

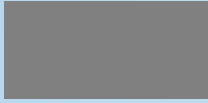
MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES NATURELLES
WSP N° : 201-00652-00 / MERN N° : 2019-0580-16

CARACTÉRISATION HYDROGÉOLOGIQUE

ANCIEN SITE MINIER ST. LAWRENCE
COLUMBIUM, OKA (QUÉBEC)

FÉVRIER 2023





CARACTÉRISATION HYDROGÉOLOGIQUE ANCIEN SITE MINIER ST. LAWRENCE COLUMBIUM, OKA (QUÉBEC)

MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES
RESSOURCES NATURELLES

WSP N° : 201-00652-00 / MERN N° : 2019-0580-16
DATE : FÉVRIER 2023

WSP CANADA INC.
1135, BOULEVARD LEBOURGNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) G2K 0M5
CANADA

TÉLÉPHONE : +1 418 623-2254
TÉLÉCOPIEUR : +1 418 624-1857
WSP.COM

SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR

53-54

RÉVISÉ PAR

53-54

ÉQUIPE DE RÉALISATION

MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES NATURELLES (MERN)

Chargés de projet

Jeanne Lavoie-Deraspe, ing., M.Sc.A.
Henrik Rasmussen, ing.

WSP CANADA INC. (WSP)

53-54

Référence à citer :

WSP. 2023. *CARACTÉRISATION HYDROGÉOLOGIQUE. ANCIEN SITE MINIER ST. LAWRENCE COLUMBIUM, OKA (QUÉBEC)*. RAPPORT PRODUIT POUR LE MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES NATURELLES. 53 PAGES ET ANNEXES.

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION	1
1.1	MISE EN CONTEXTE ET MANDAT	1
1.2	OBJECTIFS	1
1.3	LIMITES ET CONDITIONS GÉNÉRALES	1
2	DESCRIPTION DU SITE ET DE SES ENVIRONS	3
2.1	LOCALISATION ET DONNÉES GÉNÉRALES	3
2.2	TOPOGRAPHIE	4
2.3	HYDROLOGIE ET HYDROGRAPHIE	4
2.4	CONTEXTE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL	4
2.5	HYDROGÉOLOGIE RÉGIONALE	5
3	DESCRIPTION DES TRAVAUX RÉALISÉS	7
3.1	PROGRAMME DE CARACTÉRISATION	7
3.2	ÉQUIPE DE TRAVAIL	7
3.3	FORAGE	8
3.4	CARACTÉRISATION HYDROGÉOLOGIQUE	9
4	CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE LOCAL	15
4.2	PROPRIÉTÉS HYDRAULIQUES DES MATÉRIAUX	17
4.3	UNITÉS HYDROSTRATIGRAPHIQUES PRÉLIMINAIRES	20
4.4	PIÉZOMÉTRIE ET ÉCOULEMENT DES EAUX SOUTERRAINES	21
4.5	GRADIENTS HYDRAULIQUES VERTICAUX	27
5	PORTRAIT DE L'EAU SOUTERRAINE	29
5.1	CRITÈRES DE COMPARAISON ET RÉSULTATS D'ANALYSES POUR L'EAU SOUTERRAINE	29
5.2	IONS MAJEURS	29
5.3	BILAN IONIQUE	32
6	RÉSUMÉ DES TRAVAUX ET CONCLUSION	35
	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	37

TABLE DES MATIÈRES (SUITE)

TABLEAUX

TABEAU 1	DONNÉES GÉNÉRALES CONCERNANT LE SITE À L'ÉTUDE	3
TABEAU 2	CARACTÉRISTIQUES DES SONDAGES RÉALISÉS EN 2020	10
TABEAU 3	RÉSULTATS DES ESSAIS DE PERMÉABILITÉ DANS LES PUIITS DE 2020	18
TABEAU 4	SOMMAIRE DES CONDUCTIVITÉS HYDRAULIQUES OBTENUES LORS DES ESSAIS AVEC SYSTÈME D'OBTURATEURS PNEUMATIQUES DU FORAGE 20-F26	18
TABEAU 5	SOMMAIRE DES CONDUCTIVITÉS HYDRAULIQUES OBTENUES À PARTIR DES ANALYSES GRANULOMÉTRIQUES	19
TABEAU 6	SOMMAIRE DES CONDUCTIVITÉS HYDRAULIQUES MOYENNES PAR UNITÉ HYDROSTRATIGRAPHIQUE	19
TABEAU 7	ÉLEVATION DES NIVEAUX D'EAU DANS LES PUIITS D'OBSERVATION LE 19 FÉVRIER 2021	21
TABEAU 8	GRADIENTS HYDRAULIQUES VERTICAUX SELON LES DONNÉES PIÉZOMÉTRIQUES DU 19 FÉVRIER 2021	27
TABEAU 9	SOMMAIRE DES CONCENTRATIONS EN IONS MAJEURS MESURÉES.....	30

TABLE DES MATIÈRES (SUITE)

FIGURES

FIGURE 1	PRESSIONS D'EAU DANS LES DÉPÔTS MEUBLES SELON LA COUPE AA'.....	23
FIGURE 2	PRESSIONS D'EAU DANS LE ROC SELON LA COUPE AA'	23
FIGURE 3	GRAPHIQUE DE VARIATIONS DES NIVEAUX PIÉZOMÉTRIQUES COUPLÉ AUX PRÉCIPITATIONS TOTALES (WSP, 2021A; ENVIRONNEMENT ET RESSOURCES NATURELLES CANADA, 2021)	24
FIGURE 4	GRAPHIQUE DE VARIATIONS DES NIVEAUX PIÉZOMÉTRIQUES POUR LE Puits PO-20 COUPLÉ AUX PRÉCIPITATIONS TOTALES (WSP, 2021B; ENVIRONNEMENT ET RESSOURCES NATURELLES CANADA, 2021)	26
FIGURE 5	GRAPHIQUE DES PRESSIONS D'EAU RELEVÉES DANS LES HORIZONS DU FORAGE 20-F26	27
FIGURE 6	DIAGRAMME TERNAIRE DES PROPORTIONS EN IONS MAJEURS DANS CHACUN DES ÉCHANTILLONS D'EAU SOUTERRAINE PRÉLEVÉS DANS LES RÉSIDUS/STÉRILES MINIERS	31
FIGURE 7	DIAGRAMME TERNAIRE DES PROPORTIONS EN IONS MAJEURS DANS CHACUN DES ÉCHANTILLONS D'EAU SOUTERRAINE PRÉLEVÉS DANS LES SOLS NATURELS.....	31
FIGURE 8	DIAGRAMME TERNAIRE DES PROPORTIONS EN IONS MAJEURS DANS CHACUN DES ÉCHANTILLONS D'EAU SOUTERRAINE PRÉLEVÉS DANS LE ROC	32

TABLE DES MATIÈRES (SUITE)

CARTES

CARTE 1	LOCALISATION DU SITE À L'ÉTUDE	41
CARTE 2	LOCALISATION DES SONDAGES.....	43
CARTE 3	DÉPÔTS DE SURFACE	45
CARTE 4	GÉOLOGIE	47
CARTE 5A	PIÉZOMÉTRIE DES RÉSIDUS MINIERS – FÉVRIER 2021	49
CARTE 5B	PIÉZOMÉTRIE DES DÉPÔTS MEUBLES ET RO C DE SURFACE – FÉVRIER 2021	51
CARTE 5C	PIÉZOMÉTRIE DU ROC INTER MÉDIA FÉVRIER 2021	53

ANNEXES

1	LIMITES ET CONDITIONS GÉNÉRALES DE L'ÉTUDE
2	REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE
3	RAPPORTS DE FORAGES
4	NOTE TECHNIQUE SUR LES ESSAIS HYDROGÉOLOGIQUES EN FORAGE PAR LE SYSTÈME D'OBTURATEURS GONFLABLES (PACKER)
5	ESSAIS DE PERMÉABILITÉ
6	ANALYSES HYDROGEOSIEVE XL
7	BILAN IONIQUE

1 INTRODUCTION

1.1 MISE EN CONTEXTE ET MANDAT

WSP Canada Inc. (WSP) a été mandatée par le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN) pour effectuer l'ingénierie pour la restauration de l'ancien site minier St. Lawrence Colombium (SLC), situé à Oka (Québec).

Le site a fait l'objet d'une caractérisation environnementale en 2017 (WSP, 2018), permettant d'évaluer la distribution en surface des résidus et des stériles. L'étude dressait un portrait général de la piézométrie de surface, de la perméabilité des différentes unités hydrostratigraphiques et de la qualité de l'eau souterraine.

Dans le cadre de l'ingénierie de la restauration du site, des données plus spécifiques sont requises afin d'augmenter et de préciser les connaissances hydrogéologiques du site, lesquelles serviront à bâtir le modèle hydrogéologique. Celles-ci comptent l'évaluation de la distribution spatiale des propriétés, de la continuité et de l'hétérogénéité des unités hydrostratigraphiques. Des données de suivi hydrogéologique saisonnières sont également nécessaires pour s'assurer de l'intégrité de l'ingénierie de la restauration à long terme.

Dans le cadre de cette étude, plusieurs puits ont été aménagés afin de fournir des informations additionnelles au niveau hydrogéologique. La mise à jour des cartes piézométriques du site et des propriétés hydrogéologiques des unités a été effectuée. Ainsi, le présent rapport regroupe les informations recueillies lors des travaux de caractérisation hydrogéologique de 2020.

1.2 OBJECTIFS

L'objectif principal du mandat est d'obtenir un portrait hydrogéologique global du site, incluant la caractérisation hydrogéologique des unités hydrostratigraphiques. Les objectifs spécifiques du mandat étaient les suivants :

- définir propriétés hydrauliques des unités hydrostratigraphiques dans une couverture optimale du site;
- établir la piézométrie en fonction des unités hydrostratigraphiques et mieux caractériser son écoulement dans le roc sain;
- obtenir un portrait des variations piézométriques saisonnières;
- établir un portrait de la qualité de l'eau dans chacune des unités hydrostratigraphiques;
- assurer que l'état des connaissances actuelles permettra l'intégration des données dans le modèle numérique à venir.

Afin de regrouper les informations relatives à la qualité environnementale du site, certaines informations pertinentes tirées de l'étude de caractérisation environnementale du site réalisée en 2017 par WSP (2018) ont été intégrées au présent rapport. Il convient toutefois de noter que les résultats et conclusions tirées de cette étude n'ont pas été produits dans le cadre du présent mandat et ne sont pas détaillés dans le présent rapport. Le lecteur est invité à se référer directement à l'étude de caractérisation environnementale (WSP, 2018) pour une description de la méthodologie et de plus amples informations.

1.3 LIMITES ET CONDITIONS GÉNÉRALES

Les informations contenues dans ce rapport sont soumises aux limites et conditions générales décrites à l'annexe 1.

2 DESCRIPTION DU SITE ET DE SES ENVIRONS

2.1 LOCALISATION ET DONNÉES GÉNÉRALES

La carte 1 présente la localisation générale du site à l'étude ainsi que ses limites. Les données générales concernant le site à l'étude sont présentées au tableau 1.

Tableau 1 Données générales concernant le site à l'étude

ADRESSE :	Rang Sainte-Sophie, Oka (Québec)
LOTS ET CADASTRE :	Lot 5 699 936 du cadastre du Québec
TITRES MINIERS :	Parties des CL 5174866, 5174867 et 5174869
COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES (NAD 83) :	Latitude : 45° 30' 8" N Longitude : 74° 1' 42" O
OCCUPATION ACTUELLE DU SITE ET SUPERFICIE DES DIFFÉRENTES COMPOSANTES :	<ul style="list-style-type: none">· Des haldes de stériles miniers totalisant environ 10 ha· Un parc à résidus miniers d'environ 18 ha· Deux fosses d'une superficie d'environ 2 ha chacune et d'une profondeur d'environ 80 m· Un ancien secteur industriel
PROPRIÉTAIRE FONCIER :	Municipalité d'Oka
ZONAGE DU SITE ET USAGES AUTORISÉS :	PRO-1 : usages industriels, commerciaux et agricoles <ul style="list-style-type: none">· C7 : Commerce de récréation extérieur· I3 : Extraction· A3 : Sylviculture· PRO1 : Protection environnementale
ZONAGE DES TERRAINS VOISINS :	<ul style="list-style-type: none">· Au nord-ouest : A-14 (usages résidentiels, commerciaux et agricoles)· Au sud-ouest : A-15 et A-16 (usages résidentiels, commerciaux, industriels, agricoles et publics)· Au sud-est : PRO-2 et A-24 (usages résidentiels, commerciaux et agricoles)

Pour les fins de cette étude, le site a été divisé en plusieurs secteurs :

- secteur du parc à résidus;
- secteur des haldes à stériles (nord-ouest, sud-est et sud-ouest);
- secteur industriel.

Les limites du parc à résidus et des haldes à stériles sont présentées à la carte 2.

2.2 TOPOGRAPHIE

Les données du LiDAR (MFFP¹, 2019) montrent que le site à l'étude va d'une élévation de 94 à 144 m au-dessus du niveau moyen de la mer (amsl). Le point haut du site à l'étude se trouve sur le parc à résidus miniers. Des sommets plus élevés (environ 170 m) sont présents au nord-est du site à l'étude, alors que le sud-ouest est caractérisé par une élévation de moins de 100 m. La bathymétrie des fosses réalisée en 2020 montre une profondeur de plus de 40 m pour la fosse 1, avec un plancher à une élévation de 60 m par rapport au niveau moyen de la mer, et une profondeur de près de 90 m pour la fosse 2, avec un plancher à une élévation de 3 m (WSP, 2021a). Les courbes de niveau topographique du secteur sont montrées à la carte 2.

2.3 HYDROLOGIE ET HYDROGRAPHIE

Les eaux de surface sont susceptibles de s'infiltrer relativement rapidement dans le sol par l'absence de revêtement imperméable à la surface sur l'ensemble du site.

Toutefois, les eaux de ruissellement de la majeure partie du site à l'étude sont drainées vers un fossé longeant la limite nord-ouest du site, déviant légèrement sur le site près de la limite ouest et se prolongeant à l'ouest du rang Sainte-Sophie. Ce cours d'eau, anciennement appelé « effluent n° 2 », est en partie canalisé avant de rejoindre le ruisseau Rousse à environ 700 m au sud-ouest du site à l'étude (WSP, 2018; WSP, 2021a), présenté sur la carte 1. Celui-ci se jette dans le lac des Deux Montagnes, à environ 2,4 km au sud-est du site à l'étude. Les eaux de la portion est du site à l'étude sont drainées par le cours d'eau intermittent dénommé « effluent Saint-Pierre », lequel s'écoule vers le sud-est (WSP, 2018). Entre 1975 et 1980, l'étang de clarification (ou décantation) s'est retrouvé divisé en deux parties : une située sur le sommet du parc à résidus miniers et l'autre en bordure du boisé à l'est, délimité sur la carte 2. Ces deux plans d'eau sont distants d'environ 200 m et sont reliés par un fossé. Un autre fossé est présent tout le long de la limite sud-est du site à l'étude.

Il est à noter que l'hydrographie et la délimitation des bassins versants du site sont présentées de manière plus détaillée dans le modèle hydrologique (WSP, 2021a).

L'hydrographie détaillée du secteur est montrée à la carte 2.

2.4 CONTEXTE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

2.4.1 DÉPÔTS MEUBLES

Les dépôts meubles du quaternaire dans le secteur du site à l'étude sont classifiés comme un till en couverture mince et discontinue selon les informations du SIGEOM (MERN, 2021). Du roc affleurant est répertorié à la limite sud du site, de même que dans la portion nord-est. Des sédiments glaciomarins littoraux et pré-littoraux bordent le site au nord et à l'ouest (MERN, 2021). La stratigraphie des dépôts meubles retrouvés sur le site à l'issue des travaux de 2020 est décrite plus amplement à la section 4, et la carte 3 montre les dépôts quaternaires selon le SIGEOM (MERN, 2021).

1 Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP).

2.4.2 SOCLE ROCHEUX

Le socle rocheux dans les environs du site fait partie de la province géologique du Grenville, bien qu'entouré régionalement par la province des basses-terres du Saint-Laurent (MERN, 2021). Le site à l'étude est caractérisé par la carbonatite de la colline d'Oka (de la suite des Montérégiennes), soit des roches intrusives alcalines (MERN, 2021). Le complexe de la carbonatite d'Oka a une forme circulaire et un fort pendage (Proulx, 2003). Les lithologies minéralisées en pyrochlore, oxyde de niobium d'intérêt lors de la vie active de la mine, proviennent de lithologies de carbonatites calcitiques, montrant aussi de l'apatite et des concentrations variables de biotite, de pyroxènes, de monticellite, de magnétite, de sulfures et de pyrochlore (Gold et al., 1967). La géologie générale du socle rocheux est montrée à la carte 4 (MERN, 2021).

2.5 HYDROGÉOLOGIE RÉGIONALE

Selon la topographie et de l'hydrographie du secteur, l'eau souterraine est présumée s'écouler régionalement vers l'ouest et le sud-ouest.

À l'échelle régionale, les collines d'Oka sont une zone importante de recharge et sont en conditions de nappe libre ou semi-captive (Savard, 2013). L'eau dans le secteur serait typiquement de type Na-HCO₃, du moins pour des puits qui seraient aménagés dans la province du Grenville autour de l'intrusion alcaline (Savard, 2013).

Les détails concernant l'hydrogéologie du site ont été mis à jour avec les travaux de 2020 et sont présentés à la section 4.2.

2.5.1 OUVRAGES DE CAPTAGE D'EAU SOUTERRAINE

Le Système d'information hydrogéologique (SIH) du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) a été consulté en ligne le 27 janvier 2021 (MELCC, 2021). Huit puits étaient alors répertoriés dans un rayon de 1 km du site à l'étude, incluant un puits aménagé par le puisatier Henri Cousineau et Fils inc. sur le site à l'étude en 1978, qui n'a pas été retrouvé en 2017. Les autres puits ont été installés entre 1962 et 1988 à des profondeurs variant entre 25 et 198 m, au roc. En fonction du sens d'écoulement de l'eau souterraine établi dans l'étude de caractérisation de WSP (2018), la majorité d'entre eux se trouverait en aval du site à l'étude.

Il est à noter que le SIH est incomplet et il est possible que davantage de puits de captage d'eau souterraine aient été réalisés dans les environs et que ceux-ci soient ou ne soient plus en fonction.

3 DESCRIPTION DES TRAVAUX RÉALISÉS

3.1 PROGRAMME DE CARACTÉRISATION

Un programme de caractérisation hydrogéologique a été établi par WSP, à la suite d’une revue des données de caractérisation de 2017. Le programme a été réalisé de façon combinée avec les travaux de caractérisation environnementale complémentaire et de géotechnique, qui seront présentés dans des rapports détaillés (WSP, 2021b et c).

Les grandes étapes des travaux de caractérisation hydrogéologique ont été les suivantes :

- l’aménagement de 26 puits d’observation aménagés et de 5 piézomètres sur 27 sites de forages;
- l’échantillonnage des sols dans tous les forages en fonction de la stratigraphie rencontrée et la description des matériaux rencontrés;
- la réalisation d’essais par obturateurs pneumatiques dans un puits aménagé dans le roc;
- l’installation de sondes à pression et d’un baromètre dans cinq puits existants, pour suivre le niveau piézométrique en continu;
- le développement de tous les nouveaux puits d’observation aménagés en 2020;
- le relevé des niveaux d’eau et la réalisation d’essais de perméabilité de type « slug test » dans tous les nouveaux puits d’observation aménagés lors de la campagne de 2020;
- le prélèvement d’échantillons d’eau souterraine dans tous les nouveaux puits d’observation aménagés lors de la campagne 2020;
- l’arpentage de tous les puits d’observation et piézomètres.

Des photographies prises lors de la réalisation des travaux sont insérées à l’annexe 2.

3.2 ÉQUIPE DE TRAVAIL

Les travaux en lien avec l’étude hydrogéologique se sont déroulés du 25 juin 2020 au 19 février 2021.

Le programme de travail, la planification, la coordination et la supervision des travaux de terrain ont été réalisés par

53-54

Le programme des essais avec obturateurs pneumatique (Packer) a été réalisé par

53-54

3.3 FORAGE

3.3.1 MÉTHODE DE FORAGE

Les forages ont été réalisés entre le 25 juin et le 13 novembre 2020 par la compagnie Succession Forage Downing Limitée, à l'aide d'une foreuse sur chenille de type CME850. Étant donné les différentes utilisations des forages, l'avancement dans les dépôts meubles a été effectué à la tarière évidée autant que possible, tandis qu'un carottier au diamant a été utilisé pour avancer dans le roc et lorsque les matériaux granulaires étaient trop durs. Du polymère a parfois été utilisé pour éviter les remontées de sable. Deux forages au roc (20-F18B et 20-F23B) ont en outre nécessité l'utilisation de bentonite mélangée au polymère. Le roc a été carotté à l'aide d'un carottier NQ (76 mm) ou HQ (96 mm), selon les sondages, sur une profondeur d'environ 10 m. Les forages ont atteint une profondeur variant entre 9,49 et 85,98 m.

Des échantillons aux fins des analyses granulométriques ont été prélevés à des intervalles réguliers avec des cuillères fendues de calibre H, B et N. Les indices de pénétration (coups/30 cm) ont été enregistrés selon la norme ASTM D1586 (SPT).

Pour l'installation de puits multiniveaux (forages 20-F13, 20-F15, 20-F18, 20-F19, 20-F23, 20-F25 et 20-F26), le premier forage était avancé jusqu'au roc avec échantillonnage en continu ou à intervalles réguliers, puis un forage destructif était réalisé juste à côté du forage initial afin d'aménager un puits d'observation dans les dépôts meubles naturels et miniers.

Pour davantage de détails sur les caractéristiques des forages, le lecteur est invité à consulter le rapport d'étude géotechnique factuel (WSP, 2021c).

3.3.2 DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS DE SOLS, DE ROC, DE RÉSIDUS ET DE STÉRILES MINIERS

La nature et certaines propriétés des sols, des résidus et des stériles miniers rencontrés dans les sondages ont été décrites à partir d'un examen visuel des échantillons, selon les méthodes d'identification et de classification reconnues et utilisées dans le domaine de la géotechnique et des sols, soit le système de classification unifiée des sols (USCS). La présence d'indices de contamination par des hydrocarbures pétroliers ou autres substances a aussi été notée. Cette description implique le recours au jugement et à l'interprétation du personnel ayant réalisé l'examen des matériaux. Le roc a été décrit par un professionnel de WSP à partir des carottes de roc transportés au laboratoire de WSP.

3.3.3 PRÉPARATION DES ÉCHANTILLONS DE SOLS, DE RÉSIDUS, DE STÉRILES ET DE ROC

Les échantillons de sol ont été mis dans des sacs de plastique et transportés au laboratoire de WSP pour effectuer, entre autres, les analyses granulométriques et de sédimentométrie. Les échantillons de roc ont été entreposés dans des boîtes et transportés au laboratoire de WSP.

3.3.4 ARPENTAGE ET NIVELLEMENT

La localisation finale (x, y, z) des puits d'observation a été relevée le 8 octobre et le 25 novembre 2020 ainsi que le 8 juin 2021, à l'aide d'un appareil GPS d'une précision centimétrique.

Les coordonnées obtenues ont été intégrées aux rapports de sondage à l'annexe 3, tandis que la localisation finale des sondages est présentée à la carte 2.

3.4 CARACTÉRISATION HYDROGÉOLOGIQUE

3.4.1 AMÉNAGEMENT DES PUIITS D'OBSERVATION ET PIÉZOMÈTRES

Les puits d'observation aménagés dans les dépôts meubles ont été nommés avec le suffixe « A » et ceux au roc avec le suffixe « B », en conservant le numéro du site de forage (p. ex. 20-PO23A et 20-PO23B au site de forage 20-F23).

L'aménagement des puits d'observation diffère selon l'horizon intercepté, mais dans l'ensemble, les puits d'observation sont composés d'un tube de polychlorure de vinyle (PVC) de 51 mm de diamètre intérieur à raccords vissés et d'une crépine. Dans ces installations, la partie crépinée des puits est enrobée d'un matériau filtrant (la lanterne) constitué de sable de silice, qui se poursuit jusqu'à 1 m au-dessus du sommet de la crépine. Un bouchon de bentonite de 1 m a été mis en place au-dessus de la lanterne de silice afin d'éviter toute infiltration d'eau à partir de la surface ou de l'horizon sus-jacent. Finalement, un tube protecteur de PVC muni d'un couvercle en aluminium cadénassé a été mis en place en surface. Les schémas d'aménagement des puits d'observation sont présentés à l'annexe 3 et les caractéristiques des sondages sont présentées au tableau 2.

Des piézomètres ont été aménagés dans certains sondages, en conservant le numéro du site de forage (p. ex. 20-PZ04 au site de forage 20-F04). Ces piézomètres ont été aménagés dans les sondages de plus petits diamètres (0,045 m) en descendant des tubes de polychlorure de vinyle (PVC) de 38 mm de diamètre intérieur à raccords vissés, et d'une crépine. De la même façon que pour les puits d'observation, la partie crépinée est enrobée d'un matériau filtrant (lanterne) constitué de sable de silice jusqu'à 1 m au-dessus du sommet de la portion perforée. Un bouchon de bentonite de 1 m a été mis en place au-dessus de la lanterne de silice afin d'éviter toute infiltration d'eau à partir de la surface ou de l'horizon sus-jacent.

Un piézomètre à corde vibrante (20-PZ26) a été aménagé dans le forage 20-F26, le 22 septembre 2020. Le diaphragme du piézomètre a été aménagé près du fond de forage, dans le roc, soit à une profondeur de 81,5 m, et les détails de l'aménagement sont présentés à l'annexe 3. Une calibration de ce dernier a été effectuée par l'équipe de WSP et des contrôles subséquents ont été réalisés entre le 22 septembre et le 19 octobre 2020.

3.4.2 RELEVÉ DES NIVEAUX D'EAU

Les niveaux d'eau dans les puits d'observation ont été mesurés à plusieurs reprises durant les phases de développement, purge, essais de perméabilité et à différentes dates entre juillet et février 2021. Un relevé piézométrique complet a par la suite été réalisé en février 2021. Pour ce faire, une sonde à niveau d'eau a été utilisée et celle-ci a été nettoyée entre chaque mesure.

Tableau 2 **Caractéristiques des sondages réalisés en 2020**

Site	Puits	Coordonnées (MTM, NAD83, zone 8)			Type de sondage (unité crépinée)	Diamètre forage/puits (mm)	Profondeur des sondages (m)	Épaisseur dépôts meubles (m)	Élévation du toit du roc (m-asl)
		X (m)	Y (m)	Z (m)					
20-F02	20-PO02A	262990,22	5040330,58	99,64	Puits d'observation (sols naturels)	114/51	19,99	>19,99	--
	20-PO02B	262990,22	5040330,58	99,64	Puits d'observation - (roc)	114/51	39,50	29,01	70,63
20-F04	20-PZ04	263099,50	5040242,59	108,68	Piézomètre (stériles)	89/38	16,71	≥16,71	--
20-F05	20-PZ05	263113,26	5040188,68	112,32	Piézomètre (sols naturels)	89/38	42,11	38,96	73,36
20-F06	20-PZ06	263151,52	5040214,98	105,87	Piézomètre (roc)	89/38	18,06	14,74	91,13
20-F07	20-PO07	263030,05	5040179,65	112,31	Puits d'observation (sols naturels)	89/51	19,81	>19,81	--
20-F09	20-PO09	263995,45	5040925,27	145,22	Puits d'observation (roc)	114/51	27,43	21,36	123,87
20-F10	20-PZ10	263189,34	5040093,48	107,68	Piézomètre (sols naturels)	89/38	10,52	10,52	--
20-F11	20-PO11B	263592,62	5041001,60	155,70	Puits d'observation (roc)	114/51	85,98	75,94	79,76
20-F12	20-PZ12	263493,05	5040955,50	138,00	Piézomètre (sols naturels)	89/38	15,14	≥15,14	--
20-F13	20-PO13A	263532,46	5040829,05	136,67	Puits d'observation (stériles/sols naturels)	114/51	16,23	>16,23	--
	20-PO13B	263532,46	5040829,05	136,67	Puits d'observation (roc)	114/51	59,13	48,51	88,16
20-F14	20-PO14	263421,00	5040864,00	124,88	Puits d'observation (sols naturels)	114/51	15,09	≥15,09	--
20-F15	20-PO15A	263909,94	5040549,12	124,69	Puits d'observation (stériles/résidus/sols naturels)	114/51	22,86	>22,86	--
	20-PO15B	263909,94	5040549,12	124,69	Puits d'observation (roc)	114/51	48,25	38,55	86,11
20-F16	20-PZ16	263261,89	5040662,18	108,24	Piézomètre (roc)	89/38	13,62	4,19	104,05
20-F17	20-PZ17	263377,73	5040637,76	122,89	Piézomètre - (roc)	89/38	19,56	13,81	109,08
20-F18	20-PO18A	263544,30	5040658,80	143,99	Puits d'observation (résidus)	114/51	31,90	>31,90	--
	20-PO18B	263544,30	5040658,80	143,99	Puits d'observation (roc)	114/51	66,46	56,39	87,52
20-F19	20-PO19A	263547,30	5040526,41	142,23	Puits d'observation (sols naturels)	114/51	26,00	>26,00	--
	20-PO19B	263547,30	5040526,41	142,23	Puits d'observation (roc)	114/51	37,83	27,73	114,61
20-F20	20-PZ20	263484,71	5040462,71	123,29	Piézomètre (roc)	89/38	10,67	6,09	117,20
20-F21	20-PZ21	263745,13	5040526,58	141,59	Piézomètre (résidus)	89/38	37,59	34,34	107,25

Tableau 2 (suite) Caractéristiques des sondages réalisés en 2020

Site	Puits	Coordonnées (MTM, NAD83, zone10)			Type de sondage	Diamètre forage/puits (m)	Profondeur des sondages (m)	Épaisseur dépôts meubles (m)	Élévation du toit du roc (m)
		X (m)	Y (m)	Z (m)					
20-F22	20-PO22	263787,27	5040442,40	123,55	Puits d'observation (roc)	89/51	16,86	9,21	114,34
20-F23	20-PO23A	263857,97	5040596,45	141,16	Puits d'observation (sols naturels)	114/51	35,15	>35,15	--
	20-PO23B	263857,97	5040596,45	141,16	Puits d'observation (roc)	114/51	64,43	54,46	86,65
20-F24	20-PO24	263746,09	5040398,65	141,34	Puits d'observation (roc)	114/51	25,89	22,16	119,18
20-F25	20-PO25A	263891,31	5040771,96	140,55	Puits d'observation (sols naturels)	114/51	21,95	>21,95	--
	20-PO25B	263891,31	5040771,96	140,55	Puits d'observation (roc)	114/51	45,36	34,24	106,13
20-F26	20-PO26A	263657,60	5040483,48	137,73	Puits d'observation (résidus)	114/51	25,91	>25,91	--
	20-PO26B	263657,60	5040483,48	137,73	Puits d'observation (roc)	114/51	35,00	29,29	108,44
	20-PZ26	263657,60	5040483,48	137,73	Piézomètre à corde vibrante (roc)	114/-	81,74	29,29	108,44
20-F27	20-PO27B	263608,03	5040311,83	128,65	Puits d'observation (roc)	114/51	27,29	6,10	122,55
20-F28	20-PO28	263347,33	5040559,01	119,18	Puits d'observation (roc)	200/51	10,90	1,62	117,56
20-F29	20-PO29	263339,65	5040527,10	121,36	Puits d'observation (roc)	200/51	14,10	6,10	115,26
20-F30	20-PO30	263368,61	5040569,40	120,33	Puits d'observation (roc)	200/51	9,49	1,50	118,83

-- Toit du roc non atteint pour ce puits.

3.4.3 DÉVELOPPEMENT DES PUIITS D'OBSERVATION

Après un délai minimal de 24 h suivant la fin de son aménagement, chacun des puits d'observation a été développé afin de retirer les particules fines libérées lors des opérations de forage et de redonner à la formation aquifère sa conductivité hydraulique naturelle. Le développement a été effectué entre le 29 septembre et le 18 novembre 2020 au fil de l'avancement des travaux de forage.

Le développement a été réalisé à l'aide d'une pompe Hydrolift II. Celle-ci était raccordée à une tubulure de polyéthylène haute densité (PEHD) Waterra® dédiée à chaque puits et munie d'une vanne à bille et d'un anneau de développement. La pompe Hydrolift II était branchée à une génératrice. Le développement a été effectué jusqu'à l'obtention d'une eau claire, lorsque possible.

3.4.4 PURGE ET ÉCHANTILLONNAGE

L'eau souterraine de tous les puits d'observation a été échantillonnée une première fois en février 2021. La méthodologie d'échantillonnage est détaillée dans le rapport de caractérisation environnementale complémentaire (WSP, 2021b).

Lors de la purge, la valve était positionnée au milieu de la colonne d'eau autant que possible, afin de limiter la mise en suspension de particules. Le pH, la conductivité électrique, la concentration en oxygène dissous, la température ainsi que le potentiel d'oxydoréduction ont été mesurés régulièrement durant la purge de chacun des puits d'observation à l'aide d'une sonde multiparamètres positionnée à l'intérieur d'une cellule d'écoulement.

3.4.5 PROGRAMME ANALYTIQUE

En plus des paramètres de caractérisation environnementale et de radioactivité décrits dans WSP (2021b), les échantillons ont été analysés en laboratoire pour les ions majeurs (SO_4^{2-} , Cl^- , Br^- , F^- , NO_3^- , NO_2^- / Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+), l'alcalinité, les bicarbonates et les solides dissous totaux, aux fins d'une interprétation géochimique.

3.4.6 ESSAI DE PERMÉABILITÉ

Des essais de perméabilité ont été réalisés entre le 15 octobre 2020 et le 17 février 2021 dans tous les puits d'observation aménagés en 2020, afin de déterminer les propriétés hydrauliques des dépôts meubles et du roc en place.

Un essai d'insertion et un essai de retrait de slug ont pu être réalisés dans chacun des puits afin de confirmer la répliquabilité des données. Les essais ont été réalisés à l'aide d'une barre pleine (*slug*) de volume connu et de capteurs de pression de type Levelogger de Solinst.

La méthodologie utilisée pour la réalisation des essais est la suivante :

- insertion du capteur de pression dans le puits d'observation. Le capteur a été programmé préalablement pour prendre une lecture toutes les secondes (une lecture toutes les 10 secondes pour le puits 20-PO24);
- le capteur de pression est laissé quelques minutes dans le puits d'observation, le temps que le niveau d'eau revienne à un niveau équivalent, au minimum à 80 % du niveau d'eau initial;
- le slug est inséré dans le puits, sous le niveau de l'eau;
- la descente du niveau de l'eau est suivie, jusqu'au retour au minimum 80 % du rabattement;

- le slug est retiré du puits et la remontée du niveau de l'eau est suivie;
- le retrait du capteur de pression et la récupération des données;
- les données du capteur de pression sont ensuite converties en rabattement pour permettre l'analyse de l'essai.

L'analyse des essais a été réalisée par la méthode de Bouwer et Rice (1976), à l'aide du logiciel AquiferTest Pro, version 9.0.0.5 de l'entreprise Waterloo Hydrogeologic.

3.4.7 ESSAIS HYDROGÉOLOGIQUES EN FORAGE PAR LE SYSTÈME D'OBTURATEURS GONFLABLES (ESSAIS PACKER)

Des essais hydrogéologiques avec obturateurs gonflables ont été réalisés dans le forage 20-F26 entre le 10 et le 21 septembre 2020 par le personnel de WSP. Un total de 21 essais a ciblé 12 intervalles de test dont les longueurs et les profondeurs dépendaient de la qualité et de la nature du roc rencontré pendant le forage. Selon la perméabilité des zones testées, celles-ci sont soumises soit à un essai à charge variable seul, soit à un essai à charge variable suivi d'un essai à charge constante. Pour ces essais, des profondeurs entre 31,98 m et 81,74 m ont été testées.

Une note technique sur ces essais, présentée à l'annexe 4, détaille le mode opératoire des essais Packer, les équipements utilisés et les résultats des essais.

3.4.8 SUIVI À LONG TERME DES NIVEAUX D'EAU

Le 28 août 2020, cinq capteurs de pression ont été installés dans autant de puits aménagés sur le site en 2017 (PO-04, PO-08, PO-13, PO-16 et PO-20), afin d'effectuer le suivi piézométrique en continu dans diverses unités. Un baromètre a également été installé dans le couvercle du puits PO-08 afin de pouvoir appliquer une correction de la pression atmosphérique aux données de niveau d'eau. Les capteurs et le baromètre ont été programmés préalablement pour prendre une lecture toutes les 15 minutes. Les données de ces capteurs ont été récupérées à quatre reprises, soit le 14 octobre 2020, le 19 février 2021, le 8 juin 2021 et le 1^{er} novembre 2021. Le programme de suivi à long terme a été maintenu jusqu'au 1^{er} novembre 2021.

4 CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE LOCAL

L'interprétation préliminaire des unités hydrostratigraphiques est présentée sur la base des observations lithologiques réalisées dans les forages de 2020, appuyée par les résultats des études antérieures. Ces observations sur la nature des matériaux géologiques d'origine naturelle ou anthropique rencontrés dans les forages ont permis d'élaborer une première interprétation des unités stratigraphiques présentes sur le site. La mesure des niveaux d'eau souterraine et les résultats des essais hydrauliques aident à l'interprétation de la distribution des unités hydrostratigraphiques présentes sur l'ensemble du site de l'ancienne mine.

4.1.1 LITHOSTRATIGRAPHIE

La campagne de forage de 2020 a permis d'augmenter les connaissances sur la nature et la distribution spatiale des différents matériaux géologiques et anthropiques présents sur le site de l'ancienne mine.

Selon l'analyse des rapports de forage, la lithologie du site correspond aux matériaux suivants rencontrés, du haut vers le bas :

- matériaux anthropiques :
 - sable fin silteux correspondant à des résidus miniers;
 - blocs de roches carbonatées de granulométries décimétriques à centimétriques correspondant à des stériles miniers;
 - matériaux de remblai très variés allant du silt sableux au gravier sableux;
- dépôts géologiques;
 - matériaux granulaires graveleux avec un peu de silt et des cailloux, et sable silteux à silt sableux avec un peu de gravier correspondant principalement à des dépôts quaternaires glaciaires (till);
 - socle rocheux correspond à des roches intrusives de type carbonatite, alnoïte et à de l'okaïte. Du grès quartzitique a également été observé sur d'importantes épaisseurs.

Ces unités sont décrites plus en détail ci-dessous.

REMBLAIS

Les remblais ont été relevés en surface des sondages dans le secteur industriel (20-F28 à 20F-30) sur des épaisseurs variant de 0,52 à 1,52 m. Dans la plupart des haldes à stériles (ouest, nord, sud), des remblais d'épaisseur variant entre 0,39 et 3,05 m ont été relevés. Dans les secteurs des haldes à stériles où des remblais ont été observés, des stériles miniers altérés ont été relevés dans cette unité. La granulométrie des remblais varie de sable silteux au gravier sableux.

RÉSIDUS MINIERS

Les résidus miniers se trouvent au centre du site à l'étude, entourés de stériles miniers. La granulométrie de ces résidus s'apparente à un silt avec un peu d'argile et des traces de sable, à un sable et silt avec des traces d'argile, ou à un sable fin avec un peu de silt. Dans les sondages de 2018 et 2020, des horizons de résidus miniers avec des épaisseurs entre 0,8 et 32,16 m ont été recoupés.

