | 217                 | 67                                | 150                           | 41                                          |
| Station F      | 2011          | 78,6        | 28                    | 10                        | 10                                | 264                 | 31                                | 233                           | 192                                         |
| Station G      | 2010          | 91,6        | 25                    | 10                        | 7                                 | 175                 | 4                                 | 171                           | 108                                         |
| Station G      | 2011          | 94,2        | 28                    | 10                        | 10                                | 145                 | 1                                 | 144                           | 100                                         |
| Station H      | 2010          | 57,2        | 25                    | 10                        | 7                                 | 175                 | 35                                | 140                           | 75                                          |
| Station H      | 2011          | 81,4        | 28                    | 10                        | 10                                | 145                 | 10                                | 135                           | 93                                          |

**Tableau 5 : Dépassements des critères de protection de la vie aquatique du CCME pour les paramètres étudiés**

| Station-années (aa) | Pb              |                                  |                 | Al              |                                  |                 | As              |                                  |                 | Cd              |                                  |                 | Cu              |                                  |                 | Fe              |                                  |                 | Mo              |                                  |                 | Ni              |                                  |                 | pH              |                                  |                 | Zn              |                                  |                 |
|---------------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|
|                     | Nombre de tests | N <sup>bre</sup> de dépassements | Dépassement (%) | Nombre de tests | N <sup>bre</sup> de dépassements | Dépassement (%) | Nombre de tests | N <sup>bre</sup> de dépassements | Dépassement (%) | Nombre de tests | N <sup>bre</sup> de dépassements | Dépassement (%) | Nombre de tests | N <sup>bre</sup> de dépassements | Dépassement (%) | Nombre de tests | N <sup>bre</sup> de dépassements | Dépassement (%) | Nombre de tests | N <sup>bre</sup> de dépassements | Dépassement (%) | Nombre de tests | N <sup>bre</sup> de dépassements | Dépassement (%) | Nombre de tests | N <sup>bre</sup> de dépassements | Dépassement (%) | Nombre de tests | N <sup>bre</sup> de dépassements | Dépassement (%) |
| B10                 | 31              | 2                                | 6,5             | 0               | 0                                |                 | 31              | 8                                | 25,8            | 0               | 0                                |                 | 31              | 31                               | 100,0           | 31              | 31                               | 100,0           | 0               | 0                                |                 | 31              | 0                                |                 | 31              | 0                                |                 | 31              | 23                               | 74,2            |
| B11                 | 24              | 0                                |                 | 26              | 5                                | 19,2            | 27              | 0                                |                 | 24              | 0                                |                 | 24              | 2                                | 8,3             | 24              | 23                               | 95,8            | 27              | 22                               | 81,5            | 24              | 0                                |                 | 28              | 0                                |                 | 27              | 1                                | 3,7             |
| C10                 | 31              | 0                                |                 | 0               | 0                                |                 | 31              | 0                                |                 | 0               | 0                                |                 | 31              | 31                               | 100,0           | 31              | 31                               | 100,0           | 0               | 0                                |                 | 31              | 0                                |                 | 31              | 0                                |                 | 31              | 4                                | 12,9            |
| C11                 | 25              | 0                                |                 | 27              | 4                                | 14,8            | 28              | 0                                |                 | 25              | 0                                |                 | 25              | 0                                |                 | 25              | 22                               | 88,0            | 28              | 0                                |                 | 25              | 0                                |                 | 28              | 0                                |                 | 28              | 0                                |                 |
| D10                 | 30              | 0                                |                 | 0               | 0                                |                 | 30              | 0                                |                 | 0               | 0                                |                 | 30              | 28                               | 93,3            | 30              | 30                               | 100,0           | 0               | 0                                |                 | 30              | 0                                |                 | 30              | 0                                |                 | 30              | 4                                | 13,3            |
| D11                 | 24              | 0                                |                 | 26              | 0                                |                 | 27              | 0                                |                 | 24              | 0                                |                 | 24              | 0                                |                 | 24              | 20                               | 83,3            | 27              | 0                                |                 | 24              | 0                                |                 | 28              | 0                                |                 | 27              | 0                                |                 |
| E10                 | 31              | 0                                |                 | 0               | 0                                |                 | 31              | 0                                |                 | 0               | 0                                |                 | 31              | 0                                |                 | 31              | 0                                |                 | 0               | 0                                |                 | 31              | 0                                |                 | 31              | 0                                |                 | 31              | 2                                | 6,5             |
| E11                 | 25              | 0                                |                 | 27              | 0                                |                 | 28              | 0                                |                 | 25              | 0                                |                 | 25              | 0                                |                 | 25              | 0                                |                 | 28              | 0                                |                 | 25              | 0                                |                 | 28              | 2                                | 7,1             | 28              | 0                                |                 |
| F10                 | 31              | 0                                |                 | 0               | 0                                |                 | 31              | 0                                |                 | 0               | 0                                |                 | 31              | 31                               | 100,0           | 31              | 31                               | 100,0           | 0               | 0                                |                 | 31              | 0                                |                 | 31              | 0                                |                 | 31              | 5                                | 16,1            |
| F11                 | 25              | 0                                |                 | 27              | 5                                | 18,5            | 28              | 0                                |                 | 25              | 0                                |                 | 25              | 0                                |                 | 25              | 25                               | 100,0           | 28              | 0                                |                 | 25              | 0                                |                 | 28              | 1                                | 3,6             | 28              | 0                                |                 |
| G10                 | 25              | 0                                |                 | 0               | 0                                |                 | 25              | 0                                |                 | 0               | 0                                |                 | 25              | 0                                |                 | 25              | 0                                |                 | 0               | 0                                |                 | 25              | 0                                |                 | 25              | 0                                |                 | 25              | 4                                | 16,0            |
| G11                 | 13              | 0                                |                 | 13              | 0                                |                 | 13              | 0                                |                 | 13              | 0                                |                 | 13              | 0                                |                 | 13              | 0                                |                 | 13              | 0                                |                 | 13              | 1                                | 7,7             | 28              | 0                                |                 | 13              | 0                                |                 |
| H10                 | 25              | 2                                | 8,0             | 0               | 0                                |                 | 25              | 0                                |                 | 0               | 0                                |                 | 25              | 14                               | 56,0            | 25              | 15                               | 60,0            | 0               | 0                                |                 | 25              | 0                                |                 | 25              | 0                                |                 | 25              | 4                                | 16,0            |
| H11                 | 13              | 0                                |                 | 13              | 2                                | 15,4            | 13              | 0                                |                 | 13              | 0                                |                 | 13              | 0                                |                 | 13              | 7                                | 53,8            | 13              | 0                                |                 | 13              | 0                                |                 | 28              | 1                                | 3,6             | 13              | 0                                |                 |
| Total               | 353             | 4                                |                 | 159             | 16                               |                 | 368             | 8                                |                 | 149             | 0                                |                 | 353             | 137                              |                 | 353             | 235                              |                 | 164             | 22                               |                 | 353             | 1                                |                 | 400             | 4                                |                 | 368             | 47                               |                 |

## 2.4 Observations de la communauté crie

Selon les Cris consultés en mai 2011 dans le cadre de cette étude, la frayère à esturgeon jaune située dans la rivière Obatogamau à environ 64 km en aval de l'embouchure du ruisseau Slam (frayère la plus à l'ouest sur la carte 1) ne serait plus utilisée depuis la rupture de la digue.

D'autres observations de la communauté crie ont également été récoltées dans le cadre du suivi environnemental réalisé par Genivar (Genivar, 2010). Ces informations provenaient de deux guides Cris impliqués dans la campagne d'échantillonnage de septembre 2009 et d'entrevues téléphoniques effectuées en décembre 2009. Selon les observations rapportées, les populations de poissons dans les rivières Obatogamau et Waswanipi auraient changé depuis la rupture de la digue du site minier d'Opémiska. En effet, on a observé une diminution des captures de doré jaune, de grand corégone, d'esturgeons et d'autres espèces en 2009 dans ces deux rivières, comparativement au succès de pêche obtenu avant la rupture de la digue. Chez l'esturgeon, trois frayères ont été visitées au printemps 2009 et aucun esturgeon n'a été aperçu, alors qu'habituellement, à ces endroits, des mouvements d'esturgeons à la surface de l'eau étaient observés. Selon des pêcheurs sportifs de Chapais autorisés à utiliser le territoire de Johnny Cooper sénior, le succès de pêche est moindre depuis la rupture de la digue.

## 2.5 Estimation de la distance de dispersion et de déposition des résidus miniers

### 2.5.1 Distance de dispersion

Le lendemain de la rupture de la digue (24 juin 2008), un survol des lieux en hélicoptère par les responsables au MRN a permis de faire le constat que des matériaux fins et des résidus miniers ont été dans la rivière Obatogamau (photo 6). Suite à ces observations, des estimations sommaires concernant le panache dans la rivière Obatogamau ont été évaluées. Le lendemain de l'événement, le panache avait une longueur approximative de 2 km dans la rivière Obatogamau à partir du ruisseau Slam. Le surlendemain, le panache faisait environ 6 km de long. Quelques jours plus tard, les observations permettaient de voir que la rivière Obatogamau était brouillée jusqu'à la confluence de la rivière Chibougamau.



**Photo 6 : Dispersion des résidus miniers dans le ruisseau Slam et la rivière Obatogamau**

Lors de la campagne de terrain effectuée en juillet 2011 (présente étude), un pêcheur local résidant à Chapais et rencontré entre les lacs Mechamego et du Cœur Pendant a mentionné que lorsque la digue de la mine a cédé, la couleur de l'eau de la rivière aurait changé à cet endroit. Le lac Mechamego aurait été légèrement atteint.

### 2.5.2 Distance de déposition

Bien que des résidus miniers aient pu être emportés sur une grande distance au moment de la rupture de la digue, ils ne se sont pas déposés sur le lit des cours d'eau sur la totalité du territoire de dispersion.

Comme cela fut observé dans les études de Tecsult inc. (2008) et de SNC-Lavalin (2008), les résidus miniers se sont grandement dispersés et déposés dans la forêt environnante du ruisseau Slam. L'étalement des résidus en forêt n'a toutefois pas fait l'objet d'une évaluation exhaustive à ce jour : les efforts ont été portés à la caractérisation de l'habitat du poisson dans les plans d'eau touchés.

Selon les études effectuées suite à la rupture de la digue de la mine d'Opémiska (Tecsult inc., 2008; SNC-Lavalin, 2008; AECOM, présente étude), il est évident que des résidus miniers ont été déposés dans l'ensemble du ruisseau Slam. Il fut présumé par Tecsult inc. (2008) qu'une quantité non négligeable de résidus miniers avait atteint la rivière Obatogamau. Or, les résultats de 2011 ont confirmé que des résidus avaient atteint la rivière Obatogamau, à l'embouchure du ruisseau Slam (station de caractérisation n° 10). Au-delà de cette station, aucun résidu minier n'a été retrouvé sur le lit de la rivière. Ainsi, la distance de déposition en milieu aquatique peut être évaluée à 11,4 km, soit du point de rupture jusqu'à la station n° 10 de la rivière Obatogamau.

## 2.6 Effets sur l'habitat du poisson

La rupture de la digue a engendré des modifications à l'habitat du poisson, notamment dans la partie du ruisseau Slam située entre le point de rupture de la digue et la ligne électrique.

En 2009, afin de limiter la dispersion des résidus miniers, des travaux correctifs au bassin de polissage et au ruisseau Slam ont été effectués par la firme SNC-Lavalin. Les travaux effectués dans les environs du ruisseau Slam étaient les suivants :

- Excavation des résidus miniers accumulés près de la route 113 en aval du bassin de sédimentation existant (bassin de sédimentation n° 1) (carte 4).
- Canalisation des eaux de l'étang et des eaux de la municipalité de Chapais vers le bassin de sédimentation existant (bassin de sédimentation n° 1).
- Nettoyage du ruisseau Slam sur une largeur variant entre 1,5 m à 5 m :
  - excavation d'un fossé de dérivation temporaire et dérivation des eaux;
  - excavation des résidus miniers déposés le long du ruisseau;
  - reprofilage d'une partie du fossé de dérivation de manière à ce que le ruisseau reprenne son cours normal;
  - mise en place d'un enrochement (100-200 mm) sur le lit du ruisseau sur une distance de 150 m au sud de la route 113;
  - mise en place de matelas de fibres de bois dans une partie du ruisseau Slam.
- Aménagement d'un bassin de sédimentation n° 2 dont la base est de 82,5 m x 165 m en aval des travaux correctifs (près de la ligne électrique) (carte 4).

Les principaux aménagements sont présentés sur la carte 4. Lors des travaux d'excavation dans le ruisseau Slam, une quantité de 93 000 m<sup>3</sup> de résidus a été réacheminée dans l'ancien bassin de polissage de la mine Opémiska. D'après les informations du MRN, les 93 000 m<sup>3</sup> de résidus seraient un mélange d'anciens résidus, de résidus déposés suite à la rupture de la digue et de sédiments naturels.

Pour l'instant, les habitats du poisson dans cette partie du ruisseau Slam ne sont pas des habitats de qualité en raison du manque de végétation aquatique et de recouvrement insuffisant du ruisseau par la végétation arbustive. Mentionnons toutefois que plusieurs épinoches à cinq épines ont été capturées à la station 1 de même que dans la zone aval (1 km) de cette station. La station 1 est située en amont du bassin de sédimentation n° 1 (voir la section 3.3.2.1). Il s'agit de la seule espèce capturée à cette station. Avec le temps, la reprise végétale des rives, la colonisation par la faune benthique et possiblement par la végétation aquatique en feront des habitats plus diversifiés.

En aval du bassin de sédimentation n° 2, et ce, jusqu'à son embouchure, le ruisseau Slam possède ses caractéristiques naturelles (voir les photos des fiches des stations de caractérisation 3, 3b, 3c et 4 à l'annexe B). L'ensemble des berges étaient stables et végétalisées.

À la station 3b, des alevins (espèce indéterminée) ont été observés. À cette station, des habitats potentiels de reproduction et d'alimentation ont également été identifiés. À la station 3c, située près de l'embouchure du ruisseau, des habitats potentiels d'alevinage et d'alimentation sont retrouvés, alors que la station 4, située à l'embouchure, correspond à un habitat potentiel d'alimentation.

Parmi les stations échantillonnées en 2011 en aval du bassin de sédimentation n° 2 (stations 3, 3b, 3c et 4), seules les stations 3c et 4 comportaient des résidus miniers sur le lit du ruisseau, sur une épaisseur variant entre 5 et 30 cm. Rappelons qu'en 2008 (Tecsult inc., 2008), un plus grand nombre de stations ont été échantillonnées (26 stations réparties sur l'ensemble du cours du ruisseau) et ces données présentent un bon portrait de la situation. Des résidus miniers ont été observés à chacune de ces 26 stations, mais on ne peut toutefois présumer que ces résultats sont valables actuellement. À titre d'exemple, mentionnons qu'à la station K (2008), des résidus miniers avaient été observés sur une profondeur de 10 cm alors qu'aucun résidu n'a été noté en 2011 à la station 3b située à quelques mètres. Toutefois, aux stations X et Y (Tecsult inc., 2008), des résidus miniers sur des épaisseurs de 15 à 20 cm ont été observés, ce qui est similaire à ce qui fut noté à la station 3c en 2011 (>20 cm) située entre ces deux stations. Il est possible que les résidus se dispersent graduellement dans le milieu, en période de crue par exemple.

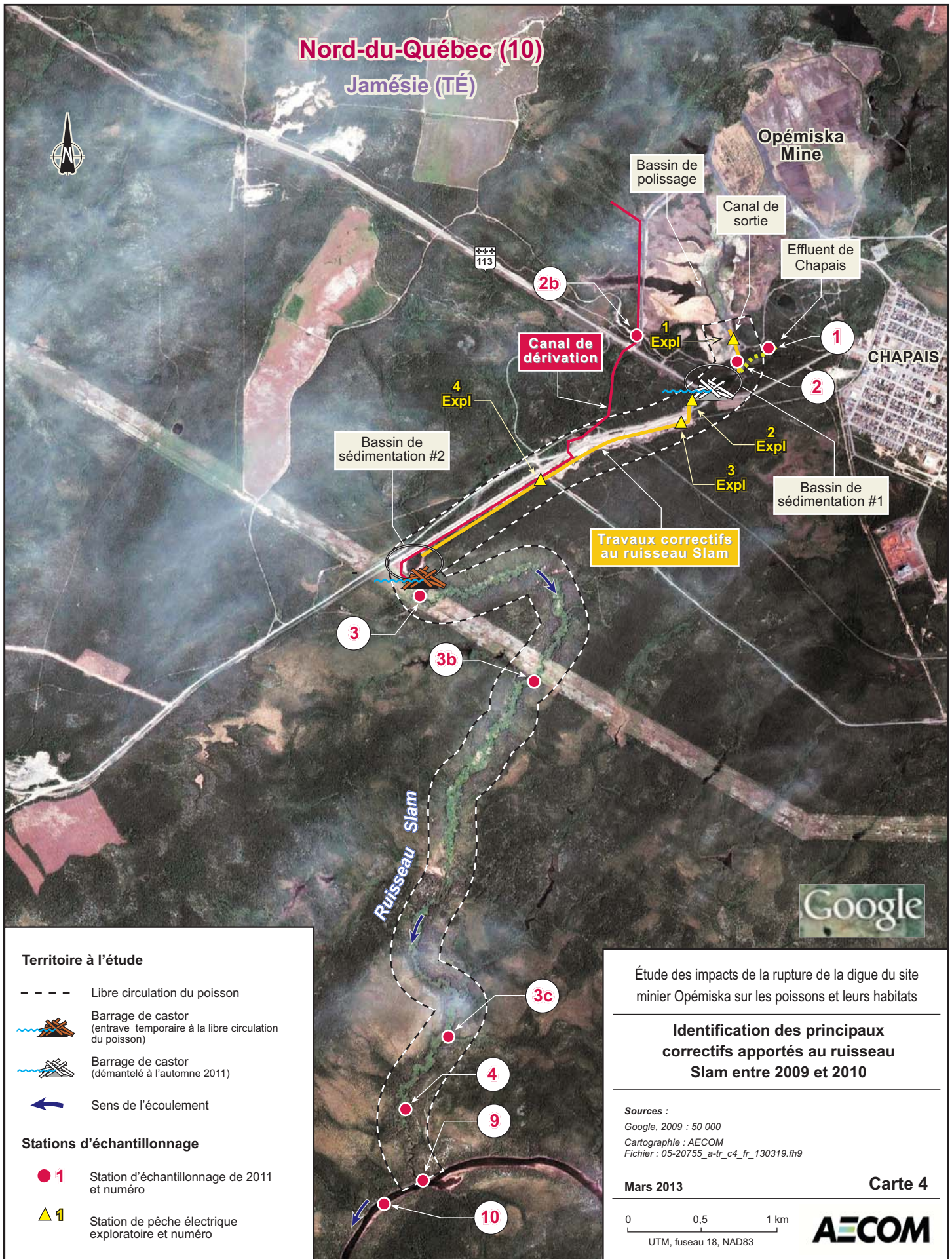
La présence des résidus miniers sur le lit du ruisseau Slam pourrait affecter la qualité des habitats d'alimentation. Il a été observé que l'abondance et la densité de la faune benthique aux stations 3c et 4 ne différaient pas de la station de référence. Toutefois, la richesse taxonomique était moindre (section 3.2.2.1).

Le meunier noir, la lotte et l'épinoche à cinq épines sont présents dans le ruisseau Slam, alors que le meunier noir, la lotte et le grand brochet sont présents dans le ruisseau de référence. Les densités de poissons observées sont plus fortes dans le ruisseau de référence que dans le ruisseau Slam (voir la section 3.3.2.1 pour plus de détails).

Lors des campagnes de terrain effectuées en juillet et en septembre 2011, aucun obstacle permanent à la libre circulation du poisson n'a été observé dans le ruisseau Slam, de l'embouchure jusqu'au canal de sortie du bassin de polissage. Les bassins de sédimentation n°s 1 et 2 permettent la libre circulation du poisson (carte 4). Toutefois, des barrages de castor localisés en aval de chacun des bassins empêchaient temporairement la libre circulation du poisson. Il est à noter que le barrage en aval du bassin de sédimentation n° 1 a été démantelé par le MRN après la réalisation des travaux de pêche, soit à la fin de l'automne 2011. Pour ce faire, un permis a été obtenu par le MRN et les castors ont été trappés. D'autre part, la portion du ruisseau Slam située en aval du bassin de sédimentation n° 2 est inondée (voir la fiche de station de caractérisation 3 à l'annexe B). Un autre barrage de castor est probablement présent dans les environs. La présence du castor peut restreindre la libre circulation du poisson de façon temporaire dans le ruisseau Slam.









## 3 Suivi de l'état actuel du milieu

Pour ce chapitre, un plan de travail a été déposé pour approbation aux autorités fédérales en mai 2011 (AECOM, 2011). Le plan de travail exposait les objectifs généraux du mandat ainsi que le protocole d'étude pour les différentes activités à réaliser.

### 3.1 Analyses chimiques et bioessais

#### 3.1.1 Méthodologie

Une caractérisation biophysique a été réalisée entre les 21 et 28 juillet 2011 à 32 stations dans le secteur potentiel de dispersion des résidus de la mine Opémiska. La position des stations est présentée à la carte 3. Les paramètres suivants ont été notés à chaque station :

- Emplacement de la station (GPS).
- Heure et date.
- Description de l'habitat : type de milieu (lacustre, fluvial), profondeur, vitesse du courant, largeur de la rivière, végétation aquatique et riveraine (présence ou absence, type, estimation d'abondance). Ces paramètres ont été mesurés à l'endroit le plus représentatif de la station de caractérisation.
- Caractérisation visuelle du substrat et de l'épaisseur des dépôts de résidu minier à trois points dans la station (centre et rives). Le prélèvement de sédiments au centre de la rivière a été fait à l'aide d'une benne Ponar standard et les prélèvements en rive ont été faits avec un tube de plastique.
- Physico-chimie de l'eau : température, oxygène dissous, conductivité et pH. Des appareils électroniques ont été utilisés pour mesurer ces paramètres *in situ*. L'étalonnage de chaque appareil a été fait au laboratoire d'AECOM avant la sortie sur le terrain et une vérification a été faite à nouveau avant la prise des mesures sur le terrain.
- État des berges.
- Présence d'habitats du poisson (alevinage, alimentation, reproduction) :
  - Les habitats ont été identifiés selon les critères reconnus pour ces types d'habitat et selon un jugement d'expert. Mis à part les cas où des alevins ont été observés (confirmant la présence d'un habitat d'alevinage), une zone de très faible courant avec présence d'abris était généralement considérée comme un habitat d'alevinage. Un habitat d'alimentation correspondait généralement à tout milieu d'eaux relativement calmes et facilement accessible par le poisson. Des habitats potentiels de reproduction en eaux vives ou en eaux calmes ont été déterminés selon les critères d'habitat de reproduction de chacune des espèces susceptibles d'être présentes (ex. : herbiers pour le brochet, perchaude, méné; sections de rapide pour le doré et meunier; zone peu profonde et graveleuse pour l'omisco, etc.).

##### 3.1.1.1 Prélèvement des échantillons d'eau pour les analyses chimiques

L'échantillonnage de l'eau a été effectué à 13 stations du 21 au 27 juillet 2011. La localisation des stations d'échantillonnage est présentée sur la carte 3, alors que les coordonnées complètes apparaissent à l'annexe D. Des échantillons ont été récoltés en duplicata aux stations 4 et 9 (eau de surface). Un blanc de terrain, ouvert sur le terrain le temps d'un échantillonnage, a également été réalisé.

Pour 11 stations, les échantillons d'eau instantanés ont été récoltés à 30 cm sous la surface de l'eau, directement dans les contenants à usage unique fournis par le laboratoire d'analyse. Pour les stations 9 et 10, un profil vertical a été réalisé : échantillons de surface (1/4), de fond (4/4) et deux répartis dans la colonne d'eau (2/4 et 3/4 de la profondeur). Les échantillons d'eau en profondeur ont été récoltés à l'aide d'une bouteille Kemmerer

(fermeture de la bouteille à la profondeur souhaitée). La bouteille Kemmerer a été nettoyée avant chaque prélèvement selon les procédures du MDDEFP (MDDEP, 2010a) : rinçage à l'acide nitrique à concentration de 10 % ( $\text{HNO}_3$ ) suivi d'un généreux rinçage à l'eau purifiée. Notez que les résidus de nettoyage ont été récupérés, apportés à nos bureaux et disposés selon les normes et lois en vigueur. Les échantillons ont été ensuite transvidés de la bouteille Kemmerer dans les contenants à usage unique fournis par le laboratoire d'analyse.

Lors de la prise des échantillons, une attention particulière a été apportée afin d'éviter la perte des préservatifs présents dans les contenants à usage unique fournis par le laboratoire. Les contenants ont été conservés sur de la glace ou au réfrigérateur et acheminés au laboratoire dans les délais prescrits pour procéder aux analyses.

Sur le terrain, l'emplacement de la station (GPS), la profondeur de prélèvement de l'échantillon et les mesures de la température, de l'oxygène dissous, de la conductivité et du pH ont été pris à chaque station. Des appareils électroniques ont été utilisés pour mesurer ces paramètres *in situ*. L'étalonnage de chaque sonde des appareils a été fait au laboratoire d'AECOM avant la sortie sur le terrain et une vérification a été faite à nouveau avant la prise des mesures sur le terrain.

### 3.1.1.2 Prélèvement des échantillons de sédiments pour les analyses chimiques

L'échantillonnage de sédiments a été effectué à 15 stations du 21 au 27 juillet 2011 (carte 3). Des échantillons ont été pris en duplicata aux stations 6 et 10. Un blanc de terrain, ouvert sur le terrain le temps d'un échantillonnage, a également été réalisé.

Il était prévu d'utiliser un carottier K-B Corers d'une hauteur de 50 cm et de 4 cm de diamètre pour les échantillonnages. Cependant, le substrat en place n'a pas permis une pénétration suffisante du carottier. Le prélèvement des sédiments a donc été fait à l'aide d'une benne Ponar standard. L'utilisation de la benne Ponar permet difficilement de photographier les différentes couches de sédiments présentes. Pour pallier l'absence de cette information, un tube de plexiglas a été inséré à proximité des échantillons prélevés. Des photographies ont ainsi pu être prises pour montrer les différentes strates des échantillons (annexe B).

Des analyses granulométriques ont été effectuées à quelques stations ( $n^{\text{os}}$  3, 4, 7, 18, 21, 25 et 5B) et sont présentées à l'annexe E.

Les analyses chimiques ont été faites selon les strates des échantillons présents, jusqu'à une profondeur maximale de 30 cm. Les échantillons ont ainsi été départagés entre strates, lorsque présentes, soit la strate de résidus miniers en surface et la strate de sédiments naturels plus en profondeur. La couleur des sédiments a été utilisée pour départager les strates. Seulement deux échantillons ont été analysés selon des strates (stations 3 et 4). Lorsque l'échantillon ne présentait pas de strate distinctive, les sédiments de surface (0 - 10 cm) ont été récoltés pour les analyses. Cette profondeur a été retenue, puisque cette strate superficielle est possiblement la plus contaminée par le possible dépôt de résidus miniers de la mine Opémiska.

Le matériel d'échantillonnage (benne, cuillère, etc.) a été nettoyé avant chaque prélèvement selon les procédures du MDDEFP (MDDEP, 2010b) : rinçage à l'acide nitrique à concentration de 10 % ( $\text{HNO}_3$ ) suivi d'un généreux rinçage à l'eau purifiée. Tous les résidus de nettoyage ont été récupérés.

Les échantillons de sédiments ont été mis directement dans les contenants à usage unique fournis par le laboratoire. Les contenants ont été conservés sur de la glace ou au réfrigérateur et acheminés au laboratoire dans les délais prescrits pour procéder aux analyses.

Sur le terrain, l'emplacement de la station, la profondeur de prélèvement de l'échantillon, l'épaisseur de la strate formant l'échantillon et une photographie de l'échantillon ont été pris à chaque station.



### 3.1.1.3 Prélèvement des échantillons pour les bioessais

Le prélèvement de l'eau et de sédiments destinés aux bioessais a été réalisé du 24 au 27 juillet 2011. Les sept échantillons d'eau instantanés ont été récoltés à 30 cm sous la surface de l'eau directement dans les contenants destinés au laboratoire d'analyse. Les sept échantillons de sédiments ont été prélevés à l'aide d'une benne Ponar. Les échantillons nécessitant un volume important de sédiments pouvaient être constitués de plusieurs coups de benne.

Les échantillons d'eau et de sédiments récoltés ont été mis dans des sacs de polyéthylène et placés dans une chaudière. Pour le transport vers le laboratoire, des « ice pack » ont été insérés entre le sac et la chaudière pour refroidir les échantillons. Les contenants ont été acheminés au laboratoire dans les délais prescrits pour procéder aux analyses.

### 3.1.1.4 Détails des analyses

Les analyses chimiques ont été effectuées par les Laboratoires AGAT de Québec. Pour les échantillons d'eau, la dureté, les matières en suspension (MES) ainsi que les métaux et métalloïde (arsenic, cuivre, fer, nickel, plomb et zinc) ont été mesurés. Pour les échantillons de sédiments, la mesure de métaux et métalloïde (arsenic, cuivre, fer, nickel, plomb et zinc), la granulométrie, la sédimentométrie et le pourcentage de carbone organique total (COT) ont été réalisés.

Les bioessais sur l'eau ont été effectués par le laboratoire Exova de Québec selon les protocoles suivants :

- essai de mesure de l'inhibition de la croissance de la plante macroscopique dulcicole *Lemna minor*, protocole SPE 1/RM/37 d'Environnement Canada;
- essai d'inhibition de la croissance d'une algue d'eau douce, protocole SPE 1/RM/25 d'Environnement Canada.

Le principe de la méthode d'essai avec l'algue verte consiste à exposer une culture d'algue en croissance exponentielle à différentes concentrations de la substance d'essais pendant plusieurs générations. La croissance des algues est comparée à celle d'algues témoins. Une substance d'essais est considérée comme toxique lorsque l'on observe une inhibition statistiquement significative de la croissance des algues en fonction de la concentration. L'essai avec la lentille d'eau est très similaire, à l'exception qu'en plus de mesurer la masse sèche des plantes, on réalise également le décompte des thalles de cette espèce. Le paramètre de mesure de la toxicité sublétales calculé pour ces différents essais est la  $CI_{25}$ , exprimée en pourcentage de volume sur volume (% V/V) de dilution de l'effluent. Cette mesure correspond à la concentration d'effluent qui inhibe 25 % de la prolifération, de la reproduction ou de la croissance des organismes exposés à l'effluent par rapport à des organismes témoins.

Les bioessais sur les sédiments ont été effectués par le laboratoire Aquatox à Guelph en Ontario selon les protocoles suivants :

- essai de survie et de croissance des larves dulcicoles de chironomides (*Chironomus tentans* ou *Chironomus riparius*) dans les sédiments, protocole 1/RM/32 d'Environnement Canada;
- essai de survie et de croissance de l'amphipode dulcicole *Hyalella azteca* dans les sédiments, protocole 1/RM/33 d'Environnement Canada.

Le principe de la méthode consiste à exposer des organismes à des sédiments recouverts d'un surnageant d'eau pendant une période de 10 jours (*Chironomus*) ou de 14 jours (*Hyalella*). Ces tests permettent d'évaluer la réduction du taux de survie et le ralentissement de la croissance des organismes par rapport à des groupes témoins.



### 3.1.1.5 Traitement des données

Les résultats de la caractérisation de la qualité de l'eau ont été comparés avec les critères de protection de la vie aquatique (toxicité chronique) du MDDEFP (2012) et avec les recommandations du Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME, 2012).

Les résultats de la caractérisation de la qualité des sédiments ont été comparés avec les *Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application : prévention, dragage et restauration* (Environnement Canada et MDDEP, 2007).

### 3.1.2 Résultat et discussion

#### 3.1.2.1 Qualité de l'eau

Les résultats de la caractérisation de la qualité de l'eau apparaissent au tableau 6. Aux stations 9 et 10, des profils verticaux ont été réalisés. Étant donné que les valeurs des paramètres variaient très peu entre les différentes profondeurs échantillonnées, les valeurs moyennes pour les stations 9 et 10 sont présentées au tableau 6.

Les résultats montrent que la qualité de l'eau du ruisseau Slam est mauvaise dans la partie amont de celui-ci. En effet, de faibles teneurs en oxygène dissous sont observées aux stations 1 et 2 (3,5 et 5,8 mg/L). Ces valeurs se situent sous le critère de protection de la vie aquatique de 6,5 mg/L du CCME, ce qui indique que l'habitat du poisson pourrait y être altéré. De plus, les fortes valeurs de conductivité démontrent que les résidus miniers affectent la qualité de l'eau. Les valeurs de conductivité sont plus élevées à toutes les stations du ruisseau Slam (1 à 4) que dans le ruisseau de référence et la rivière Obatogamau. Le pH observé à la station 3C est faible (5,62) et se situe sous le critère de protection de la vie aquatique du CCME et du MDDEFP (6,5). Finalement, les stations situées plus en aval dans le ruisseau Slam montrent des teneurs en oxygène dissous comparables au ruisseau de référence et à la rivière Obatogamau.

Dans la rivière Obatogamau, toutes les valeurs d'oxygène dissous et de pH respectent les critères de protection de la vie aquatique du CCME et du MDDEFP. On remarque que la conductivité augmente légèrement à la station 18 comparativement aux autres stations échantillonnées dans le même cours d'eau. Un important tributaire de la rivière Obatogamau rejette ses eaux à la hauteur de la station 18. Il s'agit du lac Dickson. Il est possible que la qualité physico-chimique des eaux du lac Dickson soit différente des eaux de la rivière Obatogamau, causant ainsi cette augmentation de conductivité. De plus, les valeurs de pH sont légèrement plus faibles à la station 20 qu'aux stations environnantes. De la même façon, il est possible que les eaux des lacs Beauchesne et Crissie, qui se jettent à l'amont de la station 20, soient la cause de cette diminution de pH.

Le tableau 7 présente les mesures chimiques effectuées sur les échantillons d'eau par le laboratoire AGAT. Les certificats du laboratoire sont présentés à l'annexe E. De fréquents dépassements des critères de protection de la vie aquatique sont observés au ruisseau Slam dans le cas du cuivre et du fer. Dans le ruisseau de référence, les concentrations de fer dépassent également le critère de protection de la vie aquatique du CCME. Dans la rivière Obatogamau, un seul dépassement des critères est observé pour le plomb à la station 9. Le dépassement des critères pour le plomb à la station 9 n'est pas attribuable aux apports d'eaux provenant du ruisseau Slam, car aucun dépassement des critères pour le plomb n'a été observé dans ce ruisseau. Les eaux du ruisseau Slam n'influencent donc pas la qualité des eaux de la rivière Obatogamau, et ce, pour toutes les stations échantillonnées.

Les duplicatas des stations 4 et 9 donnent des résultats similaires aux valeurs initiales. Le blanc de terrain présente des valeurs qui sont toutes sous le seuil de détection. Le contrôle de la qualité semble donc satisfaisant.