STÉRILES MINIERS

Les stériles miniers se retrouvent principalement, mais pas exclusivement, autour des résidus miniers. Les épaisseurs recoupées de cet horizon dans les sondages de 2018 et 2020 varient entre 0,27 et 22,16 m. La distribution granulométrique de cette unité est très large, allant de blocs (métrique) à sable (millimétrique). Cette hétérogénéité dans la granulométrie s'explique par le fait qu'avec le temps, les particules de sols naturels et des résidus miniers, plus fins, se sont infiltrés entre les blocs et les cailloux des stériles miniers et parce qu'une altération de certains blocs de stériles peut être observée au site.

DÉPÔTS MEUBLES QUATÉNAIRES

Comme mentionné précédemment, les dépôts meubles naturels dans la région sont constitués de till et de sédiments glaciomarins littoraux et pré-littoraux. La campagne de cartographie du MERN (Randour *et al.*, 2019) fait état de deux faciès de till, soit un till de fond, fissile et très compact, ainsi qu'un till d'ablation assez lâche et sans structure. Les sédiments glaciomarins littoraux et pré-littoraux, quant à eux, ont été mis en place lorsque la mer de Champlain couvrait le site et sont constitués de sable, sable graveleux et parfois de gravier stratifiés et bien triés (Randour *et al.*, 2019).

Sur le site, les dépôts meubles quaternaires ont été rassemblés en deux grandes catégories selon leur description granulométrique, soit : sable graveleux avec un peu de silt et des cailloux, et sable silteux à silt sableux avec un peu de gravier. Localement, des variations de ces deux types de sols ont été observées. L'épaisseur de ces horizons de sols naturels varie entre 0 et plus de 67,4 m selon les secteurs.

SOCLE ROCHEUX

Sur le site, le socle rocheux est représenté principalement par des roches intrusives associées aux carbonatites des collines d'Oka. Cette dernière s'est mise en place durant le Crétacé et comprend non seulement les carbonatites, mais aussi d'autres types de roches intrusives alcalines intermédiaires à ultramafique, ainsi que des brèches de diatrème associées et cornéennes (MERN, 2021).

Localement, la lithologie la plus souvent rencontrée dans les sondages de 2020 est la carbonatite. Celle-ci est grise, à grains fins, souvent avec la présence de grains plus grossiers bréchiques. Dans certains sondages, la carbonatite avait une texture plutôt gneisseuse. Quelques sondages (20-F15, 20-F18 et 30-F21) ont intercepté de l'okaïte, soit une roche intrusive grise avec des zones bréchiques (parfois référée comme une intrusion bréchique). Du grès quartzitique a également été relevé au droit du forage 20-F26, sur des épaisseurs de plus de 20 m. Au droit des forages 20-F22 et 20-F23, de l'alnoïte, soit une brèche polymictique, a été relevée. Les différents essais conduits sur le roc ont montré une perméabilité variable en fonction de la profondeur et du niveau de fracturation et d'altération du roc. En général, quelle que soit la composition du socle rocheux, celui-ci se présente plus altéré et fracturé au contact avec les dépôts meubles plutôt qu'en profondeur.

4.2 PROPRIÉTÉS HYDRAULIQUES DES MATÉRIAUX

Les propriétés hydrauliques des matériaux ont été déterminées pour chaque unité à partir des travaux effectués sur la zone d'étude, soit :

- des essais de perméabilité de type « slug test »;
- des essais de perméabilité de type « packer test »;
- des interprétations d'analyses granulométriques.

4.2.1 ESSAIS DE PERMÉABILITÉ DE TYPE « SLUG TEST »

Les résultats des essais de perméabilité réalisés dans les puits aménagés en 2020, présentés au tableau 3, ont permis d'obtenir des conductivités hydrauliques variant entre $6,3 \times 10^{-7}$ à $9,6 \times 10^{-5}$ m/s pour les résidus miniers, entre $2,2 \times 10^{-6}$ et $1,8 \times 10^{-5}$ m/s pour les stériles miniers, et de $3,7 \times 10^{-9}$ à $3,5 \times 10^{-4}$ pour les sols naturels. Au roc, les conductivités hydrauliques obtenues varient entre $9,0 \times 10^{-8}$ et $2,2 \times 10^{-4}$ m/s.

La crépine de certains puits réalisés en 2020 traverse plusieurs unités stratigraphiques. La valeur de la conductivité hydraulique calculée à partir d'essais réalisés dans ces puits n'est donc pas associée à une unité hydrostratigraphique en particulier. Les feuilles de calcul sont insérées à l'annexe 5.

4.2.2 ESSAIS DE PERMÉABILITÉ DE TYPE « PACKER TEST »

Le tableau 4 présente un sommaire des résultats de conductivité hydraulique obtenus à partir des essais de perméabilité par à charge constante et à charge variable. L'analyse détaillée des essais est présentée à l'annexe 4.

L'intervalle des valeurs de conductivités hydrauliques obtenues lors des essais avec système d'obturateurs pneumatiques (essais Packer) montre une variation de la conductivité hydraulique avec une zone plus perméable ($1,1 \times 10^{-7}$ m/s) au contact entre la carbonatite et le grès quartzitique, qui avait été identifiée comme une zone de fracture potentiellement associée à une zone de faille.

L'intrusion bréchique identifiée entre 54,40 et 63,76 m de profondeur dans le forage 20-F26 présente une plus grande perméabilité que l'unité de carbonatite et de grès quartzitique sus-jacents, avec une conductivité hydraulique moyenne de $2,0 \times 10^{-7}$ m/s par rapport à $7,8 \times 10^{-8}$ m/s pour l'unité de grès quartzitique sus-jacent. La portion de l'intrusion bréchique contenant de la pyrite, entre 72,54 et 77,24 m de profondeur, a également montré une conductivité plus élevée ($2,4 \times 10^{-7}$ m/s). Malgré le relevé de plusieurs fractures au fond du forage, la conductivité hydraulique relevée entre 77,19 et 81,74 m de profondeur est plus faible, avec une valeur moyenne de $3,8 \times 10^{-8}$ m/s. De manière générale, la carbonatite en surface et le grès quartzitique montrent des conductivités hydrauliques plus faibles que les intrusions bréchiques, variant de $2,6 \times 10^{-8}$ à $5,4 \times 10^{-8}$ m/s.

Tableau 3 Résultats des essais de perméabilité dans les puits de 2020

Matériaux crépines	Puits d'observa tion	Élévation mi-crépine (m)	Conductivité hydraulique (m/s)						
			Essai 1		Essai 2		Min	Max	Moyenne géométrique
			Descente	Remontée	Descente	Remontée			
Résidus miniers	20-PO15A	103,3	$9,2 \times 10^{-6}$	$9,1 \times 10^{-6}$	-	-	$6,3 \times 10^{-7}$	$9,6 \times 10^{-5}$	$9,2 \times 10^{-6}$
	20-PO18A	113,6	$2,1 \times 10^{-6}$	$6,3 \times 10^{-7}$	-	-			
	20-PO26A	113,3	$9,6 \times 10^{-5}$	$5,7 \times 10^{-5}$	-	-			
Stériles miniers	20-PO13A	121,9	$2,2 \times 10^{-6}$	$2,2 \times 10^{-6}$	-	-	$2,2 \times 10^{-6}$	$2,2 \times 10^{-6}$	$2,2 \times 10^{-6}$
Sols naturels	20-PO02A	81,2	$1,1 \times 10^{-7}$	-	-	-	$3,7 \times 10^{-9}$	$3,5 \times 10^{-4}$	$1,4 \times 10^{-6}$
	20-PO07	94,0	$7,3 \times 10^{-7}$	$5,2 \times 10^{-7}$	-	-			
	20-PO14	111,29	-	$1,4 \times 10^{-8}$	-	$3,7 \times 10^{-9}$			
	20-PO19A	117,7	-	-	$3,5 \times 10^{-4}$	$1,6 \times 10^{-4}$			
	20-PO25A	120,1	$1,2 \times 10^{-5}$	$1,1 \times 10^{-5}$	-	-			
Roc	20-PO02B	61,6	$9,1 \times 10^{-7}$	-	-	-	$9,0 \times 10^{-8}$	$6,9 \times 10^{-5}$	$1,5 \times 10^{-6}$
	20-PO09	119,3	$2,2 \times 10^{-7}$	$2,5 \times 10^{-7}$	-	-			
	20-PO11B	71,2	$4,3 \times 10^{-5}$	$5,9 \times 10^{-5}$	$6,9 \times 10^{-5}$	$5,5 \times 10^{-5}$			
	20-PO13B	79,0	$2,1 \times 10^{-7}$	$1,7 \times 10^{-7}$	-	-			
	20-PO15B	77,9	$8,6 \times 10^{-7}$	$7,8 \times 10^{-7}$	-	-			
	20-PO18B	79,2	$6,4 \times 10^{-6}$	$4,8 \times 10^{-6}$	-	-			
	20-PO19B	105,9	-	-	$1,9 \times 10^{-7}$	$2,6 \times 10^{-7}$			
	20-PO22	108,2	$9,9 \times 10^{-7}$	$9,7 \times 10^{-7}$	-	-			
	20-PO23B	78,2	$7,4 \times 10^{-7}$	$7,2 \times 10^{-7}$	-	-			
	20-PO24	117,0	-	$9,0 \times 10^{-8}$	-	-			
	20-PO25B	96,7	$1,4 \times 10^{-6}$	$1,2 \times 10^{-6}$	-	-			
	20-PO26B	104,2	$1,7 \times 10^{-6}$	$2,1 \times 10^{-6}$	-	-			
	20-PO27B	102,9	$5,7 \times 10^{-7}$	$7,3 \times 10^{-7}$	-	-			
	20-PO28	109,8	$8,7 \times 10^{-7}$	$1,9 \times 10^{-6}$	-	-			
	20-PO29	108,8	$6,6 \times 10^{-6}$	$8,7 \times 10^{-6}$	-	-			

Tableau 4 Sommaire des conductivités hydrauliques obtenues lors des essais avec système d'obturateurs pneumatiques du forage 20-F26

Essai	Profondeur intervalle (m)		Longueur intervalle (m)	Lithologie	Profondeur de l'eau/sol (m)	Conductivité hydraulique (m/s)			
	Sommet	Fond				Charge variable	Lecture manomètre	Lecture sonde	Moyenne géom.
1	31,98	35,00	3,02	Carbonatite	20,24	4,4E-08	N/D	N/D	4,4E-08
2	36,62	38,13	1,51	Carbonatite	20,04	1,3E-07	1,0E-08	1,3E-08	2,6E-08
3	39,10	41,15	2,05	Carbonatite/Grès Qz	19,86	5,3E-07	5,2E-08	5,2E-08	1,1E-07
4	40,78	47,16	6,38	Grès Quartzitique	19,84	4,1E-09	N/D	N/D	4,1E-09
5	46,84	54,74	7,90	Grès Quartzitique	25,69	3,2E-07	3,8E-08	3,9E-08	7,8E-08
6	54,40	57,74	3,34	Intrusion / Grès	23,94	7,2E-07	7,6E-08	8,4E-08	1,7E-07
7	54,40	57,73	3,33	Intrusion / Grès	22,24	6,6E-07	1,0E-07	1,1E-07	1,9E-07
8	60,58	63,76	3,18	Intrusion / Grès	22,24	2,8E-06	6,6E-08	7,0E-08	2,3E-07
9	63,44	68,30	4,86	Grès Quartzitique	22,03	5,5E-07	1,4E-08	1,5E-08	4,9E-08
10	67,99	72,85	4,86	Intrusion bréchique	22,14	5,4E-08	N/D	N/D	5,4E-08
11	72,54	77,24	4,70	Intrusion bréchique	20,48	2,4E-07	2,4E-07	2,4E-07	2,4E-07
12	77,19	81,74	4,55	Intrusion bréchique	21,32	8,8E-07	7,8E-09	8,1E-09	3,8E-08

N/D: Essai non réalisé

4.2.3 ANALYSES GRANULOMÉTRIQUES

Lors de la réalisation des forages, 55 échantillons ont été sélectionnés à des fins d'analyses granulométriques. Les résultats de ces analyses sont présentés dans l'étude géotechnique (WSP, 2021c). Les échantillons proviennent de différents horizons stratigraphiques et de différentes profondeurs.

À la suite des analyses granulométriques, la conductivité hydraulique des échantillons analysés a été estimée à l'aide du logiciel HydrogeoSieveXL 2.1 (Devlin, 2015; 2016). HydrogeoSieve permet d'estimer la conductivité hydraulique saturée d'un échantillon à partir de sa courbe granulométrique, en utilisant 15 équations prédictives suggérées dans la littérature. L'applicabilité de chacune des équations est d'abord vérifiée, puis les diamètres nécessaires aux calculs sont interpolés depuis la courbe granulométrique et, finalement, la moyenne géométrique des résultats de toutes les équations applicables est effectuée.

Le sommaire des résultats est présenté au tableau 5 et la conductivité hydraulique estimée pour chaque échantillon est présentée en détail à l'annexe 6. Les conductivités hydrauliques de l'unité du remblai varient entre $1,2 \times 10^{-8}$ et $2,1 \times 10^{-3}$ m/s, pour une valeur moyenne de $1,1 \times 10^{-5}$ m/s. Les conductivités hydrauliques de l'unité de résidus miniers varient entre $1,3 \times 10^{-9}$ et $2,5 \times 10^{-4}$ m/s, pour une valeur moyenne de $3,8 \times 10^{-7}$ m/s. Les conductivités hydrauliques de l'unité des stériles miniers varient entre $2,4 \times 10^{-6}$ et $4,2 \times 10^{-1}$ m/s, pour une valeur moyenne de $2,6 \times 10^{-4}$ m/s. Finalement, les conductivités hydrauliques de l'unité de sols naturels varient de $8,1 \times 10^{-11}$ et $5,8 \times 10^{-2}$ m/s, pour une valeur moyenne de $2,3 \times 10^{-7}$ m/s. Le large intervalle de variation est dû à la nature hétérogène des sols naturels observée au site, de manière locale.

Tableau 5 Sommaire des conductivités hydrauliques obtenues à partir des analyses granulométriques

Unité	Intervalle de profondeur moyen (m)	Nombre d'échantillons	Conductivité (m/s)		
			Minimum	Maximum	Moyenne géométrique
Remblai	0,76 - 1,37	2	$1,2 \times 10^{-8}$	$2,1 \times 10^{-3}$	$1,1 \times 10^{-5}$
Résidus miniers	2,44 - 31,09	10	$1,3 \times 10^{-9}$	$2,5 \times 10^{-4}$	$3,8 \times 10^{-7}$
Stériles Miniers	3,05 - 26,33	4	$2,4 \times 10^{-6}$	$4,2 \times 10^{-1}$	$2,6 \times 10^{-4}$
Dépôts meubles	1,52 - 53,95	39	$8,1 \times 10^{-11}$	$5,8 \times 10^{-2}$	$2,3 \times 10^{-7}$

4.2.4 SOMMAIRE DES RÉSULTATS

Le contraste de perméabilité entre les différentes unités aura une incidence sur les régimes d'écoulement des eaux souterraines. Le tableau 6 présente l'analyse statistique de la conductivité en fonction du type de matériaux rencontrés sur le site à l'étude. Ces résultats incluent les données de conductivités hydrauliques rapportées dans l'étude de caractérisation environnementale de 2017 (WSP, 2018), les essais de perméabilités réalisés en 2020, les analyses granulométriques ainsi que les essais avec système d'obturateurs pneumatiques dans le forage 20-F26.

Tableau 6 Sommaire des conductivités hydrauliques moyennes par unité hydrostratigraphique

Type de matériaux	Sommaire des conductivités hydrauliques (m/s)		
	Minimum	Maximum	Moyenne géométrique
Remblais	$1,2 \times 10^{-8}$	$2,1 \times 10^{-3}$	$1,1 \times 10^{-5}$
Résidus miniers	$4,3 \times 10^{-9}$	$9,6 \times 10^{-5}$	$2,9 \times 10^{-6}$
Stériles miniers	$2,2 \times 10^{-6}$	$4,1 \times 10^{-3}$	$2,4 \times 10^{-5}$
Dépôts meubles	$1,6 \times 10^{-10}$	$3,5 \times 10^{-4}$	$6,8 \times 10^{-7}$
Roc altéré	$4,0 \times 10^{-5}$	$1,1 \times 10^{-4}$	$7,1 \times 10^{-5}$
Roc non altéré	$4,1 \times 10^{-9}$	$6,9 \times 10^{-5}$	$3,5 \times 10^{-7}$

4.3 UNITÉS HYDROSTRATIGRAPHIQUES PRÉLIMINAIRES

Une première interprétation des unités hydrostratigraphiques est réalisée et correspond à l'équivalence des unités lithostratigraphiques décrites dans la section précédente à l'issue des travaux réalisés. À l'occasion de phases subséquentes de travaux d'acquisition de données (p. ex. la campagne de terrain reliée à l'étude géomécanique) ou lors de l'intégration des données à l'étape de la modélisation numérique hydrogéologique, il est possible que certaines de ces unités soient subdivisées pour refléter des comportements hydrauliques différents au sein d'une unité hydrostratigraphique préalablement identifiée.

Les unités hydrostratigraphiques principales sont présentées ci-dessous.

REMBLAI

Cette unité, d'une épaisseur maximale de 3,05 m, présente une granulométrie très variable (silt sableux au gravier sableux) dans les sondages dans lesquels elle a été identifiée. Les conductivités hydrauliques estimées à partir des propriétés granulométriques de l'unité montrent une nappe libre avec une conductivité moyenne de $1,1 \times 10^{-5}$ m/s. Il est à noter que seules des estimations de conductivité hydraulique à partir de la granulométrie ont été réalisées pour cette unité.

RÉSIDUS MINIERS

Cette unité semble se comporter hydrogéologiquement comme un sable très fin silteux. Le niveau d'eau de cette unité correspond à une nappe libre, dans la partie supérieure pour le moins. La conductivité hydraulique moyenne de cette unité est de $2,9 \times 10^{-6}$ m/s, soit une valeur sensiblement élevée pour des résidus miniers (Bussière et Guittony, 2020).

STÉRILES MINIERS

Les stériles miniers représentent une unité hydrostratigraphique en soi, car leur composition est très différente de celle des résidus. De manière générale, dans un contexte minier, les roches stériles sont généralement beaucoup plus perméables que les résidus, par cette différence dans leur granulométrie (Bussière, 2007). Néanmoins, selon les essais réalisés pour obtenir les propriétés hydrauliques des matériaux, cette unité montre une valeur de conductivité hydraulique moyenne ($2,4 \times 10^{-5}$ m/s) qui est seulement d'un ordre de grandeur supérieur à celle des résidus. Cette valeur relativement faible pour ce genre de dépôt est probablement due au fait que l'espace intergranulaire des blocs décimétriques de stérile est plus ou moins rempli par des dépôts fins.

DÉPÔTS MEUBLES DU QUATERNAIRE

Les dépôts meubles du quaternaire montrent des variations considérables de conductivité au sein de l'unité, associées aux différences granulométriques du till présent, variant du silt sableux au gravier et sable. Bien que cette unité ait été divisée en deux sous-unités dans certaines études antérieures (WSP, 2018), les résultats issus de la campagne de 2020 ont montré ces mêmes variations granulométriques dans l'unité, sans qu'elles puissent être associées à une séquence de déposition distincte ou à un secteur spécifique. Par conséquent, les résultats présentés font état d'une seule unité avec une conductivité hydraulique moyenne de $6,8 \times 10^{-7}$ m/s, variant de $1,6 \times 10^{-10}$ à $3,5 \times 10^{-4}$ m/s. De manière générale, les valeurs des essais granulométriques étaient plus faibles que les valeurs d'essais de perméabilité de type slug test. Pour cette raison, la valeur seule de conductivité moyenne devrait être considérée avec précaution.

SOCLE ROCHEUX

Le socle rocheux correspond à la quatrième et plus profonde unité considérée au site d'étude. Cette unité est subdivisée en deux unités présentant des caractéristiques hydrauliques différentes : roc altéré et roc non altéré ou roc sain.

En effet, les conditions hydrogéologiques de ces unités semblent être différentes et il est donc actuellement judicieux de faire la distinction entre ces deux unités hydrostratigraphiques. Le roc altéré présente une conductivité hydraulique moyenne supérieure ($7,1 \times 10^{-5}$ m/s) au roc non altéré ($3,5 \times 10^{-7}$ m/s) et est vraisemblablement faiblement moins fracturé. La conductivité hydraulique du roc non altéré varie elle-même de trois ordres de grandeur selon le type de lithologie interceptée. En effet, les essais avec obturateurs pneumatiques ont montré une conductivité hydraulique plus élevée pour les intrusions bréchiques (probables okaïte ou alnoïte) plutôt que dans le grès quartzitique et la carbonatite.

4.4 PIÉZOMÉTRIE ET ÉCOULEMENT DES EAUX SOUTERRAINES

RELEVÉ PIÉZOMÉTRIQUE PONCTUEL

Les élévations des niveaux d'eau mesurées lors du relevé piézométrique du 19 février 2020 sont présentées au tableau 7, et ce, pour l'ensemble des piézomètres et des puits d'observation construits en 2017 et 2020. Trois cartes piézométriques ont été réalisées en fonction des différentes unités hydrostratigraphiques. Les cartes dans les résidus et les sols naturels tiennent compte du réseau de plans d'eau de surface, incluant le niveau de l'étang de décantation, fixé à l'élévation du relevé LiDAR pour ce dernier (environ 136 m). Toutes les cartes tiennent compte de l'élévation du niveau d'eau des deux fosses obtenues lors de la campagne de relevé de jaugeage (WSP, 2021a). Étant donné que les crépines peuvent intercepter plusieurs unités hydrostratigraphiques dans certains puits d'observation et piézomètres, la piézométrie des cartes doit être considérée avec précaution.

La carte 5a présente la piézométrie estimée du secteur des résidus, d'après les résultats des relevés des niveaux d'eau dans les résidus en surface. Les données obtenues suggèrent un écoulement du parc à résidus généralement concentrique, avec l'amont défini comme étant l'étang de décantation.

La carte 5b présente la piézométrie dans les dépôts meubles du quaternaire et de la frange supérieure du roc (roc altéré). La piézométrie suggère un écoulement généralement dirigé vers le sud-ouest, avec un gradient horizontal moyen de 0,1 m/m. Un sommet piézométrique est présent au parc à résidus, qui induit un écoulement concentrique à partir de ce point, ainsi que des écoulements vers le sud dans le secteur des haldes à stériles Sud (gradient horizontal moyen de 0,13 m/m).

La carte 5c présente la piézométrie du roc non altéré. La piézométrie au roc suggère un écoulement généralement dirigé vers le sud-ouest, avec un rehaussement de la piézométrie dans le secteur sud-ouest du parc à résidus, lequel induit un écoulement vers l'est, l'ouest et le nord pour ce secteur. Le gradient horizontal moyen dans cette unité est d'environ 0,1 m/m.

Tableau 7 Élévation des niveaux d'eau dans les puits d'observation le 19 février 2021

Puits	Unité crépinée	Profondeur p/r margelle (m)	Hauteur margelle p/r sol (m)	Profondeur p/r sol (m)	Élévation de l'eau (m-asl)
PO-01	Dépôts meubles	7,06	0,83	6,23	102,45
PO-04*	Stériles et roc altéré	5,65	0,81	4,84	110,94
PO-05	Dépôts meubles	12,97	0,70	12,27	111,03

Tableau 7 (suite)

Élévation des niveaux d'eau dans les puits d'observation le 19 février 2021

Puits	Unité crépine	Profondeur p/r margelle (m)	Hauteur margelle p/r sol (m)	Profondeur p/r sol (m)	Élévation de l'eau (m-asl)
PO-07	Dépôts meubles	11,19	0,77	10,42	145,09
PO-08*	Résidus miniers	11,85	0,88	10,97	130,00
PO-10	Résidus miniers	23,52	0,67	22,85	117,12
PO-11	Résidus miniers	5,00	0,74	4,26	134,71
PO-13*	Résidus miniers	13,75	0,68	13,07	127,49
PO-16*	Stériles et roc altéré	17,69	0,75	16,94	111,36
PO-17	Roc superficiel	10,67	0,77	9,90	113,20
PO-20*	Stériles et roc altéré	2,13	0,73	1,40	116,93
PO-21	Dépôts meubles	4,07	0,75	3,32	113,48
PO-23	Résidus miniers	4,22	0,71	3,51	113,73
PO-26	Dépôts meubles	4,40	0,59	3,81	96,75
20-PZ04	Stériles	8,46	0,92	7,54	101,14
20-PZ05	Dépôts meubles	12,50	0,88	11,62	100,70
20-PO07	Roc non altéré	14,18	0,86	13,32	98,99
20-PZ06	Roc non altéré	5,07	1,02	4,05	101,82
20-PO09	Roc non altéré	5,63	0,72	4,91	140,31
20-PZ10	Dépôts meubles	6,50	0,91	5,59	102,09
20-PO11B	Roc non altéré	20,36	0,83	19,53	136,17
20-PO13A	Stériles et Dépôts meubles	12,18	0,96	11,22	125,45
20-PO13B	Roc non altéré	7,87	0,89	6,98	129,69
20-PO14	Dépôts meubles	2,57	-0,06	2,63	122,25
20-PO15B	Roc non altéré	13,63	0,85	12,78	111,91
20-PO15A	Stériles, Résidus miniers et Dépôts meubles	20,66	1,04	19,62	105,07
20-PZ17	Roc non altéré	12,94	0,86	12,08	110,81
20-PO18A	Résidus miniers	27,31	0,95	26,36	117,63
20-PO18B	Roc non altéré	32,27	0,85	31,42	112,57
20-PO19A	Dépôts meubles	24,27	0,96	23,31	118,92
20-PO19B	Roc non altéré	25,12	0,90	24,22	118,01
20-PZ20	Roc non altéré	7,43	0,89	6,54	116,75
20-PZ21	Résidus miniers	24,42	0,85	23,57	118,02
20-PO22	Roc non altéré	11,11	0,82	10,29	113,26
20-PO23B	Roc non altéré	30,03	0,85	29,18	111,98
20-PO23A	Dépôts meubles	29,34	0,89	28,45	112,71
20-PO24	Roc	26,01	0,85	25,16	116,18
20-PO25A	Dépôts meubles	12,76	0,89	11,87	128,68
20-PO25B	Roc non altéré	11,42	1,03	10,39	130,16
20-PO26A	Résidus miniers	21,44	0,90	20,54	117,19
20-PO26B	Roc non altéré	22,75	0,83	21,92	115,81
20-PO27B	Roc non altéré	9,70	0,85	8,85	119,80
20-PO28	Roc non altéré	7,33	0,88	6,45	112,73
20-PO29	Roc non altéré	7,77	0,91	6,86	114,50
20-PO30	Roc non altéré	7,02	0,80	6,22	114,11

* Puits ayant fait l'objet d'un suivi piézométrique en continu du 28 août 2020 au 2 novembre 2021.

Les figures 1 et 2 illustrent les pressions d'eau dans les dépôts meubles et dans le roc selon la coupe stratigraphique A-A' présentée sur les cartes 5b et 5c.

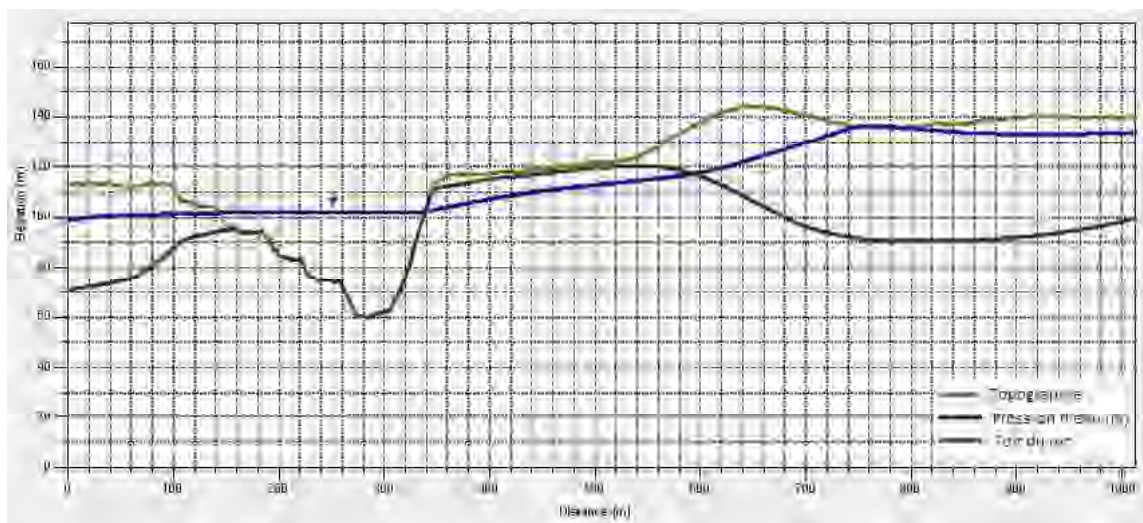


Figure 1 Pressions d'eau dans les dépôts meubles selon la coupe AA'

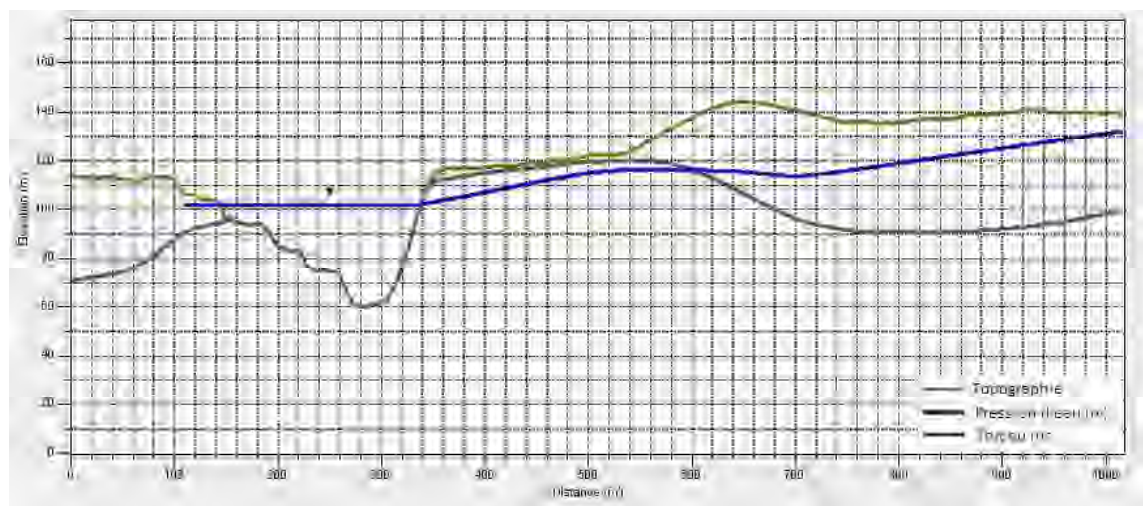


Figure 2 Pressions d'eau dans le roc selon la coupe AA'

SUIVI PIÉZOMÉTRIQUE EN CONTINU

Un suivi piézométrique en continu de cinq puits d'observation aménagés en 2017 a été réalisé du 28 août 2020 au 2 novembre 2021 afin d'obtenir un portrait des variations saisonnières des niveaux d'eau dans les diverses unités hydrostratigraphiques et de vérifier l'impact des précipitations sur ces variations. Les enregistreurs automatiques ont été installés le 28 août 2020.

Le graphique de la figure 3 montre les variations d'élévations piézométriques dans chacun des puits suivis, ainsi que les précipitations totales enregistrées pour la même période. Les précipitations totales pour la période du 28 août au 11 novembre 2020 proviennent des données de pluie enregistrées par le pluviomètre installé au site pour la caractérisation hydrologique du site (WSP, 2021a). Les données de précipitations totales pour la période du 12 novembre 2020 au 1^{er} novembre 2021 proviennent des données climatiques historiques de la station d'Oka d'Environnement Canada (Environnement et ressources naturelles Canada, 2022). Les sondes ont été retirées le 14 octobre 2020, le 19 février 2021 et le 8 juin 2021 pour le téléchargement des données, avant d'être réinstallées. Ces manipulations ont eu peu d'impact sur les données enregistrées, mis à part pour la sonde PO-13, comme montré à la figure 3.

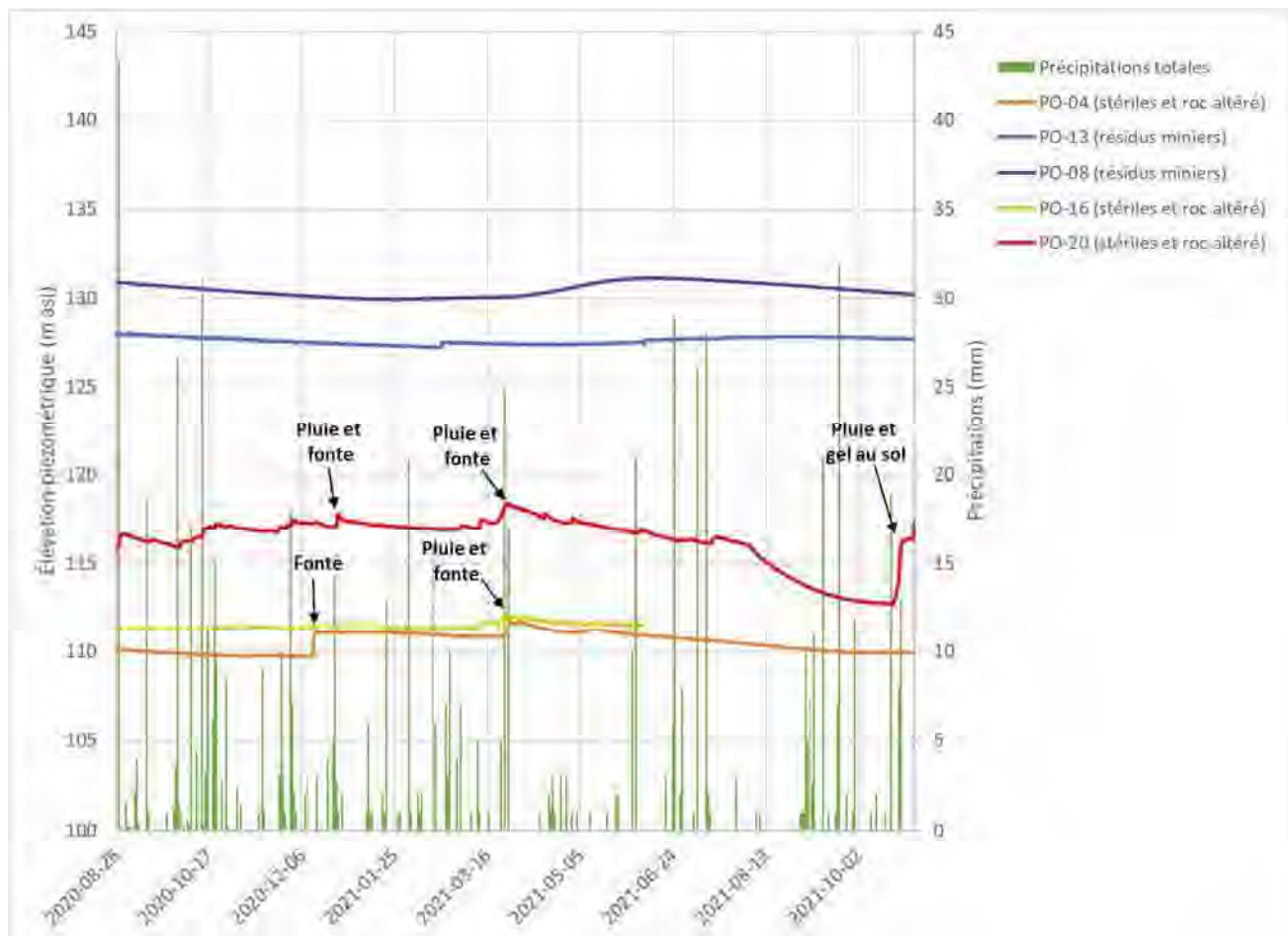


Figure 3 Graphique de variations des niveaux piézométriques couplé aux précipitations totales (WSP, 2021a; Environnement et ressources naturelles Canada, 2021)

Les élévations piézométriques des puits du parc à résidus PO-08 et PO-13, aménagés strictement dans les résidus miniers, semblent peu sensibles aux précipitations. Les élévations piézométriques du puits PO-13 semblent peu sensibles à la fonte hivernale, la variation maximale observée pour ce puits pour la durée totale de l'enregistrement des données est de 0,87 m. Le puits PO-08 présente des niveaux piézométriques décroissants d'août 2020 jusqu'au mois de mars 2021.

Des niveaux piézométriques croissants ont ensuite été observés jusqu'en juin 2021, correspondant à la remontée piézométrique suivant la période de fonte hivernale. La variation maximale de l'élévation piézométrique enregistrée pour ce puits sur toute la période d'enregistrement est de 1,21 m (PO-08). L'élévation de l'eau dans le puits PO-16, situé à l'extrémité est du parc à résidus et aménagé dans les stériles et les dépôts meubles, semble également peu sensible aux précipitations. Seul le début de la fonte hivernale de mars 2021 semble avoir eu un impact sur le niveau d'eau de PO-16, puisque les niveaux piézométriques augmentent à partir du 11 mars 2021, soit une journée où les températures ont atteint un maximum de 16 °C. Un écart de 0,82 m a été enregistré entre les valeurs minimales et maximales. Il est à noter que les données de niveaux d'eau de ce puits ne sont pas disponibles pour la dernière période d'enregistrement, car la sonde de ce puits a été endommagée entre le 8 juin 2021 et le 1^{er} novembre 2021.

L'élévation piézométrique dans le puits PO-04 situé au nord de la fosse 1, aménagé dans le roc et les stériles miniers, a montré une certaine stabilité jusqu'au 11 décembre 2020, où une remontée marquée (1,1 m) a été notée sur une période de 24 h. Des températures maximales sous 0°C ont été enregistrées du 6 au 9 décembre 2020 et un couvert neigeux de 5 cm avait été enregistré au 10 décembre 2020 (Environnement et ressources Naturelles Canada, 2021). Il est possible que la fonte ait contribué à la remontée observée, sans la justifier par la faible couverture neigeuse enregistrée par rapport à l'ampleur de la remontée. Une hausse marquée de l'élévation piézométrique (0,79 m) est observée en date du 26 mars 2021, laquelle pourrait être attribuée à la fonte hivernale et à un épisode de pluie de 25 mm.

Le puits PO-20 à l'est de la fosse 2 et aménagé dans les stériles et le roc de surface présente des valeurs de niveaux d'eau augmentant après certains épisodes de pluie, comme montré à la figure 4.

Ainsi, les deux puits aménagés dans les stériles et le roc altéré (PO-04 et PO-20), à proximité des fosses, ont montré des variations plus importantes du niveau d'eau enregistré et certaines de ces variations pourraient être partiellement expliquées par des épisodes de fonte.