**Tableau 6 : Qualité physico-chimique de l'eau mesurée *in situ* du 21 au 27 juillet 2011**

| Station                                    | Température de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/L) | Conductivité (µmhos/cm) | pH   |
|--------------------------------------------|---------------------------|------------------------|-------------------------|------|
| Ruisseau Slam                              |                           |                        |                         |      |
| 1                                          | 14,0                      | 3,5                    | 297                     | 7,31 |
| 2                                          | 16,7                      | 5,81                   | 1051                    | 8,26 |
| 2B                                         | 24,5                      | 10,02                  | 141,7                   | 7,51 |
| 3                                          | 17,6                      | 8,56                   | 129                     | 7,65 |
| 3B                                         | 16,2                      | 12,03                  | 311                     | 7,75 |
| 3C                                         | 15,5                      | 11,12                  | 277,3                   | 5,62 |
| 4                                          | 16,7                      | 11,02                  | 252                     | 7,75 |
| Ruisseau de référence                      |                           |                        |                         |      |
| 5B                                         | 18,5                      | 9,30                   | 74,7                    | 7,23 |
| Rivière Obatogamau - stations de référence |                           |                        |                         |      |
| 6                                          | 20,5                      | 10,71                  | 38,7                    | 7,40 |
| 7                                          | 20,6                      | 10,59                  | 38,8                    | 7,32 |
| 8                                          | 20,4                      | 10,42                  | 38,8                    | 7,41 |
| Rivière Obatogamau - stations exposées     |                           |                        |                         |      |
| 9                                          | 20,5                      | 10,6                   | 48,0                    | 7,43 |
| 10                                         | 20,5                      | 10,64                  | 46,3                    | 7,39 |
| 11                                         | 20,6                      | 10,91                  | 42,1                    | 7,46 |
| 12                                         | 20,3                      | 10,39                  | 43,1                    | 7,37 |
| 13                                         | 19,8                      | -                      | 43,5                    | 7,34 |
| 14                                         | 20,5                      | 10,28                  | 44,6                    | 7,48 |
| 15                                         | 20,2                      | 10,5                   | 43,9                    | 7,39 |
| 16                                         | 19,7                      | 10,65                  | 43,7                    | 7,46 |
| 17                                         | 19,8                      | 10,26                  | 44,6                    | 7,42 |
| 18                                         | 19,9                      | 11,21                  | 113                     | 7,12 |
| 19                                         | 20,4                      | 11,25                  | 56,4                    | 6,95 |
| 20                                         | 20,6                      | 10,14                  | 54,5                    | 6,5  |
| 21                                         | 20,5                      | 10,62                  | 56,1                    | 6,99 |
| 22                                         | 19,9                      | 10,18                  | 64,4                    | 7,26 |
| 23                                         | 19,8                      | 10,22                  | 57,9                    | 7,17 |
| 24                                         | 20,4                      | 10,03                  | 58,1                    | 7,18 |
| 25                                         | 20,5                      | 10,33                  | 55,4                    | 7,23 |
| 26                                         | 20,3                      | 10,35                  | 55,4                    | 7,17 |
| 27                                         | 20,6                      | 9,9                    | 56,3                    | 7,02 |
| 28                                         | 20,5                      | 10,18                  | 55,1                    | 7,1  |

**Tableau 7 : Résultats des analyses chimiques effectuées sur les échantillons d'eau recueillis dans la zone d'étude en 2011**

| # Station                   |                         | 1             | Critère du         | Critère du        | 2             | Critère du         | Critère du        | 2B            | Critère du         | Critère du        | 3             | Critère du         | Critère du        | 4             | Critère du         | Critère du        | 5B           | Critère du         | Critère du        |
|-----------------------------|-------------------------|---------------|--------------------|-------------------|---------------|--------------------|-------------------|---------------|--------------------|-------------------|---------------|--------------------|-------------------|---------------|--------------------|-------------------|--------------|--------------------|-------------------|
| ID labo                     |                         | 2568260       | MDDEP <sup>a</sup> | CCME <sup>a</sup> | 2568264       | MDDEP <sup>a</sup> | CCME <sup>a</sup> | 2581643       | MDDEP <sup>a</sup> | CCME <sup>a</sup> | 2568265       | MDDEP <sup>a</sup> | CCME <sup>a</sup> | 2568286       | MDDEP <sup>a</sup> | CCME <sup>a</sup> | 2568285      | MDDEP <sup>a</sup> | CCME <sup>a</sup> |
| Paramètre                   | Unité                   |               |                    |                   |               |                    |                   |               |                    |                   |               |                    |                   |               |                    |                   |              |                    |                   |
| Dureté                      | mg CaCO <sub>3</sub> /L | 126           | nd                 | nd                | 448           | nd                 | nd                | 51,3          | nd                 | nd                | 55,7          | nd                 | nd                | 87,3          | nd                 | nd                | 40,6         | nd                 | nd                |
| MES                         | mg/L                    | 4             | +5                 | +5                | 4             | +5                 | +5                | 2             | +5                 | +5                | <2            | +5                 | +5                | <2            | +5                 | +5                | 3            | +5                 | +5                |
| <b>MÉTAUX</b>               |                         |               |                    |                   |               |                    |                   |               |                    |                   |               |                    |                   |               |                    |                   |              |                    |                   |
| Arsenic                     | mg/L                    | 0,0009        | 0,15               | 0,005             | 0,0032        | 0,15               | 0,005             | 0,0034        | 0,15               | 0,005             | 0,0024        | 0,15               | 0,005             | 0,0025        | 0,15               | 0,005             | 0,0008       | 0,15               | 0,005             |
| Cuivre                      | mg/L                    | <b>0,0048</b> | 0,011365732        | 0,002             | <b>0,0302</b> | 0,033600664        | 0,002             | <b>0,0174</b> | 0,005273829        | 0,002             | <b>0,0093</b> | 0,005658014        | 0,002             | <b>0,0091</b> | 0,00830668         | 0,002             | <0,0002      | 0,004318335        | 0,002             |
| Fer                         | mg/L                    | <b>0,595</b>  | Voir ftc           | 0,3               | <b>0,678</b>  | Voir ftc           | 0,3               | <b>0,522</b>  | Voir ftc           | 0,3               | <b>0,98</b>   | Voir ftc           | 0,3               | <b>0,689</b>  | Voir ftc           | 0,3               | <b>0,778</b> | Voir ftc           | 0,3               |
| + Ftc de corr. <sup>b</sup> | mg/L                    | 0,2975        | 1,3                | na                | 0,339         | 1,3                | na                | 0,261         | 1,3                | na                | 0,3234        | 1,3                | na                | 0,22737       | 1,3                | na                | 0,389        | 1,3                | na                |
| Nickel                      | mg/L                    | <0,0025       | 0,063427308        | 0,113929          | <0,0025       | 0,185500036        | 0,298761          | <0,0025       | 0,02965665         | 0,057549          | <0,0025       | 0,031794814        | 0,061264          | <0,0025       | 0,046500845        | 0,086203          | <0,0025      | 0,024331889        | 0,048176          |
| Plomb                       | mg/L                    | 0,0004        | 0,004270           | 0,004270          | 0,0001        | 0,021465           | 0,021465          | 0,0002        | 0,001360           | 0,001360          | 0,0002        | 0,001510           | 0,001510          | 0,0002        | 0,002676           | 0,002676          | <0,0001      | 0,001010           | 0,001010          |
| Zinc                        | mg/L                    | 0,0064        | 0,145733799        | 0,03              | 0,016         | 0,426917722        | 0,03              | 0,007         | 0,068061069        | 0,03              | 0,007         | 0,072975895        | 0,03              | 0,004         | 0,106791747        | 0,03              | <0,003       | 0,055823933        | 0,03              |

| # Station                   |                         | 7       | Critère du         | Critère du        | 9 1/4   | Critère du         | Critère du        | 9 2/4         | Critère du         | Critère du        | 9 3/4   | Critère du         | Critère du        | 9 4/4 Fond | Critère du         | Critère du        | 10 1/4  | Critère du         | Critère du        |
|-----------------------------|-------------------------|---------|--------------------|-------------------|---------|--------------------|-------------------|---------------|--------------------|-------------------|---------|--------------------|-------------------|------------|--------------------|-------------------|---------|--------------------|-------------------|
| ID labo                     |                         | 2568271 | MDDEP <sup>a</sup> | CCME <sup>a</sup> | 2568272 | MDDEP <sup>a</sup> | CCME <sup>a</sup> | 2568273       | MDDEP <sup>a</sup> | CCME <sup>a</sup> | 2568274 | MDDEP <sup>a</sup> | CCME <sup>a</sup> | 2568275    | MDDEP <sup>a</sup> | CCME <sup>a</sup> | 2568277 | MDDEP <sup>a</sup> | CCME <sup>a</sup> |
| Paramètre                   | Unité                   |         |                    |                   |         |                    |                   |               |                    |                   |         |                    |                   |            |                    |                   |         |                    |                   |
| Dureté                      | mg CaCO <sub>3</sub> /L | 20,0    | nd                 | nd                | 25,9    | nd                 | nd                | 22,7          | nd                 | nd                | 23,2    | nd                 | nd                | 29,4       | nd                 | nd                | 22,8    | nd                 | nd                |
| MES                         | mg/L                    | <2      | +5                 | +5                | 2       | +5                 | +5                | <2            | +5                 | +5                | <2      | +5                 | +5                | <2         | +5                 | +5                | <2      | +5                 | +5                |
| <b>MÉTAUX</b>               |                         |         |                    |                   |         |                    |                   |               |                    |                   |         |                    |                   |            |                    |                   |         |                    |                   |
| Arsenic                     | mg/L                    | <0,0005 | 0,15               | 0,005             | <0,0005 | 0,15               | 0,005             | <0,0005       | 0,15               | 0,005             | <0,0005 | 0,15               | 0,005             | 0,0005     | 0,15               | 0,005             | <0,0005 | 0,15               | 0,005             |
| Cuivre                      | mg/L                    | 0,0009  | 0,002358093        | 0,002             | 0,0008  | 0,002941003        | 0,002             | 0,0012        | 0,002627574        | 0,002             | 0,0008  | 0,00267695         | 0,002             | 0,0012     | 0,003277431        | 0,002             | 0,0005  | 0,002637461        | 0,002             |
| Fer                         | mg/L                    | 0,079   | Voir ftc           | 0,3               | 0,076   | Voir ftc           | 0,3               | 0,07          | Voir ftc           | 0,3               | 0,086   | Voir ftc           | 0,3               | 0,114      | Voir ftc           | 0,3               | 0,059   | Voir ftc           | 0,3               |
| + Ftc de corr. <sup>b</sup> | mg/L                    | 0,02607 | 1,3                | na                | 0,038   | 1,3                | na                | 0,0231        | 1,3                | na                | 0,02838 | 1,3                | na                | 0,03762    | 1,3                | na                | 0,01947 | 1,3                | na                |
| Nickel                      | mg/L                    | <0,0025 | 0,013367007        | 0,02812775        | <0,0025 | 0,016634678        | 0,034234          | <0,0025       | 0,014878552        | 0,030969          | <0,0025 | 0,015155338        | 0,031486          | <0,0025    | 0,018517597        | 0,037696          | <0,0025 | 0,014933984        | 0,031073          |
| Plomb                       | mg/L                    | 0,0003  | 0,000410           | 0,000410          | 0,0002  | 0,000570           | 0,000570          | <b>0,0008</b> | 0,000482           | 0,000482          | 0,0002  | 0,000495           | 0,000495          | 0,0002     | 0,000670           | 0,000670          | <0,0001 | 0,000485           | 0,000485          |
| Zinc                        | mg/L                    | 0,018   | 0,030639314        | 0,03              | 0,0045  | 0,038142154        | 0,03              | 0,015         | 0,034109632        | 0,03              | 0,006   | 0,034745158        | 0,03              | <0,003     | 0,042466553        | 0,03              | <0,003  | 0,034236907        | 0,03              |

<sup>a</sup> : Critère spécifique calculé en fonction de la dureté ou des MES lorsqu'applicable.<sup>b</sup> : Un facteur de correction est applicable sur les valeurs mesurées du fer avant la comparaison avec le critère du MDDEP.

nd : non disponible.

na : non applicable.

**Gras** : Dépassement du critère du MDDEP - CVAC (critère de protection de la vie aquatique, toxicité chronique; MDDEP).**Gras - souligné** : Dépassement de la recommandation pour la protection de la vie aquatique (critère chronique) du CCME.

**Tableau 7 : Résultats des analyses chimiques effectuées sur les échantillons d'eau recueillis dans la zone d'étude en 2011 (suite)**

| # Station                   |                         | 10 2/4  | Critère du         | Critère du        | 10 3/4  | Critère du         | Critère du        | 10 4/4  | Critère du         | Critère du        | 18      | Critère du         | Critère du        | 21      | Critère du         | Critère du        | 25      | Critère du         | Critère du        |
|-----------------------------|-------------------------|---------|--------------------|-------------------|---------|--------------------|-------------------|---------|--------------------|-------------------|---------|--------------------|-------------------|---------|--------------------|-------------------|---------|--------------------|-------------------|
| ID labo                     |                         | 2568278 | MDDEP <sup>a</sup> | CCME <sup>a</sup> | 2568279 | MDDEP <sup>a</sup> | CCME <sup>a</sup> | 2568280 | MDDEP <sup>a</sup> | CCME <sup>a</sup> | 2581632 | MDDEP <sup>a</sup> | CCME <sup>a</sup> | 2581640 | MDDEP <sup>a</sup> | CCME <sup>a</sup> | 2581641 | MDDEP <sup>a</sup> | CCME <sup>a</sup> |
| Paramètre                   | Unité                   |         |                    |                   |         |                    |                   |         |                    |                   |         |                    |                   |         |                    |                   |         |                    |                   |
| Dureté                      | mg CaCO <sub>3</sub> /L | 20,9    | nd                 | nd                | 22,3    | nd                 | nd                | 22,0    | nd                 | nd                | 23,1    | nd                 | nd                | 22,2    | nd                 | nd                | 21,3    | nd                 | nd                |
| MES                         | mg/L                    | <2      | +5                 | +5                | <2      | +5                 | +5                | <2      | +5                 | +5                | 2       | +5                 | +5                | 2       | +5                 | +5                | 3       | +5                 | +5                |
| <b>MÉTAUX</b>               |                         |         |                    |                   |         |                    |                   |         |                    |                   |         |                    |                   |         |                    |                   |         |                    |                   |
| Arsenic                     | mg/L                    | <0,0005 | 0,15               | 0,005             | <0,0005 | 0,15               | 0,005             | <0,0005 | 0,15               | 0,005             | <0,0005 | 0,15               | 0,005             | <0,0005 | 0,15               | 0,005             | <0,0005 | 0,15               | 0,005             |
| Cuivre                      | mg/L                    | 0,0007  | 0,002448476        | 0,002             | 0,001   | 0,002588           | 0,002             | 0,0007  | 0,0025582          | 0,002             | 0,0014  | 0,0026671          | 0,002             | 0,0013  | 0,002578           | 0,002             | 0,0011  | 0,0024885          | 0,002             |
| Fer                         | mg/L                    | 0,08    | Voir ftc           | 0,3               | 0,09    | Voir ftc           | 0,3               | 0,085   | Voir ftc           | 0,3               | 0,166   | Voir ftc           | 0,3               | 0,198   | Voir ftc           | 0,3               | 0,231   | Voir ftc           | 0,3               |
| + Ftc de corr. <sup>b</sup> | mg/L                    | 0,0264  | 1,3                | na                | 0,0297  | 1,3                | na                | 0,02805 | 1,3                | na                | 0,083   | 1,3                | na                | 0,099   | 1,3                | na                | 0,1155  | 1,3                | na                |
| Nickel                      | mg/L                    | <0,0025 | 0,013874155        | 0,029085          | <0,0025 | 0,0146564          | 0,030554          | <0,0025 | 0,0144895          | 0,030241          | <0,0025 | 0,0151001          | 0,031383          | <0,0025 | 0,0146008          | 0,03045           | <0,0025 | 0,0140985          | 0,029507          |
| Plomb                       | mg/L                    | <0,0001 | 0,000434           | 0,000434          | 0,0002  | 0,000471           | 0,000471          | <0,0001 | 0,000463           | 0,000463          | 0,0001  | 0,000493           | 0,000493          | 0,0002  | 0,000468           | 0,000468          | 0,0001  | 0,000444           | 0,000444          |
| Zinc                        | mg/L                    | <0,003  | 0,031803599        | 0,03              | 0,004   | 0,0335997          | 0,03              | <0,003  | 0,0332163          | 0,03              | <0,003  | 0,0346182          | 0,03              | <0,003  | 0,033472           | 0,03              | <0,003  | 0,0323186          | 0,03              |

| # Station                   |                         | 27      | Critère du         | Critère du        | Dup #4  | Critère du         | Critère du        | Dup#9S  | Critère du         | Critère du        | Blanc (3) |
|-----------------------------|-------------------------|---------|--------------------|-------------------|---------|--------------------|-------------------|---------|--------------------|-------------------|-----------|
| ID labo                     |                         | 2581642 | MDDEP <sup>a</sup> | CCME <sup>a</sup> | 2568284 | MDDEP <sup>a</sup> | CCME <sup>a</sup> | 2568283 | MDDEP <sup>a</sup> | CCME <sup>a</sup> | 2568270   |
| Paramètre                   | Unité                   |         |                    |                   |         |                    |                   |         |                    |                   |           |
| Dureté                      | mg CaCO <sub>3</sub> /L | 22,2    | nd                 | nd                | 89,6    | nd                 | nd                | 20,8    | nd                 | nd                | <1        |
| MES                         | mg/L                    | 2       | +5                 | +5                | <2      | +5                 | +5                | <2      | +5                 | +5                | <2        |
| <b>MÉTAUX</b>               |                         |         |                    |                   |         |                    |                   |         |                    |                   |           |
| Arsenic                     | mg/L                    | <0,0005 | 0,15               | 0,005             | 0,0024  | 0,15               | 0,005             | <0,0005 | 0,15               | 0,005             | <0,0005   |
| Cuivre                      | mg/L                    | 0,0011  | 0,00257804         | 0,002             | 0,009   | 0,00849333         | 0,002             | 0,0006  | 0,00243846         | 0,002             | <0,0002   |
| Fer                         | mg/L                    | 0,227   | Voir ftc           | 0,3               | 0,687   | Voir ftc           | 0,3               | 0,075   | Voir ftc           | 0,3               | <0,03     |
| + Ftc de corr. <sup>b</sup> | mg/L                    | 0,1135  | 1,3                | na                | 0,22671 | 1,3                | na                | 0,02475 | 1,3                | na                | -         |
| Nickel                      | mg/L                    | <0,0025 | 0,01460083         | 0,03044952        | <0,0025 | 0,04753521         | 0,08792376        | <0,0025 | 0,01381797         | 0,02897879        | <0,0025   |
| Plomb                       | mg/L                    | 0,0001  | 0,000468           | 0,000468          | 0,0002  | 0,002767           | 0,002767          | <0,0001 | 0,000431           | 0,000431          | <0,0001   |
| Zinc                        | mg/L                    | <0,003  | 0,03347196         | 0,03              | 0,0045  | 0,1091709          | 0,03              | 0,003   | 0,03167462         | 0,03              | <0,003    |

<sup>a</sup> : Critère spécifique calculé en fonction de la dureté ou des MES lorsqu'applicable.<sup>b</sup> : Un facteur de correction est applicable sur les valeurs mesurées du fer avant la comparaison avec le critère du MDDEP.

nd : non disponible.

na : non applicable.

■ : Dépassement du critère du MDDEP - CVAC (critère de protection de la vie aquatique, toxicité chronique; MDDEP).

**Gras - souligné** : Dépassement de la recommandation pour la protection de la vie aquatique (critère chronique) du CCME.

### 3.1.2.2 Qualité des sédiments

Selon les résultats du laboratoire, le ruisseau Slam possède une granulométrie plus fine que celle de la rivière Obatogamau et du milieu de référence car la proportion de sable fin est plus importante dans le ruisseau Slam (tableau 8, annexe E). Cela peut être expliqué par la présence marquée de résidus miniers dans le ruisseau Slam (voir la section 2.2.1).

Le pourcentage de carbone organique total (COT) est similaire entre les stations 3 (ruisseau Slam), 5B (ruisseau de référence), 7, 18, 21 et 25 (rivière Obatogamau). Seule la station 4 (ruisseau Slam) possède un pourcentage plus élevé que les autres stations.

**Tableau 8 : Granulométrie évaluée à quelques stations**

| Station               | Granulométrie (%)    |                              |                              |                             |                       | Distance de l'embouchure du ruisseau Slam (km) | Profondeur de l'eau (m) | Vitesse du courant (m/s) | COT (%) |
|-----------------------|----------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------|
|                       | Gravier<br>2 à 16 mm | Sable grossier<br>0,2 à 2 mm | Sable fin<br>0,0625 à 0,2 mm | Limon<br>0,0039 à 0,0625 mm | Argile<br>< 0,0039 mm |                                                |                         |                          |         |
| Ruisseau Slam         |                      |                              |                              |                             |                       |                                                |                         |                          |         |
| 3                     | 0,1                  | 4,4                          | 95,5                         | -                           | -                     | S.O.                                           | 0,35                    | 0                        | 1,3     |
| 4                     | 0,2                  | 4,8                          | 95,0                         | -                           | -                     | S.O.                                           | 1,50                    | 0                        | 4,6     |
| Ruisseau de référence |                      |                              |                              |                             |                       |                                                |                         |                          |         |
| 5B                    | 0,1                  | 23,9                         | 76,0                         | -                           | -                     | S.O.                                           | 1,0                     | 0                        | 1,4     |
| Rivière Obatogamau    |                      |                              |                              |                             |                       |                                                |                         |                          |         |
| 7                     | 1,4                  | 68,6                         | 30,0                         | -                           | -                     | 2,3                                            | 5,0                     | 0,2                      | 1,6     |
| 18                    | 0,3                  | 11,7                         | 88,0                         | -                           | -                     | 30,5                                           | 4,0                     | 0,1                      | 1,1     |
| 21                    | -                    | 10,0                         | 90,0                         | -                           | -                     | 40,0                                           | 3,0                     | 0,1                      | 1,5     |
| 25                    | 0,8                  | 49,2                         | 50,0                         | -                           | -                     | 62,8                                           | 6,5                     | 0,2                      | <0,3    |

S.O. : Sans objet.

Les résultats des analyses chimiques effectuées sur les sédiments du ruisseau Slam montrent de fréquents dépassements des critères d'Environnement Canada et du MDDEP (2007) (tableau 9). En effet, à la station 1, la concentration d'arsenic dépasse la concentration d'effets occasionnels, la concentration de cuivre dépasse la concentration d'effets fréquents, la concentration de plomb dépasse la concentration d'effets rares et le zinc dépasse la concentration d'effets occasionnels (tableau 9). À la station 2, la concentration d'arsenic dépasse la concentration produisant un effet probable, la concentration de cuivre dépasse la concentration d'effets fréquents et le zinc dépasse la concentration d'effets occasionnels. À la station 2B, seule la concentration de cuivre dépassait la concentration d'effets occasionnels. À la station 3, toutes les concentrations mesurées se situaient sous les critères d'Environnement Canada et du MDDEFP. À la station 4, la concentration d'arsenic dépasse la concentration d'effets occasionnels, la concentration de cuivre dépasse la concentration produisant un effet probable et le zinc dépasse la concentration d'effets rares.

Dans le ruisseau de référence (station 5B), toutes les concentrations mesurées se situaient sous les critères d'Environnement Canada et du MDDEFP.

Dans la rivière Obatogamau, les concentrations mesurées aux stations de référence (stations 6, 7 et 8) se situaient toutes sous les critères d'Environnement Canada et du MDDEFP. Par contre, aux deux stations situées le plus près de l'embouchure du ruisseau Slam (stations 9 et 10), les concentrations de cuivre dépassent la concentration seuil produisant un effet. Plus loin dans la rivière Obatogamau, toutes les concentrations mesurées se situent sous les critères d'Environnement Canada et du MDDEFP, sauf pour la concentration de cuivre à la station 27 qui dépassait la concentration d'effets rares.

**Tableau 9 : Résultats des analyses chimiques effectuées sur les échantillons de sédiments recueillis dans la zone d'étude en 2011**

| # Station |       | 1       | 2       | 2B      | 3 (Strate 1) | 3 (Strate 2) | 4 (Strate 1) | 4 (Strate 2) | 5B      | 6       | 7       | Critère pour l'évaluation de la qualité des sédiments d'eau douce <sup>a</sup> |     |     |     |     |
|-----------|-------|---------|---------|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------|---------|---------|--------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| ID labo   |       | 2568303 | 2568304 | 2581648 | 2568305      | 2568306      | 2568316      | 2568317      | 2568315 | 2568310 | 2568309 | CER                                                                            | CSE | CEO | CEP | CEF |
| Paramètre | Unité |         |         |         |              |              |              |              |         |         |         |                                                                                |     |     |     |     |
| Arsenic   | mg/kg | 15      | 22      | 2       | 3            | 2            | 10           | 9            | <2      | <2      | <2      | 4                                                                              | 6   | 8   | 17  | 23  |
| Cuivre    | mg/kg | 1 030   | 2 140   | 93      | 8            | 13           | 493          | 461          | 5       | 5       | <4      | 22                                                                             | 36  | 63  | 200 | 700 |
| Fer       | mg/kg | 36 300  | 81 600  | 5 290   | 7 350        | 4 930        | 27 500       | 25 200       | 6 260   | 4 820   | 5 640   | -                                                                              | -   | -   | -   | -   |
| Nickel    | mg/kg | 34      | 37      | <30     | <30          | <30          | <30          | <30          | <30     | <30     | <30     | ND                                                                             | ND  | 47  | ND  | ND  |
| Plomb     | mg/kg | 27      | 15      | <5      | <5           | <5           | 10           | 9            | <5      | <5      | <5      | 25                                                                             | 35  | 52  | 91  | 150 |
| Zinc      | mg/kg | 283     | 200     | <20     | <20          | <20          | 96           | 93           | <20     | 21      | <20     | 80                                                                             | 120 | 170 | 310 | 770 |

| # Station |       | 8       | 9       | 10      | 18      | 21      | 25      | 27      | Dup#6   | Dup #10 | Blanc (3) | Critère pour l'évaluation de la qualité des sédiments d'eau douce <sup>a</sup> |     |     |     |     |
|-----------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Paramètre | Unité | 2568308 | 2568312 | 2568313 | 2581644 | 2581645 | 2581646 | 2581647 | 2568311 | 2568314 | 2568307   | CER                                                                            | CSE | CEO | CEP | CEF |
| Paramètre | Unité |         |         |         |         |         |         |         |         |         |           |                                                                                |     |     |     |     |
| Arsenic   | mg/kg | 3       | <2      | <2      | <2      | <2      | <2      | <2      | <2      | <2      | <2        | 4                                                                              | 6   | 8   | 17  | 23  |
| Cuivre    | mg/kg | 5       | 53      | 41      | 15      | 17      | 6       | 23      | <4      | 62      | <4        | 22                                                                             | 36  | 63  | 200 | 700 |
| Fer       | mg/kg | 5 550   | 5 270   | 4 470   | 4 800   | 11 200  | 4 160   | 10 100  | 4 180   | 5 360   | <500      | -                                                                              | -   | -   | -   | -   |
| Nickel    | mg/kg | <30     | <30     | <30     | <30     | <30     | <30     | <30     | <30     | <30     | <30       | ND                                                                             | ND  | 47  | ND  | ND  |
| Plomb     | mg/kg | <5      | <5      | <5      | <5      | <5      | <5      | <5      | <5      | <5      | <5        | 25                                                                             | 35  | 52  | 1   | 150 |
| Zinc      | mg/kg | <20     | <20     | <20     | 23      | 29      | <20     | 28      | <20     | <20     | <20       | 80                                                                             | 120 | 170 | 310 | 770 |

<sup>a</sup> : Environnement Canada et MDDEP, 2007.

CER : Concentration d'effets rares.

CSE : Concentration seuil produisant un effet.

CEO : Concentration d'effets occasionnels.

CEP : Concentration produisant un effet probable.

CEF : Concentration d'effets fréquents.



Les dépassements observés aux stations 9 et 10 semblent attribuables au bris de la digue du parc à résidus de la mine Opémiska étant donné que les concentrations de cuivre mesurées dans le ruisseau Slam sont parfois très élevées.

Les certificats du laboratoire sont présentés à l'annexe E. Les duplicatas des stations 6 et 10 donnent des résultats similaires aux valeurs initiales, sauf pour le cuivre à la station 10. Toutefois, les deux valeurs de cuivre mesurées demeurent dans la même gamme pour l'évaluation des critères, les deux mesures dépassent le seuil produisant un effet (CSE). Le blanc de terrain présente des valeurs qui sont toutes sous le seuil de détection. Le contrôle de la qualité semble donc satisfaisant.

### 3.1.2.3 Bioessais sur l'eau

Les détails sur les conditions des bioessais avec l'algue verte (*Pseudokirchneriella subcapitata*) et la lentille d'eau (*Lemna minor*) sont présentés dans les rapports d'analyse écotoxicologique du laboratoire à l'annexe F.

Pour tous les tests effectués, l'eau prélevée dans la zone d'étude n'a causé aucune inhibition de la croissance de l'algue verte ni de la lentille d'eau (tableau 10). Ainsi, les échantillons prélevés dans les zones de référence de même que ceux des zones potentiellement exposées aux résidus de la mine sont non toxiques.

**Tableau 10 : Résultats des bioessais de toxicité sublétales effectués sur l'eau dans le milieu récepteur de la mine Opémiska**

| Station d'échantillonnage | Zone      | Date de prélèvement | Résultats                                                      |                                                                                 |
|---------------------------|-----------|---------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|                           |           |                     | Lentille d'eau ( <i>Lemna minor</i> ) Cl <sub>25</sub> (% v/v) | Algue verte ( <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> ) Cl <sub>25</sub> (% v/v) |
| Ruisseau Slam             |           |                     |                                                                |                                                                                 |
| 3                         | Exposée   | 2011/07/24-25       | >97,09 (% n <sup>bre</sup> thalles) >97,09 (% poids sec)       | >90,91                                                                          |
| 4                         | Exposée   | 2011/07/24-25       | >97,09 (% n <sup>bre</sup> thalles) >97,09 (% poids sec)       | >90,91                                                                          |
| Ruisseau de référence     |           |                     |                                                                |                                                                                 |
| 5B                        | Référence | 2011/07/24-25       | >97,09 (% n <sup>bre</sup> thalles) >97,09 (% poids sec)       | >90,91                                                                          |
| Rivière Obatogamau        |           |                     |                                                                |                                                                                 |
| 7                         | Référence | 2011/07/24-25       | >97,09 (% n <sup>bre</sup> thalles) >97,09 (% poids sec)       | >90,91                                                                          |
| 18                        | Exposée   | 2011/07/25          | >97,09 (% n <sup>bre</sup> thalles) >97,09 (% poids sec)       | >90,91                                                                          |
| 21                        | Exposée   | 2011/07/25          | >97,09 (% n <sup>bre</sup> thalles) >97,09 (% poids sec)       | >90,91                                                                          |
| 25                        | Exposée   | 2011/07/26          | >97,09 (% n <sup>bre</sup> thalles) >97,09 (% poids sec)       | >90,91                                                                          |

Pour l'essai avec l'algue verte, les concentrations montrant des stimulations de la croissance significatives ( $P=0,05$ ) lors des tests sont notées (tableau 11). Des stimulations pour certaines concentrations ont été observées à tous les essais. Toutefois, l'essai montrant une seule concentration avec stimulation correspond à la zone de référence dans la rivière Obatogamau, soit la station 7. À l'inverse, l'essai montrant six concentrations avec stimulation correspond à la station 18, une zone d'exposition dans la rivière Obatogamau. Un fait plus

difficile à expliquer, la station 5B, une zone de référence comparable au ruisseau Slam présente cinq concentrations avec stimulation. La stimulation significative pourrait indiquer une eutrophisation du milieu.

**Tableau 11 : Concentrations présentant des stimulations significatives ( $P=0,05$ ) lors du test avec l'algue verte en juillet 2011**

| Station<br>d'échantillonnage | Zone      | Algue verte ( <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> )<br>Observation de stimulation significative selon la concentration de<br>l'essai (% v/v) |       |       |       |      |      |      |
|------------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|------|------|------|
|                              |           | 90,91                                                                                                                                           | 45,45 | 22,73 | 11,36 | 5,68 | 2,85 | 1,42 |
| Ruisseau Slam                |           |                                                                                                                                                 |       |       |       |      |      |      |
| 3                            | Exposée   | Oui                                                                                                                                             | Oui   | Oui   | Oui   | Non  | Non  | Non  |
| 4                            | Exposée   | Oui                                                                                                                                             | Oui   | Oui   | Oui   | Oui  | Non  | Non  |
| Ruisseau de référence        |           |                                                                                                                                                 |       |       |       |      |      |      |
| 5B                           | Référence | Oui                                                                                                                                             | Oui   | Oui   | Oui   | Oui  | Non  | Non  |
| Rivière Obatogamau           |           |                                                                                                                                                 |       |       |       |      |      |      |
| 7                            | Référence | Oui                                                                                                                                             | Non   | Non   | Non   | Non  | Non  | Non  |
| 18                           | Exposée   | Oui                                                                                                                                             | Oui   | Oui   | Oui   | Oui  | Oui  | Non  |
| 21                           | Exposée   | Oui                                                                                                                                             | Oui   | Oui   | Oui   | Non  | Non  | Non  |
| 25                           | Exposée   | Oui                                                                                                                                             | Oui   | Oui   | Non   | Non  | Non  | Non  |

### 3.1.2.4 Bioessais sur les sédiments

Les détails sur les conditions des bioessais avec le chironomides (*Chironomus dilutus*) et l'amphipode dulcicole *Hyalella azteca* sont présentés dans les rapports d'analyse écotoxicologique du laboratoire à l'annexe G.

Pour tous les tests effectués, les chironomidés placés dans les différents échantillons de sédiment de la zone à l'étude ainsi que le contrôle n'ont démontré aucune différence significative entre eux en regard de leur taux de survie (tableau 12). La valeur moyenne du taux de survie dans les sept échantillons de la zone d'étude est de 92 % avec des valeurs extrêmes de 84 % et 100 %. Des différences significatives ont toutefois été observées dans la croissance pondérale des chironomidés placés dans les sédiments de la zone à l'étude et le contrôle du laboratoire (tableau 12). La station 3 située dans le ruisseau Slam présente le plus faible poids (1,649 mg), mais cette valeur n'est toutefois pas significativement différente du contrôle du laboratoire ni de la zone de référence du ruisseau Slam (station 5B). Une seule station présente une différence significative avec le contrôle du laboratoire, il s'agit de la station 21 qui présente le poids le plus élevé. Le poids mesuré à la station 21 n'est toutefois pas significativement différent de celui de la zone de référence de la rivière Obatogamau (station 7).

Le laboratoire a rencontré de nombreux ennuis lors de la réalisation des essais avec *Hyalella* et cette situation complique l'interprétation des résultats. Il a fallu la réalisation d'une troisième série d'essais pour obtenir des résultats complets (mesures de survie et de poids). Ce dernier essai a toutefois débuté environ huit semaines après le prélèvement des échantillons et il aurait fallu que les tests soient réalisés au maximum six semaines après leur prélèvement selon le protocole d'Environnement Canada (1997). Rappelons que les deux premiers essais ont permis d'évaluer le taux de survie de *Hyalella azteca*, mais n'ont pas permis d'évaluer la croissance des organismes.

Le tableau 13 présente les résultats du 3<sup>e</sup> essai pour la survie et la croissance.

**Tableau 12 : Résultats des bioessais de toxicité sublétales effectués avec un chironomidé sur les sédiments dans le milieu récepteur de la mine Opémiska**

| Station d'échantillonnage       | Zone      | Date de prélèvement | Résultats avec <i>Chironomus dilutus</i> |                          |
|---------------------------------|-----------|---------------------|------------------------------------------|--------------------------|
|                                 |           |                     | Taux de survie (%)                       | Poids sec moyen (mg)     |
| Contrôle interne du laboratoire |           | 2011/05-25          | 100 <sup>a</sup>                         | 2,023 <sup>a, b</sup>    |
| <b>Ruisseau Slam</b>            |           |                     |                                          |                          |
| 3                               | Exposée   | 2011/07/24          | 84 <sup>a</sup>                          | 1,649 <sup>a</sup>       |
| 4                               | Exposée   | 2011/07/24          | 96 <sup>a</sup>                          | 2,105 <sup>a, b, c</sup> |
| <b>Ruisseau de référence</b>    |           |                     |                                          |                          |
| 5B                              | Référence | 2011/07/24          | 98 <sup>a</sup>                          | 2,038 <sup>a, b</sup>    |
| <b>Rivière Obatogamau</b>       |           |                     |                                          |                          |
| 7                               | Référence | 2011/07/24          | 100 <sup>a</sup>                         | 2,141 <sup>b, c</sup>    |
| 18                              | Exposée   | 2011/07/25          | 88 <sup>a</sup>                          | 2,406 <sup>b, c</sup>    |
| 21                              | Exposée   | 2011/07/25          | 84 <sup>a</sup>                          | 2,525 <sup>c</sup>       |
| 25                              | Exposée   | 2011/07/26          | 92 <sup>a</sup>                          | 2,306 <sup>b, c</sup>    |

a, b ou c : Les échantillons portant une même lettre ne présentent pas de différence significative entre eux selon le test de Tukey-Kramer.

**Tableau 13 : Résultats de la 3<sup>e</sup> série de bioessais de toxicité sublétales effectués avec *Hyalella* (survie et poids) sur les sédiments dans le milieu récepteur de la mine Opémiska**

| Station d'échantillonnage       | Zone      | Date de prélèvement | Résultats avec <i>Hyalella azteca</i> (21/09/2011) |                                              |
|---------------------------------|-----------|---------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------|
|                                 |           |                     | Taux de survie (%)                                 | Poids sec moyen (mg)                         |
| Contrôle interne du laboratoire |           | 2011/05-25          | 88 <sup>a, b</sup>                                 | 0,118 <sup>a, b</sup>                        |
| <b>Ruisseau Slam</b>            |           |                     |                                                    |                                              |
| 3                               | Exposée   | 2011/07/24          | 66 <sup>a, b, c</sup>                              | 0,080 <sup>a</sup>                           |
| 4                               | Exposée   | 2011/07/24          | 48 <sup>b, c, d</sup>                              | 0,108 <sup>a, b</sup>                        |
| <b>Ruisseau de référence</b>    |           |                     |                                                    |                                              |
| 5B                              | Référence | 2011/07/24          | 6 <sup>e</sup>                                     | Poids du seul survivant : 0,097 <sup>f</sup> |
| <b>Rivière Obatogamau</b>       |           |                     |                                                    |                                              |
| 7                               | Référence | 2011/07/24          | 92 <sup>a</sup>                                    | 0,214 <sup>c</sup>                           |
| 18                              | Exposée   | 2011/07/25          | 96 <sup>a</sup>                                    | 0,174 <sup>b, c</sup>                        |
| 21                              | Exposée   | 2011/07/25          | 26 <sup>c, d, e</sup>                              | 0,110 <sup>a, b</sup>                        |
| 25                              | Exposée   | 2011/07/26          | 14 <sup>d, e</sup>                                 | 0,103 <sup>a, b</sup>                        |

a, b, c, d ou e : Les échantillons portant une même lettre ne présentent pas de différence significative entre eux selon le test de Tukey-Kramer.

f : Ce résultat a été enlevé du test de Tukey-Kramer, car il représentait une valeur extrême.

L'échantillon présentant le plus faible taux de survie est celui récolté à la station 5B (ruisseau de référence pour le ruisseau Slam). Les stations les plus rapprochées du parc à résidus, soit les stations 3 et 4 que nous supposons les plus contaminées, ne montrent aucune différence significative du taux de survie avec le contrôle du laboratoire. Il en est de même avec les stations 7 (référence de la rivière Obatogamau) et 18 (exposée de la rivière Obatogamau). Pour les autres stations, le taux de survie des organismes est significativement différent du contrôle du laboratoire et de la station 7 (référence de la rivière Obatogamau).

L'interprétation des résultats dans le domaine de la croissance des organismes présente des résultats surprenants. L'échantillon de référence dans le ruisseau Slam, soit la station 5B, est l'échantillon ayant montré l'effet le plus marqué en ce qui concerne la croissance (tableau 13, colonne « Poids sec moyen »). Si l'on compare les échantillons prélevés avec le contrôle interne du Laboratoire Aquatox, uniquement la zone de référence de la rivière Obatogamau, soit l'échantillon 7, présente un résultat significativement différent de ce contrôle.

Les taux de survie et de croissance obtenus lors du 3<sup>e</sup> essai semblent donc douteux, à la fois pour la survie et la croissance.

Bien que les données sur la croissance ne fussent pas disponibles pour les deux premiers essais, l'étude de la survie des organismes a pu être complétée. Le tableau 14 présente les trois essais indépendants du taux de survie avec *Hyalella azteca*, un essai par colonne. Les différents résultats obtenus pour l'échantillon 5B indiquent clairement que le temps a altéré considérablement les échantillons. En effet, les résultats sont passés d'un taux de survie de 76 % à 32 % et finalement à 6 % pour cet échantillon. Pour cette raison, seuls les taux de survie lors du premier essai doivent être considérés comme représentatifs et retenus pour l'interprétation et la conclusion de l'étude.

Lors de ce premier essai, seules les stations 3 et 4 étaient significativement différentes du contrôle du laboratoire. Les pourcentages de survie y étaient les plus faibles. Si l'on soustrait le contrôle interne du laboratoire Aquatox, toutes les stations de notre zone à l'étude montrent que le taux de survie n'était pas significativement différent entre elles.

L'absence de résultats utilisables pour la croissance de *H. azteca* ne change pas les résultats globaux obtenus pour la toxicité avec la lentille d'eau, l'algue verte *P. subcapitata* et le chironomide *C. dilutus*. En effet, pour ces trois organismes, les bioessais sur la toxicité montrent qu'il n'y a pas d'effet néfaste en 2011 dans le milieu récepteur sur la croissance et la survie. Il ne serait donc pas pertinent de reprendre des bioessais uniquement sur *H. azteca*.

**Tableau 14 : Résultats des trois séries de bioessais de toxicité sublétales effectuées avec *Hyalella* (survie) sur les sédiments dans le milieu récepteur de la mine Opémiska**

| Station d'échantillonnage       | Date de prélèvement | Résultats du taux de survie (%) avec <i>Hyalella azteca</i> |                       |                       |
|---------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
|                                 |                     | Essai du 11/08/2011                                         | Essai du 31/08/2011   | Essai du 21/09/2011   |
| Contrôle interne du laboratoire | 2011/05-25          | 100 <sup>a</sup>                                            | 96 <sup>a</sup>       | 88 <sup>a, b</sup>    |
| 3                               | 2011/07/24          | 46 <sup>b</sup>                                             | 42 <sup>b, c</sup>    | 66 <sup>a, b, c</sup> |
| 4                               | 2011/07/24          | 44 <sup>b</sup>                                             | 16 <sup>c</sup>       | 48 <sup>b, c, d</sup> |
| 5B                              | 2011/07/24          | 76 <sup>a, b</sup>                                          | 32 <sup>c</sup>       | 6 <sup>e</sup>        |
| 7                               | 2011/07/24          | 64 <sup>a, b</sup>                                          | 46 <sup>b, c</sup>    | 92 <sup>a</sup>       |
| 18                              | 2011/07/25          | 78 <sup>a, b</sup>                                          | 86 <sup>a, b</sup>    | 96 <sup>a</sup>       |
| 21                              | 2011/07/25          | 78 <sup>a, b</sup>                                          | 60 <sup>a, b, c</sup> | 26 <sup>c, d, e</sup> |
| 25                              | 2011/07/26          | 80 <sup>a, b</sup>                                          | 24 <sup>c</sup>       | 14 <sup>d, e</sup>    |

a, b, c, d ou e : Les échantillons portant une même lettre dans une même colonne ne présentent pas de différence significative entre eux selon le test de Tukey-Kramer.

### 3.1.3 Caractérisation visuelle de l'habitat aux différentes stations

Les résultats détaillés des caractéristiques physiques, physico-chimiques et biologiques des stations échantillonnées sont présentés à l'annexe B du volume 2. Les résultats présentés au tableau 15 sont tirés des observations effectuées les 23 et 27 juillet 2011.

La conductivité la plus élevée a été observée à la station 2, soit dans le canal de sortie du bassin de polissage, alors que les concentrations en oxygène dissous les plus faibles ont été observées à la station 1, soit dans l'effluent de la Ville de Chapais. La station 3c (milieu récepteur dans le ruisseau Slam) présente le pH le plus faible avec une valeur de 5,62. Mis à part quelques stations, les concentrations en oxygène dissous et le pH respectent les critères de protection de la vie aquatique du MDDEFP (2012).

La presque totalité des stations possèdent un substrat dominé par le sable avec des dépôts de sédiments. Les observations visuelles ont permis de distinguer la présence de résidus miniers aux stations 2b, 4, 9 et 10. Par ailleurs, la presque totalité des stations possèdent une abondante végétation riveraine et une végétation aquatique avec un pourcentage de recouvrement supérieur à 30 %.

## 3.2 Étude des communautés d'invertébrés benthiques

### 3.2.1 Méthodes

#### 3.2.1.1 Travaux de terrain

Le prélèvement des échantillons de benthos dans le ruisseau Slam et le ruisseau de référence a été fait le 13 octobre 2011. L'échantillonnage a été fait à trois stations sur le ruisseau Slam et à trois stations sur le ruisseau de référence. Au total, 22 stations ont été échantillonnées dans la rivière Obatogamau. Le prélèvement des échantillons de benthos dans cette rivière a été fait du 31 août au 7 septembre 2011. Des 22 stations positionnées dans la rivière Obatogamau, trois étaient situées en amont de l'embouchure du ruisseau Slam, alors que les 19 autres étaient situées en aval de cette embouchure.

L'échantillonnage a été fait avec une benne Ponar standard (superficie de 0,052 m<sup>2</sup>), à raison de trois sous-échantillons conservés individuellement par station, pour un total de 84 sous-échantillons de benthos. Les échantillons étaient considérés acceptables uniquement lorsque la benne était refermée de façon étanche et que la profondeur de pénétration de la benne dans les sédiments était d'au moins 5 cm. Si le prélèvement ne satisfaisait pas l'un de ces critères, il était rejeté et un nouveau prélèvement était effectué. Chaque sous-échantillon a été tamisé sur le terrain avec un tamis à mailles de 500 µm. Les sous-échantillons étaient ensuite conservés dans une solution d'éthanol, jusqu'au moment du tri des organismes en laboratoire.

#### 3.2.1.2 Travaux en laboratoire

Le tri et l'identification du benthos ont été effectués en sous-traitance par les Laboratoires SAB (Longueuil). Une fois au laboratoire, les trois sous-échantillons ont été combinés pour chacune des stations. Ils ont été par la suite tamisés sous le robinet à l'aide d'un tamis de 500 µm. Ensuite, tout le zoobenthos a été trié du reste du matériel par des techniciens expérimentés, au moyen d'équipement optique de haute résolution (loupe binoculaire). Le niveau de fractionnement des échantillons, le degré d'efficacité du sous-échantillonnage ainsi que la validation du tri sont présentés à l'annexe H.

L'identification a été réalisée sous loupe binoculaire ou microscope à partir des clés d'identification citées dans Merritt *et al.*, (2008) et dans Thorp et Covich (2001). Tous les organismes étaient identifiés à la famille ou à des niveaux taxonomiques supérieurs.

**Tableau 15 : Caractérisation physique, physico-chimique et biologique des stations d'inventaire**

| Station | Site                                 | Type de milieu  | Prof. (m) | Vitesse de courant (m/s) | Type de substrat                                          | Temp. de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/L) | Cond. (µS/cm) | pH   | Végétation                                                                   |
|---------|--------------------------------------|-----------------|-----------|--------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------|------------------------|---------------|------|------------------------------------------------------------------------------|
| 1       | Effluent                             | Étang           | 0,3       | 0,1                      | Résidus d'égouts camouflant le substrat                   | 14                  | 3,5                    | 296,6         | 7,31 | Bonne couverture de la végétation aquatique et riveraine                     |
| 2       | Canal de sortie                      | Chenal lentique | 0,2       | 0,05                     | Dominance de cailloux                                     | 16,7                | 5,81                   | 1051          | 8,26 | Absence presque totale de végétation                                         |
| 2b      | Canal de dérivation                  | Chenal lentique | 0,25      | 0,1                      | Dominance de sable et présence de résidus minier          | 24,5                | 10,02                  | 141,7         | 7,51 | Absence presque totale de végétation                                         |
| 3       | Ruisseau Slam Zone exposée           | Étang           | 0,35      | 0                        | Dominance de sable et dépôt de sédiments                  | 17,6                | 8,56                   | 129           | 7,65 | Bonne couverture de la végétation aquatique et riveraine                     |
| 3b      |                                      | Chenal lotique  | 0,7       | 0,3                      | Dominance de sable et dépôt de sédiments                  | 16,2                | 12,03                  | 311           | 7,75 | Bonne couverture de la végétation aquatique et riveraine                     |
| 3c      |                                      | Chenal lentique | 1,5       | 0                        | Dominance de sable et dépôt de sédiments                  | 15,5                | 11,12                  | 277,3         | 5,62 | Bonne couverture de la végétation riveraine, végétation aquatique clairsemée |
| 4       |                                      | Chenal lentique | 1,5       | 0                        | Dominance de sable, dépôt de sédiments et résidus miniers | 16,7                | 11,02                  | 252           | 7,75 | Bonne couverture de la végétation riveraine, végétation aquatique absente    |
| 5b      | Ruisseau Sans nom Zone de référence  | Chenal lentique | 1         | 0                        | Dominance de sable                                        | 18,5                | 9,3                    | 74,7          | 7,23 | Bonne couverture de la végétation aquatique et riveraine                     |
| 6       | Rivière Obatogamau Zone de référence | Chenal lotique  | 3         | 0,3                      | Dominance de sable                                        | 20,5                | 10,71                  | 38,7          | 7,4  | Bonne couverture de la végétation aquatique et riveraine                     |
| 7       |                                      | Chenal lotique  | 5         | 0,2                      | Dominance de sable                                        | 20,6                | 10,59                  | 38,8          | 7,32 | Bonne couverture de la végétation riveraine, végétation aquatique clairsemée |
| 8       |                                      | Chenal lentique | 2         | 0,1                      | Dominance de sable                                        | 20,4                | 10,42                  | 38,3          | 7,41 | Bonne couverture de la végétation riveraine, végétation aquatique absente    |
| 9       | Rivière Obatogamau Zone exposée      | Chenal lotique  | 2         | 0,2                      | Dominance de sable, dépôt de sédiments et résidus miniers | 20,6                | 10,65                  | 44,6          | 7,47 | Bonne couverture de la végétation aquatique et riveraine                     |
| 10      |                                      | Chenal lotique  | 2,5       | 0,3                      | Dominance de sable, dépôt de sédiments et résidus miniers | 20,5                | 10,5                   | 45,1          | 7,41 | Bonne couverture de la végétation aquatique et riveraine                     |
| 11      |                                      | Chenal lotique  | 3         | 0,2                      | Dominance de sable et dépôt de sédiments                  | 20,6                | 10,91                  | 41,1          | 7,46 | Bonne couverture de la végétation aquatique et riveraine                     |
| 12      |                                      | Chenal lotique  | 6,5       | 0,2                      | Dominance de sable et dépôt de sédiments                  | 20,3                | 10,39                  | 43,1          | 7,37 | Bonne couverture de la végétation riveraine, végétation aquatique clairsemée |



**Tableau 15 : Caractérisation physique, physico-chimique et biologique des stations d'inventaire (suite)**

| Station | Site                               | Type de milieu  | Prof. (m) | Vitesse de courant (m/s) | Type de substrat                         | Temp. de l'eau (°C) | Oxygène dissous (mg/L) | Cond. (µS/cm) | pH   | Végétation                                                                   |
|---------|------------------------------------|-----------------|-----------|--------------------------|------------------------------------------|---------------------|------------------------|---------------|------|------------------------------------------------------------------------------|
| 13      | Rivière Obatogamau<br>Zone exposée | Chenal lentique | nd        | 0                        | Dominance de sable et dépôt de sédiments | 19,8                | nd                     | 43,5          | 7,34 | Bonne couverture de la végétation aquatique et riveraine                     |
| 14      |                                    | Chenal lentique | nd        | 0,1                      | Dominance de sable et dépôt de sédiments | 20,5                | 10,28                  | 44,6          | 7,48 | Bonne couverture de la végétation aquatique et riveraine                     |
| 15      |                                    | Chenal lentique | nd        | 0,1                      | Dominance de sable et dépôt de sédiments | 20,2                | 10,5                   | 43,9          | 7,39 | Bonne couverture de la végétation aquatique et riveraine                     |
| 16      |                                    | Chenal lentique | nd        | 0,1                      | Dominance de sable et dépôt de sédiments | 19,7                | 10,65                  | 43,7          | 7,46 | Bonne couverture de la végétation aquatique et riveraine                     |
| 17      |                                    | Chenal lentique | nd        | 0,1                      | Dominance de sable et dépôt de sédiments | 19,8                | 10,26                  | 44,6          | 7,42 | Bonne couverture de la végétation aquatique et riveraine                     |
| 18      |                                    | Chenal lentique | 4         | 0,1                      | Dominance de sable et dépôt de sédiments | 19,9                | 11,21                  | 113           | 7,12 | Bonne couverture de la végétation riveraine, végétation aquatique clairsemée |
| 19      |                                    | Chenal lotique  | 5         | 0,3                      | Dominance de sable et dépôt de sédiments | 20,4                | 11,25                  | 56,4          | 6,95 | Bonne couverture de la végétation aquatique et riveraine                     |
| 20      |                                    | Chenal lotique  | 5         | 0,3                      | Dominance de dépôts de sédiments         | 20,6                | 10,14                  | 54,5          | 6,5  | Bonne couverture de la végétation aquatique et riveraine                     |
| 21      |                                    | Chenal lentique | 3         | 0,1                      | Dominance de sable et dépôt de sédiments | 20,5                | 10,62                  | 56,1          | 6,99 | Bonne couverture de la végétation aquatique et riveraine                     |
| 22      |                                    | Chenal lotique  | 5         | 0,2                      | Dominance de sable et dépôt de sédiments | 19,9                | 10,18                  | 64,4          | 7,26 | Bonne couverture de la végétation aquatique et riveraine                     |
| 23      |                                    | Chenal lentique | 5,5       | 0                        | Dominance de sable et dépôt de sédiments | 19,8                | 10,22                  | 57,9          | 7,17 | Bonne couverture de la végétation aquatique et riveraine                     |
| 24      |                                    | Chenal lotique  | 8         | 0,2                      | Dominance de sable et dépôt de sédiments | 20,4                | 10,03                  | 58,1          | 7,19 | Bonne couverture de la végétation aquatique et riveraine                     |
| 25      |                                    | Chenal lotique  | 6,5       | 0,2                      | Dominance de sable et dépôt de sédiments | 20,5                | 10,33                  | 55,4          | 7,23 | Bonne couverture de la végétation aquatique et riveraine                     |
| 26      |                                    | Chenal lotique  | 2         | 0,3                      | Dominance de caillou, galet et sable     | 20,3                | 10,35                  | 55,4          | 7,17 | Bonne couverture de la végétation aquatique et riveraine                     |
| 27      |                                    | Chenal lotique  | 7         | 0,2                      | Dominance de sable et dépôt de sédiments | 20,6                | 9,9                    | 56,3          | 7,02 | Bonne couverture de la végétation aquatique et riveraine                     |
| 28      |                                    | Chenal lotique  | 1         | 0,5                      | Dominance de sable et dépôt de sédiments | 20,5                | 10,18                  | 55,1          | 7,1  | Bonne couverture de la végétation aquatique et riveraine                     |
| 31      |                                    | Chenal lentique | 0,4       | 0,1                      | Dominance de sable                       | 16                  | nd                     | nd            | nd   | Bonne couverture de la végétation aquatique et riveraine                     |

### 3.2.1.3 Descripteurs univariés et analyse statistique

La première étape de l'analyse des données consistait à calculer des descripteurs univariés, c'est-à-dire des indices qui ont pour but de résumer les données de benthos en une valeur unique. Les descripteurs univariés suivants ont été calculés pour chaque station d'échantillonnage :

- densité (nombre d'organismes/m<sup>2</sup>);
- richesse taxonomique (nombre de taxons);
- indice de diversité de Simpson ( $D$ ).

L'indice de diversité de Simpson a été calculé par la formule (Smith et Wilson, 1996) :

$$D = 1 - \sum_{s=1}^S p_s^2$$

où  $p_s$  est le rapport entre l'abondance du  $s^{\text{e}}$  taxon et l'abondance totale dans l'échantillon.

Le nombre de taxons EPT ainsi que le rapport EPT/C ont également été calculés pour chaque station. Le nombre de taxons EPT est le nombre d'espèces présentes à chaque station appartenant aux ordres des éphéméroptères, plécoptères et trichoptères. Le rapport EPT/C (densité des éphéméroptères, plécoptères et trichoptères divisé par la densité des chironomidés) est un indicateur servant à comparer l'abondance des taxons considérés comme sensibles à la pollution (éphéméroptères, plécoptères et trichoptères) à celle des organismes considérés comme tolérants (chironomidés).

Les descripteurs univariés ont été comparés entre les stations du ruisseau Slam et les stations du ruisseau de référence au moyen d'une analyse de variance (ANOVA). L'ANOVA repose sur l'hypothèse de la distribution normale des données et l'homogénéité des variances, mais demeure robuste même en présence de la non-normalité des distributions, à moins que les données ne s'écartent fortement de la distribution normale (Zar, 1996). La normalité des distributions a été vérifiée avec un test de Lilliefors (Lilliefors, 1967; SYSTAT, 1998). Ce test transforme automatiquement les variables en valeurs centrées réduites afin de les comparer à une distribution normale centrée réduite et présente l'avantage d'être plus puissant que le test de Kolmogorov-Smirnov ordinaire (Lilliefors, 1967; Sokal et Rohlf, 1995). L'homogénéité des variances a été vérifiée avec le test de Levene (Snedecor et Cochran, 1980). Ce test présente l'avantage d'être robuste à la non-normalité des distributions (Day et Quinn, 1989). Toutes les comparaisons effectuées entre le ruisseau Slam et le ruisseau de référence respectaient les conditions d'application de l'ANOVA. Le seuil de probabilité  $P$  utilisé pour indiquer s'il y a ou non des différences significatives entre les deux ruisseaux est de 0,1.

Afin de vérifier si les descripteurs univariés varient significativement le long du gradient de contamination de la rivière Obatogamau, la régression linéaire a été utilisée en retenant les descripteurs comme variable dépendante et la distance des stations par rapport à l'embouchure du ruisseau Slam, comme variable indépendante. Pour ces régressions linéaires, les résultats des trois stations de référence ont été exclus, puisque l'hypothèse est que la rivière Obatogamau est plus contaminée près de l'effluent et que sa contamination diminue en s'éloignant vers l'aval. Les données des trois stations de référence dans la rivière Obatogamau apparaissent tout de même dans les graphiques et ceux-ci sont présentés à titre de comparatifs. Le seuil de probabilité  $P$  utilisé pour indiquer s'il y a ou non des variations significatives le long du gradient est de 0,05. Dans le cas d'une réponse des communautés benthiques à la contamination, la densité des organismes, la richesse taxonomique, la diversité de Simpson, le nombre de taxons EPT et le rapport EPT/C devraient tous augmenter significativement en fonction de la distance des stations par rapport à l'embouchure. Les stations situées près de l'embouchure, étant théoriquement situées dans un milieu plus contaminé, devraient présenter de faibles valeurs de ces paramètres. Les valeurs mesurées devraient également revenir près des valeurs de référence (stations 6, 7 et 8) à mesure qu'augmente la distance des stations par rapport à l'embouchure du ruisseau Slam.

### 3.2.2 Résultat

#### 3.2.2.1 Ruisseau Slam

Les résultats des analyses statistiques n'ont montré aucune différence significative entre les deux ruisseaux en ce qui concerne la densité des organismes benthiques (ANOVA,  $P = 0,891$ ) et la diversité de Simpson (ANOVA,  $P = 0,191$ ). Par contre, la richesse taxonomique (ANOVA,  $P = 0,024$ ), le nombre de taxons EPT (ANOVA,  $P = 0,010$ ) et le rapport EPT/C (ANOVA,  $P = 0,014$ ) ont montré des différences significatives entre les deux ruisseaux. En effet, on note une baisse significative de la richesse taxonomique et du nombre de taxons sensibles à la pollution (EPT et EPT/C) dans le ruisseau Slam comparativement au ruisseau de référence (tableau 16). Une matrice des données brutes du recensement des invertébrés benthiques est présentée à l'annexe I.

**Tableau 16 : Valeurs moyennes des descripteurs univariés des communautés benthiques dans le ruisseau Slam et le ruisseau de référence**

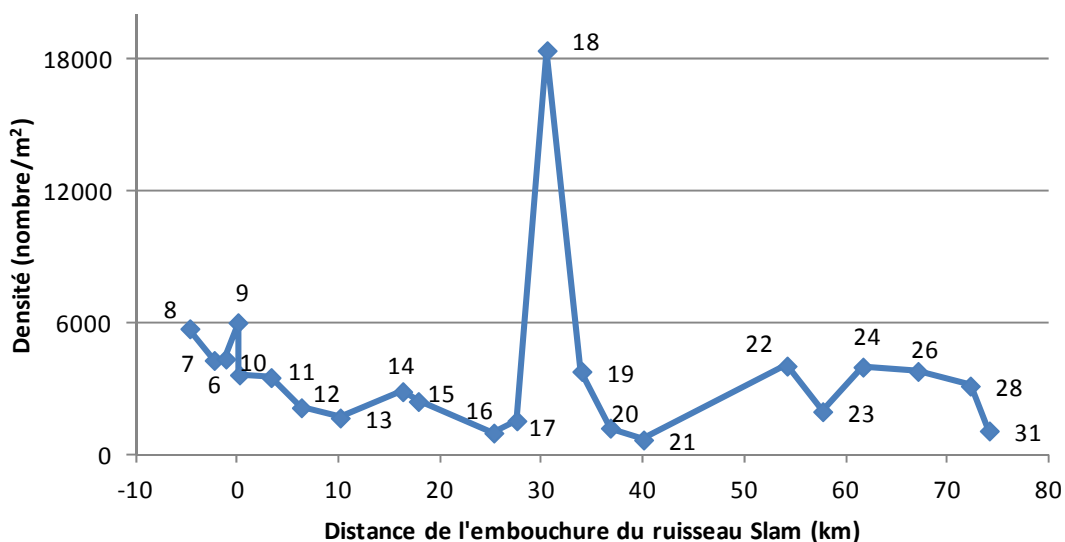
| Zone                         | Densité<br>(n <sup>bre</sup> d'org./m <sup>2</sup> ) | Richesse<br>taxonomique<br>(n <sup>bre</sup> d'espèces) | Indice de<br>diversité de<br>Simpson (D') | Nombre de taxons<br>EPT | Rapport EPT/C      |
|------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------|--------------------|
| <b>Ruisseau Slam</b>         |                                                      |                                                         |                                           |                         |                    |
| Moyenne                      | 3 660 <sup>a</sup>                                   | 14,3 <sup>a</sup>                                       | 0,638 <sup>a</sup>                        | 2,3 <sup>a</sup>        | 0,087 <sup>a</sup> |
| Écart-type                   | 173                                                  | 2,5                                                     | 0,157                                     | 1,5                     | 0,104              |
| <b>Ruisseau de référence</b> |                                                      |                                                         |                                           |                         |                    |
| Moyenne                      | 3 626 <sup>a</sup>                                   | 20,3 <sup>b</sup>                                       | 0,786 <sup>a</sup>                        | 6,7 <sup>b</sup>        | 1,574 <sup>b</sup> |
| Écart-type                   | 369                                                  | 1,5                                                     | 0,046                                     | 0,6                     | 0,609              |

<sup>a</sup> : Pour une même colonne, les moyennes portant une même lettre n'étaient pas significativement différentes ( $P > 0,1$ ).

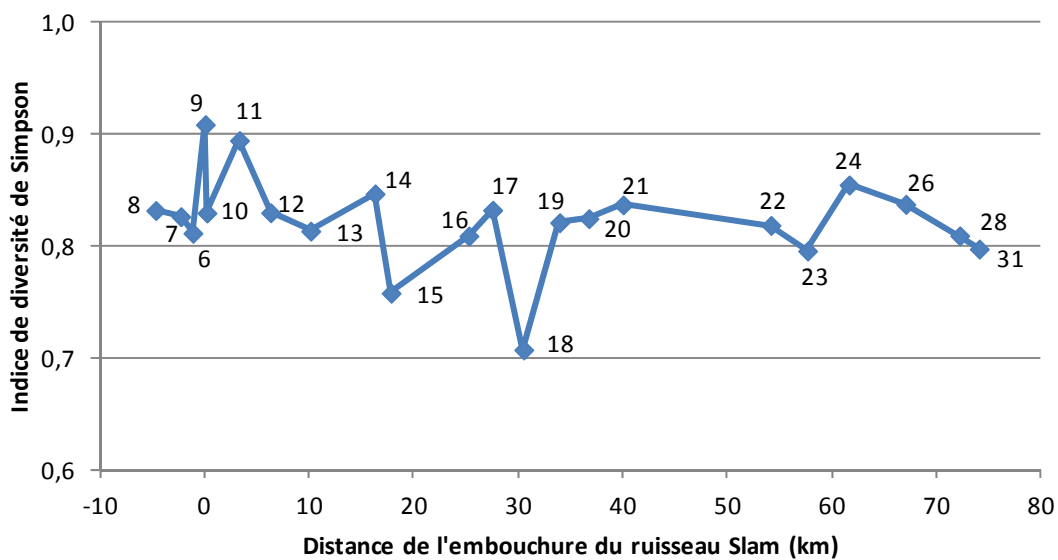
#### 3.2.2.2 Rivière Obatogamau

Les analyses statistiques ont montré qu'il n'existe aucune variation significative de la densité des organismes benthiques ( $P = 0,753$ ), du rapport EPT/C ( $P = 0,811$ ) et de la diversité de Simpson ( $P = 0,286$ ) le long de la rivière Obatogamau (figures 1 à 3). Par contre, la richesse taxonomique ( $P = 0,011$ ) ainsi que le nombre de taxons EPT ( $P = 0,046$ ) varient significativement en fonction de la distance des stations par rapport à l'embouchure du ruisseau Slam (figures 4 et 5). À première vue, on pourrait penser à un effet de la contamination de la rivière Obatogamau. Cependant, la richesse taxonomique et le nombre de taxons sensibles à la pollution diminuent significativement en fonction de la distance des stations par rapport au ruisseau Slam. Dans le cas d'un effet de la rupture de la digue de la mine Opémiska, on aurait dû s'attendre à ce que ces deux paramètres augmentent en fonction de la distance des stations. Ces résultats indiquent plutôt que les stations potentiellement contaminées (situées près de l'embouchure du ruisseau Slam) présentent une richesse taxonomique plus élevée et un plus grand nombre de taxons sensibles à la pollution.

Dans le cas de la densité des organismes benthiques et du rapport EPT/C, la station 18 a montré des valeurs beaucoup plus élevées que les autres stations (figures 1 et 3). Ces valeurs pouvant être considérées comme étant aberrantes, elles ont été exclues afin de refaire les analyses statistiques sans les données de la station 18. Les résultats ont tout de même démontré l'absence de variation significative pour ces deux paramètres ( $P > 0,05$ ).



**Figure 1 :** Variation spatiale de la densité des organismes benthiques observée aux différentes stations d'échantillonnage sur la rivière Obatogamau



**Figure 2 :** Variation spatiale de l'indice de diversité de Simpson observé aux différentes stations d'échantillonnage sur la rivière Obatogamau

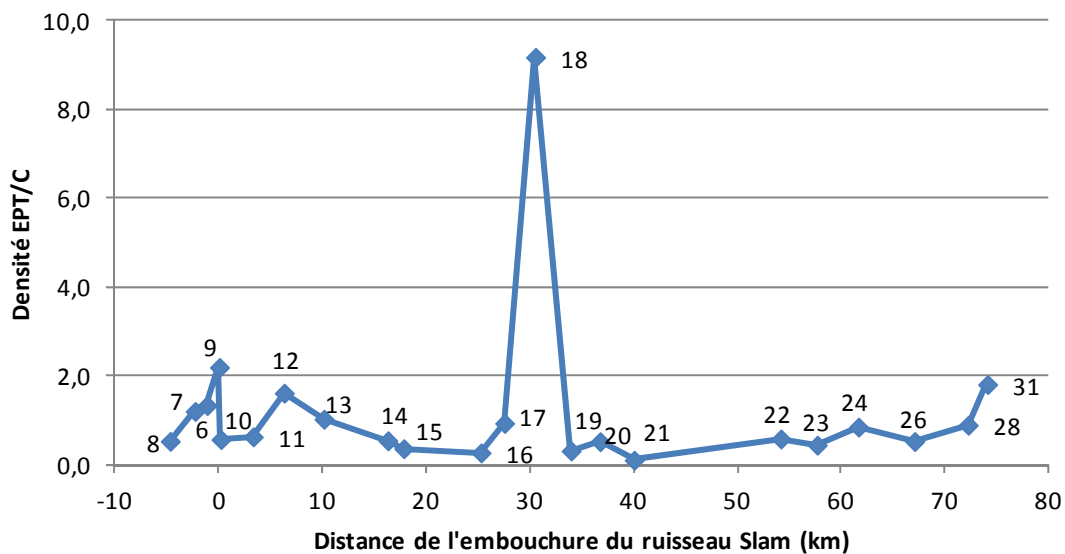


Figure 3 : Variation spatiale du rapport EPT/C observé aux différentes stations d'échantillonnage sur la rivière Obatogamau

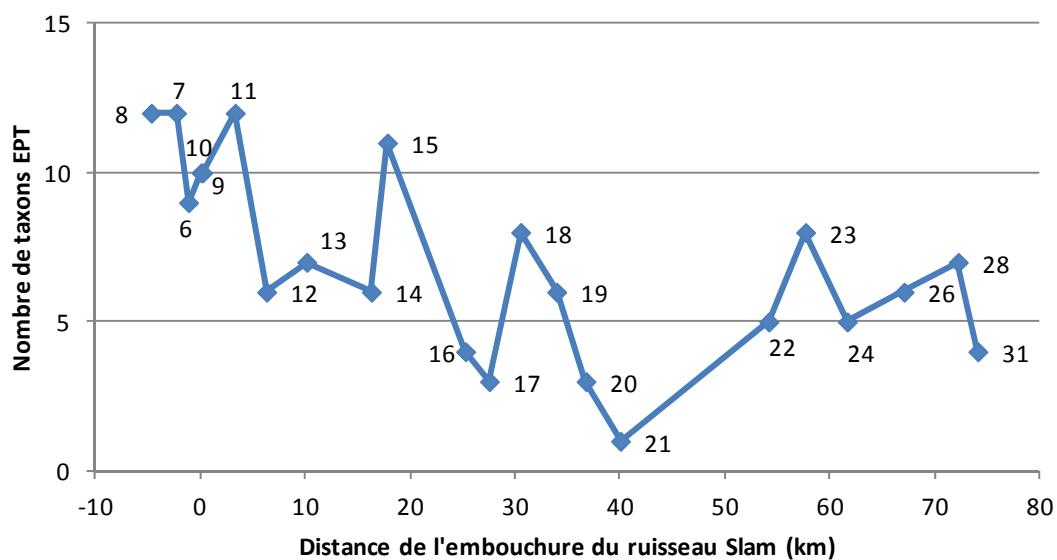
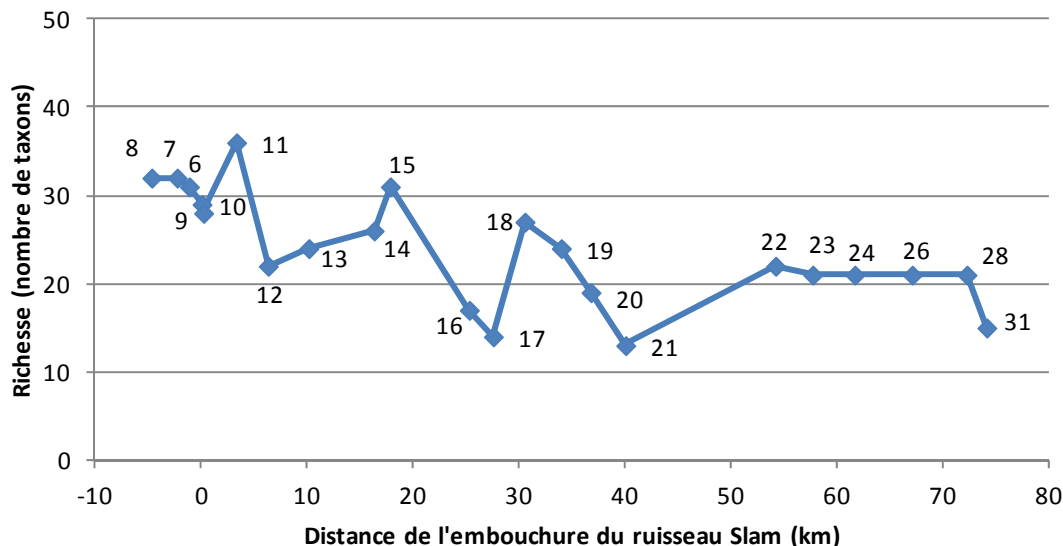


Figure 4 : Variation spatiale du nombre de taxons EPT observés aux différentes stations d'échantillonnage sur la rivière Obatogamau



**Figure 5 : Variation spatiale de la richesse taxonomique des organismes benthiques observée aux différentes stations d'échantillonnage sur la rivière Obatogamau**

### 3.2.3 Discussion

#### 3.2.3.1 Ruisseau Slam

La structure de la communauté benthique trouvée au ruisseau Slam est significativement différente de celle trouvée dans le ruisseau de référence. En effet, la richesse taxonomique, le nombre de taxons EPT et le rapport EPT/C sont significativement plus faibles dans le ruisseau Slam que dans le ruisseau de référence. Ces différences sont principalement dues à la disparition de taxons sensibles à la pollution par les métaux et à la plus grande abondance des taxons tolérants à la pollution dans le ruisseau Slam.