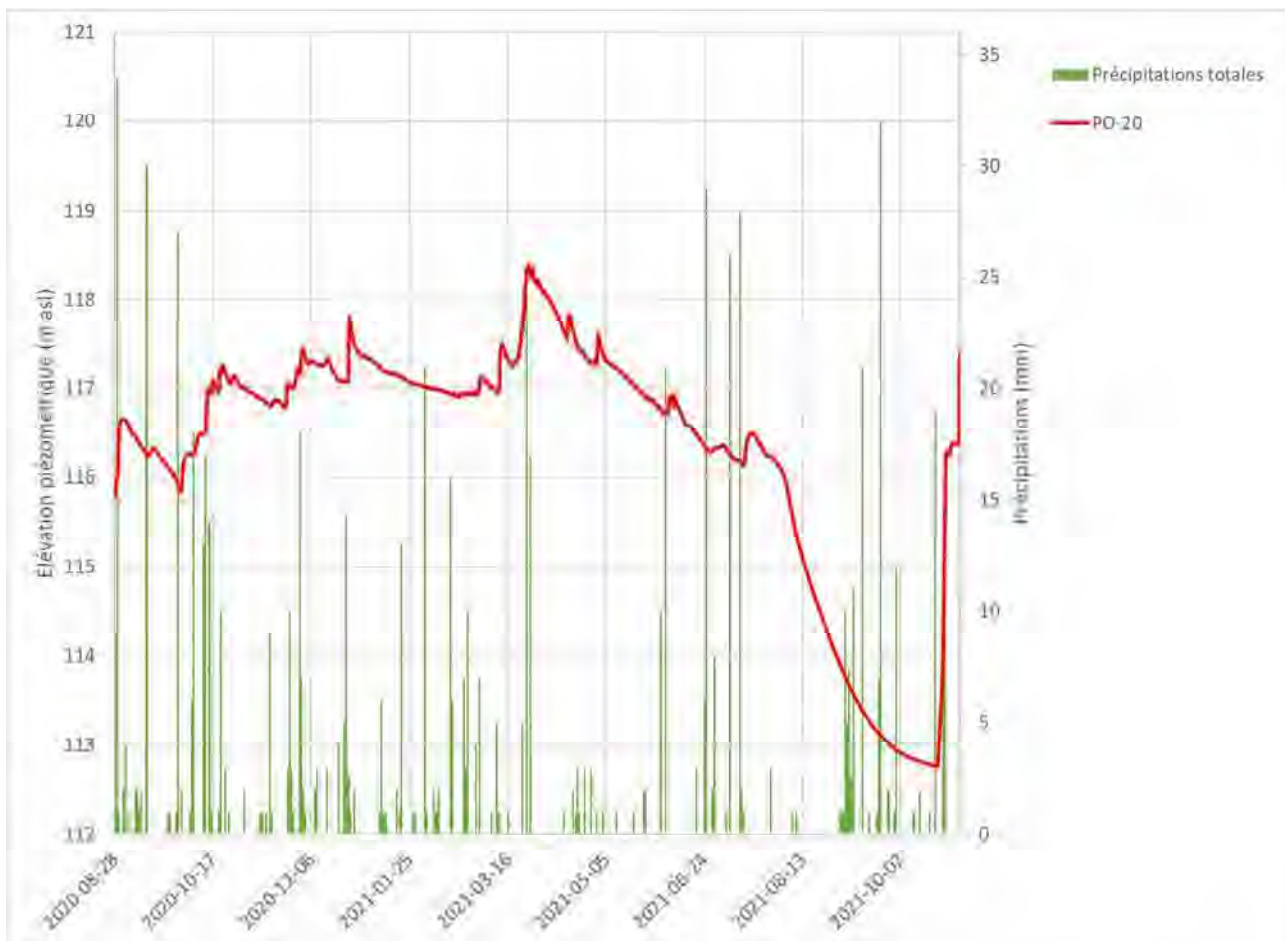


Figure 4 Graphique de variations des niveaux piézométriques pour le puits PO-20 couplé aux précipitations totales (WSP, 2021b; Environnement et ressources naturelles Canada, 2021)

PROFIL DE PRESSIONS DANS LE ROC

Les pressions d'eau relevées lors des essais avec système d'obturateurs pneumatiques (essais Packer) au forage 20-F26 permettent d'établir un profil des pressions d'eau en fonction de la profondeur (ou l'élévation) dans le roc. La figure 5 montre le profil des pressions d'eau dans le roc à partir duquel il est possible de constater une diminution de l'élévation piézométrique avec la profondeur, à 50,8 m de profondeur, suggérant un horizon plus perméable à ce niveau dans le puits (ou à une élévation de 87 m asl dans le roc).

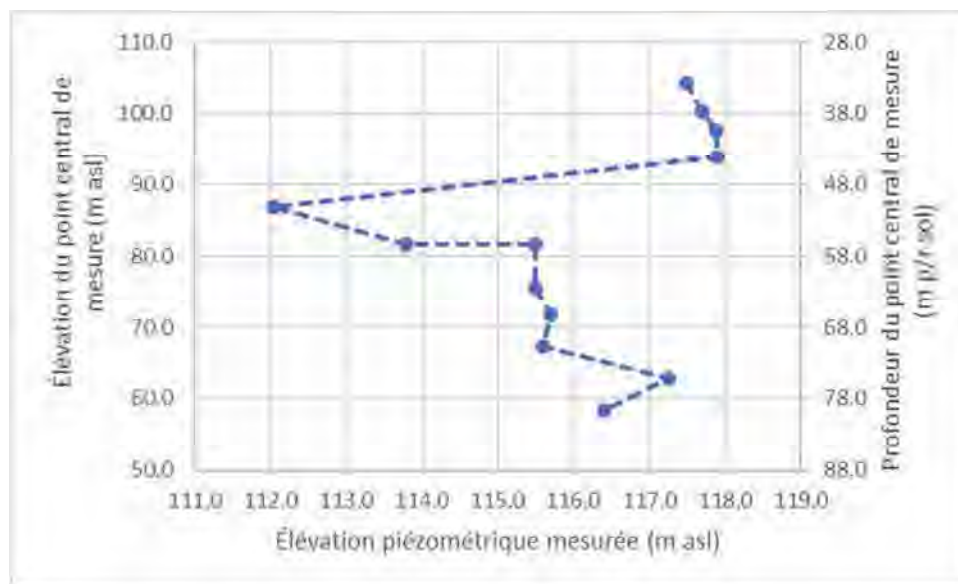


Figure 5 Graphique des pressions d'eau relevées dans les horizons du forage 20-F26

4.5 GRADIENTS HYDRAULIQUES VERTICAUX

Les gradients hydrauliques verticaux ont été estimés à partir des niveaux d'eau relevés en février 2021 dans les puits aménagés dans dépôts et dans le roc à la même station. Les valeurs obtenues sont présentées au tableau 8. Dans le secteur du parc à résidus, le gradient est dirigé vers le roc (sauf à PO-15). En périphérie de celui-ci (dans les secteurs des stériles), le gradient est plutôt dirigé du roc vers les stériles. Dans les sols naturels, le gradient est dirigé vers le roc dans le secteur du parc à résidus, à l'exception des puits 20-PO25A et 20-PO25B.

Tableau 8 Gradients hydrauliques verticaux selon les données piézométriques du 19 février 2021

PUITS	UNITÉS GÉOLOGIQUES TOUCHÉES	ÉLÉVATION PIÉZOMÉTRIQUE (M)	ÉLÉVATION MI-CRÉPINE (M)	ΔH (M)	ΔL (M)	GRADIENT HYDRAULIQUE VERTICAL (M/M)
20-PO13A	Stériles miniers	125,45	121,94	4,24	42,90	0,099 ↑
20-PO13B	Roc non altéré	129,69	79,04			
20-PO15A	Résidus miniers	105,07	103,33	6,84	25,39	0,269 ↑
20-PO15B	Roc non altéré	111,91	77,94			
20-PO18A	Résidus miniers	117,63	113,59	-5,06	34,44	-0,147 ↓
20-PO18B	Roc non altéré	112,57	79,15			
20-PO19A	Dépôts meubles	118,92	117,73	-0,91	11,83	-0,077 ↓
20-PO19B	Roc non altéré	118,01	105,9			
20-PO23A	Dépôts meubles	112,71	107,51	-0,73	29,28	-0,025 ↓
20-PO23B	Roc non altéré	111,98	78,23			
20-PO25A	Dépôts meubles	128,68	120,1	1,48	23,41	0,063 ↑
20-PO25B	Roc non altéré	130,16	96,69			
20-PO26A	Résidus miniers	117,19	113,32	-1,38	9,09	-0,152 ↓
20-PO26B	Roc non altéré	115,81	104,23			

5 PORTRAIT DE L'EAU SOUTERRAINE

5.1 CRITÈRES DE COMPARAISON ET RÉSULTATS D'ANALYSES POUR L'EAU SOUTERRAINE

L'interprétation des résultats analytiques des échantillons d'eau souterraine prélevés lors de la campagne d'échantillonnage de février 2021 en lien avec les critères de qualité est présentée dans le rapport de caractérisation environnementale complémentaire (WSP, 2021b).

Dans la présente section, l'analyse des résultats de la qualité de l'eau est axée sur la description du type d'eau et les possibles influences interaction avec les matériaux en place.

5.2 IONS MAJEURS

L'analyse des ions majeurs permet de qualifier les différents types d'eau souterraine et de comparer les analyses de qualité d'eau. La présentation sur un diagramme Piper permet de révéler les similarités et les différences entre les échantillons d'eau et de faire des corrélations. Les concentrations présentées en $\mu\text{g/l}$ ont été converties en « % meq/l » aux fins d'analyse. Afin de faciliter la comparaison des résultats, les puits dans les résidus miniers, les dépôts meubles et le socle rocheux ont été distingués. Ainsi, les figures 6, 7 et 8 présentent les proportions en ions majeurs pour les puits échantillonnés en 2020 se trouvant respectivement dans les résidus ou stériles miniers, les sols naturels et le socle rocheux. En aval de l'écoulement, lorsque les eaux ont été en contact pendant un certain temps avec les formations géologiques, il se produit un enrichissement en chlorures, en sulfates, en sodium et/ou en potassium, si ces éléments sont en abondance dans les matériaux en place. Pour le site à l'étude, les teneurs en ions majeurs permettent de différencier les puits impactés de ceux qui ne le sont pas. L'eau des puits présente plus de sept signatures géochimiques différentes. Les résultats montrent des eaux de type :

- sulfatée magnésienne: 20-PO18A et 20-PO26A (sodique);
- sulfatée sodique, calcique et/ou magnésienne : 20-PO14, 20-PO19B (Bicarbonatée);
- sulfatée calcique et/ou magnésienne : 20-PO07, 20-PO19A, 20-PO22, 20-PO27B, 20-PO26B (sodique), 20-PO13A;
- sulfatée, magnésienne et sodique : 20-PO23B;
- carbonatée sodique et potassique : 20-PO11B;
- bicarbonatée calcique et magnésienne (sodique et/ou sulfatée) : 20-PO23A, 20-PO25A, 20-PO15A (sulfaté), 20-PO09 (sodique), 20-PO13B (sodique, sulfatée), 20-PO15B (sodique, sulfatée), 20-PO25B (sodique, sulfatée);
- chlorique sulfatée, sodique, magnésienne: 20-PO18B.

Les deux puits aménagés dans les résidus miniers présentent des signatures de type sulfaté magnésien. Le puits aménagé dans les résidus/stériles/sols naturels (20-PO15A) présente une eau bicarbonatée calcique, magnésienne et sulfatée. Les concentrations observées montrent que la majorité des puits présentent des eaux très minéralisées. Seule l'eau des puits installés dans le socle rocheux, 20-PO09, 20-PO13B, 20-PO15B, 20-PO23B, 20-PO25B et les puits installés dans les sols naturels, 20-PO23A et 20-PO25A, présentent des solides dissous totaux inférieurs à 500 mg/L. L'eau de ces puits est donc considérée comme étant faiblement minéralisée.

Les écarts et moyennes de concentration de certains paramètres associés au type de matériaux présents sur le site sont présentés au tableau 9. Les résultats ont été présentés distinctement en fonction de la provenance de l'eau (résidus miniers, dépôts naturels, roc), ceci afin de visualiser si des différences existent.

Tableau 9 **Sommaire des concentrations en ions majeurs mesurées**

Lithologie	Paramètre	Unité	Min	Max	Moyenne
Résidus ou stériles miniers	CATIONS				
	Calcium	µg/L	38 400	90 300	65 891
	Magnésium	µg/L	42 900	146 000	87 511
	Potassium	µg/L	28 200	54 500	42 684
	Sodium	µg/L	27 100	140 000	71 191
	ANIONS				
	Bicarbonates	µg/L	98 200	238 000	140 235
	Chlorures	µg/L	700	4 100	2 198
	Sulfates	µg/L	118 000	1 090 000	490 588
Dépôts meubles naturels	CATIONS				
	Calcium	µg/L	29 100	303 000	82 367
	Magnésium	µg/L	13 500	166 000	53 083
	Potassium	µg/L	2 590	71 300	7 989
	Sodium	µg/L	5 320	115 000	28 264
	ANIONS				
	Bicarbonates	µg/L	81 303	324 000	171 799
	Chlorures	µg/L	800	14 000	2 212
	Sulfates	µg/L	34 500	1 590 000	384 816
Roc altéré	CATIONS				
	Calcium	µg/L	4 430	4 430	4 430
	Magnésium	µg/L	509	509	509
	Potassium	µg/L	70 900	70 900	70 900
	Sodium	µg/L	73 200	73 200	73 200
	ANIONS				
	Bicarbonates	µg/L	38 201	38 201	38 201
	Chlorures	µg/L	3 400	3 400	3 400
	Sulfates	µg/L	64 902	64 902	64 902
Roc non altéré	CATIONS				
	Calcium	µg/L	15 200	192 000	41 528
	Magnésium	µg/L	7 230	59 000	24 000
	Potassium	µg/L	3 460	58 400	11 935
	Sodium	µg/L	24 000	117 000	46 916
	ANIONS				
	Bicarbonates	µg/L	63 201	249 000	151 227
	Chlorures	µg/L	1 200	132 000	6 025
	Sulfates	µg/L	30 600	894 000	147 643

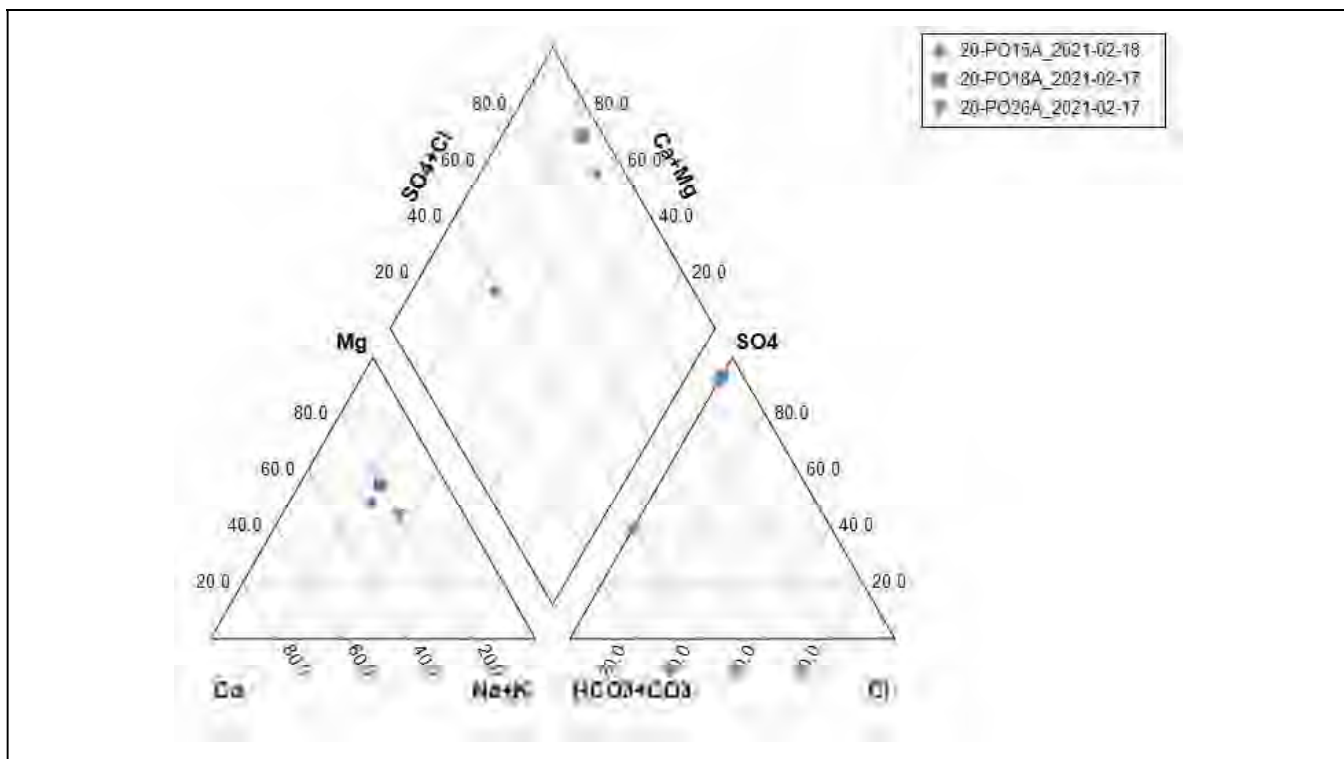


Figure 6 Diagramme ternaire des proportions en ions majeurs dans chacun des échantillons d'eau souterraine prélevés dans les résidus/stériles miniers

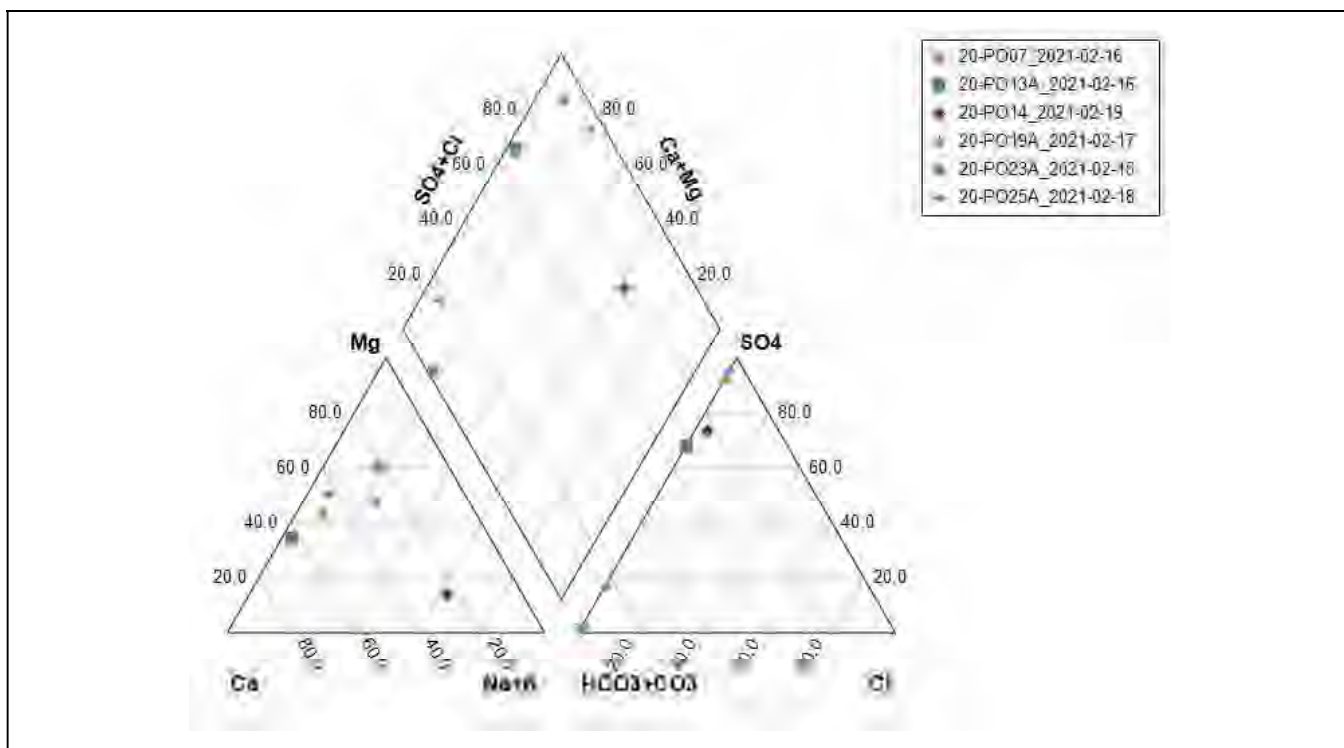


Figure 7 Diagramme ternaire des proportions en ions majeurs dans chacun des échantillons d'eau souterraine prélevés dans les sols naturels

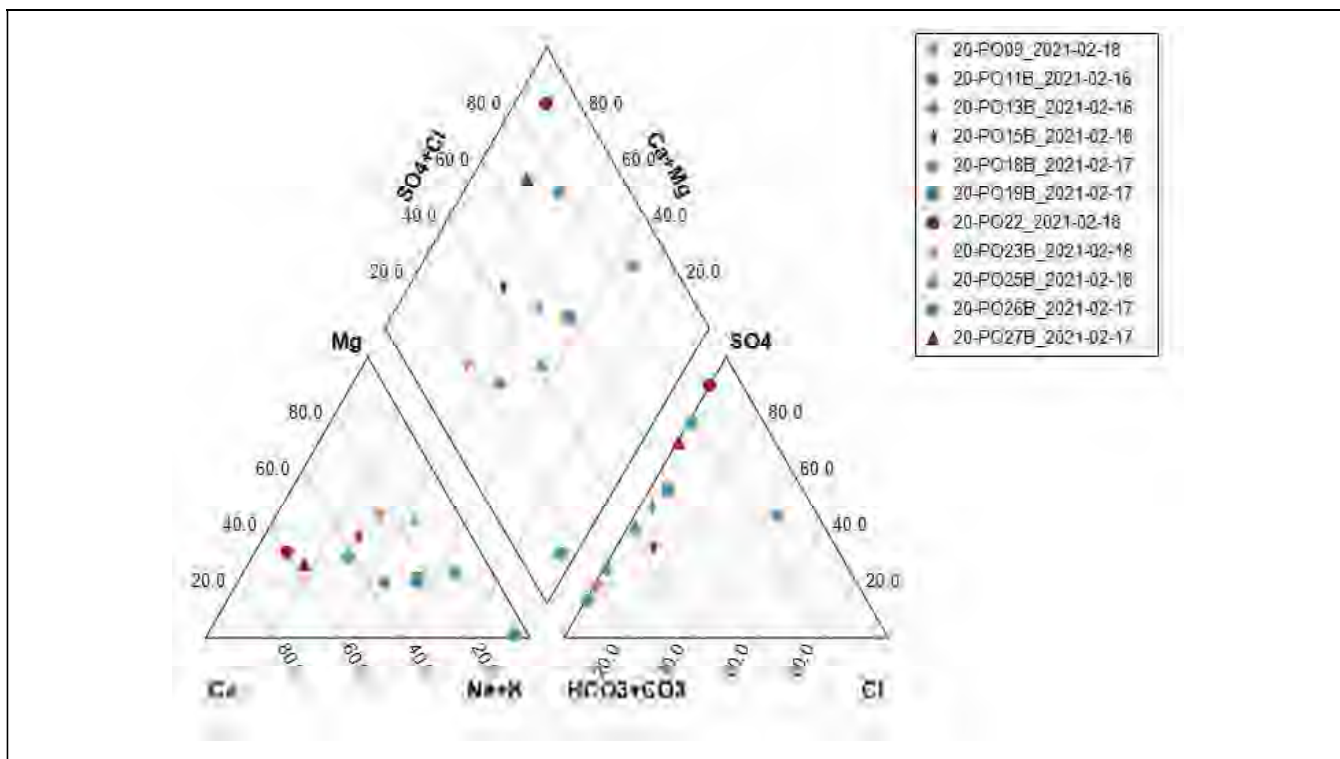


Figure 8 Diagramme ternaire des proportions en ions majeurs dans chacun des échantillons d'eau souterraine prélevés dans le roc

5.3 BILAN IONIQUE

Les bilans ioniques ont été vérifiés à l'aide du logiciel AquaChem 2014.2 (Waterloo Hydrogeologic) pour chacun des échantillons prélevés. Différents ratios ont également été calculés afin de vérifier les résultats et d'obtenir des informations sur la qualité de l'eau souterraine. Les résultats des bilans ioniques et des ratios sont présentés à l'annexe 7.

Parmi les 20 échantillons analysés pour les anions et cations, 18 échantillons présentent une différence entre la somme des cations et des anions inférieure à 11 %. Les échantillons 20-PO11B et 20-PO22 présentent une différence entre les cations et les anions supérieure à 11 %. Pour ces deux échantillons, la somme des cations est inférieure à celle des anions. Les deux puits pour lesquels le ratio est supérieur à 11 % sont situés dans le socle rocheux.

En plus du bilan ionique, quatre ratios ont été calculés afin de vérifier si les résultats sont représentatifs d'une eau à l'équilibre (Hounslow, 1995). Ces ratios permettent également d'obtenir des informations sur la qualité de l'eau et sur les réactions possibles avec les roches encaissantes, dans le cas où les valeurs de ratio excéderaient les valeurs attendues pour une eau à l'équilibre (Hounslow, 1995).

POTASSIUM/SODIUM

Le premier ratio calculé correspond à un ratio adimensionnel entre le potassium et le sodium :

$$\frac{K^{+}}{Na^{+}}$$

Le rapport exprimé en meq/L doit être inférieur à 0,25. La concentration de sodium est généralement plus élevée que celle de potassium. Cette différence s'explique par le fait que le potassium est plus facilement absorbé par les plantes et les minéraux argileux et que le sodium provient régulièrement de réaction chimique, en plus de ce qui est présent naturellement dans les roches. Huit échantillons dans les dépôts meubles naturels et le socle rocheux présentent un ratio supérieur à 0,25, soit 20-PO11B, 20-PO15A, 20-PO18A, 20-PO18B, 20-PO19A, 20-PO22, 20-PO23B, 20-PO25A. Cette différence s'explique par une faible teneur en sodium dans ces puits.

MAGNÉSIUM/CALCIUM

Le second ratio calculé correspond à un ratio entre le magnésium et le calcium :

$$\frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+}}$$

Le rapport exprimé en meq/L doit être inférieur à 0,67. La concentration en calcium est généralement supérieure à celle en magnésium, car les minéraux les plus solubles sont les carbonates sédimentaires tels que la calcite, la dolomite et le gypse, qui contiennent du calcium. Quatorze échantillons présentent un ratio supérieur à 0,67 soit 20-PO07, 20-PO09, 20-PO15A, 20-PO15B, 20-PO18A, 20-PO18B, 20-PO19A, 20-PO19B, 20-PO23A, 20-PO23B, 20-PO25A, 20-PO25B, 20-PO26A et 20-PO26B. Dans le cas présent, un ratio supérieur à 0,67 indique une plus grande concentration en magnésium ou encore une concentration plus faible en calcium,

CALCIUM/SULFATES

Le troisième ratio calculé correspond à un ratio entre le calcium et les sulfates.

$$\frac{Ca^{2+}}{SO_4^{2-}}$$

Le rapport exprimé meq/L doit être supérieur à 1. Quatorze échantillons présentent un ratio inférieur à 20-PO07, 20-PO11B, 20-PO14, 20-PO15A, 20-PO18A, 20-PO18B, 20-PO19A, 20-PO19B, 20-PO22, 20-PO23B, 20-PO25B, 20-PO26A, 20-PO27B, 20-PO27B. Parmi ces 14 échantillons, 3 ont été prélevés dans les résidus miniers, 8 dans le socle rocheux et 2 dans les dépôts meubles naturels. Les ratios très faibles observés s'expliquent par les concentrations élevées en sulfates.

SODIUM/CHLORURES

Le dernier ratio calculé correspond à un ratio entre le sodium et les chlorures.

$$\frac{Na^+}{Cl^-}$$

La concentration en sodium est généralement plus élevée que celle en chlorures. Le rapport exprimé en meq/L doit être supérieur à 1. Tous les échantillons présentent un ratio supérieur à un.

6 RÉSUMÉ DES TRAVAUX ET CONCLUSION

WSP a été mandatée par le MERN pour effectuer l'ingénierie pour la restauration de l'ancien site minier SLC situé à Oka (Québec).

L'objectif principal du mandat est d'obtenir un portrait hydrogéologique global du site en tenant compte des propriétés de chaque unité hydrostratigraphique. Les objectifs spécifiques du mandat étaient les suivants :

- identifier les unités hydrostratigraphiques du site;
- définir les propriétés hydrauliques des unités hydrostratigraphiques;
- établir la piézométrie en fonction des unités hydrostratigraphiques et définir le sens d'écoulement de l'eau dans chaque unité;
- obtenir un portrait des variations piézométriques saisonnières;
- établir un portrait de la qualité de l'eau dans chacune des unités hydrostratigraphiques;
- s'assurer que l'état des connaissances actuelles permettra l'intégration des données dans le modèle numérique à venir.

Ce rapport inclut les informations requises dans le but de répondre aux objectifs énoncés.

Les unités hydrostratigraphiques suivantes ont été identifiées et la conductivité hydraulique moyenne estimée à partir des données de terrain indiquées entre parenthèses :

- remblais ($1,1 \times 10^{-5}$ m/s);
- résidus miniers ($2,9 \times 10^{-6}$ m/s);
- stériles miniers ($2,4 \times 10^{-5}$ m/s);
- dépôts meubles naturels ($6,8 \times 10^{-7}$ m/s, avec des extrêmes variant de $1,6 \times 10^{-10}$ à $3,5 \times 10^{-4}$ m/s);
- roc altéré ($7,1 \times 10^{-5}$ m/s);
- roc non altéré ($3,5 \times 10^{-7}$ m/s).

L'élaboration des cartes piézométriques reliées à chaque unité hydrostratigraphique met en évidence le patron d'écoulement de l'eau souterraine sur le site. L'écoulement dans les résidus et les dépôts meubles sous-jacents est généralement concentrique, avec l'amont défini comme étant l'étang de décantation. La piézométrie dans les dépôts meubles et la frange altérée du socle rocheux du site suggère un écoulement généralement dirigé vers le sud-ouest.

Localement, il semblerait que l'écoulement souterrain associé aux dépôts meubles et au socle rocheux se dirige vers les fosses 1 et 2. Néanmoins, il semblerait que la piézométrie au sud des fosses indique que le sens d'écoulement se prolonge vers le sud-ouest. Les prochains travaux d'investigation du socle rocheux en profondeur devraient permettre de mieux caractériser l'écoulement dans le socle rocheux non altéré au niveau des fosses.

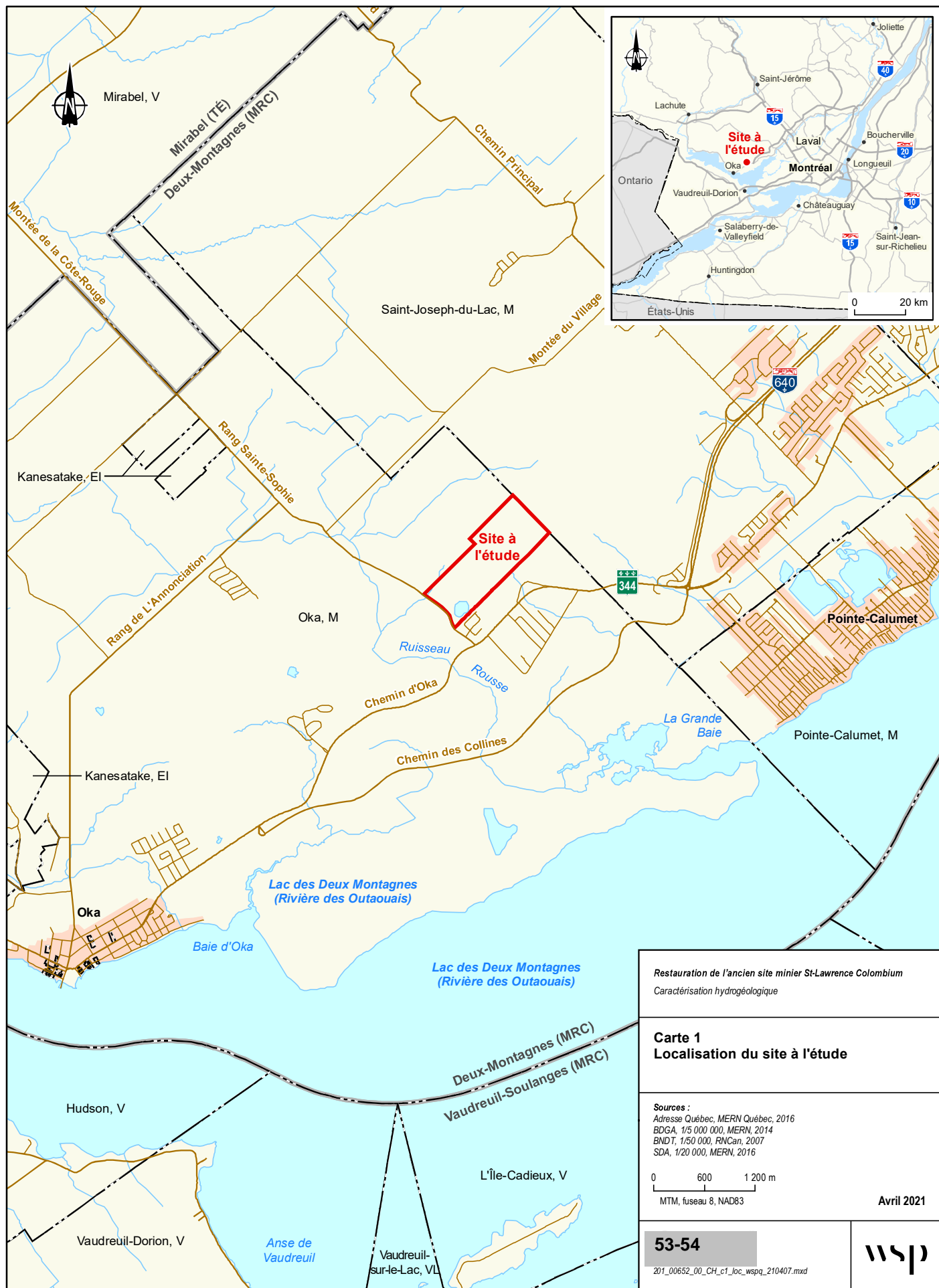
Les gradients verticaux entre le roc et les résidus sont plus élevés que les gradients entre le roc et les sols naturels. Leur orientation varie selon les secteurs. L'interaction entre les unités rocheuses et dépôts meubles semble varier spatialement selon la charge hydraulique des secteurs.

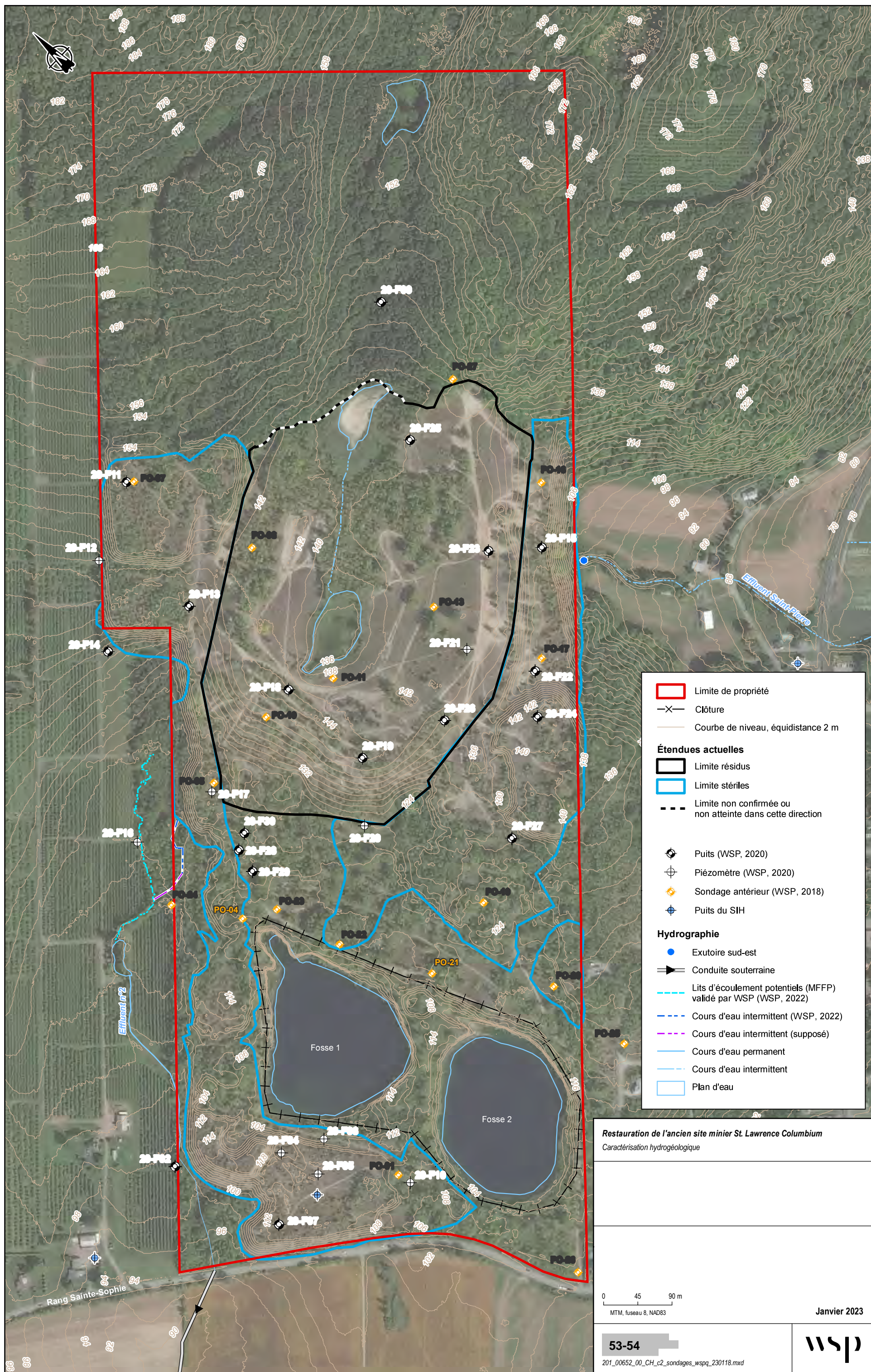
L'eau prélevée dans les puits aménagés dans les résidus miniers et ceux aménagés dans le roc ou dans les dépôts naturels présentent quelques caractéristiques hydrogéochimiques distinctes. Les concentrations observées montrent que l'eau souterraine est en général très minéralisée. Néanmoins, dans les puits installés dans le socle rocheux (20-PO09, 20-PO13B, 20-PO15B, 20-PO23B, 20-PO25B) et les puits installés dans les dépôts meubles naturels (PO23A, 20-PO25A), la concentration en solides dissous totaux est inférieure à 500 mg/L et l'eau est donc considérée comme étant relativement moins minéralisée.