L'analyse des données brutes démontre que les éphéméroptères de la famille des *Ephemeridae* et des *Leptophlebiidae* sont abondants dans le ruisseau de référence, alors qu'ils sont complètement absents des stations échantillonnées dans le ruisseau Slam. Ces deux taxons sont considérés comme intolérants à la pollution par les métaux (Klemm *et al.*, 1990; McGuire, 1992, 1993 et 1994). De plus, les trichoptères de la famille des *Molannidae*, des *Hydroptilidae* et des *Polycentropodidae* sont abondants dans le ruisseau de référence et sont absents ou peu abondants dans le ruisseau Slam. Les représentants de la famille des *Hydroptilidae* et des *Polycentropodidae* sont généralement intolérants à la pollution par les métaux (Klemm *et al.*, 1990; McGuire, 1992, 1993 et 1994). Dans le cas de la famille des *Molannidae*, aucune valeur de tolérance à la pollution par les métaux n'a pu être trouvée dans la littérature. L'analyse des données brutes montre aussi que les mollusques de la famille des *Planorbidae* étaient abondants dans le ruisseau de référence et absents du ruisseau Slam. Ces organismes sont considérés comme intolérants à la pollution par les métaux selon McGuire (1992, 1993 et 1994). Enfin, les amphipodes de la famille des *Hyaellidae* étaient abondants dans le ruisseau de référence, alors qu'ils étaient complètement absents du ruisseau Slam. Le représentant de cette famille le plus fréquent, *Hyalrella azteca*, est considéré comme intolérant à la pollution par les métaux selon McGuire (1992, 1993 et 1994).

L'analyse des données brutes montre également que les *tubificidae*, organismes considérés comme tolérants à la pollution par les métaux (Klemm *et al.*, 1990), étaient abondants dans le ruisseau Slam et presque absents dans le ruisseau de référence. De plus, les larves de *Chironomidae* étaient très abondantes dans le ruisseau Slam (densité moyenne de 1 891 ind./m<sup>2</sup> ± 636) et moins abondantes dans le ruisseau de référence (densité moyenne



de 853 ind./m<sup>2</sup> ± 269). La tolérance à la pollution par les métaux des larves de *Chironomidae* varie grandement selon les genres. En effet, certains taxons de chironomidés sont tolérants aux métaux (*Orthocladini*), alors que d'autres (*Tanytarsini*) y sont aussi sensibles que les éphéméroptères. Une identification plus précise de ce groupe taxonomique aurait permis de déterminer l'abondance relative des taxons tolérants et intolérants dans les deux ruisseaux étudiés.

Toutes ces différences montrent que la communauté benthique du ruisseau Slam est modulée en fonction de la tolérance à la pollution des organismes qui la composent. Les organismes tolérants à la pollution y sont plus abondants, alors que les organismes sensibles y sont moins abondants. Les différences observées entre les communautés benthiques du ruisseau Slam et du ruisseau de référence (baisse de la richesse taxonomique, du nombre de taxons EPT et du rapport EPT/C) peuvent être attribuables à la rupture de la digue du parc à résidus et à la contamination historique de ce ruisseau dues aux activités minières passées. En effet, il est possible qu'au moins une partie des différences notées fussent observables avant la rupture de la digue étant donné que le ruisseau Slam a connu plusieurs années d'accumulation de pollution d'origine minière. Cependant, étant donné que des résidus miniers provenant de la rupture de la digue (résidus fraîchement déposés) ont été observés sur tout le parcours du ruisseau Slam en grandes quantités, on peut certainement attribuer une grande partie des différences observées à la rupture de la digue et non aux résidus accumulés antérieurement à cette rupture.

La qualité des sédiments du ruisseau Slam était moindre que celle observée sur le ruisseau de référence. En effet, les sédiments du ruisseau Slam présentent de fortes concentrations de cuivre qui dépassent parfois la concentration d'effets fréquents (Environnement Canada et MDDEP, 2007). De plus, les teneurs en arsenic dépassaient parfois la concentration d'effet probable, les teneurs en zinc dépassaient parfois la concentration d'effets occasionnels et les teneurs en plomb dépassaient parfois la concentration d'effets rares. Dans le ruisseau de référence, aucun métal dosé dans les sédiments ne dépassait les critères d'Environnement Canada et du MDDEP (2007).

Dans le cas de la qualité de l'eau, les résultats des analyses chimiques montrent que des dépassements des critères de protection de la vie aquatique (CCME, MDDEFP) sont observés au ruisseau Slam pour le cuivre et le fer, alors que dans le ruisseau de référence, des dépassements de ces mêmes critères ne sont observés que pour le fer uniquement.

### 3.2.3.2 Rivière Obatogamau

La tolérance des organismes benthiques à l'exposition aux métaux est fonction de la capacité de ces organismes à métaboliser et excréter ces éléments. Lorsque les concentrations de métaux dans l'environnement surpassent la capacité des organismes à métaboliser les métaux, il en résulte des effets toxiques (Kiffney et Clements *In* Simon, 2003). Dans ce cas, le nombre d'espèces observées et l'abondance des organismes peuvent diminuer. Dans la présente étude, les communautés benthiques trouvées aux stations de référence (stations 6, 7 et 8) présentent une densité, une richesse taxonomique, un indice de diversité de Simpson, un rapport EPT/C et une richesse de taxons EPT similaires aux stations situées près de l'embouchure du ruisseau Slam. Les communautés benthiques de la zone de référence sont donc semblables à celles trouvées dans la zone théoriquement la plus affectée de la rivière Obatogamau.

Plusieurs études portant sur les effets des métaux sur la structure des communautés benthiques ont démontré que, de façon générale, l'abondance relative des éphéméroptères était plus faible et l'abondance relative des chironomidés (ordre des diptères) était plus forte dans les milieux contaminés par les métaux (Kiffney et Clements *in* Simon, 2003). Ces observations ont été faites dans une grande variété d'habitats dans toute l'Amérique du Nord. La famille des Hydropsychidés (ordre des trichoptères) et plusieurs plécoptères seraient, comme les chironomidés, parmi les plus tolérants aux métaux. Dans l'ordre des éphéméroptères, les familles des Heptageniidés et des Ephemerellidés seraient les plus sensibles aux métaux.

Dans la présente étude, l'analyse statistique des données a démontré que la richesse taxonomique et le nombre de taxons EPT (éphéméroptères, plécoptères et trichoptères) diminuent significativement en fonction de la distance des stations par rapport à l'embouchure du ruisseau Slam. Ces résultats suggèrent que l'habitat serait

plus dégradé aux stations situées le plus en aval. Considérant la grande distance séparant les stations, on peut possiblement attribuer ces résultats à la variabilité naturelle des populations benthiques le long des cours d'eau. En effet, rien ne suppose que les populations benthiques à un endroit donné soient identiques à celles trouvées à quelque 70 km plus bas dans le réseau hydrographique.

La caractérisation effectuée montre que la qualité des sédiments est bonne sur tout le parcours de la rivière Obatogamau. En effet, aucun dépassement des critères d'Environnement Canada et du MDDEP (2007) n'a été observé pour tous les paramètres mesurés dans les sédiments, mis à part les dépassements de la concentration seuil produisant un effet pour le cuivre aux stations 9 et 10, soit les stations les plus rapprochées de l'embouchure du ruisseau Slam. De plus, la qualité de l'eau de la rivière Obatogamau fut bonne en 2011 sur tout son parcours. En effet, aucun dépassement des critères du MDDEFP (2012) et du CCME (2012) n'a été observé pour ce qui est des paramètres mesurés dans l'eau, mis à part un dépassement du critère du MDDEFP pour le plomb à la station 9. Les IQE calculés avec les mesures hebdomadaires de l'eau du milieu récepteur effectuées par le MRN ont également montré que l'eau était qualifiée de moyenne et de bonne qualité durant 2011. Il est donc difficile de relier les diminutions significatives de richesse taxonomique et du nombre de taxons EPT aux stations situées en aval avec la qualité physico-chimique de l'habitat.

### **3.3 Étude des communautés de poissons**

#### **3.3.1 Méthodes**

##### **3.3.1.1 Travaux de terrain**

L'échantillonnage des poissons a eu lieu du 31 août au 8 septembre 2011. L'échantillonnage a été fait à trois stations sur le ruisseau Slam, à une station sur le ruisseau de référence et à 16 stations sur la rivière Obatogamau. Des 16 stations de la rivière Obatogamau, trois étaient situées en amont de l'embouchure du ruisseau Slam (stations 6, 7 et 8), alors que les 13 autres étaient situées en aval de cette embouchure (carte 3). Les positions des stations de même que les détails concernant le type d'engin et la durée de pêche à chaque station sont présentés à l'annexe J.

À la station du ruisseau de référence (station 5, carte 3), le verveux (effort de 2 nuits) et la pêche à l'électricité ont été utilisés pour capturer les poissons. À deux des trois stations du ruisseau Slam (stations 3 et 4), le verveux (effort de 2 nuits à chaque station) et la pêche à l'électricité ont également été utilisés pour capturer les poissons. L'habitat observé à ces deux stations était comparable à celui trouvé à la station du ruisseau de référence. L'utilisation des mêmes engins de pêche dans les deux ruisseaux a été faite afin de pouvoir comparer les résultats entre eux. La pêche à l'électricité a eu lieu sur une durée d'environ 20 minutes à chacune des stations.

La troisième station visitée sur le ruisseau Slam (station 1) a été inventoriée dans un but exploratoire. En effet, une des demandes du MPO consiste à déterminer si le ruisseau Slam constitue toujours un habitat du poisson. Les pêches à l'électricité effectuées à la station 1 et en aval de cette station (jusqu'à un kilomètre en aval) avaient donc pour but de confirmer la présence de poissons à la limite amont du ruisseau Slam. L'observation de poissons dans ce secteur, particulièrement affecté par la rupture de la digue, indiquerait donc que tout le ruisseau constitue toujours un habitat du poisson.

Dans la rivière Obatogamau, toutes les stations ont été inventoriées à l'aide de trappes de type Alaska uniquement. L'effort de pêche fut de 3 nuits-trappes aux stations 6 et 31, de 5 nuits-trappes à la station 4, de 6 nuits-trappes aux stations 16, 18 et 28 ainsi que de 4 nuits-trappes aux 10 stations restantes. L'effort de pêche a été augmenté aux stations où le succès de pêche était plus faible. Ceci a été fait dans le but de capturer minimalement 50 poissons à chaque station. Cet objectif n'a cependant pu être atteint à plusieurs stations.

### 3.3.1.2 Traitement des échantillons

Tous les poissons capturés ont été dénombrés et identifiés à l'espèce. Au besoin, la clé d'identification de Scott et Crossman (1974) a été utilisée. La seule mesure morphométrique prise sur chaque poisson fut le poids corporel ( $\pm 0,1$  g). Dans le cas des petits poissons qui étaient parfois nombreux, ceux-ci ont été regroupés par espèces et pesés en groupe. Le poids individuel de chaque individu a ensuite été calculé en divisant le poids mesuré par le nombre d'individus présents dans l'échantillon. L'état externe de chaque poisson a été évalué en vérifiant la présence de toutes les anomalies de type DELT (déformations, érosion, lésions et tumeurs) indiquées sur la liste de vérification apparaissant dans le *Guide technique* pour l'ESEE de mines de métaux (Environnement Canada, 2012) et qui est présentée à l'annexe K. Tous les poissons ont été remis à l'eau vivants. Les données brutes des captures et des mesures morphométriques sur les poissons sont présentées à l'annexe L.

### 3.3.1.3 Traitement des données

La saisie informatique de toutes les données de l'étude des poissons a été vérifiée par deux techniciens afin de s'assurer de la concordance avec les données originales (méthode lecture/écoute).

La récolte des données avait pour but initial de déterminer l'indice d'intégrité biotique (IIB) des communautés de poissons. L'IIB de Karr (1981), modifié pour le Québec par Richard (2006), est calculé à partir des paramètres suivants : 1 : Nombre et identité des espèces de catostomidés; 2 : Nombre et identité des espèces intolérantes à la pollution; 3 : Pourcentage d'omnivores; 4 : Pourcentage d'insectivores; 5 : Pourcentage de piscivores; 6 : Proportion de la communauté présentant une anomalie de type DELT (déformation, érosion, lésion, tumeur).

La détermination de la tolérance à la pollution (tolérant, intermédiaire ou intolérant) ainsi que du niveau trophique des espèces de poissons capturées (omnivore, piscivore, insectivore, filtreur) a été tirée des travaux de Richard (2006), Barbour *et al.* (1999) et de Richard et Giroux (2004). Ces données apparaissent à l'annexe M du présent document. Dans le cas de la ouitouche, une tolérance intermédiaire à la pollution lui a été imputée en l'absence de renseignements sur le sujet.

Pour deux raisons, l'IIB n'a pu être calculé dans la présente étude. Premièrement, l'estimation des deux premiers paramètres (nombre de catostomidés et nombre d'espèces intolérantes) aurait pu nuire à la précision de l'indice. En effet, les résultats ont démontré que le nombre de catostomidés est naturellement faible (seuls les meuniers noir et rouge sont présents dans la rivière) et aucune espèce de poissons intolérante n'a été capturée tant en amont qu'en aval de l'embouchure du ruisseau Slam dans la rivière Obatogamau. Deuxièmement, l'IIB n'est fiable que si un minimum de 50 poissons est capturé à chaque station (Niemela *et al.*, 1999). Dans la présente étude, ce minimum a été atteint à 3 stations sur un total de 16. Certains paramètres utilisés pour calculer l'IIB (% omnivores, % insectivores, % piscivores, % anomalies) sont tout de même présentés dans ce rapport à titre indicatif. De plus, la richesse taxonomique a été calculée pour chaque station.

Dans le cas présent, le calcul de l'indice *Well Being* (IWB) est plus approprié. Cet indice, élaboré par Gammon (1980), évalue la réponse des communautés de poissons aux stress environnementaux. Il incorpore à la fois l'abondance, la biomasse et l'indice de diversité de Shannon. L'IWB est calculé par la formule suivante :

$$\text{IWB} : 0,5 \ln n + 0,5 \ln b + H'_n + H'_b$$

où  $n$  = nombre total d'individus capturés par unité d'effort à chaque station;

$b$  = biomasse totale prélevée par unité d'effort à chaque station;

$$H'_n = 2,303 (\log_{10} n - (1/n \sum n_i \log_{10} n_i));$$

$$H'_b = 2,303 (\log_{10} b - (1/n \sum b_i \log_{10} b_i));$$

$n_i$  = nombre d'individus capturés par unité d'effort pour l'espèce  $i$  à chaque station;

$b_i$  = biomasse prélevée par unité d'effort pour l'espèce  $i$  à chaque station.

Cependant, il arrive que l'IWB ait une valeur élevée en milieu dégradé, parfois même supérieure à celle des milieux naturels, puisqu'à l'augmentation de l'abondance des espèces tolérantes à la pollution ne correspond qu'une faible diminution de la diversité (Hugues et Gammon, 1987). Pour remédier à ce problème, l'IWB peut être modifié (IWBm) en retranchant des variables  $n$  et  $b$  la contribution des espèces tolérantes, sans toutefois les retrancher dans le calcul des indices de diversité de Shannon. En milieux pollués, cette modification augmente la sensibilité de l'indice, puisque la valeur enregistrée est d'autant plus basse qu'il y a une forte dominance des espèces tolérantes. L'IWBm est positivement corrélé à la qualité de l'habitat du poisson. Il est basé sur la prémisse que les secteurs de rivière les moins affectés par la pollution supportent une plus grande abondance et une plus grande diversité de poissons que les secteurs fortement pollués.

Un autre indice peut être calculé à partir de l'IWB et de l'IWBm. Cet indice, nommé ici IWB-IWBm, constitue une indication directe du degré d'altération des communautés de poissons (Ohio EPA, 1988). Il s'agit simplement de faire la différence entre les deux indices, soit l'indice *Well Being* moins l'indice *Well Being* modifié. Cet indice prend une valeur inférieure ou égale à 0,5 en milieu naturel et une valeur supérieure à 1 en milieu dégradé.

Dans la présente étude, ces trois indices (IWB, IWBm et IWB-IWBm) ont été calculés afin de documenter l'état des communautés de poissons de la rivière Obatogamau. Comme traitement préalable au calcul de ces indices, l'abondance des poissons a été exprimée, pour chaque espèce et chaque station, en captures par unité d'effort (CPUE) et biomasses par unité d'effort (BPUE), l'unité d'effort étant la nuit-trappe. La station 22 a été exclue des calculs, car la trop faible diversité observée (2 espèces recensées) causait des résultats aberrants. Dans les cas du ruisseau Slam et du ruisseau de référence, les indices n'ont pas été calculés en raison du trop faible nombre de poissons et d'espèces capturés.

Afin de vérifier si l'IWB, l'IWBm, l'IWB-IWBm, les CPUE, les BPUE, la richesse taxonomique et le pourcentage d'individus présentant des anomalies varient significativement le long du gradient de contamination de la rivière Obatogamau, la régression linéaire a été utilisée en retenant ces paramètres comme variable dépendante et la distance des stations par rapport à l'embouchure du ruisseau Slam, comme variable indépendante. Pour ces régressions linéaires, les résultats des trois stations de référence ont été exclus des analyses.

### 3.3.2 Résultats

#### 3.3.2.1 Ruisseau Slam

Les pêches effectuées dans le ruisseau Slam et le ruisseau de référence ont permis de recenser un total de quatre espèces de poissons. Le meunier noir, la lotte et l'épinoche à cinq épines sont présents dans le ruisseau Slam, alors que le meunier noir, la lotte et le grand brochet sont présents dans le ruisseau de référence (tableaux 17 et 18). La richesse taxonomique est donc de trois espèces dans les deux ruisseaux. Mentionnons ici que les épinoches à cinq épines ont été capturées uniquement à la station 1 du ruisseau Slam, station située le plus en amont. Cette observation démontre que ce secteur constitue encore aujourd'hui un habitat du poisson.

Les densités de poissons observées sont plus fortes dans le ruisseau de référence que dans le ruisseau Slam. En effet, plusieurs meuniers noirs ont été capturés à l'aide des verveux dans le ruisseau de référence ( $n=26$ ), alors que ceux-ci sont moins nombreux dans le ruisseau Slam ( $n=5$ ). Les CPUE et BPUE étaient donc plus fortes dans le ruisseau de référence que dans le ruisseau Slam. Le grand brochet et la lotte ont été capturés en faibles quantités dans les deux ruisseaux.

L'examen des spécimens a démontré que ceux-ci étaient tous exempts d'anomalies, mis à part 7 épinoches à cinq épines (sur un total de 72) récoltées à la station 1. Pour ces épinoches, le pourcentage de poissons présentant des anomalies est donc de 10 %.

**Tableau 17 : Résultats des pêches aux verveux effectuées dans le ruisseau Slam et le ruisseau de référence**

| Zone                         | Meunier noir | Lotte | Grand brochet | Nombre total de poissons | CPUE (poissons/nuit-verveux) | BPUE (kg/nuit-verveux) |
|------------------------------|--------------|-------|---------------|--------------------------|------------------------------|------------------------|
| <b>Ruisseau Slam</b>         |              |       |               |                          |                              |                        |
| Station 3                    | 2            | 0     | 0             | 2                        | 1                            | 0,015                  |
| Station 4                    | 3            | 0     | 0             | 3                        | 1,5                          | 0,002                  |
| <b>Ruisseau de référence</b> |              |       |               |                          |                              |                        |
| Station 5                    | 26           | 1     | 1             | 28                       | 14                           | 0,154                  |

**Tableau 18 : Résultats des pêches à l'électricité effectuées dans le ruisseau Slam et le ruisseau de référence**

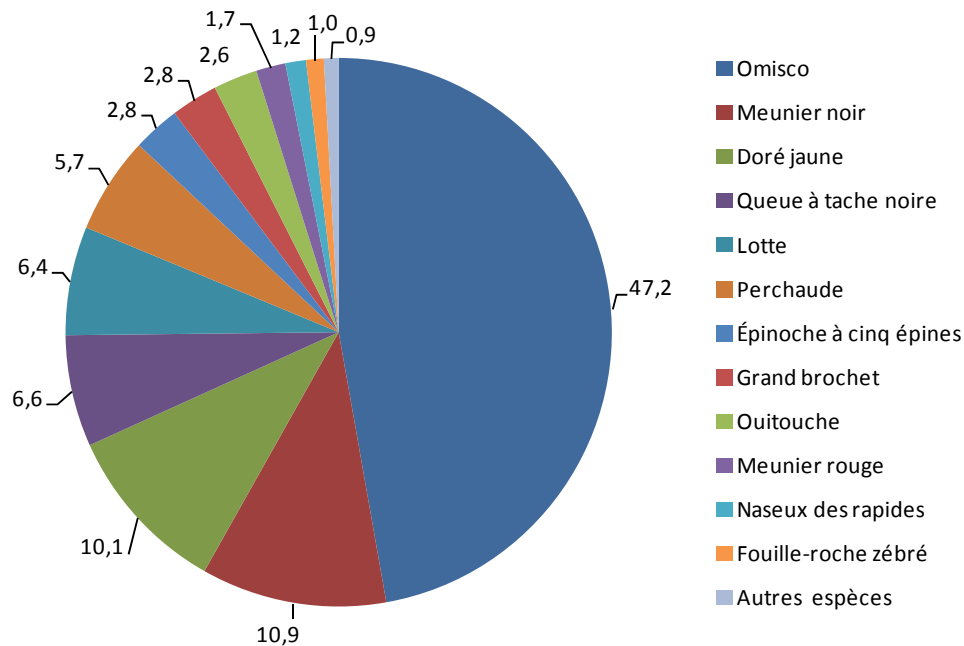
| Zone                         | Meunier noir | Lotte | Épinoche à cinq épines | Nombre total de poissons |
|------------------------------|--------------|-------|------------------------|--------------------------|
| <b>Ruisseau Slam</b>         |              |       |                        |                          |
| Station 1                    | 0            | 0     | 72                     | 72                       |
| Station 3                    | 0            | 0     | 0                      | 0                        |
| Station 4                    | 1            | 5     | 0                      | 6                        |
| <b>Ruisseau de référence</b> |              |       |                        |                          |
| Station 5                    | 5            | 7     | 0                      | 12                       |

### 3.3.2.2 Rivière Obatogamau

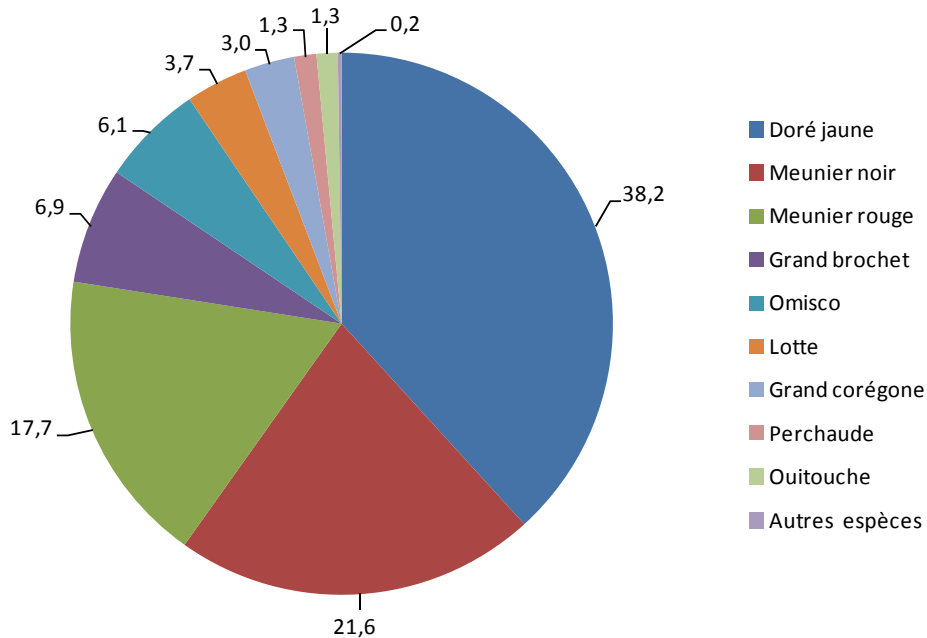
L'abondance relative et la biomasse relative de toutes les espèces de poissons capturées dans la rivière Obatogamau sont illustrées aux figures 6 et 7. On remarque que bien que l'omisco soit l'espèce la plus abondante dans la rivière (près de la moitié des captures effectuées), celle-ci ne représente qu'un faible pourcentage de la biomasse récoltée. Le doré jaune, le meunier rouge et le meunier noir représentent, à eux seuls, environ 78 % de la biomasse récoltée.

Les analyses statistiques ont montré que les CPUE ( $P = 0,083$ ) et les BPUE ( $P = 0,228$ ) enregistrées dans la rivière Obatogamau ne varient pas significativement en s'éloignant de l'embouchure du ruisseau Slam (figures 8 et 9). Ces résultats démontrent que la densité et la biomasse des poissons ne sont pas significativement différentes aux stations théoriquement plus contaminées (situées près de l'embouchure du ruisseau Slam) qu'aux stations théoriquement moins contaminées (situées plus en aval). Les CPUE et BPUE enregistrées aux stations de référence (stations 6, 7 et 8) étaient du même ordre que celles enregistrées aux stations les plus rapprochées de l'embouchure du ruisseau Slam.

Les mêmes résultats sont observés en ce qui concerne la richesse taxonomique ( $P = 0,108$ ) et le pourcentage d'individus présentant des anomalies ( $P = 0,510$ ) (figures 10 et 11). La richesse taxonomique n'est donc pas plus faible aux stations théoriquement plus contaminées et les anomalies ne sont pas plus fréquentes à ces mêmes stations.

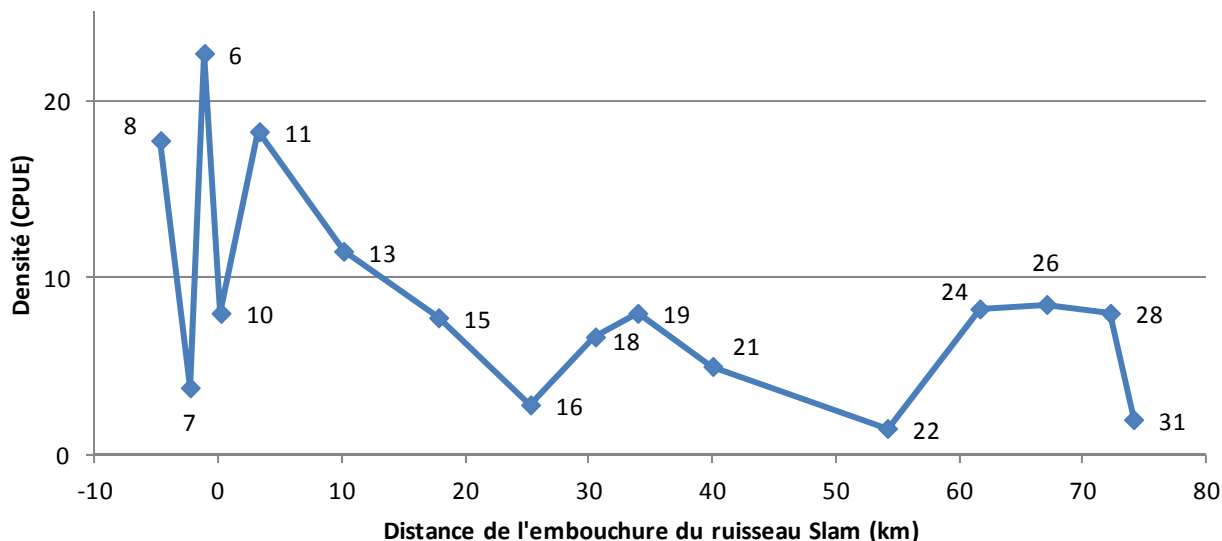


**Figure 6 : Abondance relative (%) des espèces de poissons capturées dans la rivière Obatogamau en 2011**

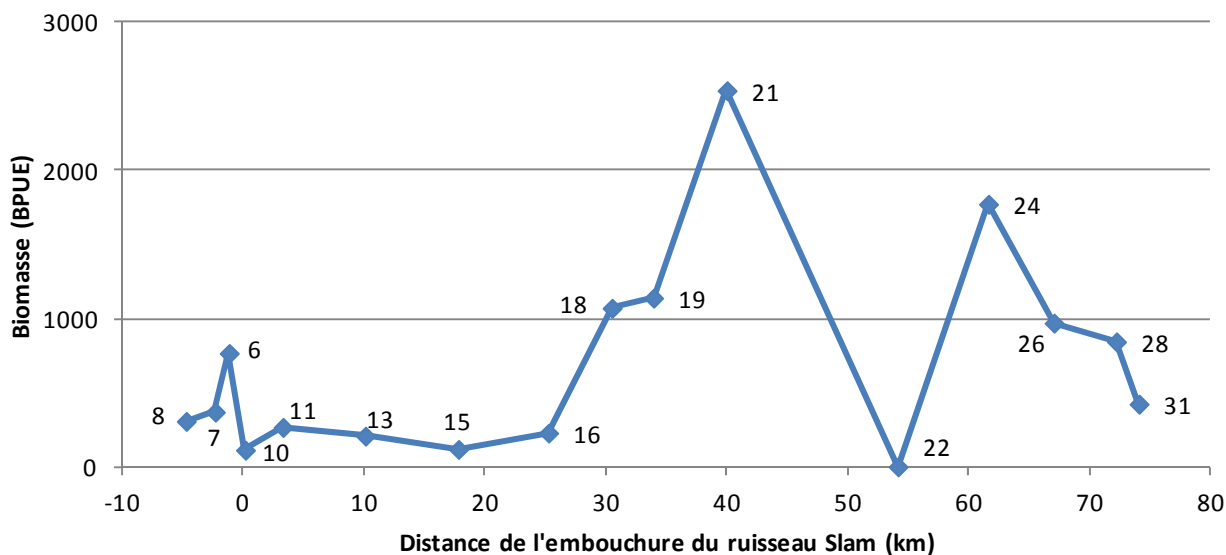


**Figure 7 : Biomasse relative (%) des espèces de poissons capturées dans la rivière Obatogamau en 2011**

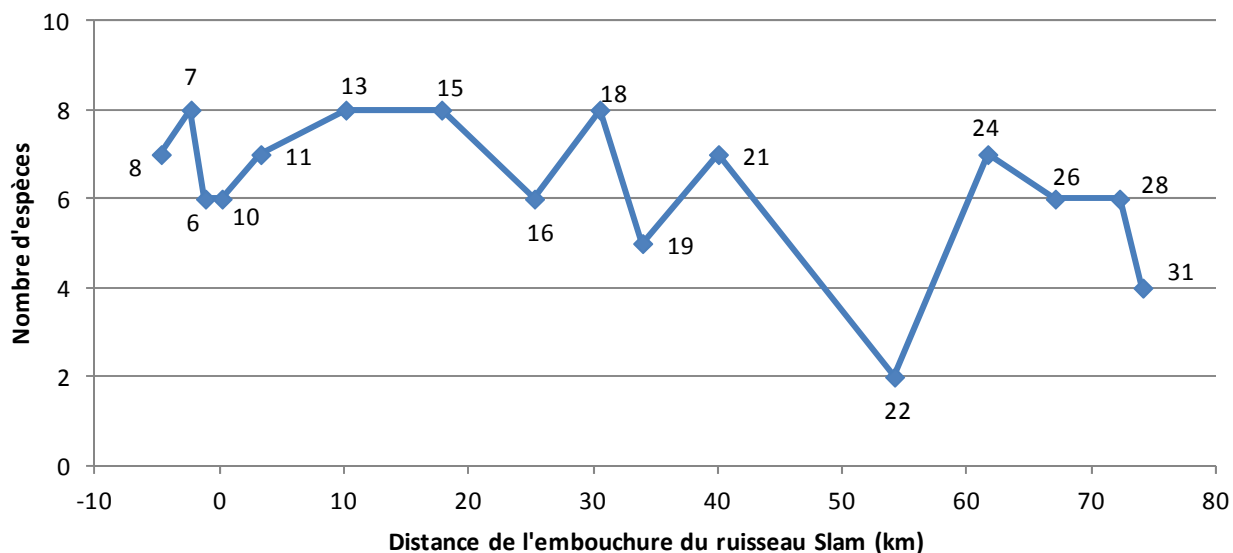




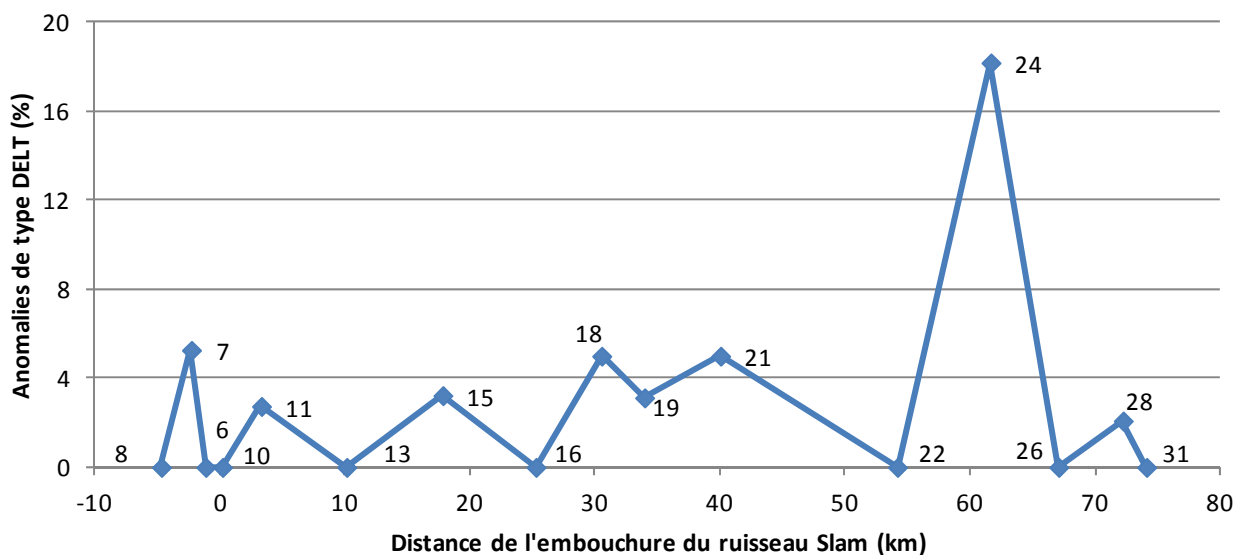
**Figure 8 :** Variation spatiale des captures par unité d'effort totales observées aux différentes stations d'échantillonnage sur la rivière Obatogamau



**Figure 9 :** Variation spatiale des biomasses par unité d'effort totales observées aux différentes stations d'échantillonnage sur la rivière Obatogamau



**Figure 10 :** Variation spatiale de la richesse taxonomique des poissons observée aux différentes stations d'échantillonnage sur la rivière Obatogamau



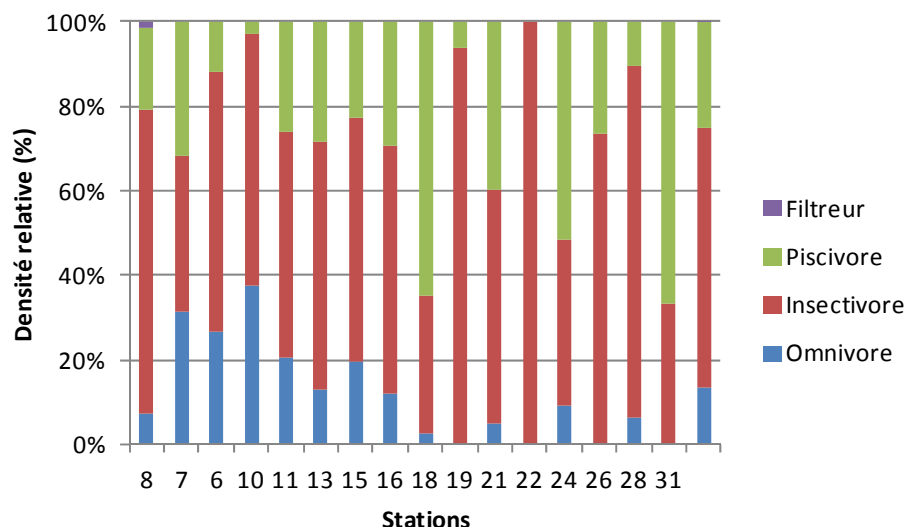
**Figure 11 :** Variation spatiale du pourcentage de poissons présentant des anomalies de type DELT aux différentes stations d'échantillonnage sur la rivière Obatogamau

La densité relative des poissons à chaque station en fonction de leur niveau trophique est présentée à la figure 12, alors que la densité relative des poissons en fonction de leur tolérance à la pollution apparaît à la figure 13. On remarque que les insectivores sont dominants à toutes les stations, sauf aux stations 18, 24 et 31 où les piscivores sont dominants. Les omnivores, généralement favorisés dans les environnements pollués, ne sont dominants à aucune des 16 stations échantillonnées. Les poissons omnivores sont légèrement plus abondants à deux stations de référence (stations 6 et 7) et aux stations situées près de l'embouchure du ruisseau Slam (stations 10 à 16) qu'aux stations situées plus en aval.

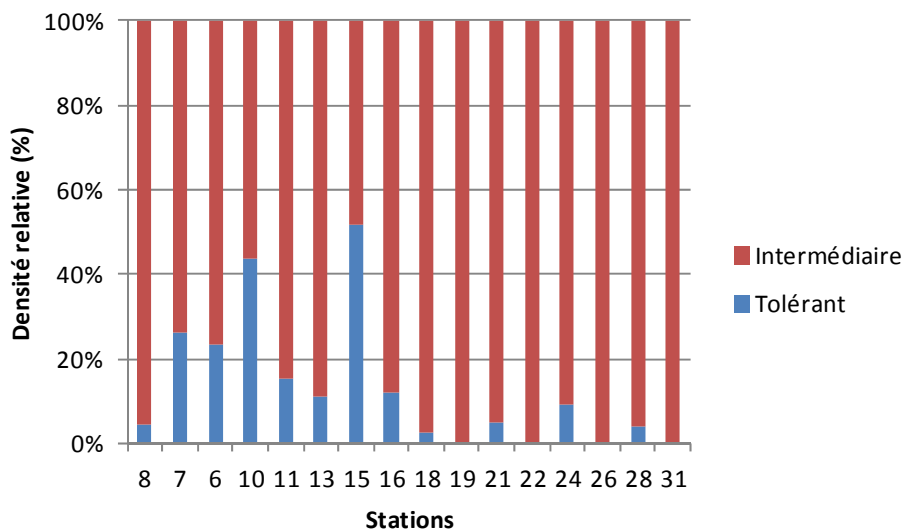
Les poissons tolérants à la pollution (le meunier noir et l'épinoche à cinq épines) dominent les communautés de poissons uniquement à la station 15 située à 18 km de l'embouchure du ruisseau Slam (figure 13). Les poissons tolérants sont légèrement plus abondants à deux stations de référence (stations 6 et 7) et aux stations situées près de l'embouchure du ruisseau Slam (stations 10 à 16) qu'aux stations situées plus en aval. Aucune espèce intolérante à la pollution n'a été recensée dans la présente étude.

Les indices *Well Being* (IWB) calculés pour les différentes stations de la rivière Obatogamau apparaissent à la figure 14. Aux stations de référence, cet indice varie entre 11,6 et 14,6, alors qu'aux stations situées en aval de l'embouchure du ruisseau Slam, il varie entre 10,1 et 14,1. Les indices *Well Being* modifiés (IWBm) calculés varient entre 11,4 et 14,5 aux stations de référence, alors qu'aux stations situées en aval de l'embouchure du ruisseau Slam, ils varient entre 8,7 et 13,8 (figure 15).

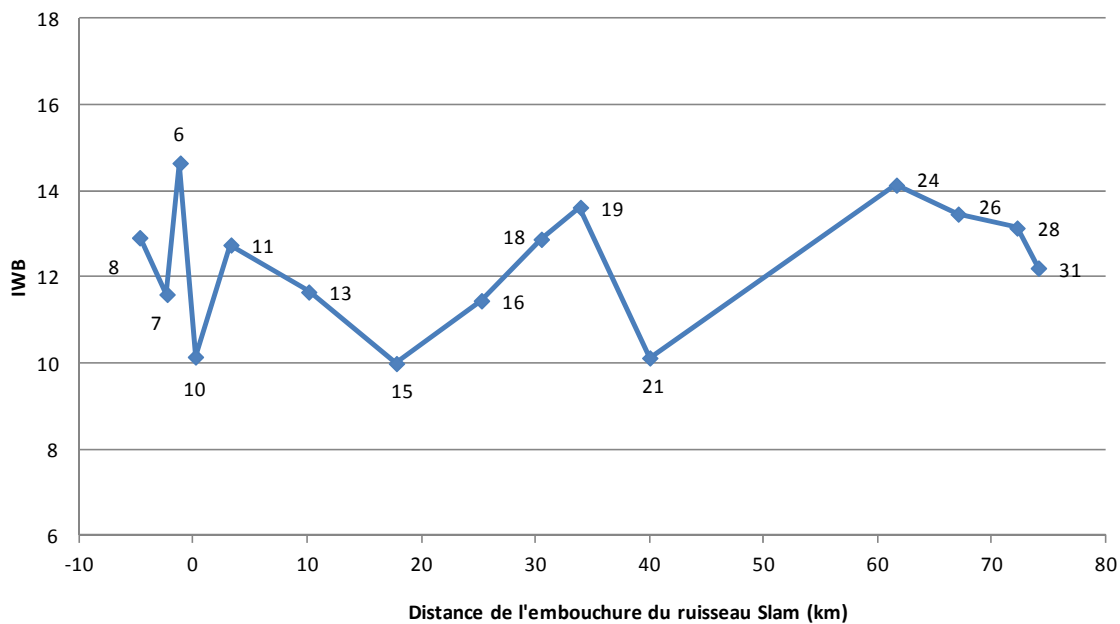
La variation de l'indice IWB-IWBm aux différentes stations d'échantillonnage apparaît à la figure 16. Les résultats démontrent que l'habitat du poisson est intègre à toutes les stations échantillonnées, sauf aux stations 15 et 28 situées respectivement à 18 et 72 km en aval de l'embouchure du ruisseau Slam. Les régressions linéaires effectuées n'ont montré aucune variation significative de ces trois indices le long du gradient de contamination (IWB :  $P = 0,077$ ; IWBm :  $P = 0,106$ ; IWB-IWBm :  $P = 0,866$ ).



**Figure 12 :** Densité relative des poissons en fonction de leur niveau trophique aux différentes stations d'échantillonnage sur la rivière Obatogamau



**Figure 13 :** Densité relative des poissons en fonction de leur tolérance à la pollution aux différentes stations d'échantillonnage sur la rivière Obatogamau



**Figure 14 :** Variation spatiale de l'indice *Well Being* calculé pour les différentes stations d'échantillonnage sur la rivière Obatogamau

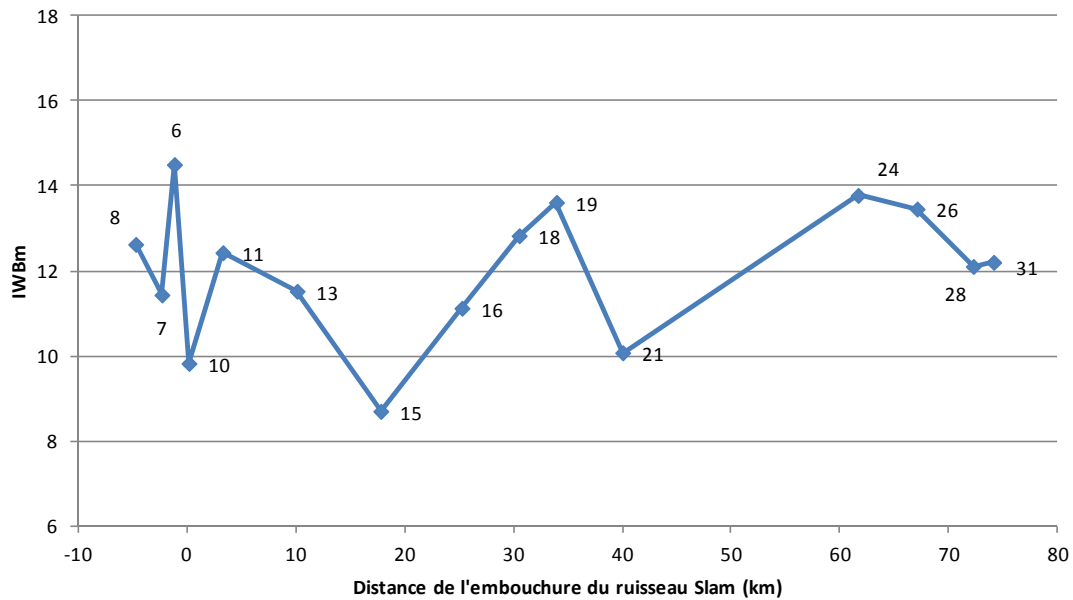


Figure 15: Variation spatiale de l'indice *Well Being* modifié calculé pour les différentes stations d'échantillonnage sur la rivière Obatogamau

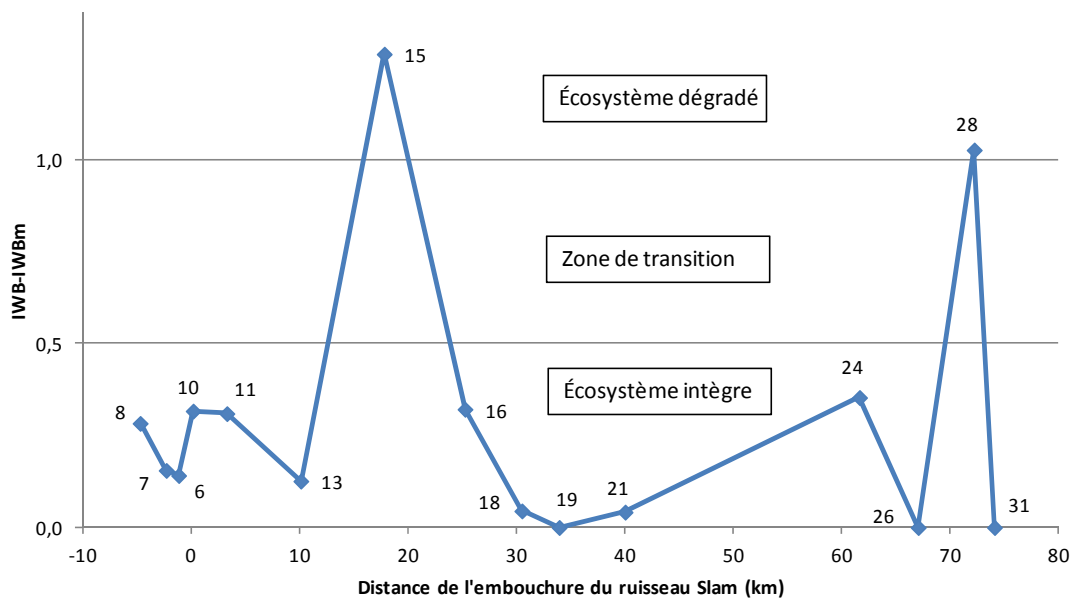


Figure 16 : Variation spatiale de l'IWB-IWBm calculé pour les différentes stations d'échantillonnage sur la rivière Obatogamau

### 3.3.3 Discussion

#### 3.3.3.1 Ruisseau Slam

Les populations de poissons du ruisseau Slam semblent être affectées par la présence de résidus miniers. En effet, les densités de poissons sont plus faibles que dans le ruisseau de référence et l'espèce qui est la plus abondante est l'épinoche à cinq épines retrouvée uniquement à la station 1. L'épinoche à cinq épines est une espèce tolérante qui est fréquemment observée dans les cours d'eau récepteurs d'effluent de mines de métaux. Quoique peu d'espèces différentes aient été capturées dans les deux ruisseaux, on peut observer que la richesse est sensiblement la même dans les deux cours d'eau. Les résidus miniers n'affecteraient donc pas la quantité d'espèces de poissons dans le ruisseau Slam mais uniquement leur abondance.

Lors de la rupture de la digue de la mine Opémiska, les courants forts et la turbidité de l'eau ont pu induire une dévalaison précipitée des poissons vers l'aval du ruisseau. En effet, l'augmentation de la turbidité et le choc toxique qui a pu en résulter ont pu faire en sorte que l'habitat du ruisseau Slam devienne temporairement inadéquat pour les poissons qui s'y trouvaient. Les densités de poissons de ce ruisseau ont donc pu être drastiquement réduites suite à la rupture de la digue. Maintenant que les résidus miniers se sont déposés et que la qualité de l'eau est redevenue adéquate pour les poissons, ces derniers sont probablement en phase de recolonisation du ruisseau. Il est donc possible que dans quelques années, les densités de poissons du ruisseau Slam seront comparables à celles observées dans le ruisseau de référence.

#### 3.3.3.2 Rivière Obatogamau

Les plus fortes CPUE ont été enregistrées aux stations 6, 8 et 11. Ces résultats sont principalement dus à la plus grande quantité d'omiscos capturés à ces stations. L'omisco est un petit poisson qui dépasse rarement 10 cm de longueur. L'omisco est l'espèce de poissons la plus abondante dans la rivière Obatogamau.

Les plus fortes biomasses ont été enregistrées aux stations 21 et 24. Les dorés jaunes, les meuniers noirs et les meuniers rouges de forte dimension capturés à ces stations expliquent ce résultat.

Bien que l'indice d'intégrité biotique de Karr exige qu'un examen des anomalies externe soit fait sur les poissons, il n'y a pas d'évidence que celles-ci soient plus fréquentes chez les populations de poissons exposées aux résidus miniers ou aux effluents miniers. En effet, certaines études montrent que les anomalies ne sont pas observées plus fréquemment dans les secteurs pollués par les métaux en provenance de résidus miniers (Maret et MacCoy, 2002; Richard, 2006). Dans la présente étude, des anomalies ont été observées plus fréquemment à la station 24, où trois meuniers noirs, deux dorés jaunes et une lotte présentaient des anomalies externes. Il faut mentionner ici que le meunier noir est une espèce présentant souvent des anomalies, et ce, même dans les habitats exempts de pollution.

Les indices *Well Being*, *Well Being* modifié et l'IWB-IWBm indiquent tous que l'habitat du poisson n'est pas altéré dans la rivière Obatogamau. En effet, l'IWB-IWBm montre que l'habitat est intègre à toutes les stations échantillonnées dans la rivière, sauf aux stations 15 et 28. L'analyse des données brutes montre que la valeur élevée à la station 28 s'explique par le fait que les meuniers noirs capturés étaient de grande dimension (plus de 2 kg chacun), alors que tous les autres poissons capturés à cette station étaient de petite dimension (244 g et moins). Le retrait de la biomasse des meuniers a donc eu un effet amplifié dans le calcul de l'IWBm. Il faut donc considérer ce résultat comme étant le fruit du hasard et il n'est vraisemblablement pas dû à une réelle dégradation de l'habitat. Le même phénomène est observé à la station 15 où les meuniers étaient parfois de grande dimension (jusqu'à 400 g), alors que tous les autres poissons capturés à cette station étaient de petite dimension (majoritairement 10 g et moins). De plus, les épinoches à cinq épines (une espèce tolérante) ont été capturées en grande quantité à cette station (14 individus). Cette espèce n'a été retrouvée qu'à une seule autre station en faible quantité (station 10, n=2). Le retrait de la biomasse de cette espèce a donc également pu avoir un impact amplifié sur les résultats de l'indice. Dans ces deux cas (station 15 et 28), la capture d'un faible nombre de poissons de grande taille et de tolérance intermédiaire aurait sûrement fait chuter l'indice IWB-IWBm sous la valeur critique de 0,5.



Aucune tendance n'est donc observable selon le gradient présumé de contamination de la rivière Obatogamau. La structure des communautés de poissons ne varie pas significativement suivant la distance des stations par rapport à l'embouchure du ruisseau Slam dans la rivière Obatogamau. En milieu pollué, les espèces omnivores sont avantagées contrairement à celles dont le régime alimentaire est plus spécialisé (insectivores) (Karr *et al.*, 1986; Gray, 1989; Jeffree *et al.*, 2001 et Moraes *et al.*, 2003). Dans la présente étude, les omnivores étaient mieux représentés dans les stations de référence que dans plusieurs stations situées en aval de l'embouchure du ruisseau Slam. Ceci démontre l'absence d'effets à ce niveau. De plus, dans les milieux fortement contaminés, les abondances relatives des espèces de poissons changent en fonction de la tolérance des espèces à l'exposition aux métaux (Maret et MacCoy, 2002; Sherwood *et al.*, 2000). La tolérance et le taux de contamination dépendent du mode de vie des poissons. Les poissons benthivores sont souvent plus contaminés que les poissons planctonophages ou omnivores (Hebert et Haffner, 1991). Dans certains cas, on peut observer des abondances plus faibles de poissons dans les zones contaminées. Ces baisses d'abondance peuvent être attribuables à un taux de mortalité plus élevé ou à un comportement d'évitement des poissons (Goldstein *et al.*, 1999). Dans la présente étude, l'abondance des poissons ne variait pas significativement entre les stations en fonction de leur distance par rapport au ruisseau Slam. Ce résultat démontre l'absence d'effets à ce niveau.

## 4 Discussion générale

Un des objectifs de la présente étude était de déterminer l'étendue de la dispersion des résidus miniers dans l'environnement. Les résultats ont démontré que peu de résidus miniers ont été déposés dans la rivière Obatogamau, la majeure partie des résidus miniers étant retrouvée aux environs du ruisseau Slam. Dans la rivière Obatogamau, des résidus miniers ont été retrouvés uniquement à deux stations rapprochées de l'embouchure du ruisseau Slam, soit les stations de caractérisation 9 et 10. L'analyse chimique des sédiments a d'ailleurs révélé qu'à ces deux stations, les concentrations de cuivre dépassent les concentrations seuils produisant un effet selon les critères d'Environnement Canada et du MDDEFP. Les résidus miniers retrouvés dans le ruisseau Slam présentaient également de fortes concentrations de cuivre dépassant différents seuils.

Ces observations suggèrent que les résidus miniers répandus lors du bris de la digue se sont majoritairement déposés sur le pourtour du ruisseau Slam et, dans une moindre mesure, dans la rivière Obatogamau. Lors du bris de la digue, les eaux du ruisseau Slam ont débordé sur plusieurs dizaines de mètres de part et d'autre du ruisseau. De grandes quantités de résidus miniers se sont donc déposées en forêt lors du retrait progressif des eaux. De façon logique, on peut penser que la fraction plus grossière des résidus miniers se soit déposée sur le pourtour du ruisseau Slam et que la fraction plus fine, qui demeure en suspension plus facilement, aurait voyagé sur de grandes distances avant de se déposer dans l'environnement. Il est permis de croire que la fraction fine des résidus miniers a pu se déposer sur des centaines de kilomètres de rivière en aval de l'embouchure du ruisseau Slam. En somme, les résidus toujours visibles répandus dans l'environnement lors du bris de la digue se limitent au ruisseau Slam et aux deux premières stations de caractérisation de la rivière Obatogamau.

Les particules fines mises en suspension lors du bris de la digue ne se seraient pas déposées en grandes quantités en des endroits précis, mais se seraient plutôt déposées en quantités très faibles sur une grande superficie d'habitat. À la suite de leur dépôt, ces particules ont pu être remises en suspension lors des crues printanières subséquentes et ont pu se mélanger aux sédiments fins présents naturellement dans la rivière Obatogamau. Pour ces raisons, il devient maintenant impossible de les localiser. Les analyses chimiques sur les sédiments de la rivière ne permettent pas non plus de déterminer leur emplacement, puisque la qualité des sédiments en aval des stations 9 et 10 est comparable à celle du milieu naturel (stations de référence 6, 7 et 8).

Lors du bris de la digue, le passage des particules fines en suspension dans le ruisseau Slam et la rivière Obatogamau a pu avoir un impact sur les poissons et les organismes benthiques de ces deux cours d'eau. En effet, on peut penser que les matières en suspension ont pu induire un choc toxique à différentes espèces animales. Si tel fut le cas, le choc toxique n'a pas dû être sévère, puisque aucune mortalité de poisson n'a été rapportée sur le cours de la rivière Obatogamau dans les jours qui ont suivi le bris de la digue. Au mieux, le passage temporaire du panache de particules fines a pu induire un comportement de fuite des poissons. Dans les jours qui ont suivi le bris de la digue, la qualité de l'eau s'est graduellement améliorée pour redevenir similaire à celle observée dans les stations de référence situées en amont de l'embouchure du ruisseau Slam. En 2010 et 2011, le suivi de la qualité de l'eau effectué par le MRN a démontré que l'eau de la rivière Obatogamau était de bonne qualité (indice de qualité de l'eau [IQE] de 91,7 en 2010 et 94,2 en 2011).

Si le passage du panache de particules fines a eu un impact sur les communautés de poissons et les communautés benthiques de la rivière Obatogamau lors du bris de la digue, cet impact fut de courte durée, puisque les résultats de la présente étude démontrent qu'il n'y a aucune différence significative entre les stations de référence et celles situées en aval de l'embouchure du ruisseau Slam en ce qui concerne les communautés piscicoles et benthiques. En effet, les indices *Well Being*, *Well Being* modifié et l'indice IWB-IWBm calculés pour les stations de la rivière Obatogamau ne varient pas significativement en fonction de la distance des stations par rapport à l'embouchure du ruisseau Slam. Au niveau des organismes benthiques, on a même démontré que les communautés étaient plus appauvries aux stations éloignées de l'embouchure du ruisseau Slam qu'aux stations 9 et 10 où des résidus miniers ont été retrouvés. Dans le cas d'un impact relié au bris de la digue, le contraire aurait dû être observé.

Les résidus miniers présents dans le ruisseau Slam et sur son pourtour ont un impact indéniable sur la qualité de l'habitat du poisson de ce cours d'eau. Les résultats de la présente étude démontrent que la qualité chimique de l'eau et des sédiments est moindre au ruisseau Slam que dans le ruisseau de référence. De même, la structure de la communauté benthique trouvée au ruisseau Slam est significativement différente de celle trouvée dans le ruisseau de référence. La communauté benthique du ruisseau Slam est modulée en fonction de la tolérance à la pollution des organismes qui la compose. Les organismes tolérants à la pollution y sont plus abondants, alors que les organismes sensibles y sont moins abondants. Les différences observées entre les communautés benthiques du ruisseau Slam et du ruisseau de référence (baisse de la richesse taxonomique, du nombre de taxons EPT et du rapport EPT/C) peuvent être attribuables en partie à la rupture de la digue du parc à résidus de même qu'à la contamination historique de ce ruisseau en raison des activités minières passées. Enfin, les populations de poissons du ruisseau Slam semblent également être affectées par la présence des résidus miniers. Les densités de poissons sont plus faibles que dans le ruisseau de référence et l'espèce qui est la plus abondante est l'épinoche à cinq épines. Cette espèce tolérante à la pollution est fréquemment observée dans les cours d'eau récepteurs d'effluent de mines de métaux. Quoique peu d'espèces différentes aient été capturées dans les deux ruisseaux, on peut observer que la richesse spécifique est sensiblement la même dans les deux cours d'eau. Les résidus miniers n'affecteraient donc pas le nombre d'espèces de poissons du ruisseau Slam mais uniquement leur abondance. Lors de la rupture de la digue de la mine Opémiska, les courants forts et la turbidité de l'eau ont pu induire une dévalaison précipitée des poissons vers l'aval du ruisseau. Les densités de poissons de ce ruisseau ont donc pu être drastiquement réduites suite à la rupture de la digue.

Depuis la rupture de la digue, le ruisseau Slam a fait l'objet de travaux de restauration de l'habitat du poisson. Environ 50 000 m<sup>3</sup> de résidus miniers ont été emportés lors du bris de la digue. Selon l'étude de SNC-Lavalin (2008), le volume de résidus minier dans le ruisseau Slam en 2008 était d'environ 7 000 m<sup>3</sup>. Des travaux d'excavation dans le ruisseau Slam ont permis le retrait de 93 000 m<sup>3</sup> de sédiments qui ont été réacheminés dans l'ancien bassin de polissage de la mine Opémiska. D'après les informations du MRN, les 93 000 m<sup>3</sup> de sédiments seraient composés de résidus déversés lors du bris de la digue, d'anciens résidus provenant des exploitations minières historiques et de sédiments naturels. Rappelons que d'importantes quantités de résidus miniers sont toujours présentes dans le ruisseau Slam en aval de la zone de restauration de l'habitat du poisson, soit en aval de la ligne de transport d'électricité.

## 5 Conclusion

L'objectif de ce projet visait à documenter les effets de la contamination induite par la rupture de la digue du bassin de polissage de la mine Opémiska sur le poisson et son habitat. Les résultats de la présente étude montrent que les effets sur l'environnement se concentrent principalement au ruisseau Slam, bien qu'une certaine contamination des sédiments soit observable aux deux premières stations d'échantillonnage localisées dans la rivière Obatogamau. À ces deux stations, la qualité de l'eau est comparable à celle observée dans le milieu naturel. De plus, les populations benthiques et piscicoles de ces deux stations sont comparables à celles des autres stations étudiées.

Les résidus miniers présents dans le ruisseau Slam ont plusieurs effets sur l'environnement. Ces effets sont observés pour la qualité de l'eau et des sédiments, dans les résultats des bioessais et sur les communautés benthiques et ichthyennes. Les effets observés sont certainement attribuables à la rupture de la digue, mais également en partie à la contamination historique du site.

Bien que la qualité de l'eau du ruisseau Slam soit plus mauvaise que celle du ruisseau de référence, les eaux du ruisseau Slam ne semblent pas influencer la qualité des eaux de la rivière Obatogamau. En effet, les eaux de cette rivière sont de bonne qualité et comparables à celles observées aux stations de référence. Les résidus miniers présents dans la rivière Obatogamau n'ont aucun impact sur les communautés de poissons et les communautés benthiques. Les organismes benthiques considérés comme tolérants à la pollution ne sont pas plus abondants aux premières stations de la rivière Obatogamau et les organismes qui y sont sensibles ne sont pas plus abondants aux stations de la zone de référence.

Les résidus miniers présents dans la plaine inondable du ruisseau Slam sont susceptibles de causer une modification de la qualité de l'eau de ce ruisseau lors de la fonte des neiges et lors de pluies abondantes. On peut présumer que dans quelques années, ces résidus s'enfonceront dans l'humus forestier et leur influence deviendra négligeable. Par contre, les résidus miniers présents dans le ruisseau Slam dans le tronçon situé en aval de la zone de restauration continueront de présenter une certaine toxicité pour différents organismes benthiques sensibles à la pollution pendant encore de nombreuses années.



## Bibliographie

- AECOM. 2011. *Étude des impacts de la rupture de la digue du site minier Opémiska sur les poissons et leurs habitats. Plan de travail révisé*. 23 pages et annexe.
- ALLIANCE ENVIRONNEMENT INC. 2006. *Rapport d'interprétation du 1<sup>er</sup> cycle des ESEE*. Ressources Campbell inc., Mine Joe Mann.
- BARBOUR, M. T., J. GERRITSEN, B. D. SNYDER et J. B. STRIBLING. 1999. *Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish*, Second edition, EPA 841-B-99-002. U. S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, D.C.
- CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC. 2006. *Protocole de lixiviation pour les espèces inorganiques*. MA 100- Lix.com.1.0, Rév. 4. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec. 18p.
- CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DE L'ENVIRONNEMENT (CCME). 2012. *Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement*. [En ligne] : <http://ceqg-rcqe.ccme.ca/?lang=fr>
- DAY, R. W. et G. P. QUINN. 1989. "Comparisons of treatments after an analysis of variance in ecology". In *Ecol. Monogr.* 59 : 433-463.
- ENVIRONNEMENT CANADA ET MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC. 2007. *Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application : prévention, dragage et restauration*. 39 p.
- ENVIRONNEMENT CANADA. 1997. *Méthode d'essai biologique : essai de survie et de croissance de l'amphipode dulcicole Hyalella azteca dans les sédiments*. protocole 1/RM/33 d'Environnement Canada.
- ENVIRONNEMENT CANADA. 2012. *Guide pour l'étude du suivi des effets sur l'environnement aquatique par les mines de métaux*. Environnement Canada. Pagination multiple.
- GAMMON, J. R. 1980. "The use of community parameters derived from electrofishing catches of river fish as indicators of environmental quality". p. 335-363, dans *Seminar on water Quality Management trade-offs*, U.S. Environmental Protection Agency, EPA-905/9-80-009, Washington, D.C.
- GENIVAR. 2010. *Environmental Monitoring Program. Technical Memorandum 05: Obatogamou River and Waswanipi River Fish Sampling Program, September 22-26th, 2009 - Report by Genivar to CRA*. 25 p. and appendices.
- GOLDSTEIN, J. N., D. F. WOODWARD et A. M. FARAG. 1999. "Movements of adult Chinook salmon during spawning migration in a metals-contaminated system, Coeur d'Alene river, Idaho". In *Trans. Amer. Fish. Soc.* 128 : 121-129.
- GRAY, J. S. 1989. "Effects of environmental stress on species rich assemblage". In *Biological Journal of the Limnean Society*, vol. 37, p. 19-32.
- HEBERT, C. E. et G. D. HAFFNER. 1991. "Habitat partitioning and contaminant exposure in cyprinids". In *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* Vol. 48 : 261-266.
- HUGUES, R. M. et J. R. GAMMON. 1987. "Longitudinal changes in fish assemblages and water quality in Willamette River Oregon". In *Trans.Am.Fish.Soc.* Vol. 116, p. 196-209.



- JEFFREE, R. A., J. R. TWINING et J. THOMSON. 2001. "Recovery of fish communities in the Finnish River, Northern Australia, following remediation of the Rum Jungle uranium/copper mine site". In *Environmental Science and technology*, vol. 35, n° 14, p. 2932-2941.
- KARR, J. R. 1981. "Assessment of biotic integrity using fish communities". In *Fisheries*. Volume 6. Pages : 21-27.
- KARR, J. R., K. D. FAUSCH, P. L. ANGERMEIER, P. R. YANT et I. J. SCHLOSSER. 1986. *Assessing biological integrity in running waters: A method and its rationale*. Illinois Natural History Survey, Champaign, Illinois, special publication n° 5.
- KLEMM, D. J., P. A. LEWIS, F. FULK et J. M. LAZORCHAK. 1990. *Macroinvertebrate field and laboratory methods for evaluating the biological integrity of surface water*. EPA/600/4-90/030. 256 p.
- LÉVESQUE, F., M. LAPLANTE et S. BEAUDET. 1999. *Potentiel halieutique du secteur sud du territoire de la Baie-James : rapport scientifique*. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune, région Nord-du-Québec. 322 p.
- LILLIEFORS, H. W. 1967. "The Kolmogorov-Smirnov test for normality with mean and variance unknown". In *J. Amer. Stat. Assn.* 62 : 399-402.
- MARET, T. R. et D. E. MACCOY. 2002. "Fish assemblage and environmental variables associated with hard-rock mining in the Cœur d'Alene river basin, Idaho", In *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 131 : 865-884.
- MCGUIRE, D. 1992. *Montana reference stream project: 1991 aquatic macroinvertebrate surveys*. Montana Department of Health and Environmental Sciences. Open file document. 30 p. plus appendices.
- MCGUIRE, D. 1993. *Clark Fork River macroinvertebrate biointegrity 1986 through 1992*. Montana Department of Health and Environmental Sciences. Open file document. 45 p. plus appendices.
- MCGUIRE, D. 1994. *Montana nonpoint source water quality investigations: 1992 macroinvertebrate assessments*. Montana Department of Health and Environmental Sciences. Open file document. 18 p. plus appendices.
- MERRITT, R. W., K. W. CUMMINS et M. B. BERG (EDS). 2008. *An introduction to the aquatic insects of North America*. 4<sup>th</sup> ed., Kendall/Hunt, Dubuque, IA, 1158 p.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS DU QUÉBEC (MDDEFP). 2012. *Critères de la qualité de l'eau de surface au Québec*. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, Québec. [En ligne] : [http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres\\_eau/index.asp](http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp)
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC. 2010a. *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales : Cahier 2 – Échantillonnage des rejets liquides*. Québec, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, Édition courante. [En ligne] : [http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/guides\\_ech.htm](http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/guides_ech.htm)
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC. 2010b. *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales : Cahier 5 – Échantillonnage des sols*. Québec, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, Édition courante. [En ligne] : <http://wceaeq/documents/publications/echantillonnage.htm>
- MORAES, R., P. GERHARD, L. ANDERSSON, J. STURVE, S. RAUCH et S. MOLANDER. 2003. "Establishing causality between exposure to metals and effects on fish". In *Human and Ecological Risk Assessment*, vol. 9, n° 1, p. 149-169.