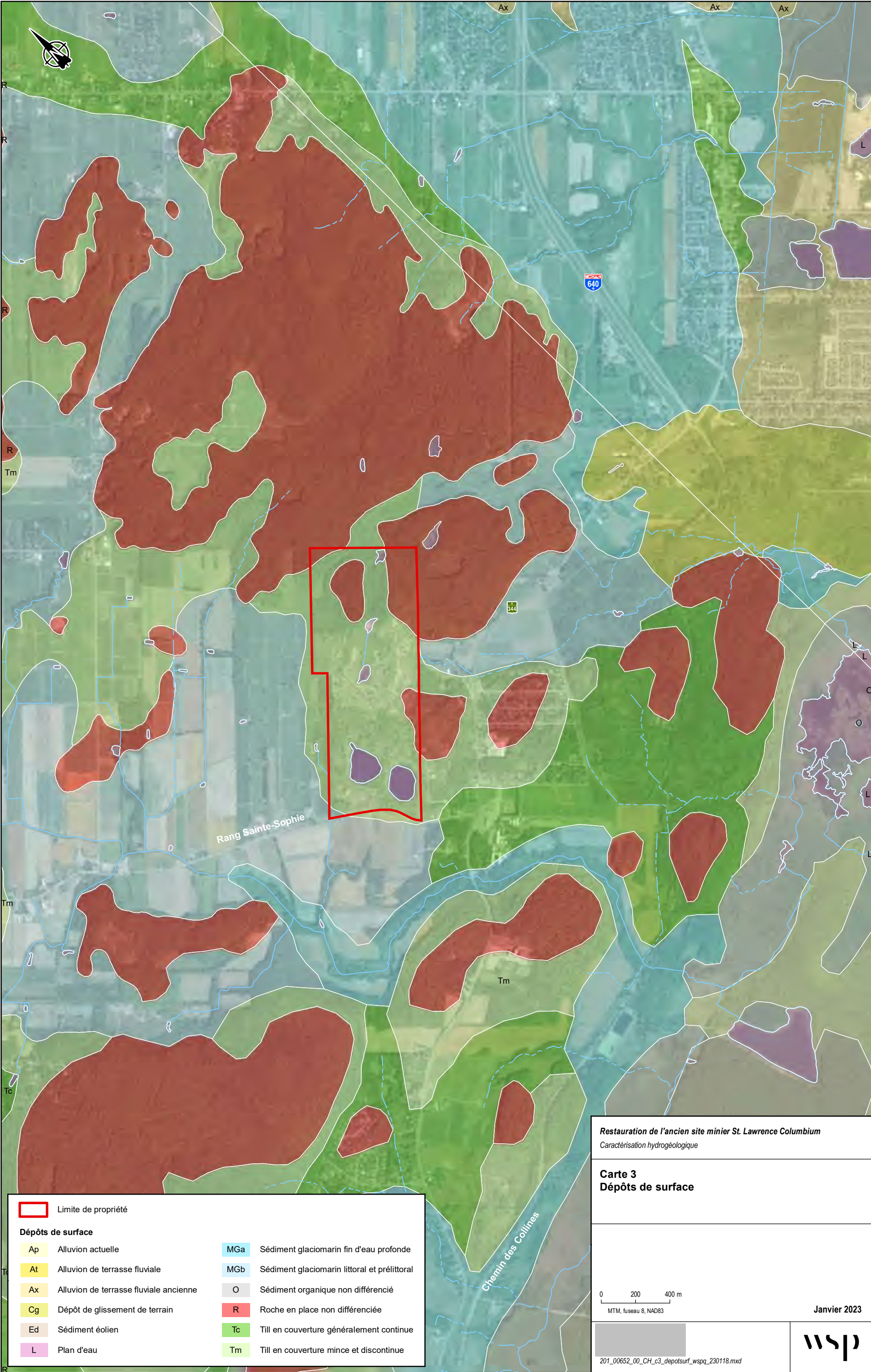
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

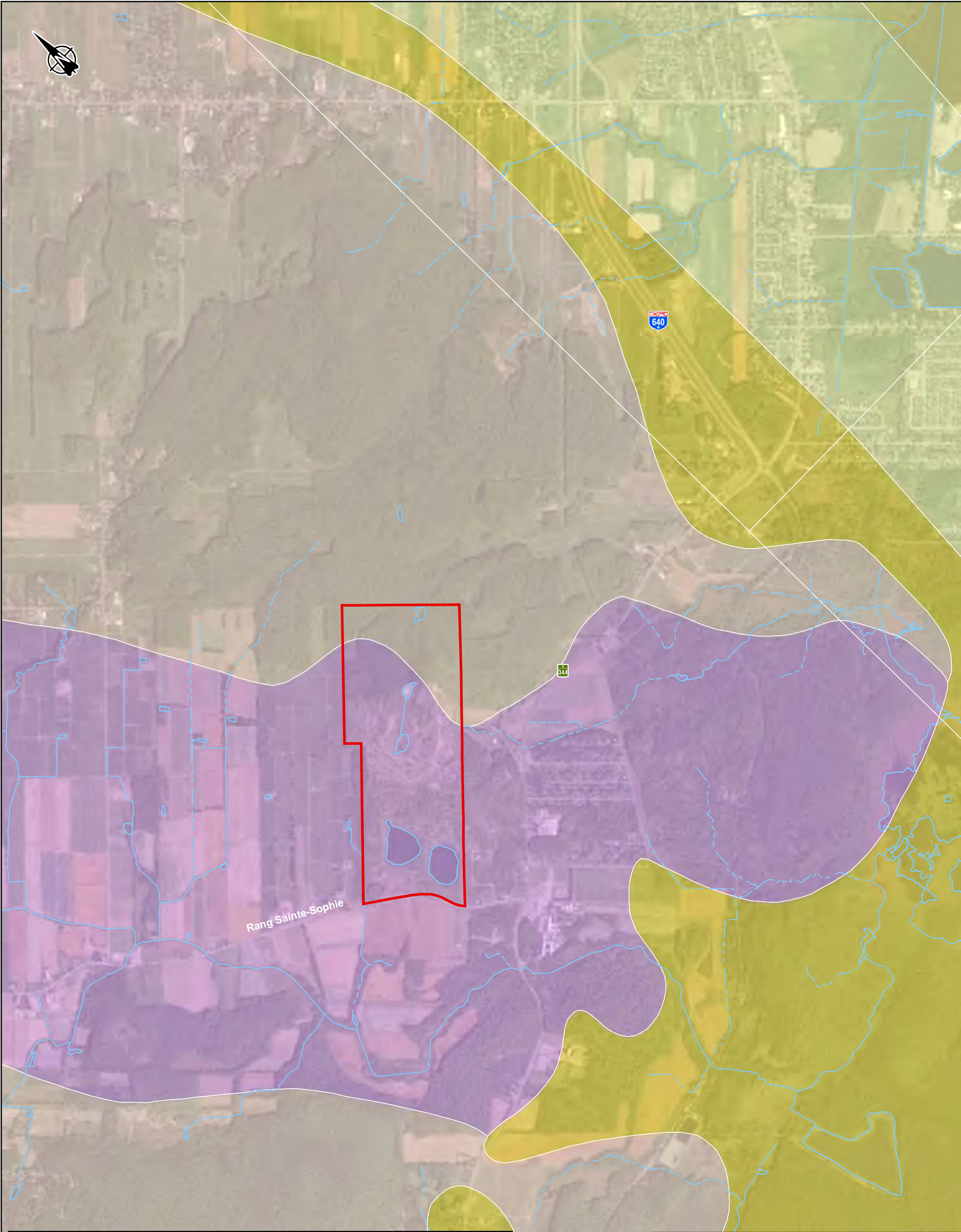
- Bussière, B. et M. Guittonny. (2020). *Hard Rock Mine Reclamation – From prediction to Management of Acid Mine Drainage*. CRC Press, Taylor and Francis Group.
- Bussière (2007). Colloquium 2004: Hydrogeotechnical properties of hard rock tailings from metal mines and emerging geoenvironmental approaches. *Canadian Geotechnical Journal*. 44: 1019-1052. doi: 10.1139/T07-040.
- Environnement et ressources naturelles Canada (2021). Données climatiques historiques de la station Oka. *Données climatiques quotidiennes de l'année 2020*. Consulté au https://climat.meteo.gc.ca/historical_data/search_historic_data_f.html
- Gold, D.P., Vallée, M., Charrette, J.-P. (1967). *Economic Geology and Geophysics of the Oka Alkaline Complex, Quebec*. Rencontre générale annuelle du GAC-MAC, Québec, 1966. Transactions, Volume 70, p. 245-258
- Hounslow, A. W. (1995). *Water Quality Data – Analysis and interpretation*, 1^{ère} édition. CRC Press. 416 p.
- MELCC. 2021. *Système d'information hydrogéologique (SIH)*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. Consulté le 11 mars 2021 au <http://www.sih.environnement.gouv.qc.ca/index.html>
- MEF. 1999. *Guide de classification des eaux souterraines du Québec*. Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec. Service des pesticides et des eaux souterraines. Direction des politiques des secteurs agricole et naturel. 12 p.
- MERN. 2021. *Carte interactive du SIGÉOM*, échelle 1 : 50 000. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles. Consultée le 10 mars 2021 au http://sigeom.mrn.gouv.qc.ca/signet/classes/11108_afchCarteIntr
- Proulx, A. (2003). *Métallogénie du niobium dans la carbonatite d'Oka, Québec*. Mémoire et thèses, Université Laval. 123 p. et annexes.
- Randour, I., Daigneault, R.-A., Lamothe, M., Roy, M., et Robitaille, A. (2019). *Cartographie des formations superficielles de la région des Laurentides-Lanaudière, Phase 2*. Rapport MB2020-08. 51p et 13 cartes en annexes.
- Savard, M.M. (coord.) (2013). *Inventaire canadien des ressources en eau souterraine : Caractérisation hydrogéologique régionale et intégrée du système aquifère fracturé du sud-ouest du Québec*. Commission géologique du Canada. Bulletin 587, 106 p. doi :10.4095/291348.
- WSP (2018). *Caractérisation environnementale – Site minier St-Lawrence Columbium, Oka (Québec)*. Rapport produit pour le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles. Ref. : 171-03521-00. 61 p. et annexes.
- WSP (2021a). *Résultats de la calibration du modèle hydrologique du site minier abandonné St-Lawrence Columbium : Volet hydrologique*. Note technique produite pour le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles. Ref. : 201-00652-00. 10 p. et annexes.
- WSP (2021b). *Caractérisation environnementale complémentaire. Ancien site minier St-Lawrence Columbium, Oka (Québec)*. Rapport produit pour le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles. Ref. : 201-00652-00.
- WSP (2021c). *Étude géotechnique. Restauration de l'ancien site minier St-Lawrence Columbium, Oka (Québec)*. Rapport produit pour le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles. Ref. : 201-00652-00.

CARTES



















 Limite de propriété du site à l'étude

Géologie

-  Anorthosite, anorthosite gabbroïque, gabbro et diorite
-  Calcaire, dolomie calcaire, shale, grès
-  Calcaire, shale
-  Carbonatite
-  Charnockite et mangérite
-  Conglomérat, grès grossier arkosique, grès quartzitique
-  Dolomie massive ou laminée, calcaire cristallin, shale
-  Grès quartzitique
-  Interstratification de grès quartzitique et dolomitique et de dolomie
- 

Restauration de l'ancien site minier St. Lawrence Columbian
Caractérisation hydrogéologique

Carte 4
Géologie du socle rocheux dans le secteur

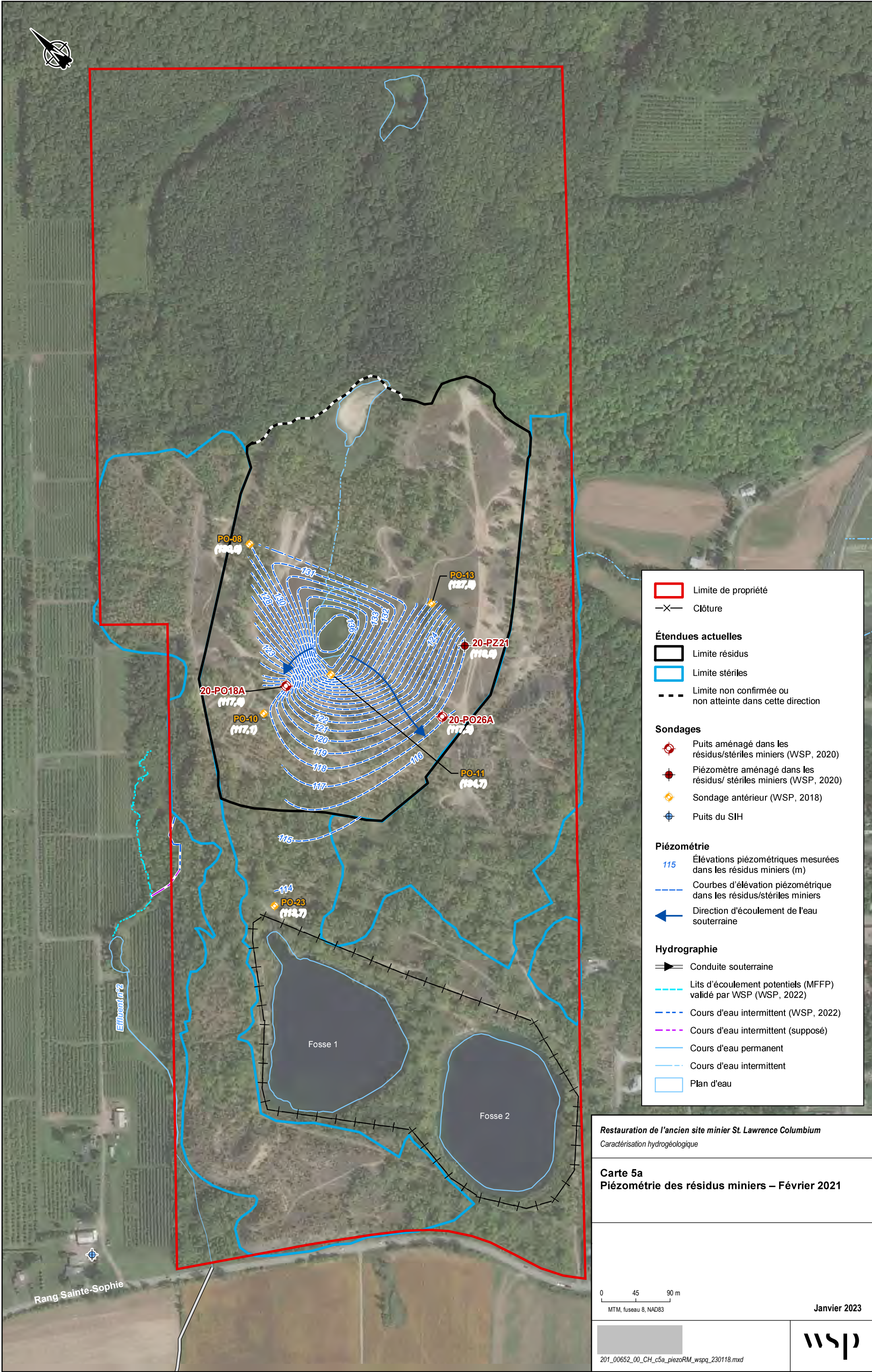
Sources :
Géobase du réseau hydrographique du Québec, MERN
BDGA, 1:1000000, MERN, 2014
Géologie, SIGEOM, 2021
Image : Maxar technologies inc. / ESRI ©

0 200 400 m
MTM, fuseau 8, NAD83

Janvier 2023

201_00652_00_CH_c4_geologie_wspq_230118.mxd





Limite de propriété

—X—

Clôture

Étendues actuelles

Limite résidus

Limite stériles

Limite non confirmée ou non atteinte dans cette direction

Sondages

Puits aménagé dans les résidus/stériles miniers (WSP, 2020)

Piézomètre aménagé dans les résidus/ stériles miniers (WSP, 2020)

Sondage antérieur (WSP, 2018)

Puits du SIH

Piézométrie

115

Élévations piézométriques mesurées dans les résidus miniers (m)

Courbes d'élévation piézométrique dans les résidus/stériles miniers

Direction d'écoulement de l'eau souterraine

Hydrographie

Conduite souterraine

Lits d'écoulement potentiels (MFFP) validé par WSP (WSP, 2022)

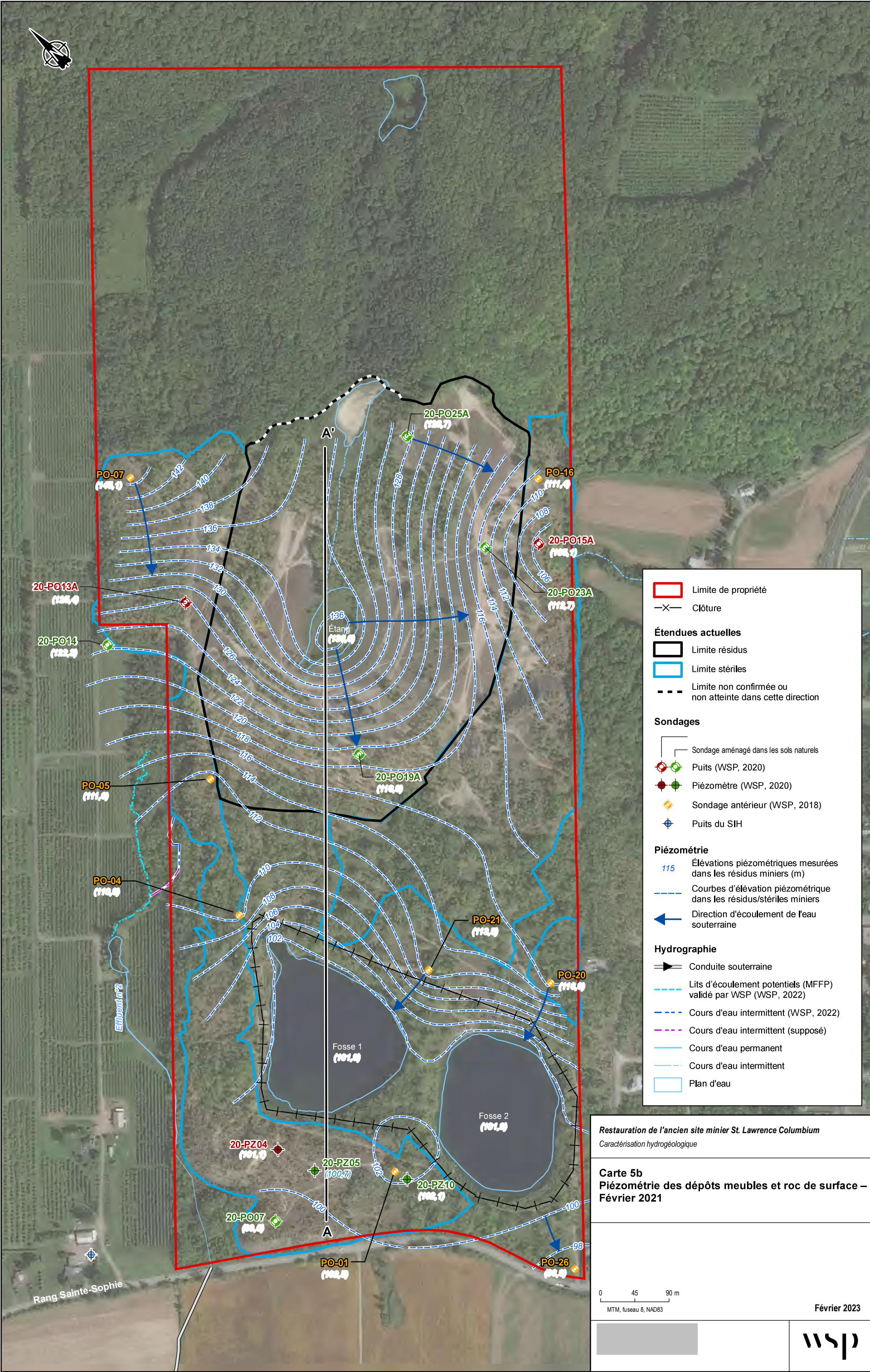
Cours d'eau intermittent (WSP, 2022)

Cours d'eau intermittent (supposé)

Cours d'eau permanent

Cours d'eau intermittent

Plan d'eau



- Limite de propriété
- X—

 Clôture
- Étendues actuelles**
- Limite résidus
- Limite stériles
- Limite non confirmée ou non atteinte dans cette direction
- Sondages**
- Sondage aménagé dans les sols naturels
- Puits (WSP, 2020)
- Piézomètre (WSP, 2020)
- Sondage antérieur (WSP, 2018)
- Puits du SIH
- Piézométrie**
- 115

 Élévations piézométriques mesurées dans les résidus miniers (m)
- Courbes d'élévation piézométrique dans les résidus/stériles miniers
- Direction d'écoulement de l'eau souterraine
- Hydrographie**
- Conduite souterraine
- Lits d'écoulement potentiels (MFFP) validé par WSP (WSP, 2022)
- Cours d'eau intermittent (WSP, 2022)
- Cours d'eau intermittent (supposé)
- Cours d'eau permanent
- Cours d'eau intermittent
- Plan d'eau

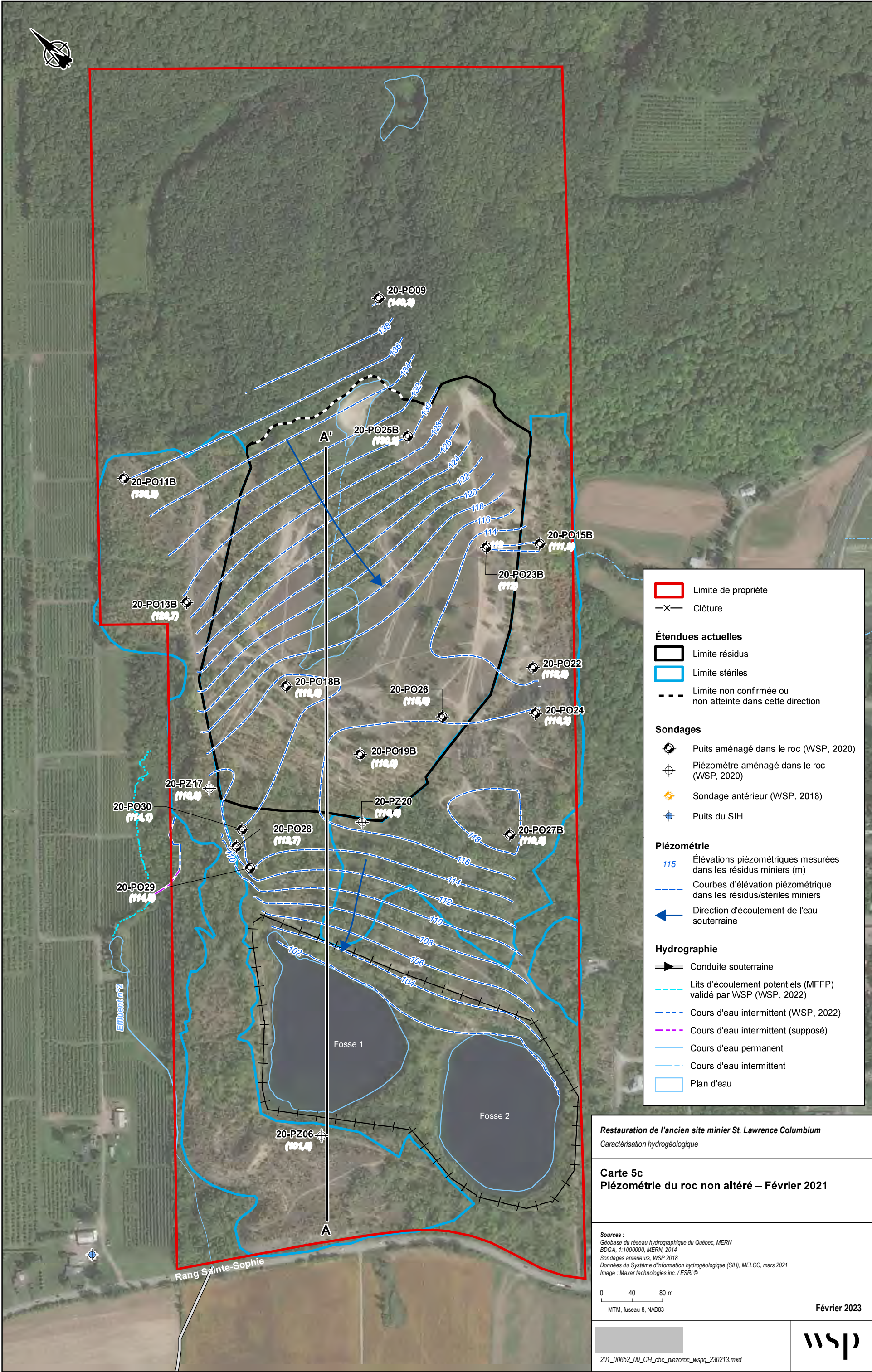
Restauration de l'ancien site minier St. Lawrence Columbian
Caractérisation hydrogéologique

Carte 5b
Piézométrie des dépôts meubles et roc de surface –
Février 2021

0 45 90 m
MTM, fuseau 8, NAD83

Février 2023





Limite de propriété

—X—

Clôture

Étendues actuelles

Limite résidus

Limite stériles

Limite non confirmée ou non atteinte dans cette direction

Sondages

Puits aménagé dans le roc (WSP, 2020)

Piézomètre aménagé dans le roc (WSP, 2020)

Sondage antérieur (WSP, 2018)

Puits du SIH

Piézométrie

115

Élévations piézométriques mesurées dans les résidus miniers (m)

Courbes d'élévation piézométrique dans les résidus/stériles miniers

Direction d'écoulement de l'eau souterraine

Hydrographie

Conduite souterraine

Lits d'écoulement potentiels (MFFP) validé par WSP (WSP, 2022)

Cours d'eau intermittent (WSP, 2022)

Cours d'eau intermittent (supposé)

Cours d'eau permanent

Cours d'eau intermittent

Plan d'eau

Restauration de l'ancien site minier St. Lawrence Columbian

Caractérisation hydrogéologique

Carte 5c

Piézométrie du roc non altéré – Février 2021

Sources :
Géobase du réseau hydrographique du Québec, MERN
BDGA, 1:1000000, MERN, 2014
Sondages antérieurs, WSP 2018
Données du Système d'information hydrogéologique (SIH), MELCC, mars 2021
Image : Maxar technologies inc. / ESRI ©

0 40 80 m

MTM, fuseau 8, NAD83

Février 2023

wsp

201_00652_00_CH_c5c_piezoroc_wspq_230213.mxd

ANNEXE

1

LIMITES ET CONDITIONS GÉNÉRALES DE L'ÉTUDE

WSP Canada Inc. (WSP) a préparé ce rapport uniquement pour son destinataire MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES NATURELLES, conformément à la convention de consultant convenue entre les parties. Advenant qu'une convention de consultant n'ait pas été exécutée, les parties conviennent que les Modalités Générales à titre de consultant de WSP régiront leurs relations d'affaires, lesquelles vous ont été fournies avant la préparation de ce rapport.

Ce rapport est destiné à être utilisé dans son intégralité. Aucun extrait ne peut être considéré comme représentatif des résultats de l'évaluation.

Les conclusions présentées dans ce rapport sont basées sur le travail effectué par du personnel technique, entraîné et professionnel, conformément à leur interprétation raisonnable des pratiques d'ingénierie et techniques courantes et acceptées au moment où le travail a été effectué.

Le contenu et les opinions exprimées dans le présent rapport sont basés sur les observations et/ou les informations à la disposition de WSP au moment de sa préparation, en appliquant des techniques d'investigation et des méthodes d'analyse d'ingénierie conformes à celles habituellement utilisées par WSP et d'autres ingénieurs/techniciens travaillant dans des conditions similaires, et assujettis aux mêmes contraintes de temps, et aux mêmes contraintes financières et physiques applicables à ce type de projet.

WSP dénie et rejette toute obligation de mise à jour du rapport si, après la date du présent rapport, les conditions semblent différer considérablement de celles présentées dans ce rapport ; cependant, WSP se réserve le droit de modifier ou de compléter ce rapport sur la base d'informations, de documents ou de preuves additionnels.

WSP ne fait aucune représentation relativement à la signification juridique de ses conclusions.


La divulgation de tout renseignement faisant partie du présent rapport relève uniquement de la responsabilité de son destinataire. Si un tiers utilise, se fie, ou prend des décisions ou des mesures basées sur ce rapport, ledit tiers en est le seul responsable. WSP n'accepte aucune responsabilité quant aux dommages que pourrait subir un tiers suivant l'utilisation de ce rapport ou quant aux dommages pouvant découler d'une décision ou mesure prise basée sur le présent rapport.

WSP a exécuté ses services offerts au destinataire de ce rapport conformément à la convention de consultant convenue entre les parties tout en exerçant le degré de prudence, de compétence et de diligence dont font habituellement preuve les membres de la même profession dans la prestation des mêmes services ou de services comparables à l'égard de projets de nature analogue dans des circonstances similaires. Il est entendu et convenu entre WSP et le destinataire de ce rapport que WSP n'offre aucune garantie, expresse ou implicite, de quelque nature que ce soit. Sans limiter la généralité de ce qui précède, WSP et le destinataire de ce rapport conviennent et comprennent que WSP ne fait aucune représentation ou garantie quant à la suffisance de sa portée de travail pour le but recherché par le destinataire de ce rapport.

En préparant ce rapport, WSP s'est fié de bonne foi à l'information fournie par des tiers, tel qu'indiqué dans le rapport. WSP a raisonnablement présumé que les informations fournies étaient correctes et WSP ne peut donc être tenu responsable de l'exactitude ou de l'exhaustivité de ces informations.

Les bornes et les repères d'arpentage utilisés dans ce rapport servent principalement à établir les différences d'élévation relative entre les emplacements de prélèvement et/ou d'échantillonnage et ne peuvent servir à d'autres fins. Notamment, ils ne peuvent servir à des fins de nivelage, d'excavation, de construction, de planification, de développement, etc.

Ces limitations sont considérées comme faisant partie intégrante du présent rapport.



ANNEXE

2

REPORTAGE
PHOTOGRAPHIQUE





Photo 1 Carotte de roc du forage F-26 au contact de la carbonatite et du grès quartzitique (37,22-39,88 m de profondeur)



Photo 2 Carotte de roc du forage F-26 dans l'intrusion bréchique (57,23-59,91 m de profondeur)



Photo 3 Installation pour les essais Lugeon



Photo 4 Installation du piézomètre à corde vibrante 20-PZ26



Photo 5 Développement du puits 20-PO09

ANNEXE

3

RAPPORTS DE FORAGES



Nom du consultant :

WSP

Nom du client :

Énergie et Ressources naturelles

Québec

Page 1 de 4

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F02

Nom du projet :

Restauration de l'ancien site minier St Lawrence Colombium, OKA

Nom du requérant :

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)

Localisation civile :

Rang Sainte-Sophie, OKA, Québec

Entrepreneur en forage :

Succession Forage George Downing Ltée.

Type de forage :

Forage au tubage

Diamètre du forage :

HW

Préparé par :

53-54

Inclinaison :

90

Azimut :

Diamètre du carottier :

HQ

Vérifié par :

Coordonnées géodésiques (m)

X :

262,990.2

MTM Zone 8 (NAD83)

Y :

5,040,330.6

Z :

99.64

No. de projet :

201-00652-00

No. plan de localisation :

ANNEXE B

Date du début du sondage :

2020-10-26

Profondeur du sondage :

39.50 m

TYPE D'ÉCHANTILLON

CF Cuillère fendue

CR Échantillon par forage au diamant

EM Manuel

TA Tarière

TT Tube transparent

TS Tube shelby

ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON

Remanié

Intact

Perdu

Forage au diamant

COMPACITÉ et INDICE "N"

Très lâche 0-4

Lâche 4-10

Compact 10-30

Dense 30-50

Très dense >50

INDICE DE QUALITÉ DU ROC

% RQD

QUALIFICATIF

<25 Très mauvais

25-50 Mauvais

50-75 Moyen

75-90 Bon

90-100 Excellent

SYMBOLES

N: Indice de pénétration standard

R: Refus (N > 100)

PM: Poids du marteau / 61 cm

% RQD = Σ Carottes > 4 po. (10 cm)

Longueur forée

TERMINOLOGIE

"traces" 1-10%

"un peu" 10-20%

adjectif (...eux) 20-35%

"et" 35-50%

CLASSIFICATION DES SOLS

Argile < 0,002 mm

Silt 0,002 à 0,080 mm

Sable 0,080 à 5 mm

Gravier 5 à 80 mm

Cailloux 80 à 300 mm

Blocs > 300 mm

CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)

Très molle <12 kPa

Molle 12-25 kPa

Ferme 25-50 kPa

Raide 50-100 kPa

Très raide 100-200 kPa

Dure >200 kPa

NIVEAU D'EAU

Date:

Prof. (m):

INSTALLATION

Piézo

Date

Prof*(m)

Niveau (m)

A 2020-11-19 0.96 98.58

B 2020-11-19 1.25 98.29

*Prof. mesurée à partir du haut du tube de PVC

PROFONDEUR (m)

PROFONDEUR (pi)

NIVEAU (m) / PROFONDEUR

STRATIGRAPHIE

DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC

SYMBOLES

TYPE - NO

SOUS - ÉCH.

ÉTAT et CALIBRE

RÉCUPÉRATION (%)

COV (ppm)

N. Nc ou RQD

COUPS / 15 cm

GRAPHIQUE

x : N (pen. standard)

+ : Nc (pen. dynamique)

o : Cu (laboratoire)

Δ : Cur (laboratoire)

Δ : Cu (chantier)

Δ : Cur (chantier)

Wp

w

Wi

20 40 60 80

INSTALLATION

AG Analyse granulométrique

AC Analyse chimique

W_L Limite liquide

W_P Limite plastique

W_N Teneur en eau

Cu Cisaillement non drainé

Cur Cisaillement remanié

U_p Préconsolidation

U_p Compression uniaxiale sur carotte de roc

Dup Éch. duplicata prélevé

99.64

0.00

Sol naturel : Silt sableux, un peu d'argile, brun-noir, humide, lâche. Présence de matière organique.

99.03

0.61

Sable silteux, un peu de gravier, brun, humide, lâche.

98.12

1.52

Devenant graveleux, très dense.

97.36

2.29

Gravier silteux, un peu de sable, brun-gris, très humide, très dense. Présence de cailloux.

96.59

3.05

Sable silteux, un peu d'argile et gravier, girs, humide, compact.

95.83

3.81

Devenant graveleux.

95.07

4.57

Devenant brun-girs, très dense. Présence de cailloux.

92.31

7.33

Blocs, girs.

91.82

CF-1

B

25

9

2-4-5-4

x

CF-2

B

40

7

5-5-2-12

x

CF-3

B

74

62

21-35-27-25

o

x

CF-4

B

62

46

23-21-25-27

x

CF-5

B

70

27

16-14-13-28

o

x

CF-6

B

59

25

9-14-11-20

x

CF-7

B

33

51

28-21-30-22

x

CF-8

N

61

63

36-34-29-20 /pour 3 cm

x

CF-9

B

74

30

6-11-19-20

x

CF-10

N

55

R

23-24-50 /pour 14 cm

x

CR-11

HQ

100

90

2020-11-19

2020-11-19

AG

W_N = 12.0%

AG

SD

W_N = 9.5%

Remarque(s) : Les indices N sont les valeurs brutes enregistrées lors des travaux de forage.

Date de production : 2021-03-29

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F02

[illegible]




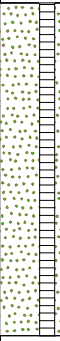



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F02

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS		
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBÔLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm			<div><div>X : N (pen. standard)</div><div>■ : Nc (pen. dynamique)</div><div>□ : Cu (laboratoire)</div><div>▲ : Cur (laboratoire)</div><div>△ : Cu (chantier)</div><div>○ : Cur (chantier)</div><div>Wp w WI</div><div>20 40 60 80</div></div>	
23	75	76.88 22.76	Cailloux et blocs, girs.		CR-22		HQ	12		0					
24	80				CR-23		HQ	25		0					
25					CR-24		HQ	28		0					
26	85				CR-25		HQ	25		0					
27	90				CR-26		HQ	45		0					
28		70.63 29.01	Socle rocheux : Carbonatite à magnétite, blanche, gneissique, grains centimétrique de magnétite.		CR-27		HQ	100		86					
30	100	69.06 30.58	Carbonatite à magnétite, blanche, grains centimétriques de magnétite et porphyrique de 31 à 31,75m		CR-28		HQ	100		51					
32	105	67.58 32.06	Carbonatite à magnétite, blanche, gneissique, grains centimétrique de magnétite. Deviens porphyrique de 33,68m à 35,05m.		CR-29		HQ	100		82					
34	110	66.09 33.55	Carbonatite à magnétite, blanche, gneissique, grains centimétrique de magnétite.		CR-30		HQ	100		67					
35	115	64.59 35.05	Carbonatite à magnétite, blanche, gneissique, grains centimétrique de magnétite de 36,25 à 36,92 et devient porphyrique de 37,05 à 39,5.		CR-31		HQ	97		94					
36															

Nom du consultant :				Nom du client : 		Page 4 de 4							
				RAPPORT DE FORAGE									
				Sondage N° 20-F02									
PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS	
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD			COUPS / 15 cm
37		36.66	Carbonatite à magnétite, blanche, gneissique, grains centimétrique de magnétite.		CR-32		HQ	100		67			<div>AGAnalyse granulométrique</div> <div>ACAnalyse chimique</div> <div>WL Limite liquide</div> <div>WP Limite plastique</div> <div>WN Teneur en eau</div> <div>Cu Cisaillement non drainé</div> <div>Cur Cisaillement remanié</div> <div>σp Préconsolidation</div> <div>Up Compression uniaxiale sur carotte de roc</div> <div>Dup Ech. duplicata prélevé</div>
38	125	61.74 37.90	Carbonatite à magnétite, blanche, gneissique, grains centimétrique de magnétite.		CR-33		HQ	98		84			
39		60.14 39.50	Fin du forage										
40													
41	135												
42													
43													
44	145												
45													
46													
47	155												
48													
49	160												
50													
	165												

Nom du consultant :

WSP

Nom du client :

Énergie et Ressources naturelles

Québec

Page 1 de 2

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F04

Nom du projet :

Restauration de l'ancien site minier St Lawrence Colombium, OKA

Nom du requérant :

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)

Localisation civile :

Rang Sainte-Sophie, OKA, Québec

Entrepreneur en forage :

Succession Forage George Downing Ltée.

Type de forage :

Forage au tubage

Diamètre du forage :

NW

Préparé par :

53-54

Inclinaison :

90

Azimut :

Diamètre du carottier :

NQ

Vérifié par :

Coordonnées géodésiques (m)

X :

263,099.5

MTM Zone 8 (NAD83)

Y :

5,040,242.6

Z :

108.68

No. de projet :

201-00652-00

No. plan de localisation :

ANNEXE B

Date du début du sondage :

2020-10-08

Profondeur du sondage :

16.71 m

TYPE D'ÉCHANTILLON

CF Cuillère fendue

CR Échantillon par forage au diamant

EM Manuel

TA Tarière

TT Tube transparent

TS Tube shelby

ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON

Remanié

Intact

Perdu

Forage au diamant

COMPACITÉ et INDICE "N"

Très lâche

Lâche

Compact

Dense

Très dense

INDICE DE QUALITÉ DU ROC

% RQD

QUALIFICATIF

SYMBOLES

N: Indice de pénétration standard

R: Refus (N > 100)

PM: Poids du marteau / 61 cm

% RQD = Σ Carottes > 4 po. (10 cm)

Longueur forée

TERMINOLOGIE

"traces"

"un peu"

adjectif (...eux)

"et"

CLASSIFICATION DES SOLS

Argile

Silt

Sable

Gravier

Cailloux

Blocs

CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)

Très molle

Molle

Ferme

Raide

Très raide

Dure

NIVEAU D'EAU

Date:

Prof. (m):

INSTALLATION

Piézo

Date

Prof*(m)

Niveau (m)

STRATIGRAPHIE

DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC

ÉCHANTILLONS

TYPE - NO

SOUS - ÉCH.

ÉTAT et CALIBRE

RÉCUPÉRATION (%)

COV (ppm)

N. Nc ou RQD

COUPS / 15 cm

GRAPHIQUE

x : N (pen. standard)

+ : Nc (pen. dynamique)

□ : Cu (laboratoire)

▲ : Cur (laboratoire)

Δ : Cu (chantier)

△ : Cur (chantier)

Wp

w

Wi

20 40 60 80

ESSAIS

AG Analyse granulométrique

AC Analyse chimique

W_L Limite liquide

W_P Limite plastique

W_N Teneur en eau

Cu Cisaillement non drainé

Cur Cisaillement remanié

U_p Préconsolidation

U_p Compression uniaxiale sur carotte de roc

Dup Éch. duplicata prélevé

PROFONDEUR (m)

PROFONDEUR (pi)

NIVEAU (m) / PROFONDEUR

108.68

0.00

108.29

0.39

104.87

3.81

100.75

1

5

2

3

4

5

6

7

25

Niveau

Remblai :

Sable graveleux, un peu de silt, brun, humide, très dense.

Steriles miniers altérés :

Gravier et sable, un peu de silt, gris-blanc, humide, compact.

Présence de cailloux altérés.

Steriles miniers :

Cailloux et blocs, un peu de sable, gris, humide, très dense.

Présence d'altération.

CF-1

CF-2

CF-3

CF-4

CF-5

CF-6

CF-7

CF-8

CF-9

CF-10

CF-11

A

B

B

B

N

N

N

N

N

N

49

46

64

0

0

80

14

38

68

46

23

23

20

R

R

R

34

R

R

4-31-15-15

17-8-15-31

24-12-11-6

9-15-5-3

50 /pour 3 cm

17-50 /pour 5 cm

8-6-50 /pour 7 cm

20-15-19-50 /pour 5 cm

50 /sans enfoncement

19-50 /pour 7 cm

50 /sans enfoncement

2021-02-19

Remarque(s) :

Les indices N sont les valeurs brutes enregistrées lors des travaux de forage.

L'altération se présente sous forme des particules blanche d'un diamètre inférieur à 5 mm.

Date de production : 2021-03-29



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F04

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		

Nom du consultant :

WSP

Nom du client :

Énergie et Ressources naturelles

Québec

Page 1 de 4

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°20-F05

Nom du projet :

Restauration de l'ancien site minier St Lawrence Colombium, OKA

Nom du requérant :

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)

Localisation civile :

Rang Sainte-Sophie, OKA, Québec

Entrepreneur en forage :

Succession Forage George Downing Ltée.

Type de forage :

Forage au tubage

Diamètre du forage :

NW

Préparé par :

53-54

Inclinaison :

90

Azimut :

Diamètre du carottier :

NQ

Vérifié par :

Coordonnées géodésiques (m)

X :

263,113.3

MTM Zone 8 (NAD83)

Y :

5,040,188.7

Z :

112.32

No. de projet :

201-00652-00

No. plan de localisation :

ANNEXE B

Date du début du sondage :

2020-10-05

Profondeur du sondage :

42.11 m

TYPE D'ÉCHANTILLON

CF Cuillère fendue

CR Échantillon par forage au diamant

EM Manuel

TA Tarière

TT Tube transparent

TS Tube shelby

ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON

Remanié

Intact

Perdu

Forage au diamant

COMPACITÉ et INDICE "N"

Très lâche 0-4

Lâche 4-10

Compact 10-30

Dense 30-50

Très dense >50

INDICE DE QUALITÉ DU ROC

% RQD

QUALIFICATIF

<25 Très mauvais

25-50 Mauvais

50-75 Moyen

75-90 Bon

90-100 Excellent

SYMBOLES

N: Indice de pénétration standard

R: Refus (N > 100)

PM: Poids du marteau / 61 cm

% RQD = Σ Carottes > 4 po. (10 cm)

Longueur forée

TERMINOLOGIE

"traces" 1-10%

"un peu" 10-20%

adjectif (...eux) 20-35%

"et" 35-50%

CLASSIFICATION DES SOLS

Argile < 0,002 mm

Silt 0,002 à 0,080 mm

Sable 0,080 à 5 mm

Gravier 5 à 80 mm

Cailloux 80 à 300 mm

Blocs > 300 mm

CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)

Très molle <12 kPa

Molle 12-25 kPa

Ferme 25-50 kPa

Raide 50-100 kPa

Très raide 100-200 kPa

Dure >200 kPa

NIVEAU D'EAU

Date:

Prof. (m):

INSTALLATION

Piézo

Date

Prof*(m)

Niveau (m)

A 2021-02-19 12.50 100.70

*Prof. mesurée à partir du haut du tube de PVC

PROFONDEUR (m)

PROFONDEUR (pi)

NIVEAU (m) / PROFONDEUR

STRATIGRAPHIE

DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC

SYMBOLES

TYPE - NO

SOUS - ÉCH.

ÉTAT et CALIBRE

RÉCUPÉRATION (%)

COV (ppm)

N. Nc ou RQD

COUPS / 15 cm

GRAPHIQUE

x : N (pen. standard)

+ : Nc (pen. dynamique)

□ : Cu (laboratoire)

▲ : Cur (laboratoire)

Δ : Cu (chantier)

◊ : Cur (chantier)

Wp

w

Wi

20 40 60 80

INSTALLATION

AG Analyse granulométrique

AC Analyse chimique

W_L Limite liquide

W_P Limite plastique

W_N Teneur en eau

Cu Cisaillement non drainé

Cur Cisaillement remanié

U_p Préconsolidation

σ_u Compression uniaxiale sur carotte de roc

Dup Éch. duplicata prélevé

112.32

0.00

Remblai : Sable silteux et graveleux, brun-gris, lâche à compact. Présence de stériles miniers altérés.

CF-1

B

57

30

6-17-13-12

x

1

5

2

110.04

2.28

Stériles miniers altérés : Cailloux et gravier, un peu de sable, gris-blanc, humide, très lâche à lâche avec des horizons compact à dense.

CF-2

B

39

16

8-9-7-8

x

3

10

4

5

15

CF-3

B

43

9

8-4-5-7

x

6

20

7

25

CF-4

B

28

12

20-8-4-2

x

CF-5

N

15

11

9-5-6-6

x

CF-6

N

39

11

6-7-4-5

x

CF-7

N

21

9

5-3-6-7

x

CF-8

N

23

11

6-7-4-11

x

CF-9

N

3

R

4-8-50 / pour 5 cm

CF-10

N

28

8

2-3-5-5

x

CF-11

N

0

17

7-8-9-8

x

Remarque(s) : Les indices N sont les valeurs brutes enregistrées lors des travaux de forage.

L'altération se présente sous forme des particules blanche d'un diamètre inférieur à 5 mm.

Date de production : 2021-03-29



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F05



PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBÔLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N _i N _c ou RQD	COUPS / 15 cm		


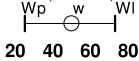
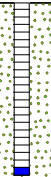

x : N (pen. standard)
 + : Nc (pen. dynamique)
 □ : Cu (laboratoire)
 ▲ : Cur (laboratoire)
 △ : Cur (chantier)
 ○ : Cur (chantier)
 Wp : Wp
 Wl : Wl
 Wp : Wp
 Wl : Wl

20 40 60 80

AG Analyse granulométrique
 AC Analyse chimique
 W_L Limite liquide
 W_p Limite plastique
 W_N Teneur en eau
 Cu Cisaillement non drainé
 Cur Cisaillement remanié
 U_p Préconsolidation
 Dup Compression uniaxiale sur carotte de roc
 Ech. duplicata prélevé

AG
 W_N = 17.0%

Nom du consultant :				Nom du client :				Page 3 de 4						
								RAPPORT DE FORAGE						
								Sondage N° 20-F05						
PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE		INSTALLATION	ESSAIS	
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBÔLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm	<div><div><div>x</div><div>+</div><div>□</div><div>■</div><div>△</div><div>△</div><div>△</div></div><div><div>: N (pen. standard)</div><div>: Nc (pen. dynamique)</div><div>: Cu (laboratoire)</div><div>: Cur (laboratoire)</div><div>: Cu (chantier)</div><div>: Cur (chantier)</div><div>Wp</div><div>w</div><div>WI</div></div><div><div>20</div><div>40</div><div>60</div><div>80</div></div></div>			
75	23				CR-25		NQ 39		0					
80	24				CR-26		NQ 19		0					
85	26				CR-27		NQ 14		0					
90	27				CR-28		NQ 7		0					
95	29				CR-29		NQ 10		0					
100	30	81.84 30.48	Silt argileux, traces de sable, gris, humide, d'apparence dure.		CR-30		NQ 92		0					
105	32				CR-31		NQ 97		0					
110	33				CR-32		NQ 33		0					
115	35				CR-33		NQ 61		0					
36														

PROFONDEUR (m) PROFONDEUR (pi)		STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE		INSTALLATION	ESSAIS	
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm				
37		73.36 38.96	Socle rocheux: Carbonatite, gris, altéré, grains fins, présence de grains grossiers (brèche), peu poreux, mauvaise qualité.		CR-34		NQ	72		0		 x : N (pen. standard) + : Nc (pen. dynamique) □ : Cu (laboratoire) ▣ : Cur (laboratoire) ▢ : Cu (chantier) ▤ : Cur (chantier) Wp w Wl		AG Analyse granulométrique AC Analyse chimique WL Limite liquide WP Limite plastique WN Teneur en eau Cu Cisaillement non drainé Cur Cisaillement remanié σp Préconsolidation Up Compression uniaxiale sur carotte de roc Dup Ech. duplicata prélevé	
38	125					A		NQ	100		0				
39						B									
40	130					CR-36		NQ	100		45				
41	135				CR-37		NQ	79		33					
42	70.21 42.11		Fin du forage.												
43	140														
44	145														
45															
46	150														
47	155														
48															
49	160														
50	165														







20-F06

Vérifié par :

Z: 105.87

Profondeur du sondage :	18.06 m
-------------------------	---------





TYPE D'ÉCHANTILLON		ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON		COMPACITÉ et INDICE "N"		INDICE DE QUALITÉ DU ROC		SYMBOLES			
CF Cuillère fendue		Remanié		Très lâche	0-4	% RQD	QUALIFICATIF	N: Indice de pénétration standard			
CR Échantillon par forage au diamant		Intact		Lâche	4-10	<25	Très mauvais	R: Refus (N > 100)			
EM Manuel		Perdu		Compact	10-30	25-50	Mauvais	PM: Poids du marteau / 61 cm			
TA Tarière				Dense	30-50	50-75	Moyen	% RQD = Σ Carottes > 4 po. (10 cm)			
TT Tube transparent		Forage au diamant		Très dense	>50	75-90	Bon	<u>Longueur forée</u>			
TS Tube shelby						90-100	Excellent				
TERMINOLOGIE		CLASSIFICATION DES SOLS		CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)		NIVEAU D'EAU		INSTALLATION			
"traces"	1-10%	Argile	< 0,002 mm	Très molle	<12 kPa	Date:		Piézo	Date		
"un peu"	10-20%	Silt	0,002 à 0,080 mm	Molle	12-25 kPa				Prof*(m)	Niveau (m)	
adjectif (...eux)	20-35%	Sable	0,080 à 5 mm	Ferme	25-50 kPa			A	2021-02-19	5.07	101.82
"et"	35-50%	Gravier	5 à 80 mm	Raide	50-100 kPa						
		Cailloux	80 à 300 mm	Très raide	100-200 kPa			Prof. (m):			
		Blocs	> 300 mm	Dure	>200 kPa			*Prof. mesurée à partir du haut du tube de PVC			

PROFONDEUR (m)		PROFONDEUR (pi)		STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE		INSTALLATION		ESSAIS										
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR		DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC		SYMBOLES		TYPE - NO		SOUS - ÉCH.		ÉTAT et CALIBRE		RÉCUPÉRATION (%)		COV (ppm)		N _c ou RQD		COUPS / 15 cm		<div>× : N (pen. standard) + : Nc (pen. dynamique) ■ : Cu (laboratoire) □ : Cur (laboratoire) ▲ : Cu (chantier) △ : Cur (chantier) <div>Wp w WI</div><div>20 40 60 80</div></div>		<div>INSTALLATION</div> <div>2021-02-19</div>		<div>AG Analyse granulométrique AC Analyse chimique W_L Limite liquide W_P Limite plastique W_N Teneur en eau C_u Cisaillement non drainé C_{ur} Cisaillement remanié σ_p Préconsolidation U_p Compression uniaxiale sur carotte de roc Dup Ech. duplicata prélevé</div>	
		105.87		Niveau				CF-1	A	B			85			R			1-50 /pour 5 cm								
		0.00		Terre végétale, brune, humide.																							
		105.79		Remblai :				CF-2		B			46			R			12-50 /pour 13 cm								
		0.08		Sable graveleux, un peu de silt, brun, humide. Présence de stériles miniers.																							
1		105.67		Sériles miniers altérés :				CF-3		B			52		29				28-17-12-14								
5		0.20		Blocs et cailloux, un peu de gravier et sable, gris, humide, très dense avec des horizons compacts.				CF-4		B			100			R			50 /pour 5 cm								
2																											
								CF-5		B			100			R			50 /pour 10 cm								
3																											
10																											
		101.97		Sol naturel :				CF-6		B			30			R			8-16-50 /sans enfouissement								
4		3.90		Sable silteux, un peu d'argile, traces de gravier, brun, humide, très dense.																							
15								CF-7		B			100			R			50 /pour 12 cm								
5																											
		100.54		Cailloux et blocs, gris.																							
6		5.33						CR-8		NQ			61			0											
20																											
7								CR-9		NQ			13			0											
25																											

Remarque(s) : **L'altération se présente sous forme des particules blanche d'un diamètre inférieur à 5 mm.**

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE		INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		
9	30				CR-10		NQ	12		0			
10					CR-11		NQ	12		0			
11	35												
12	40	94.44 11.43	Argile silteuse, traces de sable, humide, d'apparence dure. Présence de cailloux.		CR-12		NQ	49		0			
		93.68 12.19	Cailloux et blocs, gris.										
13					CR-13		NQ	18		0			
14	45												
15	50	91.13 14.74 90.81 15.06	Socle rocheux: Carbonatite gneisseux, gris, peu altéré, grains fins, présence de grains grossiers (brèche), peu poreux, de très mauvaise qualité.		CR-14	A	NQ	42		24			
						B							
16					CR-15		NQ	100		96			
17	55	89.31 16.56	Devenant d'excellente qualité.										
			Devenant de bonne qualité.										
18	60	87.81 18.06	Fin du forage.		CR-16		NQ	98		87			
19													
20	65												
21													
22	70												

Nom du projet :	Restauration de l'ancien site minier St Lawrence Colombium, OKA		Coordonnées géodésiques (m)	X :	263,030.1
Nom du requérant :	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)		MTM Zone 8 (NAD83)	Y :	5,040,179.7
Localisation civile :	Rang Sainte-Sophie, OKA, Québec			Z :	112.31
Entrepreneur en forage :	Succession Forage George Downing Ltée.	Inclinaison :	90	No. de projet :	201-00652-00
Type de forage :	Forage au tubage	Azimut :		No. plan de localisation :	ANNEXE B
Diamètre du forage :	NW	Diamètre du carottier :	NQ	Date du début du sondage :	2020-10-13
Préparé par :	53-54	Vérifié par :		Profondeur du sondage :	19.81 m

TYPE D'ÉCHANTILLON		ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON		COMPACITÉ et INDICE "N"		INDICE DE QUALITÉ DU ROC		SYMBOLES	
CF Cuillère fendue		Remanié		Très lâche	0-4	% RQD	QUALIFICATIF	N: Indice de pénétration standard	
CR Échantillon par forage au diamant		Intact		Lâche	4-10	<25	Très mauvais	R: Refus (N > 100)	
EM Manuel		Perdu		Compact	10-30	25-50	Mauvais	PM: Poids du marteau / 61 cm	
TA Tarière				Dense	30-50	50-75	Moyen	% RQD = $\frac{\Sigma \text{Carottes} > 4 \text{ po. (10 cm)}}{\text{Longueur forée}}$	
TT Tube transparent		Forage au diamant		Très dense	>50	75-90	Bon		
TS Tube shelby						90-100	Excellent		
TERMINOLOGIE		CLASSIFICATION DES SOLS		CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)		NIVEAU D'EAU		INSTALLATION	
"traces"	1-10%	Argile	< 0,002 mm	Très molle	<12 kPa	Date:		Piézo	Date
"un peu"	10-20%	Silt	0,002 à 0,080 mm	Molle	12-25 kPa				Prof*(m)
adjectif (...eux)	20-35%	Sable	0,080 à 5 mm	Ferme	25-50 kPa				Niveau (m)
"et"	35-50%	Gravier	5 à 80 mm	Raide	50-100 kPa				
		Cailloux	80 à 300 mm	Très raide	100-200 kPa				
		Blocs	> 300 mm	Dure	>200 kPa	Prof. (m):			
						*Prof. mesurée à partir du haut du tube de PVC			

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE		INSTALLATION	ESSAIS	
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm			<div>× : N (pen. standard) + : Nc (pen. dynamique) □ : Cu (laboratoire) ▣ : Cur (laboratoire) △ : Cu (chantier) ▴ : Cur (chantier) <div>Wp w Wi</div></div> <div>20 40 60 80</div>
		112.31 0.00	Niveau											
1 5 2			Remblai : Sable et gravier, traces de silt, brun-gris, humide, compact. Présence de stériles miniers altérés.		CF-1	A B	B	70		22	2-10-12-12	×		AG W _N = 7.2%
		CF-2				N	61		24	10-8-16-18	O ×			
		CF-3				N	46		16	4-6-10-13	×			
		CF-4				N	67		25	34-12-13-12	×			
3	10	109.26 3.05	Stérile miniers altérés : Gravier sableux altérés, traces de silt, gris-blanc, humide, lâche. Présence de cailloux.		CF-5		N	46		7	12-3-4-6	O ×		AG W _N = 2.6%
4 15 5		108.50 3.81	Devenant avec présence d'altération, gris, lâche à compact.	CF-6		N	16		9	8-3-6-4	×			
	CF-7				N	33		12	10-8-4-5	×				
	CF-8				N	18		22	7-3-19-43	×				
6	20				CF-9		N	33		14	8-10-4-10	×		
7														
25		104.69 7.62	Blocs (okaïte probable), gris		CF-10		B	71		R	50 /pour 7 cm			

Remarque(s) : Les indices N sont les valeurs brutes enregistrées lors des travaux de forage.
L'altération se présente sous forme des particules blanche d'un diamètre inférieur à 5 mm.

NSP FR Log COV.sty

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F07

[illegible]

Nom du consultant :

WSP

Nom du client :

Énergie et Ressources naturelles

Québec

Page 1 de 3

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F09

Nom du projet :

Restauration de l'ancien site minier St Lawrence Colombium, OKA

Nom du requérant :

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)

Localisation civile :

Rang Sainte-Sophie, OKA, Québec

Entrepreneur en forage :

Succession Forage George Downing Ltée.

Type de forage :

Forage au tubage

Diamètre du forage :

HW

Préparé par :

53-54

Inclinaison :

90

Azimut :

Diamètre du carottier :

HQ

Vérifié par :

Coordonnées géodésiques (m)

X :

263,995.5

MTM Zone 8 (NAD83)

Y :

5,040,925.3

Z :

145.22

No. de projet :

201-00652-00

No. plan de localisation :

ANNEXE B

Date du début du sondage :

2020-11-10

Profondeur du sondage :

27.43 m

TYPE D'ÉCHANTILLON

CF Cuillère fendue

CR Échantillon par forage au diamant

EM Manuel

TA Tarière

TT Tube transparent

TS Tube shelby

ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON

Remanié

Intact

Perdu

Forage au diamant

COMPACITÉ et INDICE "N"

Très lâche

Lâche

Compact

Dense

Très dense

INDICE DE QUALITÉ DU ROC

% RQD

QUALIFICATIF

SYMBOLES

N: Indice de pénétration standard

R: Refus (N > 100)

PM: Poids du marteau / 61 cm

% RQD = Σ Carottes > 4 po. (10 cm)

Longueur forée

TERMINOLOGIE

"traces"

"un peu"

adjectif (...eux)

"et"

CLASSIFICATION DES SOLS

Argile

Silt

Sable

Gravier

Cailloux

Blocs

CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)

Très molle

Molle

Ferme

Raide

Très raide

Dure

NIVEAU D'EAU

Date:

Prof. (m):

INSTALLATION

Piézo

Date

Prof*(m)

Niveau (m)

PROFONDEUR (m)

PROFONDEUR (pi)

NIVEAU (m) / PROFONDEUR

STRATIGRAPHIE

DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC

SYMBOLES

TYPE - NO

SOUS - ÉCH.

ÉTAT et CALIBRE

RÉCUPÉRATION (%)

COV (ppm)

N. Nc ou RQD

COUPS / 15 cm

GRAPHIQUE

x

+

■

□

▲

△

N (pen. standard)

Nc (pen. dynamique)

Cu (laboratoire)

Cur (laboratoire)

Cu (chantier)

Cur (chantier)

Wp

w

Wi

INSTALLATION

AG

AC

W_L

W_P

W_N

Cur

Cur

U_P

Dup

Analyse granulométrique

Analyse chimique

Limite liquide

Limite plastique

Teneur en eau

Cisaillement non drainé

Cisaillement remanié

Préconsolidation

Compression uniaxiale sur carotte de roc

Ech. duplicata prélevé

145.22

0.00

145.07

0.15

Niveau

Terre végétale, brune, humide.

1

5

2

3

4

5

6

7

25

142.94

2.29

141.97

3.25

Sol naturel : Silt sableux, un peu de gravier, brun, humide, compact.

Gravier sableux, un peu de silt, brun, humide, très dense. Présence de cailloux.

Sable fin à moyen, traces de silt, brun, humide, compact. Présence de coquillage.

CF-1

CF-2

CF-3

CF-4

CF-5

CF-6

CF-7

CF-8

CF-10

CF-11

A

B

N

N

N

N

N

N

N

N

N

N

41

41

57

75

59

69

84

84

79

10

17

32

R

31

36

27

52

22

36

1-4-6-5

9-9-8-9

11-15-17-21

35-50 / pour 2 cm

19-18-13-13

13-16-20-19

13-12-15-16

19-25-27-27

13-9-13-16

11-16-20-22

20

40

60

80

2021-02-19

Remarque(s) : Les indices N sont les valeurs brutes enregistrées lors des travaux de forage.

Date de production : 2021-03-29



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F09

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBÔLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		

x : N (pen. standard)
 + : Nc (pen. dynamique)
 □ : Cu (laboratoire)
 ▲ : Cur (laboratoire)
 △ : Cu (chantier)
 ○ : Cur (chantier)
 Wp w Wl
 20 40 60 80

AG Analyse granulométrique
 AC Analyse chimique
 W_L Limite liquide
 W_p Limite plastique
 W_N Teneur en eau
 Cu Cisaillement non drainé
 Cur Cisaillement remanié
 U_p Préconsolidation
 Dup Ech. duplicata prélevé

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F09

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS													
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBÔLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD			COUPS / 15 cm	<div><div>X : N (pen. standard)</div><div>■ : Nc (pen. dynamique)</div><div>□ : Cu (laboratoire)</div><div>▲ : Cur (chantier)</div><div>△ : Cu (chantier)</div><div>○ : Cur (chantier)</div><div>Wp w Wl</div><div>20 40 60 80</div></div>											
23	75	117.79 27.43	grains fins, présence de grains grossiers (brèche), peu poreux, bonne à excellente qualité.		CR-29		HQ	100		94				AG	Analyse granulométrique										
24							HQ	100								99									
80																				64					
25							HQ	100																	
26	85																								
27		HQ	100																						
90																									
28																									
29	95																								
30																									
100																									
31																									
32	105																								
33																									
110																									
34																									
35	115																								
36																									

Nom du consultant :

WSP

Nom du client :

Énergie et Ressources naturelles

Québec

Page 1 de 2

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F10

Nom du projet :

Restauration de l'ancien site minier St Lawrence Colombium, OKA

Nom du requérant :

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)

Localisation civile :

Rang Sainte-Sophie, OKA, Québec

Entrepreneur en forage :

Succession Forage George Downing Ltée.

Type de forage :

Forage au tubage

Diamètre du forage :

NW

Préparé par :

53-54

Inclinaison :

90

Azimut :

Diamètre du carottier :

NQ

Vérifié par :

Coordonnées géodésiques (m)

X :

263,189.3

MTM Zone 8 (NAD83)

Y :

5,040,093.5

Z :

107.68

No. de projet :

201-00652-00

No. plan de localisation :

ANNEXE B

Date du début du sondage :

2020-10-15

Profondeur du sondage :

10.52 m

TYPE D'ÉCHANTILLON

CF Cuillère fendue

CR Échantillon par forage au diamant

EM Manuel

TA Tarière

TT Tube transparent

TS Tube shelby

ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON

Remanié

Intact

Perdu

Forage au diamant

COMPACITÉ et INDICE "N"

Très lâche

Lâche

Compact

Dense

Très dense

INDICE DE QUALITÉ DU ROC

% RQD

QUALIFICATIF

SYMBOLES

N: Indice de pénétration standard

R: Refus (N > 100)

PM: Poids du marteau / 61 cm

% RQD = Σ Carottes > 4 po. (10 cm)

Longueur forée

TERMINOLOGIE

"traces"

"un peu"

adjectif (...eux)

"et"

CLASSIFICATION DES SOLS

Argile

Silt

Sable

Gravier

Cailloux

Blocs

CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)

Très molle

Molle

Ferme

Raide

Très raide

Dure

NIVEAU D'EAU

Date:

Prof. (m):

INSTALLATION

Piézo

Date

Prof*(m)

Niveau (m)

PROFONDEUR (m)

PROFONDEUR (pi)

NIVEAU (m) / PROFONDEUR

STRATIGRAPHIE

DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC

SYMBOLES

TYPE - NO

SOUS - ÉCH.

ÉTAT et CALIBRE

RÉCUPÉRATION (%)

COV (ppm)

N. Nc ou RQD

COUPS / 15 cm

GRAPHIQUE

ESSAIS

107.68

0.00

107.57

0.11

Niveau

Terre végétale, brune, humide.

Remblai :

Gravier sableux, un peu de silt, traces d'argile, brun, humide, compact.

Présence de stériles miniers altérés.

CF-1

A

N

66

47

7-21-26-24

X

AG

SD

W_N = 8.2%

1

5

2

3

10

104.63

3.05

Sol naturel :

Sable argileux et silteux, traces de gravier, humide, très dense. Présence de cailloux et blocs.

CF-2

A

N

32

33

20-21-11-10

O

CF-3

N

28

36

16-10-23-16

X

CF-4

N

36

14-15-21-29

X

CF-5

N

96

R

36-50 /pour 10 cm

O

CF-6

N

100

R

21-50 /pour 5 cm

O

4

15

5

20

7

25

100.06

7.62

Cailloux et blocs, gris.

CR-7

NQ

34

0

CR-8

NQ

36

0

2021-02-19

AG

SD

W_N = 9.8%

Remarque(s) :

Les indices N sont les valeurs brutes enregistrées lors des travaux de forage.

L'altération se présente sous forme des particules blanche d'un diamètre inférieur à 5 mm.

Date de production :

2021-03-29

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD		COUPS / 15 cm
9	30	97.16 10.52	Fin du forage.	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><</div>								

Nom du consultant :

WSP

Nom du client :

Énergie et Ressources naturelles

Québec

Page 1 de 7

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°20-F11

Nom du projet :

Restauration de l'ancien site minier St Lawrence Colombium, OKA

Nom du requérant :

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)

Localisation civile :

Rang Sainte-Sophie, OKA, Québec

Entrepreneur en forage :

Succession Forage George Downing Ltée.

Type de forage :

Forage au tubage

Diamètre du forage :

HW

Préparé par :

Inclinaison :

90

Azimut :

Diamètre du carottier :

HQ

Vérifié par :

Coordonnées géodésiques (m)

X : 263,592.6

Y : 5,041,001.6

Z : 155.70

No. de projet :

201-00652-00

No. plan de localisation :

ANNEXE B

Date du début du sondage :

2020-08-26

Profondeur du sondage :

85.98 m

TYPE D'ÉCHANTILLON

CF Cuillère fendue

CR Échantillon par forage au diamant

EM Manuel

TA Tarière

TT Tube transparent

TS Tube shelby

ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON

Remanié

Intact

Perdu

Forage au diamant

COMPACITÉ et INDICE "N"

Très lâche 0-4

Lâche 4-10

Compact 10-30

Dense 30-50

Très dense >50

INDICE DE QUALITÉ DU ROC

% RQD

QUALIFICATIF

<25 Très mauvais

25-50 Mauvais

50-75 Moyen

75-90 Bon

90-100 Excellent

SYMBOLES

N: Indice de pénétration standard

R: Refus (N > 100)

PM: Poids du marteau / 61 cm

% RQD = Σ Carottes > 4 po. (10 cm)

Longueur forée

TERMINOLOGIE

"traces" 1-10%

"un peu" 10-20%

adjectif (...eux) 20-35%

"et" 35-50%

CLASSIFICATION DES SOLS

Argile < 0,002 mm

Silt 0,002 à 0,080 mm

Sable 0,080 à 5 mm

Gravier 5 à 80 mm

Cailloux 80 à 300 mm

Blocs > 300 mm

CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)

Très molle <12 kPa

Molle 12-25 kPa

Ferme 25-50 kPa

Raide 50-100 kPa

Très raide 100-200 kPa

Dure >200 kPa

NIVEAU D'EAU

Date:

Prof. (m):

INSTALLATION

Piézo B

Date 2021-02-19

Prof*(m) 20.36

Niveau (m) 136.17

*Prof. mesurée à partir du haut du tube de PVC

PROFONDEUR (m)

PROFONDEUR (pi)

NIVEAU (m) / PROFONDEUR

STRATIGRAPHIE

DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC

SYMBOLES

TYPE - NO

SOUS - ÉCH.

ÉTAT et CALIBRE

RÉCUPÉRATION (%)

COV (ppm)

N, Nc ou RQD

COUPS / 15 cm

GRAPHIQUE

x : N (pen. standard)

+ : Nc (pen. dynamique)

□ : Cu (laboratoire)

▲ : Cur (laboratoire)

Δ : Cu (chantier)

△ : Cur (chantier)

Wp

w

Wi

20 40 60 80

INSTALLATION

ESSAIS

AG Analyse granulométrique

AC Analyse chimique

W_L Limite liquide

W_P Limite plastique

W_N Teneur en eau

Cu Cisaillement non drainé

Cur Cisaillement remanié

σ_p Préconsolidation

U_p Compression uniaxiale sur carotte de roc

Dup Éch. duplicata prélevé

155.70

Niveau

0.00

Terre végétale, Brune, humide.

155.57

Stériles miniers (Forage destructif)

0.13

1

5

2

3

10

4

5

15

6

20

7

25

CF-1

N

0

2

5-1-1-0

Remarque(s) : Les indices N sont les valeurs brutes enregistrées lors des travaux de forage.



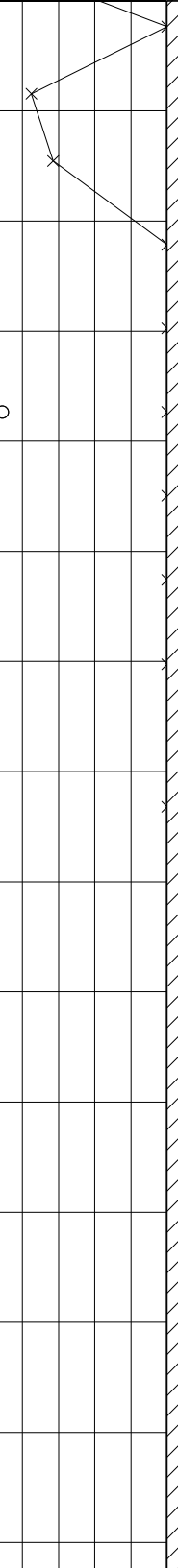
















Date de production : 2021-03-29



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F11

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS	
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm			<div><div><div>x : N (pen. standard)</div><div>+ : Nc (pen. dynamique)</div><div>□ : Cu (laboratoire)</div><div>▲ : Cur (laboratoire)</div><div>△ : Cu (chantier)</div><div>○ : Cur (chantier)</div><div>Wp w Wl</div><div>20 40 60 80</div></div></div>
9	30	147.16	Sol naturel : Sable silteux et graveleux, traces d'argile, brun, humide, compact. Présence de cailloux et blocs.		CF-2			0		R	50 /pour 2 cm			AC
		8.54			CF-3		34	25	16-12-13-13					
	CF-4				61	37	12-14-23-23							
10	145.79	9.91			Devenant très dense.	CF-5		16	R	50 /pour 10 cm				
11	35			CF-6			0	R	50 /pour 2 cm		AG SD W _N = 9.0%			
12	40	CF-7			43	R	22-50 /pour 12 cm							
13		CF-8			16	R	50 /pour 10 cm							
14	45	CF-9			8	R	50 /pour 5 cm							
15		CF-10			39	R	37-50 /pour 8 cm							
16	50	140.30		Cailloux et blocs, humide.	CF-11		100	R	42-50 /pour 7 cm					
17	55	15.40	Présence des horizons de gravier silteux, un peu de sable et d'argile, brun, humide, très dense.	CR-12			67							
18	60			CR-13		59								
19				CR-14		64								
20	65			CR-15		35								
21	70			CR-16		34								
22					CR-16			34						



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F11

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N _i N _c ou RQD	COUPS / 15 cm			<div><div><div>x</div><div>+</div><div>■</div><div>□</div><div>▲</div><div>△</div><div>○</div></div><div><div>N (pen. standard)</div><div>N_c (pen. dynamique)</div><div>Cu (laboratoire)</div><div>Cur (laboratoire)</div><div>Cu (chantier)</div><div>Cur (chantier)</div><div>W_p</div><div>w</div><div>W_L</div></div></div>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
23	75																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													

[illegible]



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F11

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		

x : N (pen. standard)
 + : Nc (pen. dynamique)
 □ : Cu (laboratoire)
 ▲ : Cur (laboratoire)
 △ : Cur (chantier)
 : Cur (chantier)
 Wp w Wl
 20 40 60 80

AG Analyse granulométrique
 AC Analyse chimique
 W_L Limite liquide
 W_p Limite plastique
 W_N Teneur en eau
 C_u Cisaillement non drainé
 C_{ur} Cisaillement remanié
 U_p Préconsolidation
 Dup Compression uniaxiale sur carotte de roc
 Ech. duplicata prélevé



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F11

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE		INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBÔLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm	<div><div><div>×</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div></div></div></div>		

[illegible]

Nom du consultant :

WSP

Nom du client :

Énergie et Ressources naturelles

Québec

Page 1 de 2

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F12

Nom du projet :

Restauration de l'ancien site minier St Lawrence Colombium, OKA

Nom du requérant :

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)

Localisation civile :

Rang Sainte-Sophie, OKA, Québec

Entrepreneur en forage :

Succession Forage George Downing Ltée.

Type de forage :

Forage au tubage

Diamètre du forage :

NW

Préparé par :

Inclinaison :

90

Azimut :

Diamètre du carottier :

NQ

Vérifié par :

Coordonnées géodésiques (m)

X :

263,493.0

MTM Zone 8 (NAD83)

Y :

5,040,955.5

Z :

138.00

No. de projet :

201-00652-00

No. plan de localisation :

ANNEXE B

Date du début du sondage :

2020-11-06

Profondeur du sondage :

15.14 m

TYPE D'ÉCHANTILLON

CF Cuillère fendue

CR Échantillon par forage au diamant

EM Manuel

TA Tarière

TT Tube transparent

TS Tube shelby

ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON

Remanié

Intact

Perdu

Forage au diamant

COMPACITÉ et INDICE "N"

Très lâche 0-4

Lâche 4-10

Compact 10-30

Dense 30-50

Très dense >50

INDICE DE QUALITÉ DU ROC

% RQD

QUALIFICATIF

<25 Très mauvais

25-50 Mauvais

50-75 Moyen

75-90 Bon

90-100 Excellent

SYMBOLES

N: Indice de pénétration standard

R: Refus (N > 100)

PM: Poids du marteau / 61 cm

% RQD = Σ Carottes > 4 po. (10 cm)

Longueur forée

TERMINOLOGIE

"traces" 1-10%

"un peu" 10-20%

adjectif (...eux) 20-35%

"et" 35-50%

CLASSIFICATION DES SOLS

Argile < 0,002 mm

Silt 0,002 à 0,080 mm

Sable 0,080 à 5 mm

Gravier 5 à 80 mm

Cailloux 80 à 300 mm

Blocs > 300 mm

CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)

Très molle <12 kPa

Molle 12-25 kPa

Ferme 25-50 kPa

Raide 50-100 kPa

Très raide 100-200 kPa

Dure >200 kPa

NIVEAU D'EAU

Date:

Prof. (m):

INSTALLATION

Piézo

Date

Prof*(m)

Niveau (m)

*Prof. mesurée à partir du haut du tube de PVC

PROFONDEUR (m)

PROFONDEUR (pi)

NIVEAU (m) / PROFONDEUR

STRATIGRAPHIE

DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC

SYMBOLES

TYPE - NO

SOUS - ÉCH.

ÉTAT et CALIBRE

RÉCUPÉRATION (%)

COV (ppm)

N. Nc ou RQD

COUPS / 15 cm

GRAPHIQUE

x : N (pen. standard)

+ : Nc (pen. dynamique)

□ : Cu (laboratoire)

▲ : Cur (laboratoire)

△ : Cu (chantier)

△ : Cur (chantier)

Wp

w

Wi

20 40 60 80

INSTALLATION

AG Analyse granulométrique

AC Analyse chimique

W_L Limite liquide

W_P Limite plastique

W_N Teneur en eau

Cu Cisaillement non drainé

Cur Cisaillement remanié

U_P Préconsolidation

σ_P Compression uniaxiale sur carotte de roc

Dup Éch. duplicata prélevé

138.00

Niveau

0.00

137.85

0.15

Terre végétale, brune, humide. Présence de cailloux.

Sol naturel : Sable silteux, un peu d'argile et gravier, brun, humide, très lâche à lâche. Présence de cailloux.

135.71

2.29

Devenant dense.

134.95

3.05

Gravier silteux et sableux, girs, humide, très dense. Présence de cailloux.

CF-1

CF-2

CF-3

CF-4

CF-5

CF-6

CF-7

CF-8

CF-9

CF-10

CF-11

N

N

N

N

N

N

N

N

N

N

N

36

0

57

72

0

49

0

75

100

0

75

13

5

8

64

R

R

R

R

R

R

R

3-6-7-5

3-3-2-2

6-2-6-14

20-26-38-35

50 /pour 3 cm

18-48-50 /pour 10 cm

27-50 /pour 7 cm

28-50 /pour 5 cm

37-50 /pour 5 cm

50 /pour 2 cm

50 /pour 5 cm

20 40 60 80

x

x

x

o

o

o

o

o

o

o

o

AG

SD

W_N = 9.6%

AG

W_N = 8.2%

Remarque(s) : Les indices de N sont les valeurs brutes enregistrées lors des travaux de forage.