- NIEMELA, S., E. PEARSON, T. P. SIMON, R. M. GOLDSTEIN et P. A. BAILEY., 1999. "Development of an index of biotic integrity for the species-depauprate Lake Agassiz ecoregion, North Dakota and Minnesota". P. 339-366, dans T.P. SIMON, *Assessing the sustainability and biological integrity of water resources using fish communities*, CRC Press LLC.
- OHIO EPA, 1988. *Biological criteria for the protection of aquatic life: volume II Users manual for biological field assessment of Ohio surface waters*. Ohio Environmental Protection Agency, Ecological Assessment Section, Division of water Quality Planning and Assessment, Columbus, Ohio.
- RICHARD, Y. 2006. *L'intégrité biotique de la rivière Bourlamaque : état des communautés benthiques et piscicoles, Québec*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN-13 : 978-2-550-47752-5 (PDF), ISBN-10 : 2-550-47752-9 (PDF). 22 p. et 3 annexes.
- RICHARD Y. et I. GIROUX. 2004. *Impact de l'agriculture sur les communautés benthiques et piscicoles du ruisseau Saint-Georges (Québec, Canada)*. Ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Envirodoq n° ENV/2004/0226, collection n° QE/148. 28 p. et annexes.
- SCOTT, W. B. et E. J. CROSSMAN. 1974. *Poissons d'eau douce du Canada*. Bulletin 184. Office des recherches sur les pêcheries du Canada. 1026 p.
- SHERWOOD, G. D., J. B. RASMUSSEN, D. J. ROWAN, J. BRODEUR et A. HONTELA. 2000. "Bioenergetic costs of heavy metal exposure in yellow perch (*Perca flavescens*): in situ estimates with a radiotracer (<sup>137</sup>Cs) technique". In *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 57 : 441-450.
- SIMON, T. P. 2003. *Biological response signatures, Indicator patterns using aquatic communities*. CRC Press, 576 p.
- SMITH, B. et J. B. WILSON. 1996. "A consumer's guide to evenness". In *Oikos*, 76 (1) : 70-82.
- SNC-LAVALIN. 2008. *Impacts environnementaux causés par la rupture de la digue retenant les résidus miniers de la mine Opémiska à Chapais. Plan d'intervention d'urgence suite à la rupture de la digue à la mine Opémiska*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune. 020183-1000-4GER-0002. 28 pages + annexes.
- SNEDECOR, G. W. et W. G. COCHRAN. 1980. *Statistical methods*. Seventh edition. Iowa State University Press, Ames, Iowa. 507 p.
- SOKAL, R. R. et F. J. ROHLF. 1995. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. Third edition. W. H. Freeman and Company, New York. 887 p.
- SYSTAT. 1998. *SYSTAT 8.0: Statistics*. SPSS Inc., Chicago, Ill. 1086 p.
- TECSULT INC. Décembre 2008. *Caractérisation du ruisseau Slam à la suite de la rupture de la digue du bassin de polissage de l'ancienne mine Opémiska*. Présenté au ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec. 21 p. + annexes.
- THORP, J. H. et A. P. COVICH. 2001. *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates*. Second edition. Academic Press. 1056 pp.
- ZAR, J.H. 1996. *Biostatistical analysis*, 3<sup>rd</sup> édition. Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J. 662 p. et annexes.



## **ANNEXES**

Les annexes sont présentées au Volume 2.



## À propos d'AECOM

AECOM est un fournisseur mondial de services techniques professionnels et de gestion-conseil sur une grande variété de marchés comme le transport, le bâtiment, l'environnement, l'énergie, l'eau et les services gouvernementaux. Avec près de 45 000 employés autour du monde, AECOM est un leader sur tous les marchés clés qu'elle dessert. AECOM allie portée mondiale et connaissances locales, innovation et excellence technique afin d'offrir des solutions qui améliorent et préservent les environnements bâtis, naturels et sociaux dans le monde entier. Classée dans la liste des compagnies du Fortune 500, AECOM sert des clients dans plus de 100 pays et a enregistré des revenus de 6,3 milliards de dollars pour la période de douze mois se terminant le 31 mars 2010. De plus amples informations sur AECOM et ses services sont disponibles au [www.aecom.com](http://www.aecom.com)



|                                                                                                           |                                                                                                                       |                                                                                       |              |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>PLAN D'INTERVENTION D'URGENCE<br/>MINE OPEMISKA</b><br><br><b>Description des travaux de mesures<br/>d'urgence</b> | <b>Préparé par :</b> F. Besozzi / C. Gou<br><b>Révisé par :</b> D. Isabel / M. Pineau |              |         |
|                                                                                                           |                                                                                                                       | Rev                                                                                   | Date         | Page    |
|                                                                                                           | 020183-1000-4GER-0003                                                                                                 | PB                                                                                    | 29 août 2008 | 1 de 35 |

**Titre:** **DESCRIPTION DES TRAVAUX DE MESURES D'URGENCE**

**Client:** **MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE**

**Projet:** **PLAN D'INTERVENTION D'URGENCE SUITE À LA RUPTURE DE LA  
DIGUE À LA MINE OPÉMISKA**

*Préparé par :* Frédéric Besozzi, ing., M.Sc.A. / Claude Gou, ing.  
*Révisé par :* Denis Isabel, ing. / Marcel Pineau, ing. f., M. Sc., Ph. D.  
*Approuvé par:* Anh-Long Nguyen, ing., M.Sc.

53-54

53-54

53-54

|                                                                                                          |                                                              |  |  |  |                                                                                      |              |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>PLAN D'INTERVENTION D'URGENCE</b><br><b>MINE OPEMISKA</b> |  |  |  | <b>Préparé par :</b> F. Besozzi / C. Gou<br><b>Révisé par:</b> D. Isabel / M. Pineau |              |         |
|                                                                                                          | <b>Description des travaux de mesures d'urgence</b>          |  |  |  | Rev                                                                                  | Date         | Page    |
|                                                                                                          | 020183-1000-4GER-0003                                        |  |  |  | PB                                                                                   | 29 août 2008 | 2 de 35 |

## INDEX DE RÉVISION

| Révision |       |       |      |            | Pages Révisés | Commentaires             |
|----------|-------|-------|------|------------|---------------|--------------------------|
| #        | Par   | Rev.  | App. | Date       |               |                          |
| PA       | FB/CG | DI/MP | ALN  | 20 août 08 | Toutes        | Pour commentaire interne |
| PB       | FB/CG | DI/MP | ALN  | 29 août 08 | Toutes        | Pour commentaire         |
|          |       |       |      |            |               |                          |
|          |       |       |      |            |               |                          |
|          |       |       |      |            |               |                          |
|          |       |       |      |            |               |                          |

## INSTRUCTION POUR COMMANDE D'IMPRESION (indiquer un X dans les cases requises)

- ☒ Document révisé en entier. Réimprimer toutes les pages
- ☐ N'imprimer que les pages révisées

## ÉSTAMPILLER COMME SUIV :

- ☒ Émis pour commentaires et approbation.
- ☐ Émis pour appel d'offres.
- ☐ Émis pour achat.
- ☐ Émis pour fabrication.
- ☐ Émis pour construction.
- ☐ Émis pour conception.

|                                                                                                          |                                                              |  |                                                                                      |              |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>PLAN D'INTERVENTION D'URGENCE</b><br><b>MINE OPEMISKA</b> |  | <b>Préparé par :</b> F. Besozzi / C. Gou<br><b>Révisé par:</b> D. Isabel / M. Pineau |              |         |
|                                                                                                          | <b>Description des travaux de mesures d'urgence</b>          |  | Rev                                                                                  | Date         | Page    |
|                                                                                                          | 020183-1000-4GER-0003                                        |  | PB                                                                                   | 29 août 2008 | 3 de 35 |

## TABLE DES MATIÈRES

### PAGE

|            |                                                            |           |
|------------|------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.0</b> | <b>INTRODUCTION .....</b>                                  | <b>5</b>  |
| 1.1        | Contexte et présentation sommaire du projet .....          | 5         |
| 1.2        | Contenu du document.....                                   | 5         |
| <b>2.0</b> | <b>DESCRIPTION DU SITE .....</b>                           | <b>6</b>  |
| 2.1        | Localisation et historique du site .....                   | 6         |
| 2.2        | Documents de référence .....                               | 8         |
| 2.3        | Informations géotechniques.....                            | 8         |
| 2.3.1      | Résidus miniers .....                                      | 10        |
| 2.3.2      | Sols naturels .....                                        | 10        |
| <b>3.0</b> | <b>CARACTÉRISATION DES EAUX ET SÉDIMENTS .....</b>         | <b>11</b> |
| 3.1        | Caractérisation de l'eau .....                             | 11        |
| 3.2        | Caractérisation des résidus miniers.....                   | 13        |
| <b>4.0</b> | <b>CRITÈRES DE CONCEPTION.....</b>                         | <b>16</b> |
| <b>5.0</b> | <b>HYDROLOGIE ET DÉBITS DE RUISSELEMENT .....</b>          | <b>18</b> |
| 5.1        | Hydrologie.....                                            | 18        |
| 5.2        | Caractéristiques du bassin versant.....                    | 20        |
| 5.3        | Évaluation sommaire des débits de ruissellement.....       | 20        |
| <b>6.0</b> | <b>DESCRIPTION DES TRAVAUX DE MESURES D'URGENCE .....</b>  | <b>22</b> |
| 6.1        | Généralités.....                                           | 22        |
| 6.2        | Préparation du terrain .....                               | 24        |
| 6.2.1      | Chemins de construction et d'accès.....                    | 24        |
| 6.2.2      | Gestion des eaux .....                                     | 24        |
| 6.2.3      | Prévention de l'érosion et contrôle des sédiments .....    | 25        |
| 6.2.4      | Autres travaux .....                                       | 26        |
| 6.3        | Nettoyage du ruisseau .....                                | 28        |
| 6.3.1      | Tronçon nord.....                                          | 28        |
| 6.3.2      | Tronçon sud-ouest .....                                    | 29        |
| 6.4        | Travaux au bassin de polissage .....                       | 30        |
| 6.4.1      | Secteur d'intervention .....                               | 30        |
| 6.4.2      | Préparation du terrain .....                               | 30        |
| 6.4.3      | Matériaux .....                                            | 30        |
| 6.4.4      | Séquence de construction et paramètres de conception ..... | 31        |
| 6.5        | Suivi Environnemental .....                                | 32        |

|                                                                                                          |                                                              |  |                                                                                      |              |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>PLAN D'INTERVENTION D'URGENCE</b><br><b>MINE OPEMISKA</b> |  | <b>Préparé par :</b> F. Besozzi / C. Gou<br><b>Révisé par:</b> D. Isabel / M. Pineau |              |         |
|                                                                                                          | <b>Description des travaux de mesures d'urgence</b>          |  | Rev                                                                                  | Date         | Page    |
|                                                                                                          | 020183-1000-4GER-0003                                        |  | PB                                                                                   | 29 août 2008 | 4 de 35 |

|            |                                                             |           |
|------------|-------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>7.0</b> | <b>ÉTUDES ET INGÉNIERIE COMPLÉMENTAIRES À RÉALISER.....</b> | <b>33</b> |
| <b>8.0</b> | <b>MESURES CORRECTIVES À LONG TERME.....</b>                | <b>34</b> |
| <b>9.0</b> | <b>CONCLUSION.....</b>                                      | <b>35</b> |

### **LISTE DES FIGURES**

|            |                                                                                          |    |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 2-1 | Vue d'ensemble.....                                                                      | 7  |
| Figure 2-2 | Localisation des parcs à résidus .....                                                   | 9  |
| Figure 3-1 | Paramètres de la directive 019 dans les eaux de surface présentant des dépassements..... | 12 |
| Figure 3-2 | Pourcentage de dépassement des critères RESIE de la PPSRTC.....                          | 14 |
| Figure 3-3 | Résultats de lixiviation des résidus miniers pour le cuivre et le mercure .....          | 15 |
| Figure 5-1 | Précipitations et température moyenne annuelle à Chapais.....                            | 18 |
| Figure 5-2 | Précipitation (en mm) en fonction de la durée pour différentes périodes de retour .....  | 19 |
| Figure 6-1 | Travaux d'urgence proposés.....                                                          | 23 |
| Figure 6-2 | Travaux d'urgence proposés (agrandissement, secteur amont).....                          | 27 |

### **LISTE DES TABLEAUX**

|             |                                                                                                         |    |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 5-1 | Précipitation pour différentes durées et périodes de retour .....                                       | 19 |
| Tableau 5-2 | Caractéristiques du bassin versant .....                                                                | 20 |
| Tableau 5-3 | Résultats de l'évaluation sommaire des débits de ruissellement en fonction de la période de retour..... | 21 |

|                                                                                                          |                                                              |  |                                                                                      |              |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>PLAN D'INTERVENTION D'URGENCE</b><br><b>MINE OPEMISKA</b> |  | <b>Préparé par :</b> F. Besozzi / C. Gou<br><b>Révisé par:</b> D. Isabel / M. Pineau |              |         |
|                                                                                                          | <b>Description des travaux de mesures d'urgence</b>          |  | Rev                                                                                  | Date         | Page    |
|                                                                                                          | 020183-1000-4GER-0003                                        |  | PB                                                                                   | 29 août 2008 | 5 de 35 |

## 1.0 INTRODUCTION

### 1.1 CONTEXTE ET PRÉSENTATION SOMMAIRE DU PROJET

Le 23 juin 2008, la digue de rétention du bassin de polissage (digue Sud) recueillant les exfiltrations et eaux décantées des parcs à résidus de la mine Opémiska près de la ville de Chapais a cédé. Ce bris de la digue a entraîné la rupture d'une portion de la route 113 et le transport de résidus miniers sur plus de 6 km en aval.

### 1.2 CONTENU DU DOCUMENT

La présente note technique a pour but de présenter des mesures d'urgence qui seront mises en œuvre pour contrôler l'érosion des résidus miniers fins exposés à la suite de la vidange du bassin de polissage de la mine Opémiska.

Les mesures immédiates qui sont présentées dans ce document ne remplacent pas les travaux permanents de réfection qui devront être exécutés dans une étape subséquente. **Il est très important de noter que les mesures provisoires immédiates qui sont présentées ici ont été conçues et développées de façon à s'intégrer aux travaux futurs qui devront être exécutés.**

Une mise en contexte du projet et un résumé des caractéristiques du site sont d'abord présentées. Les mesures d'intervention d'urgence proposées sont ensuite discutées et placées dans une perspective à long terme.

|                                                                                                          |                                                              |  |                                                                                      |              |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>PLAN D'INTERVENTION D'URGENCE</b><br><b>MINE OPEMISKA</b> |  | <b>Préparé par :</b> F. Besozzi / C. Gou<br><b>Révisé par:</b> D. Isabel / M. Pineau |              |         |
|                                                                                                          | <b>Description des travaux de mesures d'urgence</b>          |  | Rev                                                                                  | Date         | Page    |
|                                                                                                          | 020183-1000-4GER-0003                                        |  | PB                                                                                   | 29 août 2008 | 6 de 35 |

## 2.0 DESCRIPTION DU SITE

### 2.1 LOCALISATION ET HISTORIQUE DU SITE

La Figure 2-1 montre la localisation du site de la mine Opémiska. La mine Opémiska est située immédiatement à l'ouest de la ville de Chapais, quelques kilomètres au sud du lac Opémiska et quelques centaines de mètres au nord de la route 113 reliant Chapais à Senneterre, dans le territoire de la Baie-James, Comté d'Ungava, Province de Québec.

Cette mine souterraine comptait cinq chevalements sur puits qui portaient les noms de Springer n° 1 et n° 2, Perry, Cooke et Robitaille, par ordre d'importance<sup>1</sup>. De 1953 à 1991, près de 26,7 millions de tonnes de minerai à 2,24 % de cuivre, 0,034 onces d'or et 0,36 onces d'argent par tonnes ont été traitées au concentrateur. La remise en état du site aurait été effectuée de 1991 à 1995.

Des parcs à résidus miniers avaient été aménagés afin d'entreposer plus de 21 millions de tonnes de résidus sur une superficie de 164 hectares durant l'opération de la mine. Les parcs sont composés de plusieurs digues pour confiner les résidus miniers. Selon l'information disponible, les digues sont constituées principalement d'enrochement. Les parcs sont divisés en trois secteurs : primaire, secondaire et tertiaire.

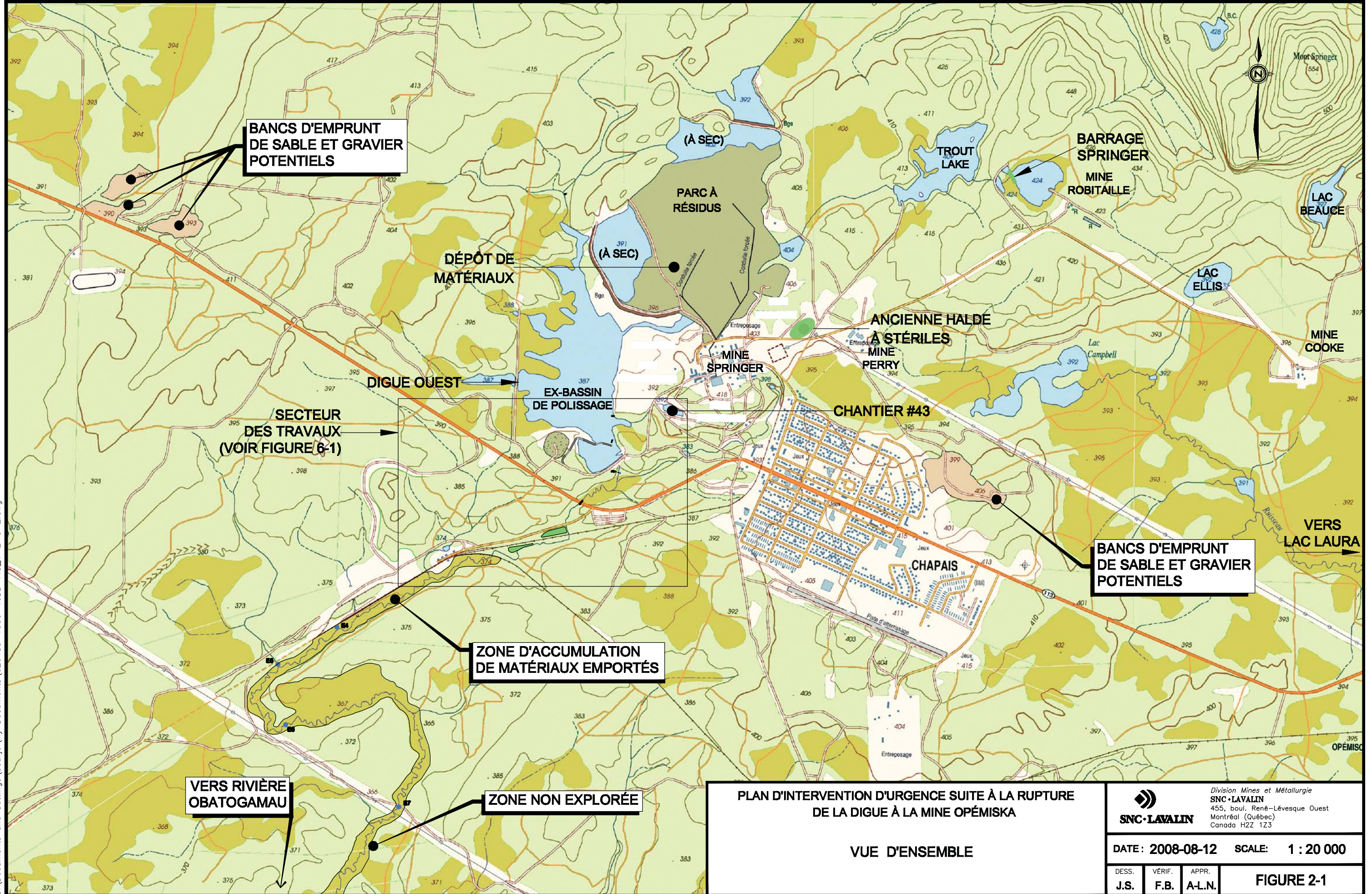
La majorité des résidus ont été déposés dans le parc primaire. Le surplus d'eau était dirigé vers les bassins secondaire et tertiaire (le bassin de polissage) pour décanter les particules fines avant le rejet des eaux dans le milieu récepteur via une tour de décantation. La Figure 2-2 montre l'emplacement des différentes digues ceinturant les parcs à résidus.

---

<sup>1</sup> Minnova (1992). Plan de fermeture.



C:\Documents and Settings\bourj9\My Documents\020183-1000-40DD-FIG\_1-2-3-2.dwg





|                                                                                                          |                                                              |                                                                                       |              |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>PLAN D'INTERVENTION D'URGENCE</b><br><b>MINE OPEMISKA</b> | <b>Préparé par :</b> F. Besozzi / C. Gou<br><b>Révisé par :</b> D. Isabel / M. Pineau |              |         |
|                                                                                                          | <b>Description des travaux de mesures d'urgence</b>          | Rev                                                                                   | Date         | Page    |
|                                                                                                          | 020183-1000-4GER-0003                                        | PB                                                                                    | 29 août 2008 | 8 de 35 |

## 2.2 DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

SNC-LAVALIN, 24 juillet 2008. *Impacts environnementaux causés par la rupture de la digue retenant les résidus miniers de la mine Opémiska à Chapais. Plan d'intervention d'urgence : Mine Opémiska.* Note technique n° 020183-1000-4GER-0001.

SNC-LAVALIN, 31 juillet 2008. *Mesures correctives proposées suite à la rupture de la digue retenant les résidus miniers de la mine Opémiska à Chapais. Plan d'intervention d'urgence : Mine Opémiska.* Note technique n° 020183-1000-4GER-0002.

MINNOVA, division Opémiska. *Fermeture et restauration des sites.* (document fourni par le MRNF)

ENVIRO-GLOBE, juillet 1995. *Étude de stabilité à long terme : digue Nord & Sud des parcs à résidus, Mines Opémiska, Chapais (Québec).* Préparé pour Corporation Minière Inmet (d'Alembert, Québec).

MRNF, 29 juin 2008. Photographies aériennes prises par hélicoptère lors de la visite du MRNF.

MRNF, juin 1998. Photographies aériennes à l'échelle 1:15 000, clichés n° Q98503-114 et Q98506-63.

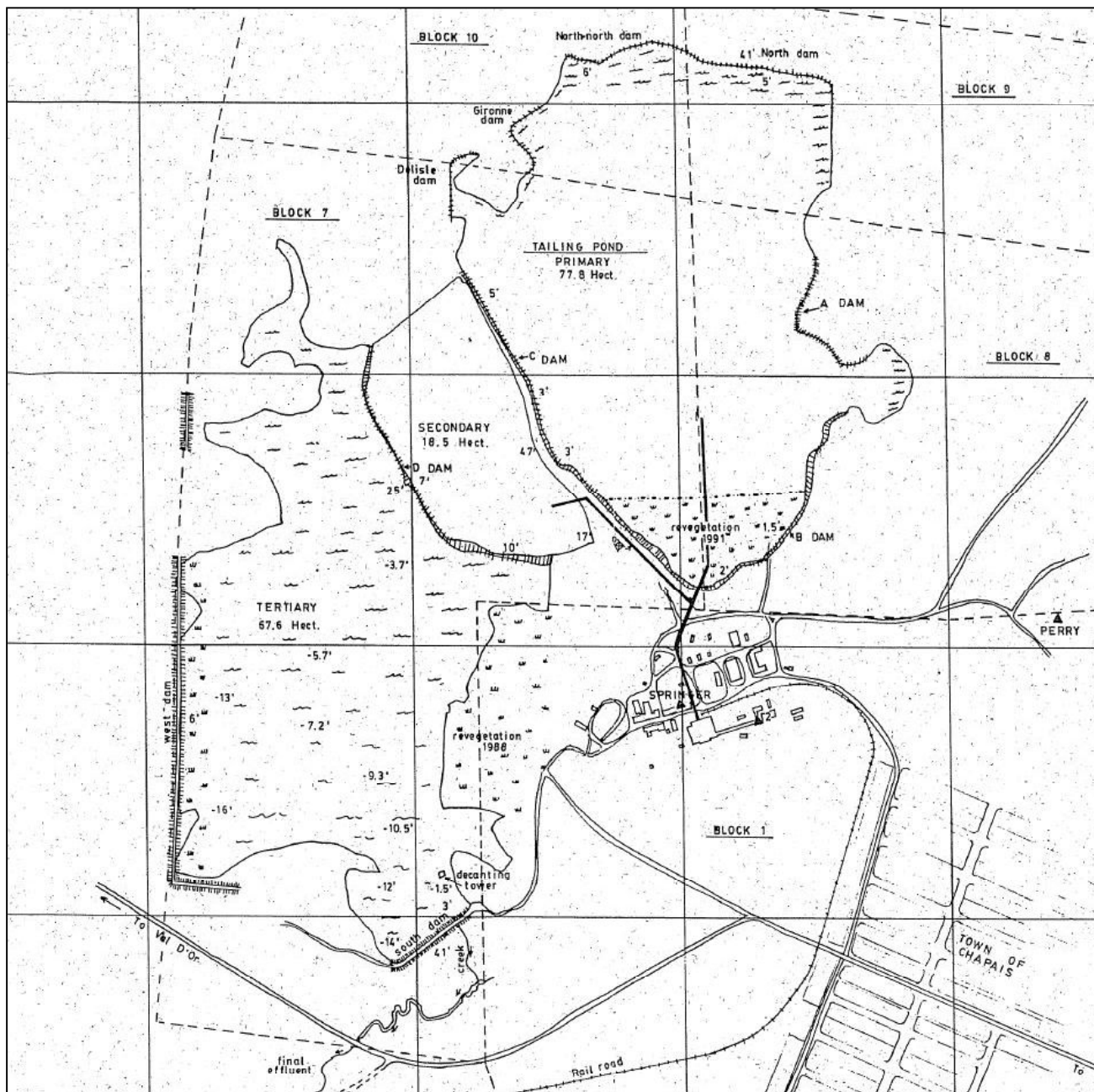
Gouvernement du Québec, cartes topographiques à l'échelle 1:20 000, feuillets SQRC :

32G10-0201 (Lac de la Presqu'île)  
32G11-0202 (Lac Dickson)  
32G14-0102 (Lac Dolomieu)  
32G15-0101 (Chapais)

## 2.3 INFORMATIONS GÉOTECHNIQUES

La présente section a pour objet la description des résidus miniers et des sols qui se trouvent dans le voisinage du bassin de polissage. Les descriptions présentées ci-dessous proviennent essentiellement du rapport d'Enviro-Globe (juillet 1995) et résultent d'observations réalisées sur des échantillons prélevés avec un échantillonneur de type cuillère fendue lors d'une campagne de forages géotechniques.

Il est à noter qu'il y a actuellement peu d'informations disponibles concernant la stratigraphie du terrain naturel sous les résidus fins du bassin de polissage.



**Figure 2-2  
Localisation des parcs à résidus**

Source : Minnova (1992). Plan de fermeture.

|                                                                                                          |                                                              |  |                                                                                      |              |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>PLAN D'INTERVENTION D'URGENCE</b><br><b>MINE OPEMISKA</b> |  | <b>Préparé par :</b> F. Besozzi / C. Gou<br><b>Révisé par:</b> D. Isabel / M. Pineau |              |          |
|                                                                                                          | <b>Description des travaux de mesures d'urgence</b>          |  | Rev                                                                                  | Date         | Page     |
|                                                                                                          | 020183-1000-4GER-0003                                        |  | PB                                                                                   | 29 août 2008 | 10 de 35 |

### 2.3.1 Résidus miniers

Les résidus miniers sont de nature alcaline et non-générateurs d'acide. Les résidus miniers rencontrés près de la digue Nord du parc à résidus lors de la campagne de sondages réalisée par Enviro-Globe sont décrits comme un silt avec traces à un peu de sable fin et traces d'argile à argileux de couleur gris foncé à noir. Le pourcentage passant le tamis 2 µm peut varier de 4 % à 22 %. Ces observations ont été réalisées sur les résidus du bassin primaire ou secondaire. Les résidus qui ont sédimenté dans le bassin de polissage et sont plutôt composés de la fraction argileuse des résidus.

### 2.3.2 Sols naturels

Les sols naturels observés par Enviro-Globe dans le secteur de la digue Nord du parc à résidus varient de sable silteux à sable et silt. Dans le secteur de la digue Sud, le sol naturel est de nature différente ; un till (dépôt glaciaire) a possiblement été rencontré sous la digue qui contenait une matrice de sable et gravier, des cailloux de 100 à 300 mm de diamètre et des blocs de 300 à 800 mm de diamètre.

|                                                                                                          |                                                              |  |                                                                                       |              |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>PLAN D'INTERVENTION D'URGENCE</b><br><b>MINE OPEMISKA</b> |  | <b>Préparé par :</b> F. Besozzi / C. Gou<br><b>Révisé par :</b> D. Isabel / M. Pineau |              |          |
|                                                                                                          | <b>Description des travaux de mesures d'urgence</b>          |  | Rev                                                                                   | Date         | Page     |
|                                                                                                          | 020183-1000-4GER-0003                                        |  | PB                                                                                    | 29 août 2008 | 11 de 35 |

### 3.0 CARACTÉRISATION DES EAUX ET SÉDIMENTS

Une caractérisation des eaux de surface et des résidus miniers a été effectuée par SLI suite à la rupture de la digue Sud du bassin de polissage de l'ancienne mine Opémiska. L'échantillonnage a été réalisé à deux reprises soit les 29 juin et 8 juillet 2008<sup>2</sup>.

Les résultats de cette caractérisation sont présentés aux sections suivantes.

#### 3.1 CARACTÉRISATION DE L'EAU

Neuf échantillons d'eau de surface ont été prélevés par SLI le 29 juin 2008 dans la région à l'étude et ont été analysés pour les éléments listés au tableau 1 de la *Directive 019*<sup>3</sup>. Il est important de noter que les critères à l'effluent final de la Direction 019 sont applicable à l'effluent du bassin de polissage. De plus, il serait souhaitable que les critères de qualité de l'eau de surface du MDDEP soient rencontrés dans les cours d'eau récepteurs sauf pour une courte zone de mélange.

Dans la partie investiguée du ruisseau Slam (voir Figure 2-1, points échantillonnages E2, E4, E5, E6 et E7), les concentrations de cuivre, fer et matières en suspension (MES) dépassent les critères de toxicité aiguë et chronique tels que définis par le MDDEP. Pour les mêmes paramètres, en amont de la zone affectée par les événements du 23 juin et dans la rivière Obatogamau en aval, aucun dépassement des critères pour la toxicité aiguë n'a été observé. Par ailleurs, aucun dépassement des critères n'a été observé pour les autres paramètres analysés, soit les cyanures totaux, arsenic, nickel, plomb et zinc.

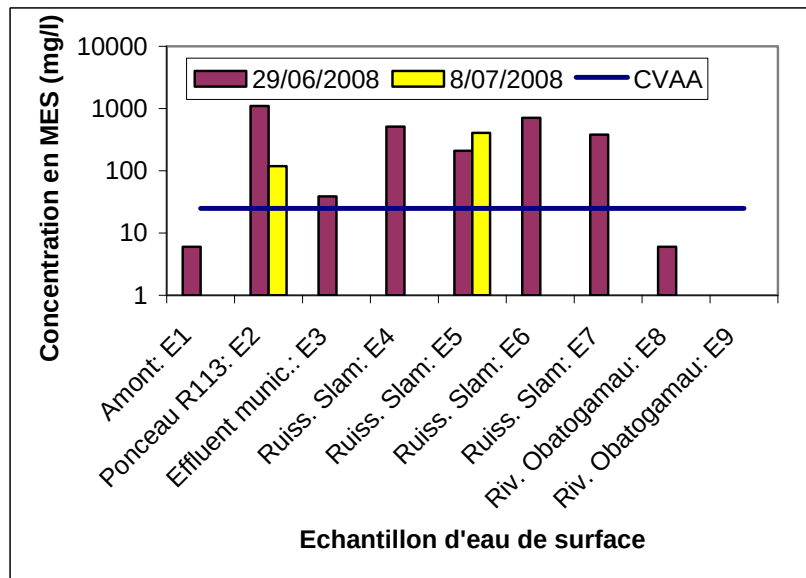
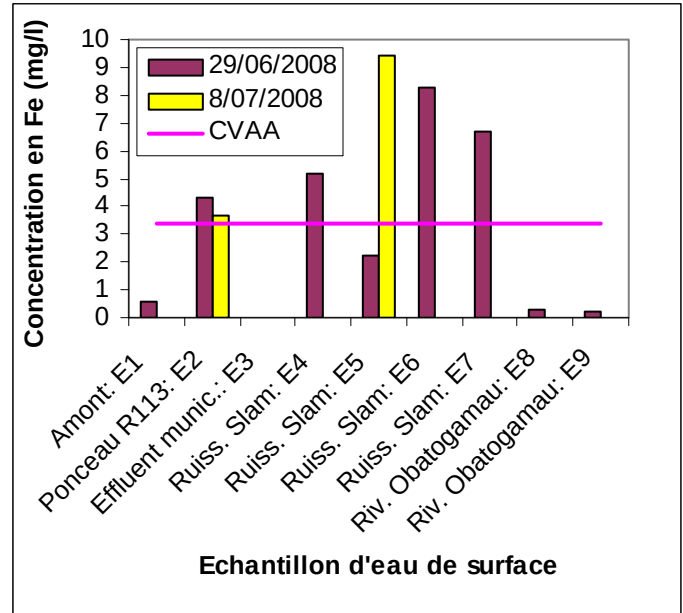
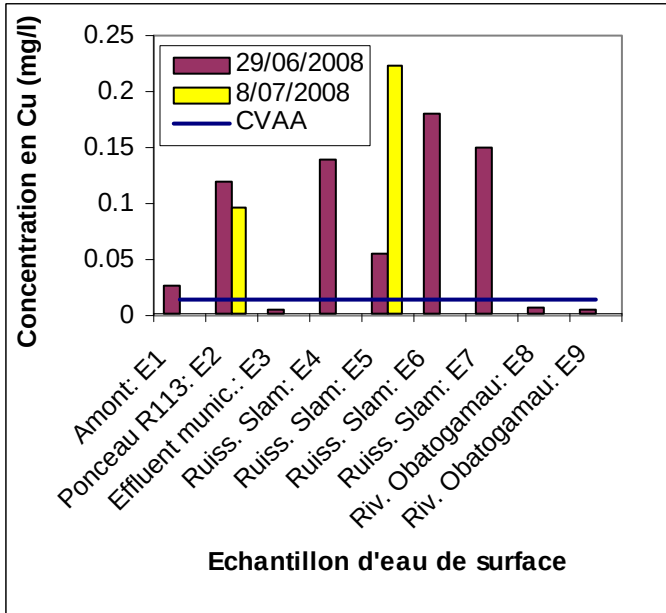
Une importante diminution de la concentration en MES et une légère baisse des concentrations en cuivre et en fer ont été observés après 10 jours (8 juillet, 2008) au ponceau de la route 113 localisé en aval de la digue.

Par contre, plus loin en aval, au point d'échantillonnage E5, une augmentation des concentrations en MES, en cuivre et en fer a été observée au cours de la même période. Il faut noter qu'à cet endroit, le ruisseau Slam reçoit les eaux d'un affluent. À cette confluence on observe le mélange d'eau chargée en résidus miniers (de couleur grise) avec une eau un peu brunâtre venant de l'extérieur de la zone affectée. Il faut rappeler aussi qu'il pleuvait abondamment lors de la prise d'échantillon du 8 juillet 2008. Le lessivage des résidus miniers déposés sur les berges du ruisseau Slam pourrait expliquer les plus fortes concentrations observées. Ce phénomène a été clairement observé lors des prises d'échantillons de résidus miniers au bassin de polissage pendant une averse.

<sup>2</sup> Note technique de SNC Lavalin n° 020183-1000-4GER-0001.