Date de production : 2021-03-29



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F12


PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N _i N _c ou RQD	COUPS / 15 cm			<div><div><div>×</div><div>+</div><div>■</div><div>□</div><div>▲</div><div>△</div><div>○</div></div><div><div>: N (pen. standard)</div><div>: N_c (pen. dynamique)</div><div>: Cu (laboratoire)</div><div>: Cur (laboratoire)</div><div>: Cu (chantier)</div><div>: Cur (chantier)</div></div><div><div>W_p</div><div>w</div><div>W_I</div></div><div><div>20</div><div>40</div><div>60</div><div>80</div></div></div>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
9	30		Sable silteux et graveleux, un peu d'argile, girs, humide, très dense. Présence de cailloux et blocs.		CF-12					R	50 /pour 12 cm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											

x : N (pen. standard)
 + : Nc (pen. dynamique)
 : Cu (laboratoire)
 : Cur (laboratoire)
 : Cu (chantier)
 : Cur (chantier)
 Wp w Wl
 20 40 60 80

AG Analyse granulométrique
 AC Analyse chimique
 W_L Limite liquide
 W_p Limite plastique
 W_N Teneur en eau
 Cu Cisaillement non drainé
 Cur Cisaillement remanié
 U_p Préconsolidation
 Compression uniaxiale sur carotte de roc
 Dup Ech. duplicata prélevé

AG
 SD
 W_N = 6.7%

Nom du consultant :



Nom du client :

Énergie et Ressources naturelles

Québec

Page 1 de 5

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N° 20-F13

Nom du projet :

Restauration de l'ancien site minier St Lawrence Colombium, OKA

Nom du requérant :

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)

Localisation civile :

Rang Sainte-Sophie, OKA, Québec

Entrepreneur en forage :

Succession Forage George Downing Ltée.

Type de forage :

Forage au tubage

Diamètre du forage :

HW

Préparé par :

Inclinaison :

90

Azimut :

Diamètre du carottier :

HQ

Vérifié par :

Coordonnées géodésiques (m)

X : 263,532.5

Y : 5,040,829.0

Z : 136.67

No. de projet :

201-00652-00

No. plan de localisation :

ANNEXE B

Date du début du sondage :

2020-08-17

Profondeur du sondage :

59.13 m

TYPE D'ÉCHANTILLON

CF Cuillère fendue

CR Échantillon par forage au diamant

EM Manuel

TA Tarière

TT Tube transparent

TS Tube shelby

ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON

Remanié

Intact

Perdu

Forage au diamant

COMPACITÉ et INDICE "N"

Très lâche 0-4

Lâche 4-10

Compact 10-30

Dense 30-50

Très dense >50

INDICE DE QUALITÉ DU ROC

% RQD

QUALIFICATIF

<25 Très mauvais

25-50 Mauvais

50-75 Moyen

75-90 Bon

90-100 Excellent

SYMBOLES

N: Indice de pénétration standard

R: Refus (N > 100)

PM: Poids du marteau / 61 cm

% RQD = Σ Carottes > 4 po. (10 cm)

Longueur forée

TERMINOLOGIE

"traces" 1-10%

"un peu" 10-20%

adjectif (...eux) 20-35%

"et" 35-50%

CLASSIFICATION DES SOLS

Argile < 0,002 mm

Silt 0,002 à 0,080 mm

Sable 0,080 à 5 mm

Gravier 5 à 80 mm

Cailloux 80 à 300 mm

Blocs > 300 mm

CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)

Très molle <12 kPa

Molle 12-25 kPa

Ferme 25-50 kPa

Raide 50-100 kPa

Très raide 100-200 kPa

Dure >200 kPa

NIVEAU D'EAU

Date:

Prof. (m):

INSTALLATION

Piézo

Date

Prof*(m)

Niveau (m)

A 2021-02-19 12.18 125.45

B 2021-02-19 7.87 129.69

*Prof. mesurée à partir du haut du tube de PVC

PROFONDEUR (m)

PROFONDEUR (pi)

NIVEAU (m) / PROFONDEUR

STRATIGRAPHIE

DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC

SYMBOLES

TYPE - NO

SOUS - ÉCH.

ÉTAT et CALIBRE

RÉCUPÉRATION (%)

COV (ppm)

N, Nc ou RQD

COUPS / 15 cm

GRAPHIQUE

x : N (pen. standard)

+ : Nc (pen. dynamique)

□ : Cu (laboratoire)

▲ : Cur (laboratoire)

△ : Cu (chantier)

△ : Cur (chantier)

Wp

w

Wi

20 40 60 80

INSTALLATION

AG Analyse granulométrique

AC Analyse chimique

W_L Limite liquide

W_P Limite plastique

W_N Teneur en eau

Cu Cisaillement non drainé

Cur Cisaillement remanié

U_p Préconsolidation

C_p Compression uniaxiale sur carotte de roc

Dup Éch. duplicata prélevé

136.67 Niveau

0.00 Terre végétale, brune, humide.

136.52 Stériles miniers :

0.15 Blocs et cailloux, gris, sec.

1

5

2

3

10

4

15

5

6

20

7

25

CF-1

H

16

22

17-8-14-10

x

2021-02-19

Remarque(s) : Les indices N sont les valeurs brutes enregistrées lors des travaux de forage.

Date de production : 2021-03-29



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F13

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N _i N _c ou RQD	COUPS / 15 cm		

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F13

[illegible]

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F13

PROFONDEUR (m)		PROFONDEUR (pi)		STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE		INSTALLATION	ESSAIS											
				DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC		SYMBOLES		TYPE - NO		SOUS - ÉCH.		ÉTAT et CALIBRE		RÉCUPÉRATION (%)		COV (ppm)		N, Nc ou RQD		COUPS / 15 cm		X : N (pen. standard) ■ : Nc (pen. dynamique) □ : Cu (laboratoire) ▲ : Cu (chantier) △ : Cu (chantier) ○ : Cu (chantier) Wp w WI 20 40 60 80					
37								CR-23		HQ	8	0														AG	Analyse granulométrique
38	125																									AC	Analyse chimique
39								CR-24		HQ	30	0														W _L	Limite liquide
40	130																									W _p	Limite plastique
41								CR-25		HQ	24	0														W _N	Teneur en eau
42	135																									Cu	Cisaillement non drainé
43		94.00 42.67		Cailloux et blocs.				CR-26		HQ	55	0														Cur	Cisaillement remanié
44	140																									σ _p	Préconsolidation
45								CR-27		HQ		0														U _p	Compression uniaxiale sur carotte de roc
46	145																									Dup	Ech. duplicata prélevé
47								CR-28		HQ	25	0															
48	150																										
49								CR-29		HQ	26	0															
50	155																										
51								CR-30		HQ	83	0															
52	160	88.16 48.51		Socle Rocheux : Carbonatite, gris, peu altéré, grains fins, présence de grains grossiers (bréchique), peu poreux, mauvaise qualité.				CR-31		HQ	100	49															
53																											
54	165	86.68 49.99		Devenant de moyenne qualité.				CR-32		HQ	100	64															

WSP_FR_Log_COV.sty



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F13

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		
		85.16 51.51	Devenant d'excellente qualité.										
52	170				CR-33		HQ	101	94				
53	175				CR-34		HQ	100	95				
54													
55	180				CR-35		HQ	100	100				
56													
57	185				CR-36		HQ	100	93				
58	190				CR-37		HQ	100	92				
59		77.54 59.13	Fin du forage.										
60	195												
61	200												
62													
63	205												
64	210												
65													

Nom du consultant :

WSP

Nom du client :

Énergie et Ressources naturelles

Québec

Page 1 de 2

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F14

Nom du projet :

Restauration de l'ancien site minier St Lawrence Colombium, OKA

Nom du requérant :

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)

Localisation civile :

Rang Sainte-Sophie, OKA, Québec

Entrepreneur en forage :

Succession Forage George Downing Ltée.

Type de forage :

Forage au tubage

Diamètre du forage :

HW

Préparé par :

Inclinaison :

90

Azimut :

Diamètre du carottier :

HQ

Vérifié par :

Coordonnées géodésiques (m)

X :

263,421.1

MTM Zone 8 (NAD83)

Y :

5,040,864.0

Z :

124.88

No. de projet :

201-00652-00

No. plan de localisation :

ANNEXE B

Date du début du sondage :

2020-11-04

Profondeur du sondage :

15.09 m

TYPE D'ÉCHANTILLON

CF Cuillère fendue

CR Échantillon par forage au diamant

EM Manuel

TA Tarière

TT Tube transparent

TS Tube shelby

ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON

Remanié

Intact

Perdu

Forage au diamant

COMPACITÉ et INDICE "N"

Très lâche 0-4

Lâche 4-10

Compact 10-30

Dense 30-50

Très dense >50

INDICE DE QUALITÉ DU ROC

% RQD

QUALIFICATIF

<25 Très mauvais

25-50 Mauvais

50-75 Moyen

75-90 Bon

90-100 Excellent

SYMBOLES

N: Indice de pénétration standard

R: Refus (N > 100)

PM: Poids du marteau / 61 cm

% RQD = Σ Carottes > 4 po. (10 cm)

Longueur forée

TERMINOLOGIE

"traces" 1-10%

"un peu" 10-20%

adjectif (...eux) 20-35%

"et" 35-50%

CLASSIFICATION DES SOLS

Argile < 0,002 mm

Silt 0,002 à 0,080 mm

Sable 0,080 à 5 mm

Gravier 5 à 80 mm

Cailloux 80 à 300 mm

Blocs > 300 mm

CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)

Très molle <12 kPa

Molle 12-25 kPa

Ferme 25-50 kPa

Raide 50-100 kPa

Très raide 100-200 kPa

Dure >200 kPa

NIVEAU D'EAU

Date:

Prof. (m):

INSTALLATION

Piézo

Date

Prof*(m)

Niveau (m)

*Prof. mesurée à partir du haut du tube de PVC

PROFONDEUR (m)

PROFONDEUR (pi)

NIVEAU (m) / PROFONDEUR

DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC

SYMBOLES

TYPE - NO

SOUS - ÉCH.

ÉTAT et CALIBRE

RÉCUPÉRATION (%)

COV (ppm)

N. Nc ou RQD

COUPS / 15 cm

x : N (pen. standard)

+ : Nc (pen. dynamique)

o : Cu (laboratoire)

Δ : Cu (laboratoire)

Δ : Cu (chantier)

Δ : Cu (chantier)

Wp

w

Wl

20 40 60 80

INSTALLATION

AG Analyse granulométrique

AC Analyse chimique

W_L Limite liquide

W_P Limite plastique

W_N Teneur en eau

Cu Cisaillement non drainé

Cu_r Cisaillement remanié

U_p Préconsolidation

U_p Compression uniaxiale sur carotte de roc

Dup Éch. duplicata prélevé

0.00 Niveau

0.00 Terre végétale, brune, humide.

-0.15 Sol naturel : Sable silteux, un peu d'argile et gravier, brun, humide, lâche à compact. Présence de cailloux.

0.15

1

5

-1.52 Devenant brun-gris, dense.

1.52

2

-2.29 Gravier sableux, un peu de silt, traces d'argile, girs, humide, dense à très dense. Présence de cailloux.

2.29

3

10

4

15

-4.57 Sable silteux, un peu d'argile et gravier, girs, humide, très dense.

4.57

5

6

20

7

25

-7.62 Gravier, traces de silt et sable,

7.62

CF-1

CF-2

CF-3

CF-4

CF-5

CF-6

CF-7

CF-8

CF-9

CF-10

CF-11

N

N

N

N

N

N

N

N

N

N

N

33

15

52

100

50

8

82

100

100

100

100

6

15

63

R

66

R

35

R

90

R

R

2-2-4-5

8-6-9-11

18-38-25-19

50 /pour 5 cm

44-33-33-50 /pour 10 cm

50 /pour 7 cm

19-15-20-35

48-42-50 /pour 5 cm

49-41-49-50 /pour 2 cm

50 /pour 12 cm

50 /pour 10 cm

AG

SD

W_N = 7.5%

AG

SD

W_N = 6.1%

AG

SD

W_N = 8.8%

Remarque(s) : Les indices N sont les valeurs brutes enregistrées lors des travaux de forage.

Date de production : 2021-03-29



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F14

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS			
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm			<div><div>X : N (pen. standard)</div><div>■ : Nc (pen. dynamique)</div><div>□ : Cu (laboratoire)</div><div>▲ : Cur (laboratoire)</div><div>△ : Cu (chantier)</div><div>○ : Cur (chantier)</div><div>Wp w WI</div><div>20 40 60 80</div></div>		
9	30	-9.14	girs, humide, très dense. Présence de cailloux.		CF-12			0		R	50 /pour 3 cm					
		9.14	Gravier silteux, traces de sable, gris, humide, très dense. Présence de cailloux.		CF-13			100		R	50 /pour 8 cm					
10		-9.91	Blocs et cailloux, gris.		CF-14			0		R	50 /sans enfoncement					
		9.91	Présence des horizons de silt graveleux avec un peu de sable, brun-gris, humide, très dense		CR-15			1		22						
11	35	-11.43	Silt graveleux, un peu de sable, brun-gris, humide, très dense.		CF-16			100		R	50 /pour 3 cm					
12		-12.19	Blocs et cailloux, gris.		CF-17			0		R	50 /pour 5 cm					
		12.19	Présence des horizons de silt graveleux avec un peu de sable, brun-gris, humide, très dense		CF-18			100		R	50 /pour 12 cm					
13				CR-19			72		26							
14	45			CR-20			99		0							
				CR-21			66		0							
15	50	-15.09	Fin du forage.													
		15.09														
16																
17	55															
18																
19	60															
20	65															
21	70															
22																



20-F15

Vérifié par :

Profondeur du sondage : 48.25 m

TYPE D'ÉCHANTILLON		ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON	COMPACTITÉ et INDICE "N"		INDICE DE QUALITÉ DU ROC		SYMBOLES
CF	Cuillère fendue	Remanié	Très lâche	0-4	% RQD	QUALIFICATIF	N: Indice de pénétration standard
CR	Échantillon par forage au diamant	Intact	Lâche	4-10	<25	Très mauvais	R: Refus (N > 100)
EM	Manuel	Perdu	Compact	10-30	25-50	Mauvais	PM: Poids du marteau / 61 cm
TA	Tarière	Forage au diamant	Dense	30-50	50-75	Moyen	% RQD = $\frac{\Sigma \text{Carottes}}{L} \times 100$
TT	Tube transparent		Très dense	>50	75-90	Bon	Longueur forée
TS	Tube shelby				90-100	Excellent	

TERMINOLOGIE		CLASSIFICATION DES SOLS		CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)		NIVEAU D'EAU		INSTALLATION			
"traces"	1-10%	Argile	< 0.002 mm	Très molle	<12 kPa	Date:	Prof.:	Piézo	Date	Prof.*(m)	Niveau (m)
"un peu"	10-20%	Silt	0,002 à 0.080 mm	Molle	12-25 kPa			A	2021-02-19	20.66	105.04
adjectif (...eux)	20-35%	Sable	0.080 à 5 mm	Ferme	25-50 kPa			B	2021-02-19	13.63	111.88
"et"	35-50%	Gravier	5 à 80 mm	Raide	50-100 kPa						
		Cailloux	80 à 300 mm	Très raide	100-200 kPa	Prof. (m):		*Prof. mesurée à partir du haut du tube de PVC			
		Blocs	> 300 mm	Dure	>200 kPa						

PROFONDEUR (m)		PROFONDEUR (pi)		STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE		INSTALLATION		ESSAIS							
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR		DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC		SYMBOLES		TYPE - NO		SOUS - ÉCH.		ÉTAT et CALIBRE RÉCUPÉRATION (%)		COV (ppm)		N _i Nc ou RQD		COUPS / 15 cm		<div>× : N (pen. standard) + : Nc (pen. dynamique) □ : Cu (laboratoire) ▲ : Cur (laboratoire) △ : Cu (chantier) : Cur (chantier) <div>Wp w Wi</div></div>		<div>AG Analyse granulométrique AC Analyse chimique W_L Limite liquide W_P Limite plastique W_N Teneur en eau C_u Cisaillement non drainé C_{ur} Cisaillement remanié σ_p Préconsolidation U_p Compression uniaxiale sur carotte de roc Dup Ech. duplicata prélevé</div>	
		124.66	0.00	Niveau																			
1				Résidus miniers : Sable fin à moyen, traces à un peu de silt, un peu de gravier, brun-gris, peu humide, lâche.				CF-1			B	100				8		1-2-6-18					
5		123.14	1.52	Stériles miniers : Gravier et cailloux altérés, blanc et noir-gris, humide, compact. Présence de cailloux et blocs.				CF-2			N	48				23		23-11-12-26					
2																							
3		121.61	3.05	Devenant gravier sableux, blanc et brun-gris.				CF-3			H	50				32		21-14-18-15					
4																							
15		120.09	4.57	Devenant avec traces de sable, blanc et gris.				CF-4			N	31				10		6-3-7-18					
5																							
6		118.56	6.10	Devenant avec traces d'altération, gris, très dense.				CF-5			N	11				68		9-6-62-28					
7																							
25								CF-6			N	8				21		9-8-13-3					

Remarque(s) : **Les indices N sont les valeurs brutes enregistrées lors des travaux de forage.**
L'altération se présente sous forme des particules blanche d'un diamètre inférieur à 5 mm.



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F15

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE		INSTALLATION	ESSAIS	
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		
9	30				CF-6		N	8		21	9-8-13-3		
10					CF-7		H	78		50	26-27-23-14		
11	35				CF-8		N	25		34	18-13-21-28		
12	40	113.08 11.58	Devenant altéré, gravier sableux, blanc et brun-gris, compact à dense.		CF-9		H	54		33	9-12-21-17		
13					CF-10		N	57		29	13-19-10-8		
14	45				CF-11		N	39		44	29-24-20-16		
15					CF-12		N	56		22	14-11-11-16		
16					CF-13		B	26		41	14-28-13-11		
17	50	110.03 14.63	Devenant avec traces d'altération, et de sable, gris.		CF-14		N	44		22	13-8-14-50 /pour 13 cm		
18					CF-15		N	54		45	17-22-23-12		
19					CF-16		N	44		32	20-20-12-9		
20	55				CF-17		N	10		40	7-11-29-42		
21					CF-18		B	5		R	3-3-50 /pour 10 cm		
22	60				CF-19		B	0		14	4-6-8-7		
23					CF-20		N	5		R	50 /pour 3 cm		AC
24	65	105.19 19.47	Résidus miniers : Sable fin à moyen graveleux, un peu de silt, traces d'argile, brun, humide, compact. Présence de stériles miniers.		CF-21	A	N	61		55	70-42-13-18		
25					CF-22	B	N	25		34	6-17-17-3		AC
26					CF-23		N	56		42	24-21-21-6		
27	70				CF-24		N	69		41	27-19-22-3		
28		102.40				A							AG SD W _N = 15.8%



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F15

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE		INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBÔLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		
23	75		Sol naturel : Sable fin à moyen, traces de silt, noir, humide, compact. Présence de matières organiques.		CF-25	B	N	79		30	13-12-18-19		AG Analyse granulométrique AC Analyse chimique W _L Limite liquide W _P Limite plastique W _N Teneur en eau C _u Cisaillement non drainé C _{ur} Cisaillement remanié U _p Préconsolidation Dup Compression uniaxiale sur carotte de roc Ech. duplicata prélevé
					CF-26		N	100		23	7-10-13-17		
24	101.04 23.62		Sable fin à moyen, traces à un peu de silt, brun-noir, humide, dense. Présence de coquillages.		CF-27		N	100		58	18-25-33-36		
25	100.03 24.63		Devenant brun, avec traces d'oxydation, compact.		CF-28	A B	N	100		22	10-9-13-19		
					CF-29		N	100		15	9-6-9-18		
26	98.75 25.91		Devenant avec traces de gravier, compact à dense.		CF-30		N	100		41	12-16-25-27		
27					CF-31		N	100		51	27-29-22-35		
28					CF-32		N	100		46	18-20-26-49		
29	96.47 28.19		Sable fin à moyen, brun-gris, humide, dense à très dense. Présence de coquillages. Traces d'oxydation.		CF-33		N	100		76	24-34-42-50 /pour 13 cm		
	95.70 28.96		Devenant gris.		CF-34	A B	H	100		65	39-38-27-32		
30	95.22 29.44 94.94 29.72		Sable fin à moyen silteux, traces de gravier, gris, humide, très dense.		CF-35		B	16		R	16-50 /pour 8 cm		
			Gravier sableux, un peu de silt, traces d'argile, gris, humide, très dense. Présence de cailloux et blocs.		CF-36		B	74		R	39-50 /pour 12 cm		
31					CF-37		N			R	31-62-58-50 /pour 10 cm		
32	105				CF-38		N	100		R	34-63 /pour 10 cm		
33													
34	110				CF-39		N	33		R	38-50 /pour 8 cm		
35	115				CF-40		N	39		R	35-68 /pour 12 cm		
36													



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F15

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE		INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBÔLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm	<div><div><div>x</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div>+</div><div></div></div></div>		



20-F16

Vérifié par :

Profondeur du sondage : 13.62 m

TYPE D'ÉCHANTILLON		ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON	COMPACTITÉ et INDICE "N"		INDICE DE QUALITÉ DU ROC		SYMBOLES
CF	Cuillère fendue	Remanié	Très lâche	0-4	% RQD	QUALIFICATIF	N: Indice de pénétration standard
CR	Échantillon par forage au diamant	Intact	Lâche	4-10	<25	Très mauvais	R: Refus (N > 100)
EM	Manuel	Perdu	Compact	10-30	25-50	Mauvais	PM: Poids du marteau / 61 cm
TA	Tarière	Forage au diamant	Dense	30-50	50-75	Moyen	% RQD = $\Sigma \text{Carottes} > 4 \text{ po. (10 cm)}$
TT	Tube transparent		Très dense	>50	75-90	Bon	Longueur forée
TS	Tube shelly				90-100	Excellent	

TERMINOLOGIE		CLASSIFICATION DES SOLS		CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)		NIVEAU D'EAU		INSTALLATION		
"traces"	1-10%	Argile	< 0,002 mm	Très molle	<12 kPa	Date:	Piézo	Date	Prof*(m)	Niveau (m)
"un peu"	10-20%	Silt	0,002 à 0,080 mm	Molle	12-25 kPa		A	2020-11-10		
adjectif (...eux)	20-35%	Sable	0,080 à 5 mm	Ferme	25-50 kPa					
"et"	35-50%	Gravier	5 à 80 mm	Raide	50-100 kPa					
		Cailloux	80 à 300 mm	Très raide	100-200 kPa		Prof.			
		Blocs	> 300 mm	Dure	>200 kPa	(m):				
*Prof. mesurée à partir du haut du tube de PVC										

[illegible]

Remarque(s) : **Les indices N sont les valeurs brutes enregistrées lors des travaux de forage.**



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F16

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		
9	30				CR-10E		NQ	100		97			
10					CR-11A		NQ	100		88			
11	35	97.65 10.59	Carbonatite à biotite et magnétite impur, 70% de calcite, 5% magnétite, 25% de biotite, gris foncé, peu altéré, porphyrique, présence d'un litage, 1-3% de pyrite disséminée,		CR-11E		NQ	100		100			
12	40				CR-12		NQ	99		87			
13					CR-13		NQ	100		66			
14	45	94.62 13.62	Fin du forage.										
15	50												
16													
17	55												
18													
19	60												
20	65												
21	70												
22													

x : N (pen. standard)
 + : Nc (pen. dynamique)
 : Cu (laboratoire)
 : Cur (laboratoire)
 : Cu (chantier)
 : Cur (chantier)
 Wp w Wl
 20 40 60 80

AG Analyse granulométrique
 AC Analyse chimique
 W_L Limite liquide
 W_p Limite plastique
 W_N Teneur en eau
 C_u Cisaillement non drainé
 C_{ur} Cisaillement remanié
 U_p Préconsolidation
 Dup Compression uniaxiale sur carotte de roc
 Ech. duplicata prélevé

Nom du consultant :

WSP

Nom du client :

Énergie et Ressources naturelles

Québec

Page 1 de 2

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F17

Nom du projet :

Restauration de l'ancien site minier St Lawrence Colombium, OKA

Nom du requérant :

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)

Localisation civile :

Rang Sainte-Sophie, OKA, Québec

Entrepreneur en forage :

Succession Forage George Downing Ltée.

Type de forage :

Forage au tubage

Diamètre du forage :

NW

Préparé par :

Inclinaison :

90

Azimut :

Diamètre du carottier :

NQ

Vérifié par :

Coordonnées géodésiques (m)

X :

263,377.7

MTM Zone 8 (NAD83)

Y :

5,040,637.8

Z :

122.89

No. de projet :

201-00652-00

No. plan de localisation :

ANNEXE B

Date du début du sondage :

2020-08-14

Profondeur du sondage :

19.56 m

TYPE D'ÉCHANTILLON

ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON

COMPACITÉ et INDICE "N"

INDICE DE QUALITÉ DU ROC

SYMBOLES

CF Cuillère fendue

CR Échantillon par forage au diamant

EM Manuel

TA Tarière

TT Tube transparent

TS Tube shelby

Remanié

Intact

Perdu

Forage au diamant

Très lâche

Lâche

Compact

Dense

Très dense

0-4

4-10

10-30

30-50

>50

% RQD

<25

25-50

50-75

75-90

90-100

QUALIFICATIF

Très mauvais

Mauvais

Moyen

Bon

Excellent

N: Indice de pénétration standard

R: Refus (N > 100)

PM: Poids du marteau / 61 cm

% RQD = Σ Carottes > 4 po. (10 cm)

Longueur forée

TERMINOLOGIE

CLASSIFICATION DES SOLS

CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)

NIVEAU D'EAU

INSTALLATION

"traces"

"un peu"

adjectif (...eux)

"et"

1-10%

10-20%

20-35%

35-50%

Argile

Silt

Sable

Gravier

Cailloux

Blocs

< 0,002 mm

0,002 à 0,080 mm

0,080 à 5 mm

5 à 80 mm

80 à 300 mm

> 300 mm

Très molle

Molle

Ferme

Raide

Très raide

Dure

<12 kPa

12-25 kPa

25-50 kPa

50-100 kPa

100-200 kPa

>200 kPa

Date:

Prof. (m):

Piézo

Date

Prof*(m)

Niveau (m)

A

2021-02-19

12.94

110.81

*Prof. mesurée à partir du haut du tube de PVC

PROFONDEUR (m)

PROFONDEUR (pi)

NIVEAU (m) / PROFONDEUR

STRATIGRAPHIE

DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC

SYMBOLES

TYPE - NO

SOUS - ÉCH.

ÉTAT et CALIBRE

RÉCUPÉRATION (%)

COV (ppm)

N, Nc ou RQD

COUPS / 15 cm

GRAPHIQUE

INSTALLATION

ESSAIS

122.89

0.00

122.79

0.10

Terre végétale, brune foncée, humide.

Sériles miniers.

Forage destructif jusqu'à 10,97 m de profondeur.

x : N (pen. standard)

+ : Nc (pen. dynamique)

□ : Cu (laboratoire)

▲ : Cur (laboratoire)

Δ : Cu (chantier)

△ : Cur (chantier)

Wp

w

Wi

20

40

60

80

AG

AC

W_L

W_p

W_N

Cur

Cur

U_p

Dup

Analyse granulométrique

Analyse chimique

Limite liquide

Limite plastique

Teneur en eau

Cisaillement non drainé

Cisaillement remanié

Préconsolidation

Compression uniaxiale sur carotte de roc

Ech. duplicata prélevé

Remarque(s) : Les indices N sont les valeurs brutes enregistrées lors des travaux de forage.

Date de production : 2021-03-29



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F17

PROFONDEUR (m)		PROFONDEUR (pi)		STRATIGRAPHIE				ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE		INSTALLATION	ESSAIS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR		DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC		SYMBOLES		TYPE - NO		SOUS - ÉCH.		ÉTAT et CALIBRE RÉCUPÉRATION (%)		COV (ppm)		N _i N _c ou RQD		COUPS / 15 cm		x : N (pen. standard) + : N _c (pen. dynamique) □ : Cu (laboratoire) ▲ : Cu _r (laboratoire) △ : Cu (chantier) ○ : Cu _r (chantier) W _p w W _i 20 40 60 80																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
9	30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	</

Nom du consultant :

WSP

Nom du client :

Énergie et Ressources naturelles

Québec

Page 1 de 6

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N° 20-F18

Nom du projet :

Restauration de l'ancien site minier St Lawrence Colombium, OKA

Nom du requérant :

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)

Localisation civile :

Rang Sainte-Sophie, OKA, Québec

Entrepreneur en forage :

Succession Forage George Downing Ltée.

Type de forage :

Forage au tubage

Diamètre du forage :

HW

Préparé par :

Inclinaison :

90

Azimut :

Diamètre du carottier :

HQ

Vérifié par :

Coordonnées géodésiques (m)

X : 263,546.7

Y : 5,040,659.1

Z : 143.91

No. de projet :

201-00652-00

No. plan de localisation :

ANNEXE B

Date du début du sondage :

2020-08-04

Profondeur du sondage :

66.46 m

TYPE D'ÉCHANTILLON

CF Cuillère fendue

CR Échantillon par forage au diamant

EM Manuel

TA Tarière

TT Tube transparent

TS Tube shelby

ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON

Remanié

Intact

Perdu

Forage au diamant

COMPACITÉ et INDICE "N"

Très lâche 0-4

Lâche 4-10

Compact 10-30

Dense 30-50

Très dense >50

INDICE DE QUALITÉ DU ROC

% RQD

QUALIFICATIF

<25 Très mauvais

25-50 Mauvais

50-75 Moyen

75-90 Bon

90-100 Excellent

SYMBOLES

N: Indice de pénétration standard

R: Refus (N > 100)

PM: Poids du marteau / 61 cm

% RQD = Σ Carottes > 4 po. (10 cm)

Longueur forée

TERMINOLOGIE

"traces" 1-10%

"un peu" 10-20%

adjectif (...eux) 20-35%

"et" 35-50%

CLASSIFICATION DES SOLS

Argile < 0,002 mm

Silt 0,002 à 0,080 mm

Sable 0,080 à 5 mm

Gravier 5 à 80 mm

Cailloux 80 à 300 mm

Blocs > 300 mm

CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)

Très molle <12 kPa

Molle 12-25 kPa

Ferme 25-50 kPa

Raide 50-100 kPa

Très raide 100-200 kPa

Dure >200 kPa

NIVEAU D'EAU

Date:

Prof. (m):

INSTALLATION

Piézo

Date

Prof*(m)

Niveau (m)

A 2021-02-19 27.31 117.55

B 2021-02-19 32.27 112.49

*Prof. mesurée à partir du haut du tube de PVC

PROFONDEUR (m)

PROFONDEUR (pi)

NIVEAU (m) / PROFONDEUR

STRATIGRAPHIE

DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC

SYMBOLES

TYPE - NO

SOUS - ÉCH.

ÉTAT et CALIBRE

RÉCUPÉRATION (%)

COV (ppm)

N, Nc ou RQD

COUPS / 15 cm

GRAPHIQUE

× : N (pen. standard)

+ : Nc (pen. dynamique)

□ : Cu (laboratoire)

▲ : Cur (laboratoire)

△ : Cu (chantier)

△ : Cur (chantier)

Wp

w

Wi

20 40 60 80

INSTALLATION

AG Analyse granulométrique

AC Analyse chimique

W_L Limite liquide

W_P Limite plastique

W_N Teneur en eau

Cu Cisaillement non drainé

Cur Cisaillement remanié

U Préconsolidation

σ_p Compression uniaxiale sur carotte de roc

Dup Éch. duplicata prélevé

143.91

Niveau

0.00

Terre végétale, brune foncée, humide.

143.75

0.16

Stériles miniers altérés : Sable fin à moyen, gris-blanc, humide, lâche.

143.64

0.27

Résidus miniers : Sable fin à moyen, un peu de silt, traces d'argile, gris-brun, humide, lâche.

140.86

3.05

Devenant compact.

137.81

6.10

Devenant compact à dense.

CF-1

A

B

C

74

5

1-2-3-4

×

CF-2

B

46

8

4-4-4-4

×

CF-3

N

61

12

3-5-7-7

×

CF-4

N

79

18

11-8-10-14

×

CF-5

N

100

30

20-15-15-23

○ ×

CF-6

N

89

19

10-9-10-11

×

AG

SD

W_N = 19.0%

Remarque(s) : Les indices N sont les valeurs brutes enregistrées lors des travaux de forage.

Date de production : 2021-03-29



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F18

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		
9	30				CF-7		N 72	30	14-14-16-17	X		AG Analyse granulométrique AC Analyse chimique W _L Limite liquide W _P Limite plastique W _N Teneur en eau C _u Cisaillement non drainé C _{ur} Cisaillement remanié U _P Préconsolidation Dup Compression uniaxiale sur carotte de roc Ech. duplicata prélevé
10	35				CF-8		N 90	39	21-19-20-19	X		
11	40				CF-9		N 85	30	15-14-16-17	X		
12	45				CF-10		N 82	29	13-13-16-23	X		
13					CF-11		N 97	31	10-15-16-18	X		
14					CF-12	A	N 97	28	12-8-20-22	X		
15	50	129.20 14.71 129.00 14.91 128.82 15.09	Résidus miniers : Silt sableux, gris, humide, compact. Résidus miniers : Sable fin à moyen, gris, peu humide, compact. Résidus miniers : Sable et silt, traces d'argile, gris, peu humide, compact.		CF-13	B C	N 87	24	13-13-11-13	⊗		
16					CF-14		N 74	20	8-12-8-8	X		
17	55	126.54 17.37	Résidus miniers : Sable fin, traces de silt, gris, peu humide, dense à très dense.		CF-15		N 84	59	28-26-33-34	X		
18	60				CF-16		N 100	37	16-18-19-19	X		
19	65				CF-17		N 100	44	19-21-23-27	X		
20	70				CF-18		N 100	30	12-13-17-15	X		
21												
22		121.96 21.95	Résidus miniers : Silt, traces de			A						



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F18

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F18

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE		INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		
37					CF-33		N	87		82	22-37-45-56		
38	125				CF-34		N	100		76	35-42-34-50		
39													
40	130	103.96 39.95 103.68 40.23	Devenant avec un peu d'argile, gris. Argile et silt, un peu de sable, grise, humide, raide.		CF-35	A B	N	100		39	12-10-29-38		
41	135				CF-36		N	100		27	10-12-15-12		AG SD W _N = 35.3%
42													
43	140				CF-37		N	54		53	19-19-34-36		
44		100.48 43.43 99.87 44.04	Sable, un peu de silt, gris, très humide, compact. Présence de coquillages. Devenant très dense.		CF-38		N	84		22	11-11-11-14		
45	145	98.95 44.96 98.80 45.11	Gravier, traces de silt et sable, gris, très humide, très dense. Sable silteux et graveleux, gris, très humide, très dense. Présence de cailloux.		CF-39		N	93		67	25-27-40-45		AG W _N = 13.0%
46	150				CF-40	A B	N	57		56	23-32-24-18		
47		97.68 46.23 97.13 46.78	Blocs. Silt et gravier, un peu de sable, gris, très humide, dense à très dense.		CF-41		B	56		R	9-7-50 /pour 15 cm		
48													
49	160				CF-42		B	38		24	18-12-12-12		
50					CF-43		B	16		52	54-24-28-29		
51	165	93.62 50.29 93.32 50.59	Sable et gravier argileux et silteux, gris, très humide, très dense.		CF-44	A B	N						



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F18

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F18

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS		
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		<div><div><div><div>x</div><div>:</div><div>N (pen. standard)</div></div><div><div>+</div><div>:</div><div>Nc (pen. dynamique)</div></div><div><div>□</div><div>:</div><div>Cu (laboratoire)</div></div><div><div>▲</div><div>:</div><div>Cur (laboratoire)</div></div><div><div>△</div><div>:</div><div>Cu (chantier)</div></div><div><div>Δ</div><div>:</div><div>Cur (chantier)</div></div><div><div>Wp</div><div> </div><div>w</div><div> </div><div>WI</div></div><div><div>20</div><div>40</div><div>60</div><div>80</div></div></div></div> <div><div>AG</div><div>Analyse granulométrique</div></div> <div><div>AC</div><div>Analyse chimique</div></div> <div><div>W_L</div><div>Limite liquide</div></div> <div><div>W_p</div><div>Limite plastique</div></div> <div><div>W_N</div><div>Teneur en eau</div></div> <div><div>Cu</div><div>Cisaillement non drainé</div></div> <div><div>Cur</div><div>Cisaillement remanié</div></div> <div><div>σ_p</div><div>Préconsolidation</div></div> <div><div>U_p</div><div>Compression uniaxiale sur carotte de roc</div></div> <div><div>Dup</div><div>Ech. duplicata prélevé</div></div> <tr><td>215</td><td></td><td></td><td></td><td><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><</div></div></td></tr>	215	
215				<div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><</div></div>											



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F19

Nom du projet : **Restauration de l'ancien site minier St Lawrence Colombium, OKA**

Nom du requérant : **Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)**

Localisation civile : **Rang Sainte-Sophie, OKA, Québec**

Entrepreneur en forage : **Succession Forage George Downing Ltée.**

Inclinaison : 90

Type de forage : **Forage au tubage**

Azimut :

Diamètre du forage :

Diamètre du carottier : HQ

Préparé par :

Vérifié par :

Coordonnées géodésiques (m) X : 263.548.3

MTM Zone 8 (NAD83) Y: 5,040,527.7

Z: 142.34

No. de projet : 201-00652-00

No. plan de localisation : **ANNEXE B**

Date du début du sondage : 2020-07-30

Profondeur du sondage : 37.83 m



TYPE D'ÉCHANTILLON		ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON	COMPACTITÉ et INDICE "N"		INDICE DE QUALITÉ DU ROC		SYMBOLES
CF	Cuillère fendue	Remanié	Très lâche	0-4	% RQD	QUALIFICATIF	N: Indice de pénétration standard
CR	Échantillon par forage au diamant	Intact	Lâche	4-10	<25	Très mauvais	R: Refus (N > 100)
EM	Manuel	Perdu	Compact	10-30	25-50	Mauvais	PM: Poids du marteau / 61 cm
TA	Tarière		Dense	30-50	50-75	Moyen	% RQD = $\frac{\Sigma \text{Carottes}}{\text{Longueur forée}}$ > 4 po. (10 cm)
TT	Tube transparent	Forage au diamant	Très dense	>50	75-90	Bon	
TS	Tube shelby				90-100	Excellent	

TERMINOLOGIE	CLASSIFICATION DES SOLS	CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)	NIVEAU D'EAU	INSTALLATION
"traces" 1-10%	Argile < 0,002 mm	Très molle <12 kPa		Piézo Date Prof.(m) Niveau (m)
"un peu" 10-20%	Silt 0,002 à 0,080 mm	Molle 12-25 kPa		A 2021-02-19 24.27 119.03
adjectif (...eux) 20-35%	Sable 0,080 à 5 mm	Ferme 25-50 kPa	Date:	B 2021-02-19 25.12 118.12
"et" 35-50%	Gravier 5 à 80 mm	Raide 50-100 kPa		
	Cailloux 80 à 300 mm	Très raide 100-200 kPa	Prof.	
	Blocs > 300 mm	Dure >200 kPa	(m):	
				*Prof. mesurée à partir du haut du tube de PVC

PROFONDEUR (m)		PROFONDEUR (pi)		STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS							GRAPHIQUE		INSTALLATION		ESSAIS								
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR		DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC		SYMBOLES		TYPE - NO		SOUS - ÉCH.		ÉTAT et CALIBRE RÉCUPÉRATION (%)		COV (ppm)		N _i Nc ou RQD		COUPS / 15 cm		<div>× : N (pen. standard) + : Nc (pen. dynamique) □ : Cu (laboratoire) ▲ : Cur (laboratoire) △ : Cu (chantier) ▴ : Cur (chantier) <div>Wp w Wi</div></div>		20 40 60 80		AG Analyse granulométrique AC Analyse chimique W _L Limite liquide W _P Limite plastique W _N Teneur en eau C _u Cisaillement non drainé C _{ur} Cisaillement remanié σ _p Préconsolidation U _p Compression uniaxiale sur carotte de roc Dup Ech. duplicata prélevé	
		142.34	0.00	Niveau				CF-1			B	77		5	1-2-3-4	×									
1				Residus miniers: Sable fin, brun, sec, lâche.																					
5		140.82	1.52	Devenant beige, compact.				CF-2			B	62		13	5-6-7-8	×									
2																									
3		139.29	3.05	Résidus miniers: Sable et silt, brun-gris, humide, compact.				CF-3	A		N	75		10	3-3-7-14	×									
4									B																
15								CF-4			N	79		12	4-5-7-10	×	O								
5		137.01	5.33	Devenant dense.				CF-5			N	89		33	26-17-16-14			X							
6		136.24	6.10	Résidus miniers: Sable, traces de silt, gris, humide, compact.				CF-6			N	84		19	6-10-9-9	×									
7																									
25								CF-7			N	100		29	13-14-15-13			X							

Remarque(s) : **Les indices N sont les valeurs brutes enregistrées lors des travaux de forage.**

Date de production : 2021-03-29

Nom du consultant :				Nom du client :				Page 2 de 4							
				RAPPORT DE FORAGE				Sondage N° 20-F19							
PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE		INSTALLATION	ESSAIS		
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm			<div><div>X : N (pen. standard)</div><div>+ : Nc (pen. dynamique)</div><div>□ : Cu (laboratoire)</div><div>▲ : Cu (laboratoire)</div><div>△ : Cu (chantier)</div><div>○ : Cu (chantier)</div><div>Wp Wl</div><div>20 40 60 80</div></div>	
9	30				CF-7		N	100		29	13-14-15-13				
10					CF-8		N	85		26	12-12-14-15	X			
11	35	131.67 10.67	Devenant avec un peu de silt, dense.		CF-9		N	87		43	14-20-23-23	X			
12	40	130.15 12.19	Résidus miniers : Silt sableux, traces d'argile, gris, humide, compact.		CF-10		N	100		25	12-11-14-19	X			
13					CF-11		N			25	7-11-14-15	X			
14	45														
15	50	126.77 15.57	Résidus miniers : Sable, traces de silt, gris, humide, dense.		CF-12	A B	N	100		29	9-10-19-15	X			
16															
17	55				CF-13		N	100		36	10-17-19-19	X			
18															
19	60				CF-14		N	100		32	13-15-17-26	X			
20	65														
21		121.77 20.57	Résidus miniers : Silt argileux, traces de sable, gris, humide, dense.		CF-15		N	100		30	19-16-14-17	X			
22	70	121.00 21.34	Sol naturel : Silt argileux, traces de sable, gris, humide, très raide.		CF-16		N	95		30	12-14-16-17	X			
					CF-17		N	82		30	13-14-16-14	X			
					CF-18	A	N	100		55	4-26-29-50				

WSP_FR_Log_COV.sty

 AG
 SD
 W_N = 28.0%



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F19

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N _i Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		







RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F19

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		AG Analyse granulométrique AC Analyse chimique W _L Limite liquide W _p Limite plastique W _N Teneur en eau C _u Cisaillement non drainé C _{ur} Cisaillement remanié U _p Préconsolidation Dup Ech. duplicata prélevé
37					CR-31		HQ	100		91			
38	125	104.51 37.83	Fin du forage.										
39													
40													
41	135												
42													
43													
44	145												
45													
46													
47	155												
48													
49	160												
50													
	165												

Nom du projet :	Restauration de l'ancien site minier St Lawrence Colombium, OKA		Coordonnées géodésiques (m)	X :	263,484.7
Nom du requérant :	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)		MTM Zone 8 (NAD83)	Y :	5,040,462.7
Localisation civile :	Rang Sainte-Sophie, OKA, Québec			Z :	123.29
Entrepreneur en forage :	Succession Forage George Downing Ltée.	Inclinaison :	90	No. de projet :	201-00652-00
Type de forage :	Forage au diamant	Azimut :		No. plan de localisation :	ANNEXE B
Diamètre du forage :	NW	Diamètre du carottier :	NQ	Date du début du sondage :	2020-08-13
Préparé par :		Vérifié par :		Profondeur du sondage :	10.67 m

TYPE D'ÉCHANTILLON		ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON		COMPACITÉ et INDICE "N"		INDICE DE QUALITÉ DU ROC		SYMBOLES	
CF	Cuillère fendue	Remanié		Très lâche	0-4	% RQD	QUALIFICATIF	N: Indice de pénétration standard	
CR	Échantillon par forage au diamant	Intact		Lâche	4-10	<25	Très mauvais	R: Refus (N > 100)	
EM	Manuel	Perdu		Compact	10-30	25-50	Mauvais	PM: Poids du marteau / 61 cm	
TA	Tarière	Forage au diamant		Dense	30-50	50-75	Moyen	% RQD = $\frac{\Sigma \text{Carottes} > 4 \text{ po. (10 cm)}}{\text{Longueur forée}}$	
TT	Tube transparent			Très dense	>50	75-90	Bon		
TS	Tube shelby					90-100	Excellent		
TERMINOLOGIE		CLASSIFICATION DES SOLS		CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)		NIVEAU D'EAU		INSTALLATION	
"traces"	1-10%	Argile	< 0,002 mm	Très molle	<12 kPa	Date:	Prof. (m):	Piézo	Date
"un peu"	10-20%	Silt	0,002 à 0,080 mm	Molle	12-25 kPa			A	2021-02-19
adjectif (...eux)	20-35%	Sable	0,080 à 5 mm	Ferme	25-50 kPa			7.43	116.75
"et"	35-50%	Gravier	5 à 80 mm	Raide	50-100 kPa				
		Cailloux	80 à 300 mm	Très raide	100-200 kPa				
		Blocs	> 300 mm	Dure	>200 kPa			*Prof. mesurée à partir du haut du tube de PVC	

[illegible]

Remarque(s) : **PM : Poids de marteau**
L'essai de pénétration dynamique a été réalisé de la surface jusqu'à 1,06 m de profondeur.
Les indices N sont les valeurs brutes enregistrées lors des travaux de forage.