<sup>3</sup> MDDEP (avril 2005). Directive 019 sur l'industrie minière.

|                                                                                                          |                                                              |                                                                                       |              |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>PLAN D'INTERVENTION D'URGENCE</b><br><b>MINE OPEMISKA</b> | <b>Préparé par :</b> F. Besozzi / C. Gou<br><b>Révisé par :</b> D. Isabel / M. Pineau |              |          |
|                                                                                                          | <b>Description des travaux de mesures d'urgence</b>          | Rev                                                                                   | Date         | Page     |
|                                                                                                          | 020183-1000-4GER-0003                                        | PB                                                                                    | 29 août 2008 | 12 de 35 |



**Figure 3-1**  
**Paramètres de la directive 019 dans les eaux de surface présentant des dépassements**

CVAA : Critère de qualité pour la protection de la vie aquatique (toxicité aiguë) corrigé pour la dureté (cuivre seul.)



|                                                                                                          |                                                              |  |                                                                                       |              |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>PLAN D'INTERVENTION D'URGENCE</b><br><b>MINE OPEMISKA</b> |  | <b>Préparé par :</b> F. Besozzi / C. Gou<br><b>Révisé par :</b> D. Isabel / M. Pineau |              |          |
|                                                                                                          | <b>Description des travaux de mesures d'urgence</b>          |  | Rev                                                                                   | Date         | Page     |
|                                                                                                          | 020183-1000-4GER-0003                                        |  | PB                                                                                    | 29 août 2008 | 13 de 35 |

### 3.2 CARACTÉRISATION DES RÉSIDUS MINIERs

Quatre échantillons de résidus miniers ont été prélevés à l'intérieur du bassin de polissage et en amont de la digue Sud (voir la Figure 6-1). Des essais de lixiviation<sup>4</sup> (TCLP<sup>5</sup>, SPLP<sup>6</sup> et CTEU-9<sup>7</sup>), des essais statiques de potentiel de génération d'acide (PGA<sup>8</sup>), des analyses granulométriques, et l'analyse des paramètres inorganiques figurant au tableau 1 de l'annexe 2 de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* (PPSRTC) du MDDEP en plus des hydrocarbures pétroliers C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub> ont été réalisés sur ces échantillons.

Les résultats des essais de lixiviation obtenus démontrent que les résidus miniers du bassin de polissage **ne sont pas des résidus miniers à risques élevés** selon la Directive 019.

Toutefois, tel qu'illustré à la Figure 3-2, les éléments cités ci-après dépassent les critères de résurgence dans les eaux de surface ou infiltration dans les égouts (RESIE) de la PPSRTC, pour chacun des essais suivant, soit :

- TCLP : Cadmium, cuivre, aluminium, plomb et zinc;
- SPLP : Cuivre et mercure;
- CTEU-9 : Mercure.

Les résultats de lixiviation des résidus miniers pour les éléments les plus critiques (le cuivre et le mercure) sont montrés à Figure 3-3. Ces résultats indiquent que les résidus miniers du bassin de polissage ne sont pas des résidus miniers à risques élevés mais que, selon les critères de la Directive 019, ce sont des résidus « **lixiviables** » notamment pour le cadmium, le cuivre, le zinc, le plomb et l'aluminium.

Cependant, les eaux dans le bassin de polissage ne sont pas acides. Le risque de lixiviation des métaux des résidus miniers cités plus hauts, tel que démontré par les analyses de lixiviation est donc faible. L'analyse CTEU-9 démontre un léger potentiel de lixiviation du mercure. Cependant, des analyses de l'eau pour le mercure total montre que le mercure est sous la limite de détection de l'analyse dans l'effluent.

<sup>4</sup> Centre d'Expertise en Analyse Environnementale du Québec (2006). Protocole de lixiviation pour les espèces inorganiques. MA 100- Lix.com.1.0, Rév. 4, Ministère de Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, 18p.

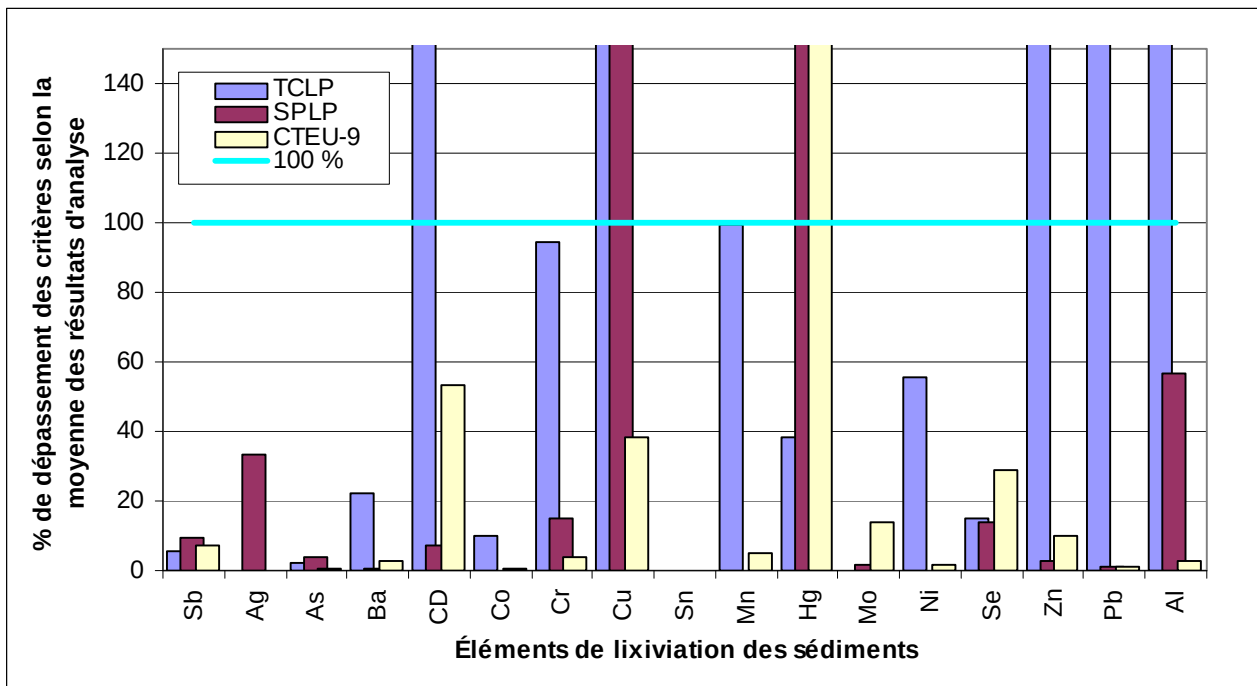
<sup>5</sup> TCLP : *Toxicity Characteristic Leaching Procedure*.

<sup>6</sup> SPLP : *Synthetic Precipitation Leaching Procedure*.

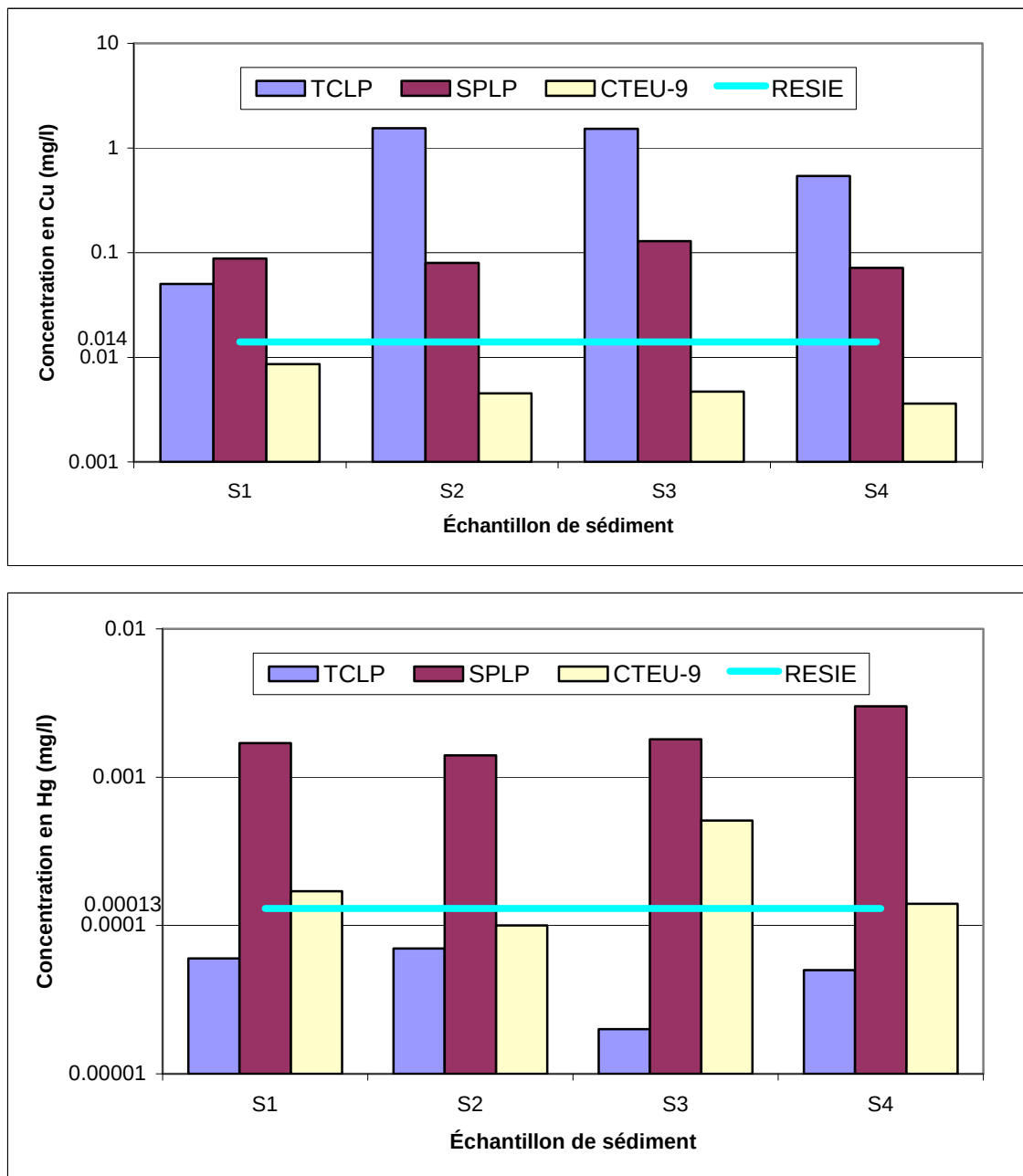
<sup>7</sup> CTEU-9 : Lixiviation à l'eau. Equilibrium extraction. Environnement Canada.

<sup>8</sup> PGA : Potentiel de génération d'acide.

|                                                                                                          |                                                               |  |                                                                                       |              |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>PLAN D'INTERVENTION D'URGENCE</b><br><b>MINE OPEMISKA</b>  |  | <b>Préparé par :</b> F. Besozzi / C. Gou<br><b>Révisé par :</b> D. Isabel / M. Pineau |              |          |
|                                                                                                          | <b>Description des travaux de mesures</b><br><b>d'urgence</b> |  | Rev                                                                                   | Date         | Page     |
|                                                                                                          | 020183-1000-4GER-0003                                         |  | PB                                                                                    | 29 août 2008 | 14 de 35 |



**Figure 3-2**  
**Pourcentage de dépassement des critères RESIE de la PPSRTC**



**Figure 3-3**

**Résultats de lixiviation des résidus miniers pour le cuivre et le mercure**

RESIE : Critères de Résurgence dans les Eaux de Surface ou Infiltration dans les Égouts, corrigé par rapport à la dureté du milieu récepteur (pour le cuivre)

|                                                                                                          |                                                              |  |                                                                                      |              |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>PLAN D'INTERVENTION D'URGENCE</b><br><b>MINE OPEMISKA</b> |  | <b>Préparé par :</b> F. Besozzi / C. Gou<br><b>Révisé par:</b> D. Isabel / M. Pineau |              |          |
|                                                                                                          | <b>Description des travaux de mesures d'urgence</b>          |  | Rev                                                                                  | Date         | Page     |
|                                                                                                          | 020183-1000-4GER-0003                                        |  | PB                                                                                   | 29 août 2008 | 16 de 35 |

#### 4.0 CRITÈRES DE CONCEPTION

Dans la lettre datée du 18 juillet 2008 du MDDEP, il a été demandé au MRNF que les éléments suivants soient intégrés dans le plan d'intervention d'urgence afin de contrôler les apports supplémentaires de particules fines dans la rivière Obatogamau :

- pose de barrières à sédiments (membrane verticale, ballots de paille, etc.) ou autre mesure de rétention des sédiments (bassin de sédimentation) dans le ruisseau Slam, avant la jonction avec la rivière Obatogamau ainsi qu'à tout autre endroit jugé nécessaire;
- retrait et récupération des résidus miniers accumulés le long du ruisseau Slam;
- restauration et réaménagement du ruisseau Slam dans le secteur aval de la route 113 et de l'ancienne voie ferrée;
- aménagement d'un nouveau lit d'écoulement pour le ruisseau Slam;
- mesures d'atténuation efficaces dans le ruisseau Slam en aval de la zone des travaux de restauration.

Par ailleurs, il nous apparaît aussi prioritaire d'intervenir au niveau du bassin de polissage pour :

- ralentir le processus d'érosion hydrique des résidus miniers fins exposés depuis la vidange du bassin.

Différentes options ont été proposées au Ministère des Ressources naturelles et de la faune (MRNF) dans la note technique no. 020183-1000-4GER-0002 pour l'atteinte de cet objectif et l'option privilégiée consiste à recouvrir les résidus exposés en amont de la digue Sud. Cette option est préférable pour les raisons suivantes :

- il n'y aura pas de digue qui nécessitera un entretien et suivi (i.e. inspection) à long terme ;
- en l'absence de digue, il n'y aura plus d'accumulation d'eau dans le bassin de polissage;
- le recouvrement va contrôler l'érosion des sédiments par l'eau de précipitation ce qui règlera le problème à la source;
- le recouvrement peut se faire avec les sédiments, sable et gravier déposés en aval de la digue suite à sa rupture ; cela rencontre la demande du MDDEP pour commencer les travaux de retrait des sédiments dès cet été.

|                                                                                                          |                                                              |  |                                                                                       |              |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>PLAN D'INTERVENTION D'URGENCE</b><br><b>MINE OPEMISKA</b> |  | <b>Préparé par :</b> F. Besozzi / C. Gou<br><b>Révisé par :</b> D. Isabel / M. Pineau |              |          |
|                                                                                                          | <b>Description des travaux de mesures d'urgence</b>          |  | Rev                                                                                   | Date         | Page     |
|                                                                                                          | 020183-1000-4GER-0003                                        |  | PB                                                                                    | 29 août 2008 | 17 de 35 |

Cette option présente donc moins de risques à moyen terme et s'insère dans le cadre du programme de restauration définitive du site. Cette option intègre les objectifs complémentaires suivants :

- réduire l'apport de nouveaux résidus miniers dans le ruisseau Slam;
- stabiliser et assurer l'intégrité de la partie restante de la digue sud du bassin de polissage;
- permettre l'évacuation des eaux de ruissellement provenant du bassin versant du bassin de polissage par l'entremise d'un réseau de fossés de dérivation pour assurer l'intégrité du recouvrement;
- réutiliser les sédiments et autres débris emportés lors de la rupture de la digue et de la route 113 comme matériau de remblai pour le recouvrement des résidus du bassin de polissage.

En tant que mesure d'atténuation supplémentaire, il est proposé qu'un bassin de sédimentation soit aménagé dans le secteur situé entre le bassin de polissage et la route 113. Le ruisseau Slam reçoit les eaux d'un affluent à cet endroit. Le nettoyage du lit du ruisseau Slam dans ce secteur nécessite des travaux d'excavation. Il est donc envisagé d'y approfondir l'excavation de manière à aménager un bassin de sédimentation peu profond mais de grandes dimensions s'étendant de la digue brisée vers la route 113. Le dimensionnement de ce nouveau bassin de sédimentation sera réalisé à l'étape de l'ingénierie des travaux.

Les travaux d'urgence visent principalement l'amélioration de la qualité de l'eau du ruisseau Slam notamment au niveau de la concentration de MES mais également au niveau des concentrations totales extractibles en fer et cuivre de manière à ce qu'une amélioration significative soit observée en amont du point de confluence avec la rivière Obatogamau.

Il est à noter que les informations et les concepts présentés dans la présente note technique sont basés sur les informations disponibles au moment de sa rédaction. Toutes les sources d'informations pertinentes au lieu d'intervention et utilisées dans le cadre de la préparation de cette note technique sont énumérées à la section 2.2 du présent document. Des recommandations sont formulées plus loin en ce qui concerne les informations, relevés et études nécessaires pour poursuivre et compléter les travaux d'ingénierie nécessaires à l'élaboration d'un programme de restauration définitif du site selon les règles de l'art. Même les mesures intérimaires suggérées vont nécessiter quelques études d'ingénierie rapides pour dimensionner les infrastructures.

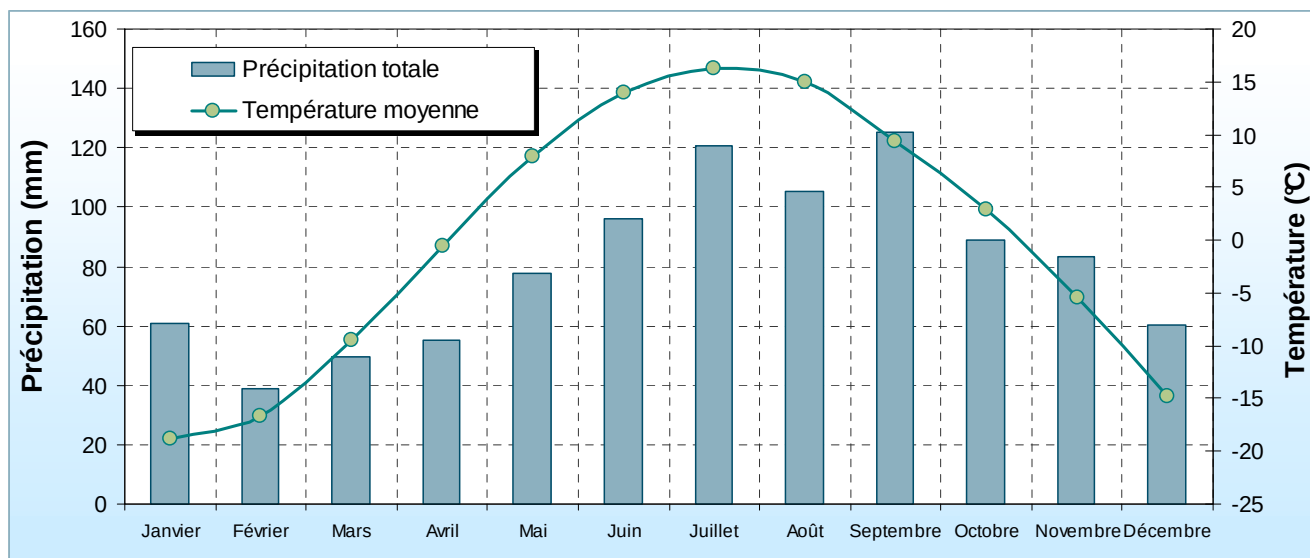
|                                                                                                          |                                                               |  |                                                                                       |              |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>PLAN D'INTERVENTION D'URGENCE</b><br><b>MINE OPEMISKA</b>  |  | <b>Préparé par :</b> F. Besozzi / C. Gou<br><b>Révisé par :</b> D. Isabel / M. Pineau |              |          |
|                                                                                                          | <b>Description des travaux de mesures</b><br><b>d'urgence</b> |  | Rev                                                                                   | Date         | Page     |
|                                                                                                          | 020183-1000-4GER-0003                                         |  | PB                                                                                    | 29 août 2008 | 18 de 35 |

## 5.0 HYDROLOGIE ET DÉBITS DE RUISSELEMENT

Le bassin de polissage reçoit les eaux de plusieurs petits cours d'eau ainsi que d'une portion du parc à résidus miniers (bassins primaire et secondaire). Les eaux se concentrent au sud du bassin et rejoignent le ruisseau Slam en aval de l'ancienne digue Sud. Environ 50 mètres plus en aval, deux affluents du ruisseau forment un marécage. Le ruisseau Slam poursuit son cours jusqu'à la route 113 où deux nouveaux ponceaux de diamètres nominaux de 1 200 mm et 900 mm ont été installés lors de la reconstruction de la route, à l'endroit du ponceau de 900 mm de diamètre existant lors de l'événement du 23 juin 2008. Le ruisseau Slam se poursuit sur plusieurs kilomètres de méandres avant d'atteindre la rivière Obatogamau. La rivière Obatogamau est un affluent de la rivière Chibougamau.

### 5.1 HYDROLOGIE

Les normales climatiques mensuelles (précipitation totale et température) pour la station de Chapais (n° 7091305), située à moins de 2 km du site à l'étude, sont présentées à la Figure 5-1.



**Figure 5-1**  
**Précipitations et température moyenne annuelle à Chapais**

La station météorologique d'Environnement Canada la plus proche du site pour laquelle des valeurs d'intensité – durée – fréquence (IDF) sont disponibles est la station Chibougamau-Chapais A (n° 7091404), située à 24 km du site. Les coordonnées géographiques de cette station sont 49°46,2' de latitude nord et 74°31,8' de longitude ouest. Les valeurs IDF sont calculées et fournies par Environnement Canada (<http://www.climat.meteo.ec.gc.ca>, juillet 2008) à partir des données de précipitation enregistrées de 1964 à 1990, soit durant une période de 27 années.

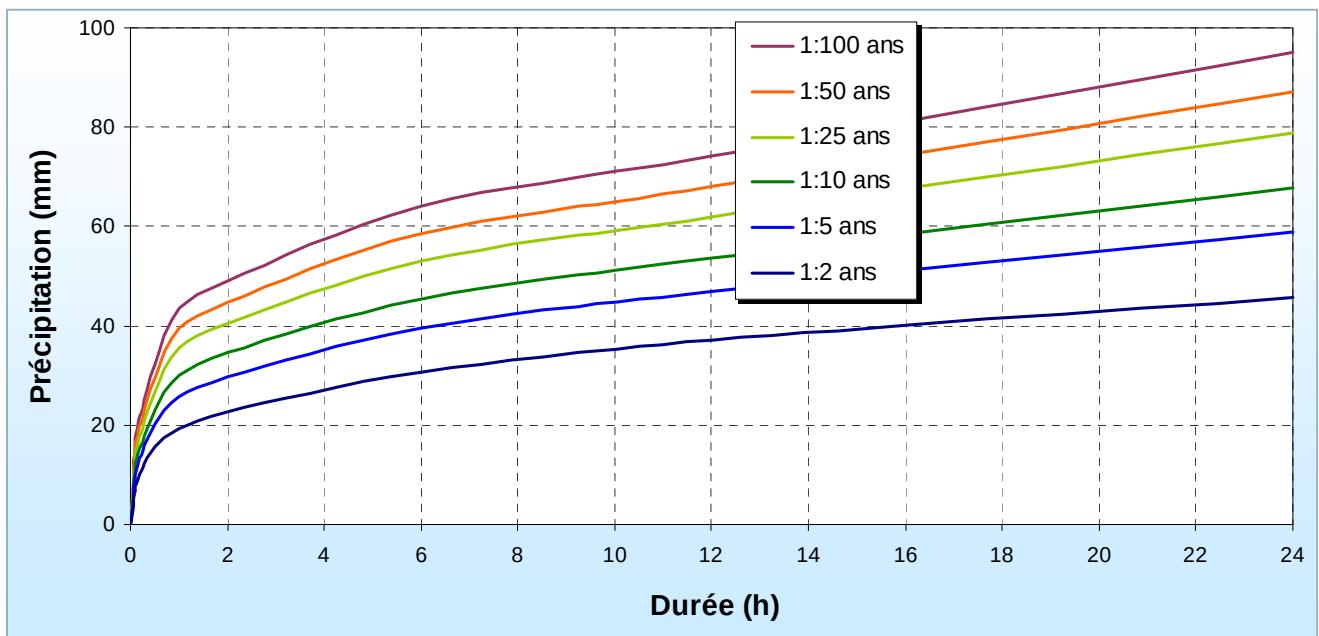


|                                                                                                          |                                                               |  |                                                                                       |              |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>PLAN D'INTERVENTION D'URGENCE</b><br><b>MINE OPEMISKA</b>  |  | <b>Préparé par :</b> F. Besozzi / C. Gou<br><b>Révisé par :</b> D. Isabel / M. Pineau |              |          |
|                                                                                                          | <b>Description des travaux de mesures</b><br><b>d'urgence</b> |  | Rev                                                                                   | Date         | Page     |
|                                                                                                          | 020183-1000-4GER-0003                                         |  | PB                                                                                    | 29 août 2008 | 19 de 35 |

Le Tableau 5-1 présente les valeurs de précipitation statistiques pour différentes durées et périodes de retour, telles que fournies par Environnement Canada. La Figure 5-2 illustre ces valeurs.

**Tableau 5-1**  
**Précipitation pour différentes durées et périodes de retour**

| Durée   | Moyenne<br>$\bar{X}$ | Écart-type<br>S | Précipitation (mm) pour les périodes de retour |       |        |        |        |         |
|---------|----------------------|-----------------|------------------------------------------------|-------|--------|--------|--------|---------|
|         |                      |                 | 2 ans                                          | 5 ans | 10 ans | 20 ans | 50 ans | 100 ans |
| 5 min.  | 7,3                  | 2,8             | 6,8                                            | 9,3   | 11,0   | 13,0   | 14,6   | 16,1    |
| 10 min. | 9,9                  | 3,4             | 9,3                                            | 12,3  | 14,3   | 16,8   | 18,7   | 20,6    |
| 15 min. | 12,0                 | 3,6             | 11,4                                           | 14,6  | 16,7   | 19,4   | 21,3   | 23,3    |
| 30 min. | 16,5                 | 5,0             | 15,7                                           | 20,1  | 23,0   | 26,7   | 29,5   | 32,2    |
| 1 h     | 20,6                 | 7,3             | 19,4                                           | 25,9  | 30,1   | 35,5   | 39,5   | 43,5    |
| 2 h     | 24,1                 | 8,0             | 22,8                                           | 29,9  | 34,5   | 40,5   | 44,8   | 49,2    |
| 6 h     | 32,2                 | 10,2            | 30,5                                           | 39,5  | 45,5   | 53,0   | 58,6   | 64,2    |
| 12 h    | 38,9                 | 11,3            | 37,0                                           | 47,0  | 53,6   | 62,0   | 68,2   | 74,3    |
| 24 h    | 48,1                 | 15,0            | 45,6                                           | 58,9  | 67,7   | 78,8   | 87,0   | 95,2    |



**Figure 5-2**  
**Précipitation (en mm) en fonction de la durée pour différentes périodes de retour**

|                                                                                                          |                                                              |  |                                                                                       |              |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>PLAN D'INTERVENTION D'URGENCE</b><br><b>MINE OPEMISKA</b> |  | <b>Préparé par :</b> F. Besozzi / C. Gou<br><b>Révisé par :</b> D. Isabel / M. Pineau |              |          |
|                                                                                                          | <b>Description des travaux de mesures d'urgence</b>          |  | Rev                                                                                   | Date         | Page     |
|                                                                                                          | 020183-1000-4GER-0003                                        |  | PB                                                                                    | 29 août 2008 | 20 de 35 |

## 5.2 CARACTÉRISTIQUES DU BASSIN VERSANT

Une évaluation de la superficie du bassin de polissage et de la superficie totale du bassin versant du bassin de polissage (secteur situé en amont de la digue Sud du bassin) a été réalisée à partir des cartes topographiques. SNC-Lavalin estime la superficie totale du bassin versant à 842 ha alors que la superficie du bassin de polissage est évaluée à 69 ha.

Le temps de concentration du bassin est fonction de la superficie, de la longueur d'écoulement et de la pente «85%-10%» du bassin versant et est calculé selon la méthode proposé par le Ministère des Transports (Ministère des Transports du Québec (MTQ), *Collection Normes – Ouvrages Routier*, Québec, Canada, 2004).

Le Tableau 5-2 présente les caractéristiques du bassin versant.

**Tableau 5-2**  
**Caractéristiques du bassin versant**

| Caractéristique du bassin       | Quantité | Unité |
|---------------------------------|----------|-------|
| Superficie du bassin            | 842      | ha    |
| Longueur du bassin              | 4190     | m     |
| Longueur 85%-10% (de l'aval)    | 3140     |       |
| Élévation - amont du bassin     | 434      | m     |
| Élévation - 15% amont du bassin | 424      | m     |
| Élévation - 10% aval du bassin  | 390      | m     |
| Élévation - aval                | 373      | m     |
| Pente moyenne du bassin         | 1,5      | %     |
| Pente 85%-10%                   | 1,1      | %     |
| Coefficient de ruissellement    | 0,85     | -     |
| Temps de concentration          | 301      | min.  |

## 5.3 ÉVALUATION SOMMAIRE DES DÉBITS DE RUISSELLEMENT

Une estimation sommaire préliminaire des débits de ruissellement à l'exutoire du bassin de polissage pour différentes périodes de retour a été réalisée par SNC-Lavalin.

La méthodologie suivie est celle adoptée dans le manuel de conception des ponceaux, élaborée par le Ministère des Transports (MT), *Collection Normes – Ouvrages Routier*, Québec, Canada, 2004) ainsi que dans le *Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'état*, élaboré par le ministère des Ressources naturelles du Gouvernement du Québec (MRN). Il s'agit d'évaluer le débit de pointe généré lors d'une pluie en appliquant la méthode rationnelle. Cette

|                                                                                                          |                                                              |  |                                                                                      |              |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>PLAN D'INTERVENTION D'URGENCE</b><br><b>MINE OPEMISKA</b> |  | <b>Préparé par :</b> F. Besozzi / C. Gou<br><b>Révisé par:</b> D. Isabel / M. Pineau |              |          |
|                                                                                                          | <b>Description des travaux de mesures d'urgence</b>          |  | Rev                                                                                  | Date         | Page     |
|                                                                                                          | 020183-1000-4GER-0003                                        |  | PB                                                                                   | 29 août 2008 | 21 de 35 |

méthode est fréquemment utilisée pour calculer le débit de pointe de petits bassins versants dont la superficie est inférieure à 25 km<sup>2</sup>, ce qui est le cas du bassin versant à l'étude.

Les débits de pointe à l'exutoire du bassin de polissage évalués sommairement dans le cadre de la présente étude sont présentés au Tableau 5-3 à titre d'information.

**Tableau 5-3**  
**Résultats de l'évaluation sommaire des débits de ruissellement**  
**en fonction de la période de retour**

| Période de retour | Débit de conception (m <sup>3</sup> /s) |
|-------------------|-----------------------------------------|
| 2 ans             | 9,1                                     |
| 5 ans             | 11,8                                    |
| 10 ans            | 13,6                                    |
| 25 ans            | 15,8                                    |
| 50 ans            | 17,5                                    |
| 100 ans           | 19,2                                    |

Si les débits devaient être utilisés pour la conception d'ouvrages ou structures hydrauliques dans le cadre de ce projet, il est recommandé de réaliser une étude hydrologique et d'évaluation des eaux de ruissellement plus approfondie afin d'obtenir des débits de ruissellement plus représentatifs du bassin à l'étude, en tenant compte par exemple de la présence des étangs de castors et de l'effet de laminage sur les crues que les divers étangs du bassin apportent à l'écoulement.

|                                                                                                          |                                                              |  |                                                                                      |              |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>PLAN D'INTERVENTION D'URGENCE</b><br><b>MINE OPEMISKA</b> |  | <b>Préparé par :</b> F. Besozzi / C. Gou<br><b>Révisé par:</b> D. Isabel / M. Pineau |              |          |
|                                                                                                          | <b>Description des travaux de mesures d'urgence</b>          |  | Rev                                                                                  | Date         | Page     |
|                                                                                                          | 020183-1000-4GER-0003                                        |  | PB                                                                                   | 29 août 2008 | 22 de 35 |

## 6.0 DESCRIPTION DES TRAVAUX DE MESURES D'URGENCE

Les mesures d'urgence qui sont présentées ci-dessous sont décrites à ce stade-ci au niveau conceptuel et qualitatif.

Après revue et discussions avec les représentants du Ministère, et si ces mesures sont approuvées, une étape d'ingénierie suivra pour les besoins de construction, à savoir spécifications, calcul de dimensionnement, calcul de quantités, dessins et autres documents techniques nécessaires aux contracteurs.

### 6.1 GÉNÉRALITÉS

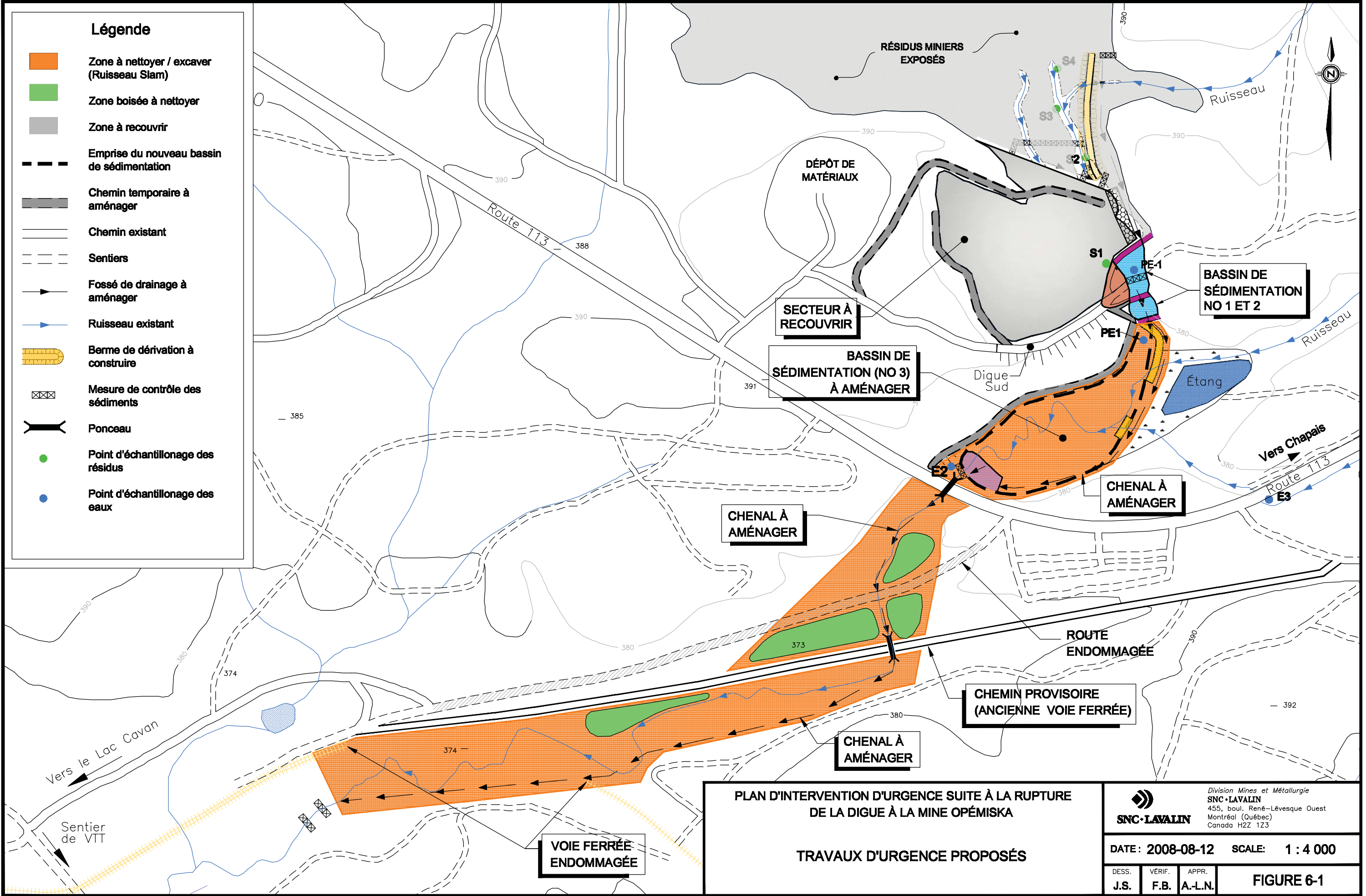
Le concept de base recommandé pour contrôler et réduire de façon permanente l'érosion des résidus exposés du bassin de polissage consiste à recouvrir les résidus d'une couche de matériau granulaire qui peut supporter la végétation et qui est moins susceptible à l'érosion. Les travaux d'urgence doivent donc être compatibles avec ce concept.