NSP FR Log COV.sty







RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F20

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		AG Analyse granulométrique AC Analyse chimique W _L Limite liquide W _p Limite plastique W _N Teneur en eau C _u Cisaillement non drainé C _{ur} Cisaillement remanié σ _p Préconsolidation U _p Compression uniaxiale sur carotte de roc Dup Ech. duplicata prélevé
9	30	114.15 9.14	blanche, 5% de pyrite semi-massive, noir verdâtre, peu altéré, porphyrique.		CR-9		NQ	86		83			
10		113.29 10.00	Melteigte, nepheline rosâtre et blanche, 1% de pyrite disséminée, noir verdâtre, peu altéré, porphyrique.		CR-10A		NQ	100		87			
11	35	112.62 10.67	Carbonatite a magnétite, 70% de calcite, 15% biotite, 15% de magnétite, et 1% de pyrite disséminée. De 10.02 à 10.07m léger litage 15% de magnétite, blanchâtre, peu altéré, porphyrique. Fin du forage.		CR-10E			100		81			
12	40												
13													
14	45												
15	50												
16													
17	55												
18													
19	60												
20	65												
21	70												
22													

Nom du projet :	Restauration de l'ancien site minier St Lawrence Colombium, OKA		Coordonnées géodésiques (m)	X :	263,745.1
Nom du requérant :	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)		MTM Zone 8 (NAD83)	Y :	5,040,526.6
Localisation civile :	Rang Sainte-Sophie, OKA, Québec			Z :	141.59
Entrepreneur en forage :	Succession Forage George Downing Ltée.	Inclinaison :	90	No. de projet :	201-00652-00
Type de forage :	Forage au tubage	Azimut :		No. plan de localisation :	ANNEXE B
Diamètre du forage :	NW	Diamètre du carottier :	NQ	Date du début du sondage :	2020-07-14
Préparé par :		Vérifié par :		Profondeur du sondage :	37.59 m

TYPE D'ÉCHANTILLON		ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON	COMPACITÉ et INDICE "N"	INDICE DE QUALITÉ DU ROC		SYMBOLES
CF	Cuillère fendue	Remanié 	Très lâche	0-4	% RQD	QUALIFICATIF
CR	Échantillon par forage au diamant	Intact 	Lâche	4-10	<25	Très mauvais
EM	Manuel	Perdu 	Compact	10-30	25-50	Mauvais
TA	Tarière	Forage au diamant 	Dense	30-50	50-75	Moyen
TT	Tube transparent		Très dense	>50	75-90	Bon
TS	Tube shelly				90-100	Excellent

N: Indice de pénétration standard
R: Refus (N > 100)
PM: Poids du marteau / 61 cm
% RQD = Σ Carottes > 4 po. (10 cm)
Longueur forée

TERMINOLOGIE	CLASSIFICATION DES SOLS	CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)	NIVEAU D'EAU	INSTALLATION			
"traces"	1-10%	Argile < 0,002 mm		Piézo	Date	Prof*(m)	Niveau (m)
"un peu"	10-20%	Silt 0,002 à 0,080 mm		A	2021-02-19	24.42	118.02
adjectif (...eux)	20-35%	Sable 0,080 à 5 mm					
"et"	35-50%	Gravier 5 à 80 mm	Date:				
		Cailloux 80 à 300 mm	Prof.				
		Blocs > 300 mm	(m):				
				*Prof. mesurée à partir du haut du tube de PVC			

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE		INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N _i Nc ou RQD	COUPS / 15 cm	<div>× : N (pen. standard) + : Nc (pen. dynamique) □ : Cu (laboratoire) ▢ : Cur (laboratoire) △ : Cu (chantier) ▲ : Cur (chantier) Wp w Wi 20 40 60 80</div>		
	141.59	Niveau											
	0.00	Résidus miniers : Sable fin à moyen, traces à un peu de silt, gris, sec, très lâche. Présence de matières organiques.		CF-1		B	69	3	1-1-2-3	×			
1													
5	140.07												
	1.52	Devenant brun-gris, dense à très dense. Présence d'oxydation.		CF-2		B	80	31	13-14-17-19		×		
2													
3													
10													
4													
15	137.02												
	4.57	Devenant gris, compact.		CF-4		B	87	26	8-12-14-13		×		
5													
6													
20													
7													
25	133.97												
	7.62			CF-6		B	100	3	1-2-1-1	×			AG

Remarque(s) : **Les indices N sont les valeurs brutes enregistrées lors des travaux de forage.**

NSP FR Log COV.sty



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F21

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBÔLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		AG AC W _L W _p W _N C _u C _{ur} U _p Dup
9	30	132.45 9.14	Résidus miniers : Silt, un peu d'argile, traces de sable, humide, d'apparence très molle.		CF-6		B 100		3	1-2-1-1		AG SD W _N = 33.7%
10			Résidus miniers : Sable fin à moyen, traces à un peu de silt, gris, humide, dense.		CF-7		B 80		40	13-17-23-31		
11	35	130.92 10.67	Devenant compact.		CF-8		B 78		24	17-12-12-12		
12	40				CF-9		B 69		16	13-8-8-10		
13					CF-10		B 66		16	13-7-9-9		
14	45				CF-11		B 52		15	14-8-7-7		
15	50				CF-12		B 56		24	10-10-14-17		
16					CF-13		B 87		58	38-28-30-36		
17	55				CF-14		B 62		36	16-16-20-19		
18	60	123.30 18.29	Devenant dense à très dense.		CF-15		B 100		51	40-26-25-31		
19												
20	65											
21	70											
22												



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F21

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE		INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBÔLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		
23	75				CF-16		B	89		38	26-19-19-23		
24					CF-17		B	100		46	32-22-24-27		
25	80												
26	85	115.51				A	B	100		13	9-7-6-11		
		26.08	Sol naturel : Silt argileux, gris, humide, d'apparence molle.		CF-18	B	B	100					
		115.07											
		26.52	Sable silteux, gris, humide, compact.		CF-19	A	B	100		20	10-11-9-12		AG SD W _N = 19.8%
27		114.63				B							
		26.96	Silt, un peu d'argile, traces de sable, grise, humide, ferme.		CF-20		B	80		19	14-7-12-20		AG SD W _N = 29.3%
28	90												
29	95	112.60			CF-21	A	N	89		35	18-13-22-19		
		28.99	Sable silteux, traces d'argile, gris, humide, compact à dense.			B							
		112.14			CF-22	A	N	77		12	7-7-5-9		AG SD W _L = 28.8% W _N = 24.6% W _P = 23.8%
30		29.45	Silt, un peu d'argile, traces de sable, gris, humide, d'apparence ferme.		CF-23	B		8		11	8-5-6-6		
					CF-24		N	100		13	10-6-7-12		
31	100	110.50			CF-25		N			35	5-14-21-31		
		31.09	Devenant d'apparence très raide.										
32	105				CF-26		N	0		41	21-20-21-25		
		109.28											
		32.31	Sable graveleux, un peu de silt, brun-gris, humide, compact.		CF-27		N	100		50	14-17-33-30		
33													
		108.06			CF-28		N	13		R	60 / pour 8 cm		
		33.53	Gravier sableux, traces de silt, gris, humide, très dense. Présence de cailloux.										
34	110	107.30			CF-29		N	98		R	50 / pour 5 cm		
		34.29	Devenant avec présence de cailloux et blocs.										
		107.25			CR-30		NQ	100		28			
		34.34	Socle rocheux : Carbonatite, gris, altéré, grains fins, présence de grains grossiers (bréchique), peu poreux, de mauvaise qualité. Okaite (roche ignée), présence de zones bréchiques, gris, peu altéré, d'excellente qualité.		CR-31		NQ	100		100			
35	115	106.54											
		35.05											
36													



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F21

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS							
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		<div><div><div>×</div><div>+</div><div>■</div><div>□</div><div>▲</div><div>△</div></div><div><div>: N (pen. standard)</div><div>: Nc (pen. dynamique)</div><div>: Cu (laboratoire)</div><div>: Cur (laboratoire)</div><div>: Cu (chantier)</div><div>: Cur (chantier)</div></div><div><div>Wp</div><div>w</div><div>WI</div></div><div><div>20</div><div>40</div><div>60</div><div>80</div></div></div>	AG Analyse granulométrique	AC Analyse chimique	WL Limite liquide	WP Limite plastique	WN Teneur en eau	Cu Cisaillement non drainé	Cur Cisaillement remanié
37					CR-32		NQ	100		100										
		104.00																		
		37.59	Fin du forage.																	
38	125																			
39																				
40																				
41	135																			
42																				
43																				
44	145																			
45																				
46																				
47	155																			
48																				
49	160																			
50																				
	165																			

Nom du consultant :

WSP

Nom du client :

Énergie et Ressources naturelles

Québec

Page 1 de 2

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F22

Nom du projet :

Restauration de l'ancien site minier St Lawrence Colombium, OKA

Nom du requérant :

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)

Localisation civile :

Rang Sainte-Sophie, OKA, Québec

Entrepreneur en forage :

Succession Forage George Downing Ltée.

Type de forage :

Forage au tubage

Diamètre du forage :

NW

Préparé par :

Inclinaison :

90

Azimut :

Diamètre du carottier :

NQ

Vérifié par :

Coordonnées géodésiques (m)

X :

263,787.3

MTM Zone 8 (NAD83)

Y :

5,040,442.4

Z :

123.55

No. de projet :

201-00652-00

No. plan de localisation :

ANNEXE B

Date du début du sondage :

2020-07-17

Profondeur du sondage :

19.90 m

TYPE D'ÉCHANTILLON

CF Cuillère fendue

CR Échantillon par forage au diamant

EM Manuel

TA Tarière

TT Tube transparent

TS Tube shelby

ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON

Remanié

Intact

Perdu

Forage au diamant

COMPACITÉ et INDICE "N"

Très lâche 0-4

Lâche 4-10

Compact 10-30

Dense 30-50

Très dense >50

INDICE DE QUALITÉ DU ROC

% RQD <25

25-50

50-75

75-90

90-100

QUALIFICATIF

Très mauvais

Mauvais

Moyen

Bon

Excellent

SYMBOLES

N: Indice de pénétration standard

R: Refus (N > 100)

PM: Poids du marteau / 61 cm

% RQD = Σ Carottes > 4 po. (10 cm)

Longueur forée

TERMINOLOGIE

"traces" 1-10%

"un peu" 10-20%

adjectif (...eux) 20-35%

"et" 35-50%

CLASSIFICATION DES SOLS

Argile < 0,002 mm

Silt 0,002 à 0,080 mm

Sable 0,080 à 5 mm

Gravier 5 à 80 mm

Cailloux 80 à 300 mm

Blocs > 300 mm

CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)

Très molle <12 kPa

Molle 12-25 kPa

Ferme 25-50 kPa

Raide 50-100 kPa

Très raide 100-200 kPa

Dure >200 kPa

NIVEAU D'EAU

Date:

Prof. (m):

INSTALLATION

Piézo

Date

Prof*(m)

Niveau (m)

A 2021-02-19 11.11 113.26

*Prof. mesurée à partir du haut du tube de PVC

PROFONDEUR (m)

PROFONDEUR (pi)

NIVEAU (m) / PROFONDEUR

STRATIGRAPHIE

DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC

SYMBOLES

TYPE - NO

SOUS - ÉCH.

ÉTAT et CALIBRE

RÉCUPÉRATION (%)

COV (ppm)

N. Nc ou RQD

COUPS / 15 cm

GRAPHIQUE

x : N (pen. standard)

+ : Nc (pen. dynamique)

□ : Cu (laboratoire)

▲ : Cur (laboratoire)

△ : Cu (chantier)

△ : Cur (chantier)

Wp

w

Wi

20 40 60 80

INSTALLATION

AG Analyse granulométrique

AC Analyse chimique

W_L Limite liquide

W_P Limite plastique

W_N Teneur en eau

Cu Cisaillement non drainé

Cur Cisaillement remanié

U^p Préconsolidation

U^p Compression uniaxiale sur carotte de roc

Dup Éch. duplicata prélevé

123.55

Niveau

0.00

Résidus minier : Sable fin à moyen, traces à un peu de silt, brun, humide, très lâche.

122.94

0.61

122.75

0.80

Devenant brun-gris, compact.

121.11

2.44

Devenant compact.

118.63

4.92

118.06

5.49

Sol naturel : Sable et gravier silteux, traces d'argile, brun, humide, très lâche. Présence de matière organique.

116.69

6.86

Devenant très dense.

115.93

7.62

Gravier sableux, traces de silt,

Remarque(s) : Les indices de N sont les valeurs brutes enregistrées lors des travaux de forage.

L'altération se présente sous forme des particules blanche d'un diamètre inférieur à 5 mm.

Date de production : 2021-03-29




RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°


20-F22

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBÔLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD		

Nom du consultant :



Nom du client :



Page 1 de 10

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N° 20-F23

Nom du projet :

Restauration de l'ancien site minier St Lawrence Colombium, OKA

Nom du requérant :

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)

Localisation civile :

Rang Sainte-Sophie, OKA, Québec

Entrepreneur en forage :

Succession Forage George Downing Ltée.

Type de forage :

Tarière et tubage

Diamètre du forage :

HW

Inclinaison :

90

Azimut :

Diamètre du carottier :

HQ

Préparé par :

Vérifié par :

Coordonnées géodésiques (m)

X : 263,856.6

Y : 5,040,593.4

Z : 141.11

No. de projet :

201-00652-00

No. plan de localisation :

ANNEXE B

Date du début du sondage :

2020-06-25

Profondeur du sondage :

64.43 m

TYPE D'ÉCHANTILLON

CF Cuillère fendue

CR Échantillon par forage au diamant

EM Manuel

TA Tarière

TT Tube transparent

TS Tube shelby

ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON

Remanié

Intact

Perdu

Forage au diamant

COMPACITÉ et INDICE "N"

Très lâche 0-4

Lâche 4-10

Compact 10-30

Dense 30-50

Très dense >50

INDICE DE QUALITÉ DU ROC

% RQD

QUALIFICATIF

<25 Très mauvais

25-50 Mauvais

50-75 Moyen

75-90 Bon

90-100 Excellent

SYMBOLES

N: Indice de pénétration standard

R: Refus (N > 100)

PM: Poids du marteau / 61 cm

% RQD = Σ Carottes > 4 po. (10 cm)

Longueur forée

TERMINOLOGIE

"traces" 1-10%

"un peu" 10-20%

adjectif (...eux) 20-35%

"et" 35-50%

CLASSIFICATION DES SOLS

Argile < 0,002 mm

Silt 0,002 à 0,080 mm

Sable 0,080 à 5 mm

Gravier 5 à 80 mm

Cailloux 80 à 300 mm

Blocs > 300 mm

CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)

Très molle <12 kPa

Molle 12-25 kPa

Ferme 25-50 kPa

Raide 50-100 kPa

Très raide 100-200 kPa

Dure >200 kPa

NIVEAU D'EAU

Date:

Prof. (m):

INSTALLATION

Piézo

Date

Prof*(m)

Niveau (m)

A 2021-02-19 29.34 112.66

B 2021-02-19 30.03 111.93

PROFONDEUR (m)

PROFONDEUR (pi)

NIVEAU (m) / PROFONDEUR

STRATIGRAPHIE

DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC

SYMBOLES

TYPE - NO

SOUS - ÉCH.

ÉTAT et CALIBRE

RÉCUPÉRATION (%)

COV (ppm)

N, Nc ou RQD

COUPS / 15 cm

GRAPHIQUE

x : N (pen. standard)

+ : Nc (pen. dynamique)

□ : Cu (laboratoire)

▲ : Cur (laboratoire)

△ : Cu (chantier)

○ : Cur (chantier)

Wp

w

Wi

20 40 60 80

INSTALLATION

ESSAIS

AG Analyse granulométrique

AC Analyse chimique

W_L Limite liquide

W_P Limite plastique

W_N Teneur en eau

Cu Cisaillement non drainé

Cur Cisaillement remanié

U_p Préconsolidation

C_p Compression uniaxiale sur carotte de roc

Dup Éch. duplicata prélevé

141.11

Niveau

0.00

Résidus miniers :

140.98

Sable fin à moyen, traces à un peu de silt, brun-gris, humide, lâche.

0.13

Devenant sec.

139.28

Devenant compact.

1.83

137.45

Devenant compact à dense.

3.66

CF-1

A

B

67

8

4-4-4-4

x

CF-2

B

59

7

3-4-3-2

x

CF-3

B

69

6

4-3-3-6

x

CF-4

B

67

10

4-5-5-5

x

CF-5

B

70

10

4-5-5-6

ox

CF-6

B

67

18

6-5-13-20

x

CF-7

B

80

37

15-17-20-22

x

AG


W_N = 4.3%

Remarque(s) : Forage à la tarière de la surface jusqu'à 15 m de profondeur, et au tubage sur le reste.


Les indices N sont les valeurs brutes enregistrées lors des travaux de forage.

Date de production : 2021-03-30

Nom du consultant :



Nom du client :



Page 2 de 10

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°
20-F23

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS		
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		<div> X : N (pen. standard) + : Nc (pen. dynamique) □ : Cu (laboratoire) ▲ : Cur (laboratoire) △ : Cu (chantier) ○ : Cur (chantier) </div> <div> Wp w Wl </div> <div> 20 40 60 80 </div>	AG Analyse granulométrique AC Analyse chimique W _L Limite liquide W _p Limite plastique W _N Teneur en eau C _u Cisaillement non drainé C _{ur} Cisaillement remanié U _p Préconsolidation Dup Compression uniaxiale sur carotte de roc Ech. duplicata prélevé	
15					CF-8		B	70	35	12-15-20-20	X			
5					CF-9		B	74	22	26-12-10-2	X			
6					CF-10		B	61	16	6-8-8-12	X			
20					CF-11		B	74	25	9-15-10-9	X			
7					CF-12		B	70	23	5-10-13-16	X			
25					CF-13		B	74	26	8-15-11-12	X			
8					CF-14		B	69	28	13-16-12-14	X			
9					CF-15		B	61	14	8-11-3-13	X			
30					CF-16		B	74	19	8-8-11-12	X			
10					CF-17		B	57	32	6-15-17-16	X			
35					CF-18		B	74	30	7-11-19-19	X			
		130.13 10.98	Devenant peu humide.											

WSP_FR_Log_COV.sty



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F23

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE		INSTALLATION	ESSAIS	
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBÔLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N _i N _c ou RQD	COUPS / 15 cm			<div><div><div>×</div><div>+</div><div>□</div><div>▲</div><div>△</div></div><div><div>N (pen. standard)</div><div>N_c (pen. dynamique)</div><div>Cu (laboratoire)</div><div>Cur (laboratoire)</div><div>Cu (chantier)</div><div>Cur (chantier)</div></div><div><div>W_p</div><div>w</div><div>W_I</div></div></div>
					CF-19		B	75		37	22-18-19-15	<div><div><div>×</div><div>+</div><div>□</div><div>▲</div><div>△</div></div><div><div>N (pen. standard)</div><div>N_c (pen. dynamique)</div><div>Cu (laboratoire)</div><div>Cur (laboratoire)</div><div>Cu (chantier)</div><div>Cur (chantier)</div></div><div><div>W_p</div><div>w</div><div>W_I</div></div></div>		
12	40				CF-20		B	77		23	6-11-12-12	<div><div><div>×</div><div>+</div><div>□</div><div>▲</div><div>△</div></div><div><div>N (pen. standard)</div><div>N_c (pen. dynamique)</div><div>Cu (laboratoire)</div><div>Cur (laboratoire)</div><div>Cu (chantier)</div><div>Cur (chantier)</div></div><div><div>W_p</div><div>w</div><div>W_I</div></div></div>		
					CF-21		B	75		29	5-11-18-10	<div><div><div>×</div><div>+</div><div>□</div><div>▲</div><div>△</div></div><div><div>N (pen. standard)</div><div>N_c (pen. dynamique)</div><div>Cu (laboratoire)</div><div>Cur (laboratoire)</div><div>Cu (chantier)</div><div>Cur (chantier)</div></div><div><div>W_p</div><div>w</div><div>W_I</div></div></div>		
13					CF-22		B	80		21	9-11-10-12	<div><div><div>×</div><div>+</div><div>□</div><div>▲</div><div>△</div></div><div><div>N (pen. standard)</div><div>N_c (pen. dynamique)</div><div>Cu (laboratoire)</div><div>Cur (laboratoire)</div><div>Cu (chantier)</div><div>Cur (chantier)</div></div><div><div>W_p</div><div>w</div><div>W_I</div></div></div>		
45					CF-23		B	61		32	6-13-19-19	<div><div><div>×</div><div>+</div><div>□</div><div>▲</div><div>△</div></div><div><div>N (pen. standard)</div><div>N_c (pen. dynamique)</div><div>Cu (laboratoire)</div><div>Cur (laboratoire)</div><div>Cu (chantier)</div><div>Cur (chantier)</div></div><div><div>W_p</div><div>w</div><div>W_I</div></div></div>		
14		126.76 14.35 126.74 14.37	Résidus miniers : Sable silteux, gris, humide, dense. Résidus minier : Sable fin à moyen, traces à un peu de sable, brun-gris, peu humide, compact à dense.		CF-24	A B C	B	89		28	21-20-8-18	<div><div><div>×</div><div>+</div><div>□</div><div>▲</div><div>△</div></div><div><div>N (pen. standard)</div><div>N_c (pen. dynamique)</div><div>Cu (laboratoire)</div><div>Cur (laboratoire)</div><div>Cu (chantier)</div><div>Cur (chantier)</div></div><div><div>W_p</div><div>w</div><div>W_I</div></div></div>		
15					CF-25		B	62		24	3-11-13-9	<div><div><div>×</div><div>+</div><div>□</div><div>▲</div><div>△</div></div><div><div>N (pen. standard)</div><div>N_c (pen. dynamique)</div><div>Cu (laboratoire)</div><div>Cur (laboratoire)</div><div>Cu (chantier)</div><div>Cur (chantier)</div></div><div><div>W_p</div><div>w</div><div>W_I</div></div></div>		
50					CF-26		B					<div><div><div>×</div><div>+</div><div>□</div><div>▲</div><div>△</div></div><div><div>N (pen. standard)</div><div>N_c (pen. dynamique)</div><div>Cu (laboratoire)</div><div>Cur (laboratoire)</div><div>Cu (chantier)</div><div>Cur (chantier)</div></div><div><div>W_p</div><div>w</div><div>W_I</div></div></div>		
16												<div><div><div>×</div><div>+</div><div>□</div><div>▲</div><div>△</div></div><div><div>N (pen. standard)</div><div>N_c (pen. dynamique)</div><div>Cu (laboratoire)</div><div>Cur (laboratoire)</div><div>Cu (chantier)</div><div>Cur (chantier)</div></div><div><div>W_p</div><div>w</div><div>W_I</div></div></div>		
55					CF-27		B	52		31	12-14-17-15	<div><div><div>×</div><div>+</div><div>□</div><div>▲</div><div>△</div></div><div><div>N (pen. standard)</div><div>N_c (pen. dynamique)</div><div>Cu (laboratoire)</div><div>Cur (laboratoire)</div><div>Cu (chantier)</div><div>Cur (chantier)</div></div><div><div>W_p</div><div>w</div><div>W_I</div></div></div>		
17					CF-28		B	41		35	19-16-19-19	<div><div><div>×</div><div>+</div><div>□</div><div>▲</div><div>△</div></div><div><div>N (pen. standard)</div><div>N_c (pen. dynamique)</div><div>Cu (laboratoire)</div><div>Cur (laboratoire)</div><div>Cu (chantier)</div><div>Cur (chantier)</div></div><div><div>W_p</div><div>w</div><div>W_I</div></div></div>		
18					CF-29		B	44		19	-8-11-15	<div><div><div>×</div><div>+</div><div>□</div><div>▲</div><div>△</div></div><div><div>N (pen. standard)</div><div>N_c (pen. dynamique)</div><div>Cu (laboratoire)</div><div>Cur (laboratoire)</div><div>Cu (chantier)</div><div>Cur (chantier)</div></div><div><div>W_p</div><div>w</div><div>W_I</div></div></div>		



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F23

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE		INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBÔLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm	X : N (pen. standard) + : Nc (pen. dynamique) □ : Cu (laboratoire) ▲ : Cu (chantier) Δ : Cu (chantier) : Cu (chantier) Wp w Wl 20 40 60 80		
19					CF-30	B	54	19	10-9-10-9				
					CF-31	B	41	R	17-50 /pour 15 cm (coincé dans le casing)				
65					CF-32	B	56	33	59-11-22-20				
20													
21					CF-33	B	100	26	16-13-13-13				
70													
22					CF-34	B	100	26	10-13-13-14				
					CF-35	B	92	34	18-16-18-19				
75													
23					CF-36	B	89	29	19-15-14-18				
					CF-37	B	89	28	19-13-15-13				
24													
					CF-38	B	95	21	10-10-11-15				
80													
					CF-39	B	43	18	12-9-9-11				
25													
					CF-40	A							
						B							
		115.80											
		25.31											



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F23

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE		INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBÔLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		
26	85		Stériles minier probable : Sable graveleux, un peu de silt, noir, humide, compact. Présence de minéraux de type micas et d'alteration.		CF-41	B		77	27		20-17-10-10		AG W _N = 20.3%
	114.88 26.23		Sol naturel : Sable silteux et graveleux, un peu d'argile, brun-beige, humide, lâche à compact.		CF-42	B		100	8		3-3-5-5		AG SD W _N = 14.3%
27					CF-43	B		72	10		2-4-6-6		
90					CF-44	B		49	22		7-12-10-7		
28					CF-45	B		33	14		10-5-9-13		
29	95	112.44 28.67	Sable fin à moyen, gris, humide, compact.		CF-46	B		54	20		14-10-10-12		
		111.83 29.28	Devenant avec présence de blocs et/ou cailloux.		CF-47	B		11	17		11-9-8-9		
30		111.22 29.89	Devenant avec traces à un peu de gravier.		CF-48	N		80	39		28-21-18-13		
100					CF-49	N		72	31		16-16-15-18		
31					CF-50	N		85	31		21-15-16-17		
32	105	109.39 31.72	Devenant sable fin à moyen.		CF-51	N		85	26		16-11-15-14		
		108.78 32.33	Devenant avec présence de cailloux.		CF-52	N		66	R		23-11-50 /pour 10 cm		



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F23

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBÔLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F23

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		
40			sable, gris, humide, très dense. Présence de cailloux.		CF-65		N	100	79		26-32-47-70		AG Analyse granulométrique AC Analyse chimique W _L Limite liquide W _P Limite plastique W _N Teneur en eau C _u Cisaillement non drainé C _{ur} Cisaillement remanié U _p Préconsolidation Dup Compression uniaxiale sur carotte de roc Ech. duplicata prélevé
					CF-66		N	100	85		45-38-47-70		
41					CF-67		B	59	71		17-21-50		
					CF-68		N	67	R		32-30-80-65 / pour 7 cm		
42					CF-69		B	57	50		24-26-24-35		
43		98.43 42.68	Gravier, un peu de silt et sable, gris, humide, très dense. Présence de cailloux.		CF-70		B	46	38		11-16-22-28		
		97.82 43.29	Gravier silteux, un peu de sable, gris, humide, dense.		CF-71		B	100	34		34-17-17-19		
44		97.21 43.90	Silt et sable, un peu d'argile, traces de gravier, gris, humide, dense.		CF-72		B	100	38		13-18-20-27		
					CF-73		B	70	34		7-13-21-41		
45					CF-74		B	10	59		10-10-49-51		
46		95.38 45.73	Devenant avec présence de cailloux.		CF-75		B	100	33		15-16-17-22		

 AG
 SD
 W_N = 9.8%



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F23

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLS	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD		

X : N (pen. standard)
 + : Nc (pen. dynamique)
 □ : Cu (laboratoire)
 ▲ : Cu (chantier)
 Δ : Cu (chantier)
 : Cu (chantier)
 Wp w Wl

20 40 60 80

AG Analyse granulométrique
 AC Analyse chimique
 W_L Limite liquide
 W_P Limite plastique
 W_N Teneur en eau
 C_u Cisaillement non drainé
 C_r Cisaillement remanié
 U_P Préconsolidation
 Dup Compression uniaxiale sur carotte de roc
 Ech. duplicata prélevé

AG
 SD
 W_N = 9.9%

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F23

[illegible]







RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F23

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS		
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm			<div><div><div>x : N (pen. standard)</div><div>+ : Nc (pen. dynamique)</div><div>□ : Cu (laboratoire)</div><div>▲ : Cu (chantier)</div><div>Δ : Cu (chantier)</div><div>Wp w Wl</div><div>20 40 60 80</div></div></div>	
62					CR-89		HQ	96		10					
205															
63					CR-90		HQ	100		68					
64	210	76.68 64.43	Fin du forage.												
65															
215															
66															
67	220														
68															

Nom du projet :	Restauration de l'ancien site minier St Lawrence Colombium, OKA		Coordonnées géodésiques (m)	X :	263,746.1
Nom du requérant :	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)		MTM Zone 8 (NAD83)	Y :	5,040,398.7
Localisation civile :	Rang Sainte-Sophie, OKA, Québec			Z :	141.34
Entrepreneur en forage :	Succession Forage George Downing Ltée.	Inclinaison :	90	No. de projet :	201-00652-00
Type de forage :	Forage au tubage	Azimut :		No. plan de localisation :	ANNEXE B
Diamètre du forage :	HW	Diamètre du carottier :	HQ	Date du début du sondage :	2020-10-16
Préparé par :		Vérifié par :		Profondeur du sondage :	25.89 m

TYPE D'ÉCHANTILLON		ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON		COMPACITÉ et INDICE "N"		INDICE DE QUALITÉ DU ROC		SYMBOLES	
CF	Cuillère fendue	Remanié		Très lâche	0-4	% RQD	QUALIFICATIF	N: Indice de pénétration standard	
CR	Échantillon par forage au diamant	Intact		Lâche	4-10	<25	Très mauvais	R: Refus (N > 100)	
EM	Manuel	Perdu		Compact	10-30	25-50	Mauvais	PM: Poids du marteau / 61 cm	
TA	Tarière	Forage au diamant		Dense	30-50	50-75	Moyen	% RQD = $\frac{\Sigma \text{Carottes} > 4 \text{ po. (10 cm)}}{\text{Longueur forée}}$	
TT	Tube transparent			Très dense	>50	75-90	Bon		
TS	Tube shelby					90-100	Excellent		
TERMINOLOGIE		CLASSIFICATION DES SOLS		CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)		NIVEAU D'EAU		INSTALLATION	
"traces"	1-10%	Argile	< 0,002 mm	Très molle	<12 kPa	Date:	Prof. (m):	Piézo	Date
"un peu"	10-20%	Silt	0,002 à 0,080 mm	Molle	12-25 kPa			A	2020-11-17
adjectif (...eux)	20-35%	Sable	0,080 à 5 mm	Ferme	25-50 kPa				
"et"	35-50%	Gravier	5 à 80 mm	Raide	50-100 kPa				
		Cailloux	80 à 300 mm	Très raide	100-200 kPa				
		Blocs	> 300 mm	Dure	>200 kPa				
*Prof. mesurée à partir du haut du tube de PVC									

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE		INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		
		141.34	Niveau										
		0.00	Remblai :		A								
		141.18	Sable graveleux, traces de silt, brun, humide, compact. Présence de stériles miniers altérés.		B	N	70		25	5-12-13-11			
		0.16											
1													
5			Stérile miniers altérés : Gravier et sable, traces à un peu de silt, gris-blanc, humide, lâche à compact. Présence de cailloux et blocs.			N	33		21	42-14-7-7			
2						N	26		11	5-4-7-6			
3	10					N	100		R	50 /pour 8 cm			
4						N	38		24	11-13-11-11			
5	15					N	26		9	3-4-5-7			
6	20					N	72		52	15-22-30-50 /pour 2 cm			
7						N			41	23-23-18-19			
	25					N	0		R	50 /pour 9 cm			
						N	39		22	3-12-10-32			

Remarque(s) : Les indices N sont les valeurs brutes enregistrées lors des travaux de forage.
L'altération se présente sous forme des particules blanche d'un diamètre inférieur à 5 mm.

NSP FR Log COV.sty


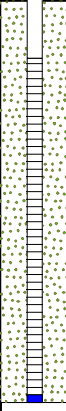



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F24

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE		INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		AG Analyse granulométrique AC Analyse chimique W _L Limite liquide W _p Limite plastique W _N Teneur en eau C _u Cisaillement non drainé C _{ur} Cisaillement remanié σ _p Préconsolidation U _p Compression uniaxiale sur carotte de roc Dup Ech. duplicata prélevé
23	75	22.39	Brèche monomictique (alnoïte), chloritisée, verdâtre foncé, 30%Magnétite oxydée et 1% de pyrite disséminée.		CR-24E		HQ	80		56			
24					CR-25		HQ	99		44			
25	80				CR-26		HQ	100		92			
26	85	115.45 25.89	Fin du forage.										
27													
28													
29	95												
30													
31	100												
32	105												
33													
34	110												
35	115												
36													

Nom du consultant :

WSP

Nom du client :

Énergie et Ressources naturelles

Québec

Page 1 de 4

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F25

Nom du projet :

Restauration de l'ancien site minier St Lawrence Colombium, OKA

Nom du requérant :

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)

Localisation civile :

Rang Sainte-Sophie, OKA, Québec

Entrepreneur en forage :

Succession Forage George Downing Ltée.