Les matériaux qui composaient la digue et la route ont été emportés par les eaux lors de la rupture de la digue et se sont déposés en aval dans le lit du ruisseau. Ces matériaux granulaires seront excavés lors du nettoyage du lit du ruisseau Slam et seront utilisés pour la construction du recouvrement d'une partie du bassin de polissage. La Figure 6-1 présente les travaux d'urgence proposés.

Une fois ces matériaux granulaires épuisés, des bancs d'emprunt de sable et gravier situés dans les environs (voir la Figure 2-1) serviront comme source d'emprunt pour la construction de la partie restante du recouvrement.

La zone d'intervention est délimitée au nord-est par les marques de ravinement et d'érosion des résidus exposés du bassin de polissage et s'étend en aval du ruisseau Slam d'une berge à l'autre jusqu'à un sentier de véhicule-tout-terrain (VTT) qui croise le chemin du lac Cavan.

C:\Documents and Settings\bourj9\My Documents\020183-1000-40DD-FIG\_1-2-3-2.dwg



|                                                                                                          |                                                              |  |                                                                                       |              |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>PLAN D'INTERVENTION D'URGENCE</b><br><b>MINE OPEMISKA</b> |  | <b>Préparé par :</b> F. Besozzi / C. Gou<br><b>Révisé par :</b> D. Isabel / M. Pineau |              |          |
|                                                                                                          | <b>Description des travaux de mesures d'urgence</b>          |  | Rev                                                                                   | Date         | Page     |
|                                                                                                          | 020183-1000-4GER-0003                                        |  | PB                                                                                    | 29 août 2008 | 24 de 35 |

## 6.2 PRÉPARATION DU TERRAIN

Avant d'entreprendre les travaux de nettoyage du lit du ruisseau Slam, les travaux d'excavation et les travaux de remblayage, il est nécessaire de réaliser une certaine préparation du terrain.

Les résidus fins et saturés du bassin de polissage sont de nature argileuse et donc compressible. Il est prévisible qu'il soit difficile, voire même impossible, d'y circuler avec l'équipement lourd. Il sera donc nécessaire d'aménager des chemins de construction et d'accès qui serviront ensuite pour la réalisation des travaux de recouvrement. Des travaux de drainage et de dérivation des eaux de surface seront également nécessaires avant d'entreprendre les travaux.

### 6.2.1 Chemins de construction et d'accès

Pour la construction du recouvrement des résidus du bassin de polissage, l'aménagement de deux chemins est proposée, tel qu'illustré à la Figure 6-2, soit :

- Un chemin reliant le chemin « de la digue Ouest » à la péninsule située au nord de la zone à recouvrir et dont le tracé se poursuit sur une berme aménagée vers l'intérieur du bassin pour permettre la construction du recouvrement, au sud et des fossés de drainage, au nord;
- Un chemin donnant accès à la plage du bassin de polissage, à l'ouest du secteur à recouvrir.

Dans le secteur situé entre la digue Sud et la route 113, il est proposé d'aménager un chemin d'accès entre la digue Sud et la route 113 le long de la rive droite du ruisseau Slam. Ce chemin servira tout au long des travaux de nettoyage pour le transport des matériaux excavés dans ce secteur vers leur lieu d'utilisation au bassin de polissage.

### 6.2.2 Gestion des eaux

À l'heure actuelle, le lit du ruisseau Slam présente un drainage erratique par endroits, avec formation de plusieurs chenaux et accumulation d'eau, en raison d'une trop grande quantité d'alluvions. Pour permettre la réalisation de travaux d'excavation et de nettoyage dans le cours d'eau, il est préférable de dériver le cours d'eau actuel ou de lui creuser un nouveau chenal car ces travaux sont plus facilement réalisés à sec.

La construction d'un fossé de dérivation temporaire est donc proposée pour faciliter le nettoyage du secteur situé entre la digue Sud et la route 113, tel qu'illustré à la Figure 6-1 et la Figure 6-2. Des affluents du ruisseau Slam forment un marécage (du côté est) avant de rejoindre le ruisseau et pourraient être interceptés par un fossé de dérivation et une berme de dérivation construit à même les matériaux granulaires. Ce fossé de dérivation terminerait sa course dans un petit bassin de sédimentation temporaire avant de rejoindre les nouveaux ponceaux de la route 113. La construction d'une digue filtrante (trappe à sédiments) en amont des ponceaux est proposée pour éviter l'accumulation de sédiments dans les ponceaux lors des travaux.



|                                                                                                          |                                                              |  |                                                                                       |              |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>PLAN D'INTERVENTION D'URGENCE</b><br><b>MINE OPEMISKA</b> |  | <b>Préparé par :</b> F. Besozzi / C. Gou<br><b>Révisé par :</b> D. Isabel / M. Pineau |              |          |
|                                                                                                          | <b>Description des travaux de mesures d'urgence</b>          |  | Rev                                                                                   | Date         | Page     |
|                                                                                                          | 020183-1000-4GER-0003                                        |  | PB                                                                                    | 29 août 2008 | 25 de 35 |

Dans le cas du secteur situé en aval de la route 113, il est proposé de creuser un nouveau chenal pour le ruisseau le long de sa rive gauche afin de permettre le nettoyage du lit du ruisseau à partir de l'autre berge. La rive droite du ruisseau est plus accessible à cet endroit où elle longe le chemin de contournement provisoire qui a été construit lors de la fermeture de la route 113 à la suite de la rupture de la digue Sud. Ce chemin suit en fait le tracé de l'ancienne voie ferrée. Le chenal sera aménagé jusqu'au secteur où un tronçon de chemin de fer croisait le ruisseau, près du chemin du lac Cavan. Ce secteur est à l'extrémité ouest de la zone d'intervention.

### 6.2.3 Prévention de l'érosion et contrôle des sédiments

Différentes mesures de protection contre l'érosion et pour le contrôle des sédiments devront être mises en place afin de limiter l'apport de matières en suspension (MES) dans le ruisseau Slam et la rivière Obatagama, et afin de protéger les infrastructures existantes en aval de la zone des travaux. Ces mesures de protection seront adaptées à l'état actuel du ruisseau.

Les travaux ont pour objectif de réduire la concentration de MES dans l'eau à court terme en intervenant directement à la source. La construction d'un recouvrement sur les résidus exposés du bassin de polissage dans le secteur sud du bassin qui montre les signes de ravinement les plus importants, permettra de réduire de façon significative l'apport de MES dans l'environnement.

De par leur nature, les travaux de nettoyage du ruisseau, ainsi que les travaux d'excavation dans le lit et sur les berges du ruisseau, vont entraîner une augmentation temporaire de la concentration MES dans l'eau par rapport à celle observée en temps normal depuis les événements du 23 juin 2008. Comme la qualité du ruisseau Slam a été fortement affectée par ces événements, il est raisonnable de penser que les impacts sur le ruisseau qui découleront des travaux proposés seront peu significatifs vis-à-vis ceux causés lors des dits événements.

Néanmoins, les mesures suivantes seront donc mises en œuvre avant de réaliser les travaux de nettoyage :

- Construction de trappes à sédiments et/ou de digues filtrantes en amont des ponceaux pour prévenir le colmatage;
- Aménagement d'au moins deux barrières à sédiments (digue filtrante ou rideau de turbidité) en aval de la zone d'intervention;
- Aménagement de barrières à sédiments (rideau de turbidité) dans le premier bassin de sédimentation temporaire;
- Installation de clôtures à silt en aval du secteur à recouvrir du bassin de polissage.

Les mesures suivantes seront implantées à la fin des travaux :

- Nettoyage et démantèlement des trappes à sédiments;

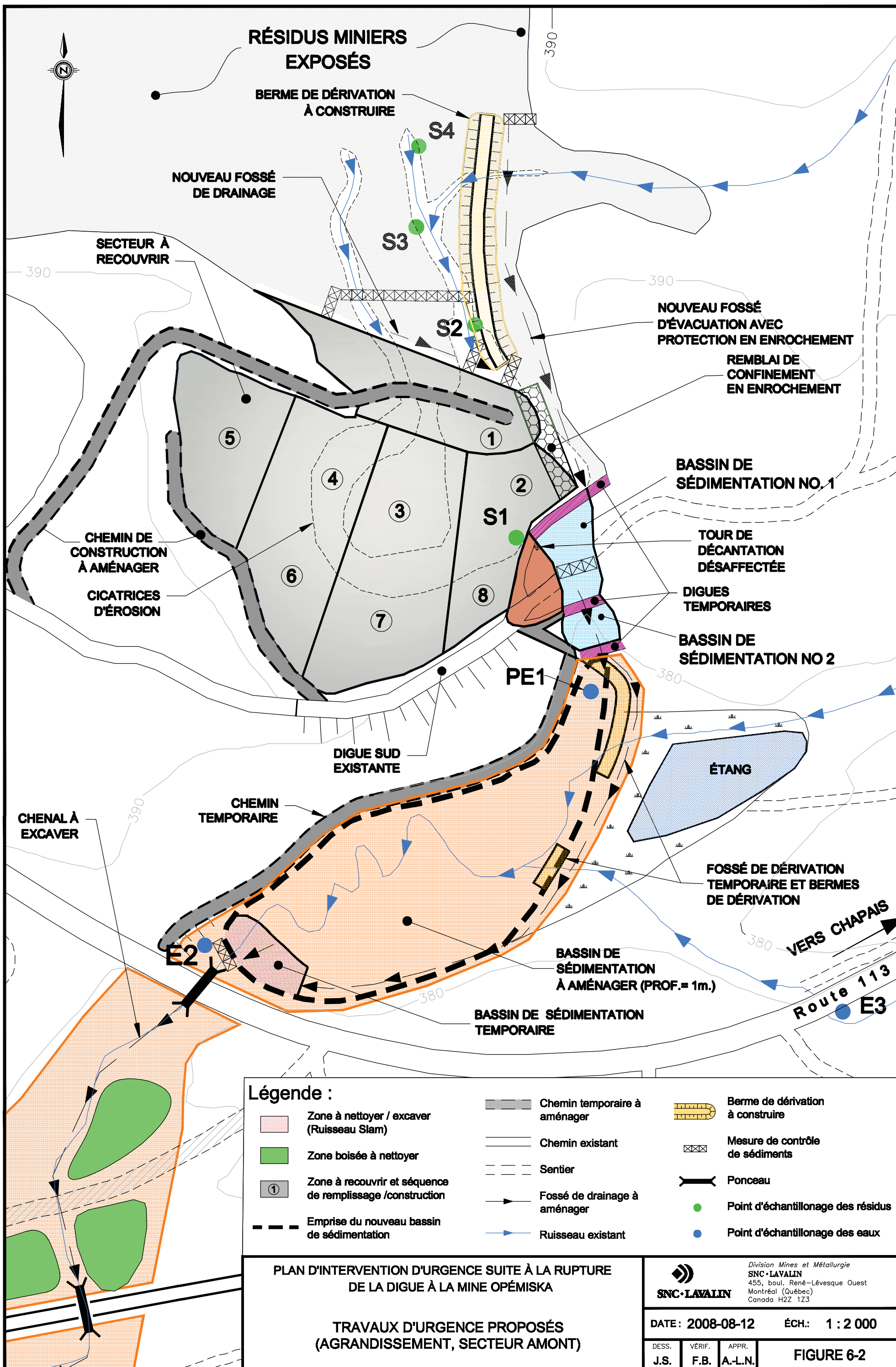
|                                                                                                          |                                                              |  |                                                                                      |              |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>PLAN D'INTERVENTION D'URGENCE</b><br><b>MINE OPEMISKA</b> |  | <b>Préparé par :</b> F. Besozzi / C. Gou<br><b>Révisé par:</b> D. Isabel / M. Pineau |              |          |
|                                                                                                          | <b>Description des travaux de mesures d'urgence</b>          |  | Rev                                                                                  | Date         | Page     |
|                                                                                                          | 020183-1000-4GER-0003                                        |  | PB                                                                                   | 29 août 2008 | 26 de 35 |

- Construction de clôtures à silt en amont du recouvrement en travers des voies d'écoulement préférentielles;
- Protection du fossé de collecte du bassin de polissage avec un enrochement 100-300 mm.
- Protection de certaines sections des rives du ruisseau avec de l'enrochement. En particulier, en aval des deux bassins de sédimentation temporaires et immédiatement en amont des ponceaux de la route 113.

#### 6.2.4 Autres travaux

D'autres travaux de préparation du terrain sont à prévoir tel que le :

- Démantèlement des sections de chemin de fer dans l'emprise des travaux (les rails et les travers de bois pourront être mis de côté pour être recyclés et récupérés, respectivement);
- Déboisement et récupération du bois ayant une valeur marchande, essouchage, débroussaillage, enlèvement et disposition de la matière ligneuse (brûlage avec permis ou déchiquetage et réutilisation comme paillis pour la protection/végétalisation des berges) :
  - Dans les secteurs boisés affectés par les sédiments le long du ruisseau;
  - Dans la zone à recouvrir au bassin de polissage; et
  - Dans l'emprise des chemins de construction temporaires dans les environs du bassin de polissage.



|                                                                                                          |                                                              |  |                                                                                      |              |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>PLAN D'INTERVENTION D'URGENCE</b><br><b>MINE OPEMISKA</b> |  | <b>Préparé par :</b> F. Besozzi / C. Gou<br><b>Révisé par:</b> D. Isabel / M. Pineau |              |          |
|                                                                                                          | <b>Description des travaux de mesures d'urgence</b>          |  | Rev                                                                                  | Date         | Page     |
|                                                                                                          | 020183-1000-4GER-0003                                        |  | PB                                                                                   | 29 août 2008 | 28 de 35 |

### 6.3 NETTOYAGE DU RUISSEAU

La présente section traite des travaux de nettoyage du ruisseau qui sont divisés en deux tronçons : le tronçon nord, compris entre la route 113 et la digue sud du bassin de polissage ; et le tronçon sud-ouest, situé en aval de la route 113.

#### 6.3.1 Tronçon nord

Les matériaux qui se sont déposés dans ce secteur sont essentiellement les matériaux granulaires (sable, gravier) qui constituaient le remblai de la digue sud qui a été emporté. On y retrouve également des accumulations de matériaux naturels (mort-terrain) qui recouvraient le roc avant qu'il soit lessivé par le fort débit des eaux lors de la vidange rapide du bassin. La fraction fine (sable très fin, silt et argile) de ces matériaux, ainsi que les résidus fins, ont été emportés plus loin par le courant. Certains matériaux fins (incluant des résidus) ont pu rester piégés dans la masse granulaire qui s'est déplacée (coulée de boue). Il est donc probable de retrouver une certaine proportion de résidus mélangés aux matériaux granulaires dans le secteur du tronçon nord.

Ce secteur reçoit les eaux de deux ruisseaux tributaires du ruisseau Slam sur le côté est du ruisseau. Sur les photographies aériennes, une petite étendue d'eau semble être retenue par un barrage de castor. Un marécage est présent en aval de cette étendue d'eau. Ce sous-secteur est localisé dans une petite vallée qui forme un autre bras du ruisseau Slam et ne semble pas avoir été affecté par les sédiments. Il mérite donc d'être protégé durant les travaux et aucune intervention n'y est prévue. Tel que mentionné plus haut, la dérivation temporaire des eaux provenant de ce sous-secteur est requise durant les travaux de nettoyage.

La superficie à nettoyer est identifiée sur la Figure 6-1 et la Figure 6-2 et les travaux d'excavation seront approfondis sur l'ensemble de cette surface de manière à créer un bassin de sédimentation d'environ 1 m de profondeur. Le volume d'alluvions à excaver est évalué à 20 000 m<sup>3</sup>. Les matériaux d'excavation seront chargés sur des camions et transportés via le chemin temporaire construit sur la rive droite jusqu'à la digue Sud où ils seront utilisés comme matériau de recouvrement. Dans la mesure du possible, les matériaux contenant plus de 50% de particules fines seront disposés dans la section la plus profonde du secteur à recouvrir au bassin de polissage (parcelles n<sup>os</sup> 2 et 3 du recouvrement, voir la Figure 6-2).

Le nouveau bassin de sédimentation laissé par les travaux de nettoyage servira à minimiser l'apport de sédiments dans le ruisseau Slam tout au long des travaux de restauration du bassin de polissage (travaux de restauration à moyen terme). Ce bassin, le bassin n<sup>o</sup> 3, présentera les caractéristiques suivantes :

- Une profondeur moyenne de 1 m, une largeur de 100 m et une longueur de 200 m;
- Un seuil en enrochement à la sortie du bassin d'une hauteur inférieure à 1 m mesurée par rapport au niveau du terrain situé en aval;

|                                                                                                          |                                                              |  |                                                                                       |              |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>PLAN D'INTERVENTION D'URGENCE</b><br><b>MINE OPEMISKA</b> |  | <b>Préparé par :</b> F. Besozzi / C. Gou<br><b>Révisé par :</b> D. Isabel / M. Pineau |              |          |
|                                                                                                          | <b>Description des travaux de mesures d'urgence</b>          |  | Rev                                                                                   | Date         | Page     |
|                                                                                                          | 020183-1000-4GER-0003                                        |  | PB                                                                                    | 29 août 2008 | 29 de 35 |

- Un bassin de dissipation aménagé à l'endroit du bassin de sédimentation n° 2 et une entrée en éventail, pour réduire la turbulence à l'entrée du nouveau bassin de sédimentation;
- Canal de fuite aménagé jusqu'aux ponceaux de la route 113 protégé avec de l'enrochement.

Après le démantèlement du fossé de dérivation temporaire, les ruisseaux tributaires du ruisseau Slam se jetteront dans le bassin n° 3.

### 6.3.2 Tronçon sud-ouest

Les matériaux qui se sont déposés en aval de la route 113 sont essentiellement les matériaux granulaires (sable, gravier) qui constituaient le remblai de la route 113 et les remblais des chemins de fer qui ont été emportés. On y retrouve également des accumulations de matériaux naturels (mort-terrain) qui recouvraient le roc avant qu'il soit lessivé par le fort débit des eaux lors de la vidange rapide du bassin. Les matériaux de la granulométrie du sable fin ont formé des barres de sable et des dépôts minces (0-10 cm) le long du ruisseau et de ses berges plus en aval alors que les matériaux plus grossiers sont restés à proximité des remblais. Dans ce secteur, les alluvions se sont introduites dans des zones boisées. Ces zones devront être nettoyées mais le bois de valeur devra être préalablement récolté.

À l'endroit où le chemin de fer traversait le ruisseau, juste en aval du chemin du lac Cavan, un chemin de contournement provisoire a été aménagé. Ce chemin sera conservé et au besoin, un ponceau de capacité adéquate devra y être installé. Plus en aval, la seule infrastructure qui doit être maintenue est le sentier de VTT. L'ancien ponceau du chemin de fer qui traversait le ruisseau n'est plus d'aucune utilité et les remblais pourront être excavés. L'ancien chemin du lac Cavan pourra aussi être excavé en partie, du moins dans la plaine inondable du ruisseau Slam.

Tel que mentionné précédemment, avant d'entreprendre des travaux d'excavation et de nettoyage pour ce tronçon, un chenal sera aménagé près de la berge gauche du ruisseau Slam. Des fossés transversaux pourront être aménagés par endroits dans le lit du ruisseau pour canaliser les écoulements provenant de l'autre berge, le cas échéant, sans toutefois drainer les milieux humides présents. Les affluents du ruisseau près du sentier de VTT seront raccordés au chenal principal au moyen d'un fossé. Aucune intervention ne sera faite en dehors de la zone affectée par les événements du 23 juin (zone d'accumulation de matériaux emportés, voir la Figure 6-1).

Une fois que les eaux seront canalisées, le nettoyage du lit du ruisseau sera effectué :

- A partir des deux rives, entre la route 113 et le chemin de contournement;
- A partir de la rive droite, dans le secteur situé en aval du chemin de contournement.

Il ne devrait pas être nécessaire d'aménager de nouveaux chemins d'accès dans ce secteur. Les chemins existants pourront être empruntés par les camions pour se rendre au bassin de polissage, où les matériaux seront utilisés pour le recouvrement des résidus.

|                                                                                                         |                                                              |                                                                                       |              |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>PLAN D'INTERVENTION D'URGENCE</b><br><b>MINE OPEMISKA</b> | <b>Préparé par :</b> F. Besozzi / C. Gou<br><b>Révisé par :</b> D. Isabel / M. Pineau |              |          |
|                                                                                                         | <b>Description des travaux de mesures d'urgence</b>          | Rev                                                                                   | Date         | Page     |
|                                                                                                         | 020183-1000-4GER-0003                                        | PB                                                                                    | 29 août 2008 | 30 de 35 |

## 6.4 TRAVAUX AU BASSIN DE POLISSAGE

### 6.4.1 Secteur d'intervention

La vidange du bassin de polissage a causé du ravinement et l'érosion d'un volume de résidus miniers fins estimés à environ 50 000 m<sup>3</sup>. Des chenaux et ravins se sont formés où les apports d'eau des précipitations se concentrent. Immédiatement en amont de la première digue temporaire, une grande cuvette s'est formée à la suite de la rupture de la digue Sud. Ces chenaux ainsi que la cuvette sont particulièrement susceptibles à l'érosion. Leur profondeur varie de quelques dizaines de centimètres le long des chenaux principaux à près de deux mètres dans la cuvette qui se trouve en aval. Si la situation n'est pas corrigée, le phénomène de ravinement s'accroîtra et les chenaux s'étendront vers l'amont et s'approfondiront.

Il est donc proposé de remblayer la zone située immédiatement en amont de la digue temporaire en commençant par le remplissage de la cuvette et des chenaux, tel qu'illustré à la Figure 6-2. Toutefois, il est probable qu'il soit difficile voire même impossible pour l'équipement lourd de circuler sur les résidus fins et saturés du bassin de polissage. Des recommandations quant à la manière de procéder et à la séquence de construction sont formulées ci-dessous.

### 6.4.2 Préparation du terrain

Avant tout travaux de remblai dans la zone à recouvrir, il est impératif de prendre des mesures afin de minimiser l'érosion et la perte du matériau qui sera mis en place ainsi que le déplacement des résidus présents à cet endroit vers l'extrémité est de la zone.

En effet, les sédiments excavés pourraient être saturés et lors du déchargement au secteur à recouvrir, ils pourraient s'étaler et être érodés par les eaux de ruissellement s'ils ne sont pas confinés. La mise en place du remblai sur les résidus est susceptible d'entraîner le glissement des résidus sous-jacents. C'est pourquoi la construction de bermes de confinement en enrochement est proposée.

### 6.4.3 Matériaux

Les sédiments qui seront excavés lors des travaux d'aménagement du nouveau bassin de sédimentation et des travaux de nettoyage du lit du ruisseau Slam seront utilisés en totalité pour effectuer les travaux d'urgence selon leur nature. Après épuisement de ces matériaux, les bancs d'emprunt de sable et gravier des environs seront exploités pour compléter le reste des travaux d'urgence (la localisation de bancs d'emprunt potentiels est indiquée à la Figure 2-1).

Les résidus seront utilisés pour remplir la cuvette et les chenaux (parcelles n<sup>os</sup> 2 et 3) et devront éventuellement être recouverts d'une couche de matériaux granulaires. Les matériaux granulaires de type sable et gravier pourront être utilisés pour réaliser la construction des bermes et du recouvrement ou à d'autres fins, alors que les pierres, cailloux, blocs et gravier seront conservés pour construire des digues filtrantes ou des protections contre l'érosion comme l'enrochement du nouveau fossé d'évacuation. Le volume de matériaux requis pour la construction du recouvrement et le remblayage des dépressions dans les résidus est de l'ordre de 100 000 mètres cubes.



|                                                                                                          |                                                              |  |                                                                                       |              |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>PLAN D'INTERVENTION D'URGENCE</b><br><b>MINE OPEMISKA</b> |  | <b>Préparé par :</b> F. Besozzi / C. Gou<br><b>Révisé par :</b> D. Isabel / M. Pineau |              |          |
|                                                                                                          | <b>Description des travaux de mesures d'urgence</b>          |  | Rev                                                                                   | Date         | Page     |
|                                                                                                          | 020183-1000-4GER-0003                                        |  | PB                                                                                    | 29 août 2008 | 31 de 35 |

Les matériaux organiques et la matière ligneuse déchiquetée issus des travaux de débroussaillage et d'essouchage ou des travaux de nettoyage du ruisseau devront être entreposés dans un endroit approprié en attendant que les concepts finaux de recouvrement et de réaménagement des berges soient sélectionnés. Ces matériaux pourraient éventuellement être valorisés comme amendements organiques ou comme paillis lors des travaux de végétalisation.

#### 6.4.4 Séquence de construction et paramètres de conception

Les travaux décrits dans la présente note technique sont des travaux d'urgence et la conception plus détaillée du recouvrement des résidus du bassin de polissage ne sera réalisée qu'au cours de l'automne 2008. Il est certain que le fait que les résidus sont des « résidus lixiviables » tel que défini dans la directive 019 devra être pris en compte dans l'élaboration du concept.

Étant donné la nature des résidus, il est probable qu'une certaine partie du remblai de recouvrement s'enfonce et se mélange aux résidus lors de sa mise en place. Par ailleurs, la circulation l'équipement lourd causera des instabilités car l'eau interstitielle piégée dans les résidus aura tendance à vouloir s'échapper vers le haut. Des tassements se produiront aussi à court et moyen terme et forceront l'eau à remonter. Dans ce contexte, afin d'accéder au centre de la zone à recouvrir, il pourrait être nécessaire de mettre en place une couche assez épaisse de matériau granulaire de l'ordre de 1 mètre d'épaisseur. En bordure de la zone à recouvrir, où l'épaisseur de résidus au-dessus du terrain naturel est moins grande, ou ailleurs si les conditions le permettent, l'épaisseur du recouvrement pourra être réduite à 50 cm. Toutefois, s'il s'avère que les conditions de travail sont trop difficiles, une partie des travaux de recouvrement pourrait être réalisée à l'hiver 2008-2009 avec des matériaux non gelés provenant d'un banc d'emprunt ou de sédiments empilés à cet effet. Les travaux de nettoyage devront cependant être réalisés avant l'hiver et les matériaux qui ne pourront être disposés dans la zone à recouvrir devront être empilés à un endroit approprié.

Pour favoriser l'évacuation des eaux de précipitation et des eaux interstitielles contenues dans les résidus et les sédiments du ruisseau, et temporairement, le drainage du recouvrement, il est proposé de remblayer le secteur à recouvrir dans la séquence indiquée à la Figure 6-2. Cette méthode devrait également faciliter l'acheminement par camion des matériaux de remblai près du lieu de mise en place en minimisant la distance de poussée des boteurs. La parcelle de remblai n° 1 servira de chemin d'accès pour réaliser la construction des bermes de confinement, des fossés et des clôtures à sédiments, et à déverser les résidus excavés dans le lit du ruisseau (dans la parcelle n° 2). Ce remblai permettra également de dériver les eaux de ruissellement hors de la zone à recouvrir pour l'assécher autant que possible. La séquence de construction suivante est donc proposée pour les travaux :

- Déboiser et aménager les chemins de construction autour du secteur à recouvrir;
- Mettre en place les mesures de contrôle des sédiments requises (rideau de turbidité dans le bassin de sédimentation n° 1);
- Construire le remblai n° 1 et la berme de confinement des résidus en enrochement;

|                                                                                                          |                                                              |  |                                                                                      |              |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>PLAN D'INTERVENTION D'URGENCE</b><br><b>MINE OPEMISKA</b> |  | <b>Préparé par :</b> F. Besozzi / C. Gou<br><b>Révisé par:</b> D. Isabel / M. Pineau |              |          |
|                                                                                                          | <b>Description des travaux de mesures d'urgence</b>          |  | Rev                                                                                  | Date         | Page     |
|                                                                                                          | 020183-1000-4GER-0003                                        |  | PB                                                                                   | 29 août 2008 | 32 de 35 |

- d) Remplir les dépressions dans les résidus en commençant par la grande cuvette (parcelle n° 2) et le chenal situé à proximité (parcelle n° 3) en utilisant de préférence des matériaux excavés;
- e) Poursuivre avec le recouvrement des parcelles selon la séquence numérique proposée en tentant de conserver une pente d'au moins 2 % mesurée perpendiculairement à l'axe du fossé d'évacuation proposé;
- f) Construire un parement en enrochement le long du fossé d'évacuation pour protéger le talus ouest du recouvrement;
- g) Aménager une berme de dérivation vers le nord pour détourner les eaux qui proviennent du chantier de la mine Springer;
- h) Creuser et enrocher le fossé de collecte proposé. Installer une clôture à sédiments en amont du fossé;
- i) Installer une clôture à sédiments (silt) au nord du remblai n° 1 et pratiquer une brèche dans la berme de dérivation pour permettre l'évacuation des eaux. Installer d'autres barrières à sédiments à cet endroit.

## 6.5 SUIVI ENVIRONNEMENTAL

Lors de la réalisation des travaux d'urgence, un suivi de la qualité d'eau se poursuivra aux points d'échantillonnage suivants :

- à la sortie du bassin de polissage, aval immédiate de la digue temporaire;
- sur le ruisseau Slam, à l'intersection de la route 3000 et la voie de contournement;
- à la rivière Obatogamau, au pont au km 27.

Chaque échantillon d'eau sera analysé pour le cuivre, fer, nickel, plomb et zinc total, ainsi que le pH et les matières en suspension. Une fréquence de trois fois par semaine est prévue.

La fréquence d'échantillonnage pourra varier et d'autres points d'échantillonnage pourront être rajoutés au suivi environnemental au besoin.

|                                                                                                          |                                                              |  |                                                                                      |              |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>PLAN D'INTERVENTION D'URGENCE</b><br><b>MINE OPEMISKA</b> |  | <b>Préparé par :</b> F. Besozzi / C. Gou<br><b>Révisé par:</b> D. Isabel / M. Pineau |              |          |
|                                                                                                          | <b>Description des travaux de mesures d'urgence</b>          |  | Rev                                                                                  | Date         | Page     |
|                                                                                                          | 020183-1000-4GER-0003                                        |  | PB                                                                                   | 29 août 2008 | 33 de 35 |

## 7.0 ÉTUDES ET INGÉNIERIE COMPLÉMENTAIRES À RÉALISER

Avant le début des travaux, les études et relevés suivants seront nécessaires :

- Recherche d'un banc d'emprunt de sable et gravier. À noter que les matériaux emportés en aval de la digue Sud ainsi que les matériaux de la route 113 emportés par la vague pourraient être utilisés en priorité et déposés sur les résidus miniers. Ceci permettra de nettoyer le secteur aval de la digue et de créer des bassins de sédimentation;
- Étude hydrologique préliminaire pour établir les dimensions des fossés et des ponceaux;
- Arpentage détaillé afin de connaître la topographie en place dans le secteur du bassin de polissage.
- Ingénierie préliminaire pour guider la mise-en-œuvre des travaux d'urgences. Les plans produits n'étant pas détaillés, les travaux vont nécessiter la présence continue d'un ingénieur sur le site pour ajuster les interventions aux conditions rencontrées.

Des études et relevés plus exhaustifs pourront aussi être réalisés durant l'automne 2008 pour supporter l'ingénierie de détail du plan de restauration définitif (long terme) et complet du bassin de polissage tels que :

- Étude hydrologique complète pour envisager le détournement de sources d'eau naturelles entrant dans le bassin de polissage;
- Échantillonnage de l'eau de surface à différents points en amont pour en connaître sa qualité;
- Visite d'inspection des autres digues du bassin de polissage. Lors de la visite du 7, 8 juillet, le niveau d'eau était élevé du côté aval de la digue Ouest ( $\pm 1\text{m}$ ). On a d'ailleurs pu apercevoir un castor en train de construire un nouveau barrage sur le parement sud aval de la digue;
- Arpentage détaillé du site si celui-ci n'a pas été fait au départ avant et après la mise en place de la couche de sable et gravier.
- Échantillonnage de résidus miniers et réalisation d'essais de lixiviation additionnels. Réalisation de sondages géotechniques, installation de piézomètres et essais de perméabilité dans les matériaux sous les résidus.

|                                                                                                          |                                                              |  |                                                                                      |              |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>PLAN D'INTERVENTION D'URGENCE</b><br><b>MINE OPEMISKA</b> |  | <b>Préparé par :</b> F. Besozzi / C. Gou<br><b>Révisé par:</b> D. Isabel / M. Pineau |              |          |
|                                                                                                          | <b>Description des travaux de mesures d'urgence</b>          |  | Rev                                                                                  | Date         | Page     |
|                                                                                                          | 020183-1000-4GER-0003                                        |  | PB                                                                                   | 29 août 2008 | 34 de 35 |

## 8.0 MESURES CORRECTIVES À LONG TERME

Les mesures correctives proposées à long terme sont le recouvrement des résidus miniers à l'aide de sable et gravier, la végétation du recouvrement, la stabilisation et la naturalisation des berges du ruisseau Slam et l'aménagement de fossés et de canaux pour canaliser les eaux de surface au niveau du bassin de polissage. Ces travaux pourront être réalisés au printemps ou à l'été 2009.

À long terme, on propose de réaliser les travaux suivants :

- Terminer le recouvrement de sable et gravier là où il est nécessaire, et implantation d'un couvert végétal;
- Aménager un réseau de fossés de drainage dans le recouvrement et les protéger avec de l'enrochement;
- Aménager un réseau de fossés de drainage pour détourner les eaux de ruissellement autour du bassin de polissage;
- Démolir l'ancienne tour de décantation;
- Démanteler une partie du remblai de la digue Sud et réutiliser ce matériau pour le recouvrement des résidus;
- Pratiquer une brèche dans la digue Ouest pour éviter un éventuel débordement par-dessus la digue et une rupture.

|                                                                                                          |                                                              |  |                                                                                      |              |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|
| <br><b>SNC • LAVALIN</b> | <b>PLAN D'INTERVENTION D'URGENCE</b><br><b>MINE OPEMISKA</b> |  | <b>Préparé par :</b> F. Besozzi / C. Gou<br><b>Révisé par:</b> D. Isabel / M. Pineau |              |          |
|                                                                                                          | <b>Description des travaux de mesures d'urgence</b>          |  | Rev                                                                                  | Date         | Page     |
|                                                                                                          | 020183-1000-4GER-0003                                        |  | PB                                                                                   | 29 août 2008 | 35 de 35 |

## 9.0 CONCLUSION

La présente note technique avait comme objectif de proposer des travaux d'urgence pour réduire les apports de MES dans le ruisseau Slam et la rivière Obatogamau causés par la rupture de la digue Sud du bassin de polissage du parc à résidus de la mine Opémiska.

La vidange complète du bassin de polissage a exposé des résidus miniers lixiviables, de granulométrie fine et qui sont maintenant très susceptibles à l'érosion. La rupture de la digue a causé une vague qui a détruit plusieurs remblais de routes et de chemin fer. L'eau et les matériaux emportés ont perturbé le lit du ruisseau sur plusieurs kilomètres. À l'heure actuelle, les concentrations de MES dans le ruisseau sont élevées notamment lors des événements de ruissellement puisque le phénomène d'érosion continue au bassin de polissage et les sédiments accumulés le long du ruisseau sont remis en suspension.

Les travaux proposés comprennent une série de mesures d'urgence. Ils visent à remédier au problème d'érosion des sédiments à la source, soit à l'endroit de l'ancien bassin de polissage et au niveau du ruisseau Slam. Les travaux comprennent notamment l'enlèvement des débris accumulés le long du ruisseau et la réutilisation de ces matériaux pour la construction d'un recouvrement destiné à protéger les résidus exposés du bassin de polissage, dans le secteur le plus affecté du bassin. Le recouvrement sera complété avec du sable et gravier provenant de bancs d'emprunt situés dans les environs.

L'ensemble des travaux d'urgence sont compatible avec le plan correcteur à plus long terme qui vise à restaurer l'ensemble du bassin de polissage en construisant un recouvrement et en aménageant un réseau de fossés de drainage et de canaux. Ces travaux de restauration viseront également à renaturaliser le ruisseau Slam.

Rappelons finalement que ces travaux seront réalisés sur la base de plans d'ingénierie préliminaire. La présence continue d'un ingénieur sur le site sera nécessaire pour s'ajuster aux conditions rencontrées.