Type de forage :

Forage au tubage

Diamètre du forage :

HW

Préparé par :

Inclinaison :

90

Azimut :

Diamètre du carottier :

HQ

Vérifié par :

Coordonnées géodésiques (m)

X :

263,891.1

MTM Zone 8 (NAD83)

Y :

5,040,774.5

Z :

140.37

No. de projet :

201-00652-00

No. plan de localisation :

ANNEXE B

Date du début du sondage :

2020-09-24

Profondeur du sondage :

45.36 m

TYPE D'ÉCHANTILLON

CF Cuillère fendue

CR Échantillon par forage au diamant

EM Manuel

TA Tarière

TT Tube transparent

TS Tube shelby

ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON

Remanié

Intact

Perdu

Forage au diamant

COMPACITÉ et INDICE "N"

Très lâche

Lâche

Compact

Dense

Très dense

INDICE DE QUALITÉ DU ROC

% RQD

QUALIFICATIF

SYMBOLES

N: Indice de pénétration standard

R: Refus (N > 100)

PM: Poids du marteau / 61 cm

% RQD = Σ Carottes > 4 po. (10 cm)

Longueur forée

TERMINOLOGIE

"traces"

"un peu"

adjectif (...eux)

"et"

CLASSIFICATION DES SOLS

Argile

Silt

Sable

Gravier

Cailloux

Blocs

CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)

Très molle

Molle

Ferme

Raide

Très raide

Dure

NIVEAU D'EAU

Date:

Prof. (m):

INSTALLATION

Piézo

Date

Prof*(m)

Niveau (m)

PROFONDEUR (m)

PROFONDEUR (pi)

STRATIGRAPHIE

NIVEAU (m) / PROFONDEUR

DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC

SYMBOLES

TYPE - NO

SOUS - ÉCH.

ÉTAT et CALIBRE

RÉCUPÉRATION (%)

COV (ppm)

N. Nc ou RQD

COUPS / 15 cm

GRAPHIQUE

x : N (pen. standard)

+ : Nc (pen. dynamique)

□ : Cu (laboratoire)

▲ : Cur (laboratoire)

△ : Cu (chantier)

△ : Cur (chantier)

Wp

w

Wi

20 40 60 80

INSTALLATION

AG Analyse granulométrique

AC Analyse chimique

W_L Limite liquide

W_P Limite plastique

W_N Teneur en eau

Cu Cisaillement non drainé

Cur Cisaillement remanié

U_P Préconsolidation

σ_p Compression uniaxiale sur carotte de roc

Dup Éch. duplicata prélevé

1

5

2

3

4

6

7

25

140.37

0.00

138.85

1.52

138.08

2.29

135.80

4.57

135.45

4.92

133.22

7.15

132.75

7.62

Niveau

Résidus miniers : Sable, un peu de silt, beige-gris, lâche à compact.

Résidus miniers : Silt, traces de sable, gris, humide, d'apparence molle.

Résidus miniers : Sable, traces de silt, gris, humide, lâche à compact.

Résidus miniers : Silt, traces de sable, gris, humide, d'apparence ferme.

Résidus miniers : Sable, traces de silt, gris, humide, lâche à compact.

Résidus miniers : Silt sableux, traces d'argile, gris, humide, compcat.

CF-1

CF-2

CF-3

CF-4

CF-5

CF-6

CF-7

CF-8

CF-9

CF-10

CF-11

B

B

B

B

B

B

A

B

B

A

B

69

56

61

56

52

39

82

43

77

74

89

5

11

3

12

12

5

7

9

17

12

PM

1-2-3-3

2-5-6-7

3-2-1-1

5-6-6-7

6-6-6-7

3-3-2-2

0-2-5-4

3-4-5-6

7-8-9-16

3-1-11

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

Remarque(s) :

Date de production : 2021-03-29



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F25

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE		INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBÔLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		
9	30		Résidus miniers : Silt, traces à un peu de sable, gris, humide, d'apparence très molle.		CF-11		B	89		PM			X : N (pen. standard) + : Nc (pen. dynamique) □ : Cu (laboratoire) ▲ : Cur (laboratoire) △ : Cur (chantier) ◊ : Cur (chantier) Wp w Wl 20 40 60 80
					CF-12		B	100		PM			
					CF-13		B	100		PM			
10	33	130.47 9.90	Résidus miniers : Sable, traces de silt, gris, humide, compact.		CF-14		B	56		23	8-11-12-14		
11	35				CF-15		B	49		21	10-10-11-8		
12	40				CF-16		B	49		25	8-10-15-21		
13					CF-17		B	62		24	8-10-14-12		
14	45	126.66 13.71	Devenant dense à très dense.		CF-18		B	62		26	12-12-14-14		
					CF-19		B	62		30	14-15-15-16		
15	50				CF-20	A	B	100		54	44-18-36-26		
16		124.62 15.75	Sol naturel : Silt graveleux, un peu de sable, brun, humide, très dense. Présence de cailloux.		CF-21		B	100		R	50 /pour 14 cm		
17	55				CF-22		B	44		44	13-20-24-20		
18	60	122.08 18.29	Gravier sableux, traces de silt, brun-gris, humide, très dense. Présence de cailloux et blocs.		CF-23		B	0		R	50 /sans enfoncement		
19					CR-24		HQ	53		0			
20	65				CR-25		HQ	59		0			
21	70				CR-26		HQ	36		0			
22													



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F25

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS					
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBÔLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm			<div><div><div>X</div><div>+</div><div>■</div><div>□</div><div>▲</div><div>△</div><div>○</div></div><div><div>N (pen. standard)</div><div>Nc (pen. dynamique)</div><div>Cu (laboratoire)</div><div>Cur (laboratoire)</div><div>Cu (chantier)</div><div>Cur (chantier)</div><div>Wp</div><div>w</div><div>WI</div></div><div><div>20</div><div>40</div><div>60</div><div>80</div></div></div>				
23	75	117.52 22.85	Silt graveleux, un peu d'argile et sable, brun. Présence de cailloux et blocs.		CR-27		HQ	83		0								
24																		
25	80						CR-28		HQ	39		0						
26	85																	
27							CR-29		HQ	36		0						
28	90	112.94 27.43	Blocs, gris.		CR-30		HQ	49		0								
29	95	111.51 28.86	Cailloux et blocs, brun-gris.															
30						CR-31		HQ	33		0							
31	100						CR-32		HQ	20		0						
32	105	108.37 32.00	Gravier, un peu de silt et sable, gris, humide, très dense.															
33						CR-33		HQ	22		0							
34	110				CR-34		HQ	49		0								
35	115	106.13 34.24	Socle rocheux : Carbonatite, gris, altéré, grains fins, présence de grains grossiers (brèche), peu poreux, bonne à excellente qualité.		CR-35		HQ	100		100								
36						CR-36		HQ	82		74							



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F25

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		
37					CR-37		HQ 96		92			AG Analyse granulométrique AC Analyse chimique W _L Limite liquide W _p Limite plastique W _N Teneur en eau C _u Cisaillement non drainé C _{ur} Cisaillement remanié U _p Préconsolidation Dup Ech. duplicata prélevé
38	125				CR-38		HQ 97		96			
39					CR-39		HQ 100		100			
40					CR-40		HQ 100		100			
41	135				CR-41		HQ 96		87			
42		98.00 42.37	Devenant de mauvaise qualité.		CR-42		HQ 100		48			
43	140				CR-43		HQ 100		82			
44		96.49 43.88	Devenant de bonne qualité.									
45	145											
46		95.01 45.36	Fin du forage.									
47	150											
48												
49	155											
50	160											
	165											

Nom du consultant :

Nom du client :

Page 1 de 9

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F26

Nom du projet :

Restauration de l'ancien site minier St Lawrence Colombium, OKA

Nom du requérant :

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)

Localisation civile :

Rang Sainte-Sophie, OKA, Québec

Entrepreneur en forage :

Succession Forage George Downing Ltée.

Inclinaison :

90

Type de forage :

Forage au tubage

Azimut :

Diamètre du forage :

HW

Diamètre du carottier :

HQ

Préparé par :

Vérifié par :

Coordonnées géodésiques (m)

X :

263658.3

MTM Zone 8 (NAD83)

Y :

5040485.3

Z :

138.05

No. de projet :

201-00652-00

No. plan de localisation :

ANNEXE B

Date du début du sondage :

2020-09-08

Profondeur du sondage :

81.74 m

TYPE D'ÉCHANTILLON

ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON

COMPACITÉ et INDICE "N"

INDICE DE QUALITÉ DU ROC

SYMBOLES

CF Cuillère fendue

CR Échantillon par forage au diamant

EM Manuel

TA Tarière

TT Tube transparent

TS Tube shelby

Remanié

Intact

Perdu

Forage au diamant

Très lâche

Lâche

Compact

Dense

Très dense

0-4

4-10

10-30

30-50

>50

% RQD

<25

25-50

50-75

75-90

90-100

QUALIFICATIF

Très mauvais

Mauvais

Moyen

Bon

Excellent

N: Indice de pénétration standard

R: Refus (N > 100)

PM: Poids du marteau / 61 cm

% RQD = \sum Carottes > 4 po. (10 cm)

Longueur forée

TERMINOLOGIE

CLASSIFICATION DES SOLS

CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)

NIVEAU D'EAU

INSTALLATION

"traces"

1-10%

"un peu"

10-20%

adjectif (...eux)

20-35%

"et"

35-50%

Argile

< 0,002 mm

Silt

0,002 à 0,080 mm

Sable

0,080 à 5 mm

Gravier

5 à 80 mm

Cailloux

80 à 300 mm

Blocs

> 300 mm

Très molle

<12 kPa

Molle

12-25 kPa

Ferme

25-50 kPa

Raide

50-100 kPa

Très raide

100-200 kPa

Dure

>200 kPa

Date:

Prof. (m):

Piézo

Date

Prof*(m)

Niveau (m)

A

2021-02-19

21.44

117.19

B

2021-02-19

22.75

115.81

*Prof. mesurée à partir du haut du tube de PVC

PROFONDEUR (m)

PROFONDEUR (pi)

NIVEAU (m) / PROFONDEUR

STRATIGRAPHIE

DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC

SYMBOLES

TYPE - NO

SOUS - ÉCH.

ÉTAT et CALIBRE

RÉCUPÉRATION (%)

N, Nc ou RQD

COUPS / 15 cm

GRAPHIQUE

ESSAIS

138.05

0.00

Niveau

Résidus miniers.

Forage destructif jusqu'à 20.58 m de profondeur.

×

N (pen. standard)

+

Nc (pen. dynamique)

■

Cu (laboratoire)

□

Cu (laboratoire)

▲

Cu (chantier)

△

Cu (chantier)

Wp

w

WI

20

40

60

80

AG

Analyse granulométrique

AC

Analyse chimique

WL

Limite liquide

WP

Limite plastique

Wp

Teneur en eau

Cu

Cisaillement non drainé

Cu

Cisaillement remanié

U^P

Préconsolidation

U^P

Compression uniaxiale sur carotte de roc

Dup

Éch. duplicata prélevé

Remarque(s) : Les indices N sont les valeurs brutes enregistrées lors des travaux de forage.

L'altération se présente sous forme des particules blanche d'un diamètre inférieur à 5 mm.

Date de production : 2021-06-22

WSP_FR_Log.sty

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F26

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE RÉCUPÉRATION (%)	N _i Nc ou RQD			
									x : N (pen. standard) + : Nc (pen. dynamique) ■ : Cu (laboratoire) □ : Cu (laboratoire) ▲ : Cu (chantier) △ : Cu (chantier)		AG Analyse granulométrique AC Analyse chimique W _L Limite liquide W _P Limite plastique W _N Teneur en eau C _u Cisaillement non drainé C _r Cisaillement remanié U ^p Préconsolidation σ ₁ Compression uniaxiale sur carotte de roc Dup Ech. duplicata prélevé
16											
55											
17											
18											
60											
19											
65											
20											
		117.47 20.58	Résidus miniers : Sable fin à moyen, traces de silt, gris, humide, compact .		CF-1	N	78	36	19-17-19-20		
21											
70											
					CF-2	N	8	R	50 /pour 5 cm		
22											
					CF-3	N	61	46	21-23-23-15		
75											
23					CF-4	A					
		114.74 23.31	Résidus miniers : Silt, un peu de sable, gris foncé, sec, compact.			N	100	61	23-26-35-33		
24						B					
80											
		113.67 24.38	Résidus miniers : Sable fin à moyen, traces de silt, gris, humide, compact.		CF-5	A	100	39	19-15-24-15		
25											
		113.11 24.94	Résidus miniers : Silt, un peu de sable et gravier, gris, humide, compact.			B					

Nom du consultant :

Nom du client :



Page 4 de 9

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F26

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBÔLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		
												x : N (pen. standard) + : Nc (pen. dynamique) ■ : Cu (laboratoire) □ : Cur (laboratoire) ▲ : Cu (chantier) △ : Cur (chantier)
												Wp — w — Wl 20 40 60 80
26	85	112.14 25.91	Stériles miniers altérés : Gravier sableux, traces de silt, gris, humide, très dense.		CF-6		N	8	R	50 / pour 5 cm		AG Analyse granulométrique AC Analyse chimique W _L Limite liquide W _p Limite plastique W _N Teneur en eau C _u Cisaillement non drainé C _{ur} Cisaillement remanié σ _p Préconsolidation U _p Compression uniaxiale sur carotte de roc Dup Ech. duplicata prélevé
27		111.53 26.52	Sol naturel: Sable graveleux, un peu de silt, gris, humide, compact. Présence de cailloux.		CF-7		N	26				
28												
29	95											
30		108.76 29.29	Socle Rocheux : Grès quartitique, gris clair, légèrement altéré, massive, discontinuités rapprochées, grains fins, non poreux, fort, présence de vinyle de calcite.		CR-8		HQ	78	64			
31		107.28 30.77	Carbonatite: Gris, frais, discontinuités moyennement espacées à espacées, grains fins, présence de grains grossiers (brèche), peu poreux, fort, excellente qualité.		CR-9		HQ	100	94			
32	105				CR-10		HQ	100	100			
33												
34	110				CR-11		HQ	100	100			
35	115											

Nom du consultant :

Nom du client :



Page 5 de 9

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F26

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		AG AC W _L W _p W _N Cu Cur σ _u U _p Dup
36					CR-12		HQ	100	95			
120												
37		101.16 36.89 100.95 37.10	zone fracturée									
		100.58 37.47 100.33 37.72	Carbonatite: Gris, frais, discontinuités moyennement espacées à espacées, grains fins, présence de grains grossiers (brèche), peu poreux, fort, excellente qualité.		CR-13		HQ	100	72			
38			Joint ouvert (25 cm): Sol résiduel (silt argileux oxydé, R0, W6.), brun rouillé.									
125			Carbonatite: Gris, frais, discontinuités moyennement espacées à espacées, grains fins, présence de grains grossiers (brèche), peu poreux, fort, excellente qualité.									
39		98.86 39.19	zone fracturée (faille probable)		CR-14		HQ	100	68			
130												
40		98.12 39.93	Grès quartitique: grains fins, non poreux, R3/R4, frais (w1), excellente qualité, joints espacés à très espacés (2 à 5,5m)		CR-15		HQ	100	78			
41												
135												
42					CR-16		HQ	99	99			
140												
43												
					CR-17		HQ	97	97			
44												
145												
45					CR-18		HQ	103	100			

[illegible]

Nom du consultant :		Nom du client :		Page 7 de 9							
				RAPPORT DE FORAGE							
				Sondage N° 20-F26							
PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS				GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS	
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE RÉCUPÉRATION (%)	N, Nc ou RQD			COUPS / 15 cm
56	185		(0,2 à 2,0m)								
57					CR-26		HQ	100	96		
58	190	80.10 57.95 79.93 58.12 79.55 58.50	Intrusion bréchique: Gris chamoiré blanc, peu poreux, grains fin à moyen, frais, R3/R4. Présence de zone à porosité caverneuse localisée. Grès quartitique: grains fins, non poreux, R3/R4, frais (w1), excellente qualité. Roche bréchique: Gris chamoiré blanc, grains fin à grossier, frais, forte (R4), un peu poreux, excellente qualité, joints espacés ~1,50m. Présence de porosité caverneuse localisé.		CR-27		HQ	105	100		
59											
60	195				CR-28		HQ	100	93		
61	200										
62		76.28 61.77	Grès quartitique: Gris, grains fins, peu poreux, R3/R4, frais (w1), excellente qualité, joints espacés à très espacés (1,5 à 2,5m), massive. Présence de pyrite.		CR-29		HQ	100	100		
63	205				CR-30		HQ	100	100		
64	210		Joints fermé à entrouvert (1-3mm), légèrement altéré, rugueux, orienté à ~35 degrés, à 63.22m								
65					CR-31		HQ	100	100		

Nom du consultant :

Nom du client :



Page 8 de 9

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F26

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBÔLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	N, Nc ou RQD			
										X : N (pen. standard) + : Nc (pen. dynamique) ■ : Cu (laboratoire) □ : Cu (laboratoire) ▲ : Cu (chantier) △ : Cu (chantier)		
66		65.56	Intrusion bréchique: Gris chamoisé blanc, peu poreux, grains fin à grossier, frais, R3, excellente qualité, joints très espacés (+ de 3m). Présence de zone à porosité caverneuse localisée.		CR-32		HQ	100	100			
67	220				CR-33		HQ	100	100			
68		69.75 68.30	Devenant R4, présence de joints fermés (ouvertures <1mm), présence de calcite, joints espacés (~1m), orientés 35-40 °)		CR-34		HQ	99	99			
69					CR-35		HQ	100	100			
70	230				CR-36		HQ	99	99			
71					CR-37		HQ	103	100			
72	235				CR-38		HQ	101	100			
73	240		Devenant entre 72.85 et 74m32, gris-noir avec 1-2% de pyrite, grains fins à moyen, traces de grains grossiers.									
74												
75	245											

Nom du consultant :

Nom du client :



Page 9 de 9

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F26

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS					GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE RÉCUPÉRATION (%)	N, Nc ou RQD			
76	250				CR-39		HQ 101 100				
77											
78	255		Joint fermé à entrouvert à 77,42 m (1 à 3 mm)		CR-40		HQ 100 100				
79			Joint fermé à entrouvert à 78,8 2m (1 à 3 mm) Bris roc bloc le carottier								
80	260		Joint fermé à entrouvert à 79,06 m (1 à 3 mm) Fracture à 79,60 m Plusieurs fractures à 79,95 m		CR-41		HQ 100 93				
81	265				CR-42		HQ 100 99				
82		56.31 81.74	Fin du forage.								
83	270										
84	275										
85											



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F27

PROFONDEUR (m)		PROFONDEUR (pi)		STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE		INSTALLATION		ESSAIS									
NIVEAU (m) / PROFONDEUR		DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC		SYMBÔLES		TYPE - NO		SOUS - ÉCH.		ÉTAT et CALIBRE		RÉCUPÉRATION (%)		COV (ppm)		N, Nc ou RQD		COUPS / 15 cm		X : N (pen. standard) + : Nc (pen. dynamique) □ : Cu (laboratoire) ▲ : Cur (laboratoire) △ : Cu (chantier) ○ : Cur (chantier) Wp w Wl 20 40 60 80		2021-02-19		AG Analyse granulométrique AC Analyse chimique WL Limite liquide WP Limite plastique WN Teneur en eau Cu Cisaillement non drainé Cur Cisaillement remanié σp Préconsolidation Up Compression uniaxiale sur carotte de roc Dup Ech. duplicata prélevé	
9	30	119.51 9.14	Devenant d'excellente qualité.		CR-2	HQ	98	87																	
10					CR-3	HQ	100	100																	
11	35				CR-4	HQ	98	96																	
12	40				CR-5	HQ	100	100																	
13					CR-6	HQ	100	100																	
14	45				CR-7	HQ	100	100																	
15	50				CR-8	HQ	100	100																	
16					CR-9	HQ	100	100																	
17	55				CR-10	HQ	100	98																	
18	60				CR-11	HQ	100	100																	
19																									
20	65																								
21	70																								
22																									



RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F27

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		
23	75	105.88 22.77	Devenant de bonne qualité.		CR-12		HQ	100		88			AG Analyse granulométrique AC Analyse chimique W _L Limite liquide W _p Limite plastique W _N Teneur en eau C _u Cisaillement non drainé C _{ur} Cisaillement remanié U _p Préconsolidation Dup Ech. duplicata prélevé
24	80	104.34 24.31	Devenant d'excellente qualité.		CR-13		HQ	100		99			
25					CR-14		HQ	100		97			
26	85												
27	90	101.36 27.29	Fin du forage.										
28													
29	95												
30													
31	100												
32	105												
33													
34	110												
35	115												
36													

Nom du consultant :

WSP

Nom du client :

Énergie et Ressources naturelles

Québec

Page 1 de 2

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F28

Nom du projet :

Restauration de l'ancien site minier St Lawrence Colombium, OKA

Nom du requérant :

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)

Localisation civile :

Rang Sainte-Sophie, OKA, Québec

Entrepreneur en forage :

Succession Forage George Downing Ltée.

Type de forage :

Tarière et tubage

Diamètre du forage :

200mm

Préparé par :

Inclinaison :

90

Azimut :

Diamètre du carottier :

HQ

Vérifié par :

Coordonnées géodésiques (m)

X :

263,347.3

MTM Zone 8 (NAD83)

Y :

5,040,559.0

Z :

119.18

No. de projet :

201-00652-00

No. plan de localisation :

ANNEXE B

Date du début du sondage :

2020-10-22

Profondeur du sondage :

10.90 m

TYPE D'ÉCHANTILLON

ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON

COMPACITÉ et INDICE "N"

INDICE DE QUALITÉ DU ROC

SYMBOLES

CF Cuillère fendue

CR Échantillon par forage au diamant

EM Manuel

TA Tarière

TT Tube transparent

TS Tube shelby

Remanié

Intact

Perdu

Forage au diamant

Très lâche

Lâche

Compact

Dense

Très dense

0-4

4-10

10-30

30-50

>50

% RQD

<25

25-50

50-75

75-90

90-100

QUALIFICATIF

Très mauvais

Mauvais

Moyen

Bon

Excellent

N: Indice de pénétration standard

R: Refus (N > 100)

PM: Poids du marteau / 61 cm

% RQD = Σ Carottes > 4 po. (10 cm)

Longueur forée

TERMINOLOGIE

CLASSIFICATION DES SOLS

CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)

NIVEAU D'EAU

INSTALLATION

"traces"

"un peu"

adjectif (...eux)

"et"

1-10%

10-20%

20-35%

35-50%

Argile

Silt

Sable

Gravier

Cailloux

Blocs

< 0,002 mm

0,002 à 0,080 mm

0,080 à 5 mm

5 à 80 mm

80 à 300 mm

> 300 mm

Très molle

Molle

Ferme

Raide

Très raide

Dure

<12 kPa

12-25 kPa

25-50 kPa

50-100 kPa

100-200 kPa

>200 kPa

Date:

Prof. (m):

Piézo

Date

Prof*(m)

Niveau (m)

A

2021-02-19

7.33

112.73

*Prof. mesurée à partir du haut du tube de PVC

PROFONDEUR (m)

PROFONDEUR (pi)

NIVEAU (m) / PROFONDEUR

STRATIGRAPHIE

DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC

SYMBOLES

TYPE - NO

SOUS - ÉCH.

ÉTAT et CALIBRE

RÉCUPÉRATION (%)

COV (ppm)

N, Nc ou RQD

COUPS / 15 cm

GRAPHIQUE

ESSAIS

119.18

0.00

118.97

0.21

117.56

1.62

1

5

2

3

4

5

6

7

25

Niveau

Terre végétale, brune, humide.

Remblai :

Silt sableux, un peu de gravier, traces d'argile, brun-gris, humide, très dense. Présence de cailloux et blocs.

Présence de stériles miniers altérés.

Socle rocheux :

Carbonatite, gris, frais, grains fins, présence de grains grossiers (brèchique), peu poreux, bonne qualité.

CF-1

A

B

92

R

2-50 /pour 10 cm

CF-2

A

B

100

R

29-50 /pour 2 cm

CF-3

B

0

R

50 /pour 2 cm

CR-4

HQ

100

77

20 40 60 80

AG Analyse granulométrique

AC Analyse chimique

W_L Limite liquide

W_P Limite plastique

W_N Teneur en eau

Cur Cisaillement non drainé

Cur Cisaillement remanié

U_p Préconsolidation

Comp Compression uniaxiale sur carotte de roc

Dup Éch. duplicata prélevé

2021-02-19

AC

Remarque(s) : L'altération se présente sous forme des particules blanche d'un diamètre inférieur à 5 mm.

Date de production : 2021-03-29







RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F28

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS							GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		AG Analyse granulométrique AC Analyse chimique W _L Limite liquide W _p Limite plastique W _N Teneur en eau C _u Cisaillement non drainé C _{ur} Cisaillement remanié σ _p Préconsolidation U _p Compression uniaxiale sur carotte de roc Dup Ech. duplicata prélevé
9	30												
10													
11	35	108.28 10.90	Fin du forage.										
12	40												
13													
14	45												
15	50												
16													
17	55												
18													
19	60												
20	65												
21	70												
22													

Nom du projet :	Restauration de l'ancien site minier St Lawrence Colombium, OKA		Coordonnées géodésiques (m)	X :	263,339.7
Nom du requérant :	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)		MTM Zone 8 (NAD83)	Y :	5,040,527.1
Localisation civile :	Rang Sainte-Sophie, OKA, Québec			Z :	121.36
Entrepreneur en forage :	Succession Forage George Downing Ltée.	Inclinaison :	90	No. de projet :	201-00652-00
Type de forage :	Tarière et tubage	Azimut :		No. plan de localisation :	ANNEXE B
Diamètre du forage :	200 mm	Diamètre du carottier :	NQ	Date du début du sondage :	2020-10-22
Préparé par :		Vérifié par :		Profondeur du sondage :	14.10 m

TYPE D'ÉCHANTILLON		ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON		COMPACITÉ et INDICE "N"		INDICE DE QUALITÉ DU ROC		SYMBOLES	
CF Cuillère fendue		Remanié		Très lâche	0-4	% RQD	QUALIFICATIF	N: Indice de pénétration standard	
CR Échantillon par forage au diamant		Intact		Lâche	4-10	<25	Très mauvais	R: Refus (N > 100)	
EM Manuel		Perdu		Compact	10-30	25-50	Mauvais	PM: Poids du marteau / 61 cm	
TA Tarière				Dense	30-50	50-75	Moyen	% RQD = $\frac{\Sigma \text{Carottes} > 4 \text{ po. (10 cm)}}{\text{Longueur forée}}$	
TT Tube transparent		Forage au diamant		Très dense	>50	75-90	Bon		
TS Tube shelby						90-100	Excellent		
TERMINOLOGIE		CLASSIFICATION DES SOLS		CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)		NIVEAU D'EAU		INSTALLATION	
"traces"	1-10%	Argile	< 0,002 mm	Très molle	<12 kPa	Date:		Piézo	Date
"un peu"	10-20%	Silt	0,002 à 0,080 mm	Molle	12-25 kPa		A	2021-02-19	7.77
adjectif (...eux)	20-35%	Sable	0,080 à 5 mm	Ferme	25-50 kPa				
"et"	35-50%	Gravier	5 à 80 mm	Raide	50-100 kPa				
		Cailloux	80 à 300 mm	Très raide	100-200 kPa		Prof. (m):		
		Blocs	> 300 mm	Dure	>200 kPa				
						*Prof. mesurée à partir du haut du tube de PVC			

[illegible]

Remarque(s) : **L'altération se présente sous forme des particules blanche d'un diamètre inférieur à 5 mm.**

NSP FR Log COV.stv







RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F29

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		AG Analyse granulométrique AC Analyse chimique W _L Limite liquide W _p Limite plastique W _N Teneur en eau C _u Cisaillement non drainé C _{ur} Cisaillement remanié U _p Préconsolidation Dup Ech. duplicata prélevé
		8.03	Devenant de bonne qualité.										
9	30				CR-14		NQ	100		78			
		111.86 9.50	Devenant d'excellente qualité.										
10					CR-15		NQ	100		93			
11	35												
12	40				CR-16		NQ	100		100			
13													
14	45				CR-17		NQ	10		93			
		107.26 14.10	Fin du forage.										
15	50												
16													
17	55												
18													
19	60												
20	65												
21	70												
22													

Nom du projet :	Restauration de l'ancien site minier St Lawrence Colombium, OKA		Coordonnées géodésiques (m)	X :	263,368.6
Nom du requérant :	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)		MTM Zone 8 (NAD83)	Y :	5,040,569.4
Localisation civile :	Rang Sainte-Sophie, OKA, Québec			Z :	120.33
Entrepreneur en forage :	Succession Forage George Downing Ltée.	Inclinaison :	90	No. de projet :	201-00652-00
Type de forage :	Tarière et tubage	Azimut :		No. plan de localisation :	
Diamètre du forage :	200 mm	Diamètre du carottier :	NQ	Date du début du sondage :	2020-10-23
Préparé par :		Vérifié par :		Profondeur du sondage :	9.49 m

TYPE D'ÉCHANTILLON		ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON	COMPACITÉ et INDICE "N"	INDICE DE QUALITÉ DU ROC	SYMBOLES
CF	Cuillère fendue	Remanié 	Très lâche 0-4	% RQD	N: Indice de pénétration standard
CR	Échantillon par forage au diamant	Intact 	Lâche 4-10	<25	R: Refus (N > 100)
EM	Manuel	Perdu 	Compact 10-30	25-50	Mauvais
TA	Tarière	Forage au diamant 	Dense 30-50	50-75	Moyen
TT	Tube transparent		Très dense >50	75-90	Bon
TS	Tube shelly			90-100	Excellent

PM: Poids du marteau / 61 cm

% RQD = Σ Carottes > 4 po. (10 cm)

Longueur forée

TERMINOLOGIE	CLASSIFICATION DES SOLS		CONSISTANCE et RÉSISTANCE au CISAILEMENT (Cu)	NIVEAU D'EAU	INSTALLATION			
"traces"	1-10%	Argile	< 0,002 mm		Piézo	Date	Prof*(m)	Niveau (m)
"un peu"	10-20%	Silt	0,002 à 0,080 mm		A	2021-02-19	7.02	114.11
adjectif (...eux)	20-35%	Sable	0,080 à 5 mm					
"et"	35-50%	Gravier	5 à 80 mm	Date:				
		Cailloux	80 à 300 mm	Prof.				
		Blocs	> 300 mm	(m):				
								*Prof. mesurée à partir du haut du tube de PVC

[illegible]


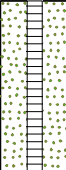
Remarque(s) : **L'altération se présente sous forme des particules blanche d'un diamètre inférieur à 5 mm.**

NSP FR Log COV.stv

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

20-F30

PROFONDEUR (m)	PROFONDEUR (pi)	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS							GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m) / PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE - NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT et CALIBRE	RÉCUPÉRATION (%)	COV (ppm)	N, Nc ou RQD	COUPS / 15 cm		AG Analyse granulométrique AC Analyse chimique W _L Limite liquide W _p Limite plastique W _N Teneur en eau C _u Cisaillement non drainé C _{ur} Cisaillement remanié σ _p Préconsolidation U _p Compression uniaxiale sur carotte de roc Dup Ech. duplicata prélevé
9	30	110.84	Devenant d'excellente qualité.		CR-9		NQ	100		100			
10		9.49	Fin du forage.										
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													

ANNEXE


4

NOTE TECHNIQUE SUR LES ESSAIS HYDROGÉOLOGIQUES EN FORAGE PAR LE SYSTÈME D'OBTURATEURS GONFLABLES (PACKER)



NOTE TECHNIQUE

DESTINATAIRE(S) : Madame Jeanne Lavoie-Deraspe, ing., M.Sc.A.
Monsieur Henrik Rasmussen, ing.
Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

COPIE :  WSP Canada Inc.

OBJET : Essais hydrogéologiques en forage par le système d'obturateurs gonflables (essais packer) - Caractérisation hydrogéologique – Ancien site minier St. Lawrence Columbium, Oka, Québec

N° DE PROJET : 201-00652-00

DATE : 1^{er} février 2023

1. ESSAIS HYDROGÉOLOGIQUES EN FORAGE PAR LE SYSTÈME D'OBTURATEURS GONFLABLES (ESSAIS PACKER)

Des essais hydrogéologiques avec obturateurs gonflables ont été réalisés dans le forage 20-F26 entre le 10 et le 21 septembre 2020 par le personnel de WSP Canada Inc. (WSP). Un total de 21 essais a ciblé 12 intervalles de test dont les longueurs et les profondeurs dépendaient de la qualité et de la nature du roc rencontré pendant le forage. Selon la perméabilité des zones testées, celles-ci sont soumises soit à un essai à charge variable seul, soit à un essai à charge variable suivi d'un essai à charge constante. Pour ces essais, des profondeurs entre 31,98 m et 81,74 m ont été testées.

Les sections suivantes résument le principe des essais Packer, les équipements utilisés et les résultats des essais.

1.1 PRINCIPE DES ESSAIS PACKER

Les essais hydrogéologiques en forage avec le système « obturateurs gonflables type Packer » ont été réalisés en cours de forage et de manière continue. Le but des essais est de déterminer la conductivité hydraulique des formations géologiques rencontrées.

L'approche des essais packer consistait à effectuer une série d'essais packer avec montage simple (figure 1-1), isolant le fond du trou de forage au fur et à mesure que le forage géotechnique progressait pour développer un profil des propriétés hydrauliques tout le long du forage. Douze (12) intervalles, dont les longueurs varient entre 1,51 m et 7,90 m, ont été isolés et testés. Pour la sélection de ces intervalles, des informations sur l'ouverture des joints et / ou les zones de faille / roche broyée / carotte de roche perdue / l'altération ont été recueillies à partir du journal géotechnique.

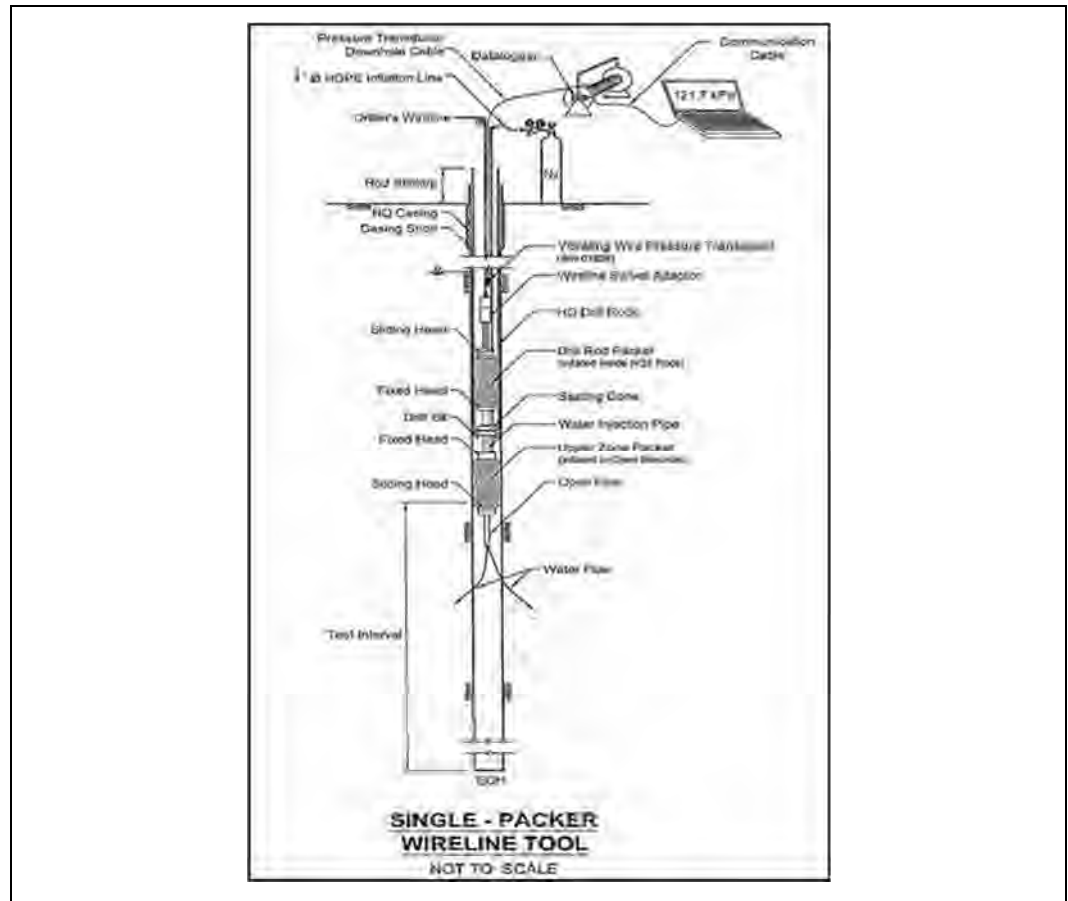


Figure 1 Assemblage Packer – simple

Au début d'un essai, une fois que les obturateurs sont à la profondeur voulue, le niveau statique de l'eau est mesuré avant que les obturateurs ne soient gonflés. L'intervalle de roc testé est isolé lorsque les obturateurs pneumatiques sont gonflés avec de l'azote à une pression variant de 266 psi à 330 psi. Le gonflement des obturateurs crée une surpression dans l'intervalle, laquelle se dissipe plus ou moins lentement selon la perméabilité du roc. Après un temps d'attente, la pression hydraulique naturelle (H_0) est atteinte et les essais d'injection débutent.

Deux types d'essais avec obturateurs gonflables, l'essai à charge variable et l'essai à charge constante ont été effectués :

- Les essais à charge variable ont été effectués en gonflant le système d'obturateur, en remplissant le trou avec de l'eau et en mesurant la baisse du niveau d'eau dans le temps. Le niveau d'eau (tête d'eau) dans le forage a été mesuré en utilisant une sonde à pression Mini-Troll placée dans l'intervalle testé. Le suivi de la variation du niveau d'eau dans le temps a été assuré par une sonde à niveau d'eau et un chronomètre qui permettait de contrôler le temps du retour du niveau à la normale, c.-à-d. à sa position initiale avant injection d'eau. Si ce retour s'effectue à moins d'une demi-heure on procédait à l'essai à charge constante, car tout indiquait que notre zone testée est très perméable. Les données des essais à charge variables ont été interprétées en utilisant la méthode de Hvorslev (Hvorslev, 1951).

- Les essais à charge constante sont réalisés par palier de pressions croissantes puis décroissantes. Ces essais ont été effectués en maintenant une pression d'eau dans les tiges de forage et en mesurant le débit produit. Le temps pour chaque palier a varié entre 5 et 10 minutes suivant la stabilisation du débit d'injection. La pression produite dans l'intervalle d'essai a été surveillée en utilisant la sonde à pression Mini-Troll placée dans cet intervalle. À la fin de l'application du dernier palier de pression, la valve d'injection d'eau est fermée afin de permettre à la pression appliquée de se dissiper. Le temps nécessaire à la dissipation de la pression est grandement influencé par la perméabilité du roc. Les données de l'essai à charge constante ont été interprétées en utilisant la méthode de Hvorslev (Hvorslev, 1951).

Lors des essais, les obturateurs doivent être gonflés à une pression donnée qui dépend des caractéristiques physiques des obturateurs, de la profondeur de l'essai et du diamètre du forage. Cette pression est égale à 250 psi, qui est la pression de travail du système d'obturateurs utilisé et à laquelle il faut ajouter la pression hydrostatique (pression induite par la colonne d'eau au-dessus de l'obturateur supérieur) afin d'assurer une bonne étanchéité.

1.2 ÉQUIPEMENTS UTILISÉS

Pour réaliser les essais Packer, l'appareillage utilisé comprend :

- un système de deux obturateurs dans le cas d'un montage simple en cours de forage. Les obturateurs ont une longueur de 1 m chacun. Le système est dilaté par injection d'azote sous pression;
- un dispositif d'injection d'eau avec pompe;
- un système de mesure avec compteur volumétrique, et un capteur de pression de l'eau injectée;
- une sonde (Minitroll) dans la zone de test pour capter les pressions d'eau directement dans la zone de test;
- une sonde de niveau d'eau;
- un chronomètre;
- une bonbonne d'azote.

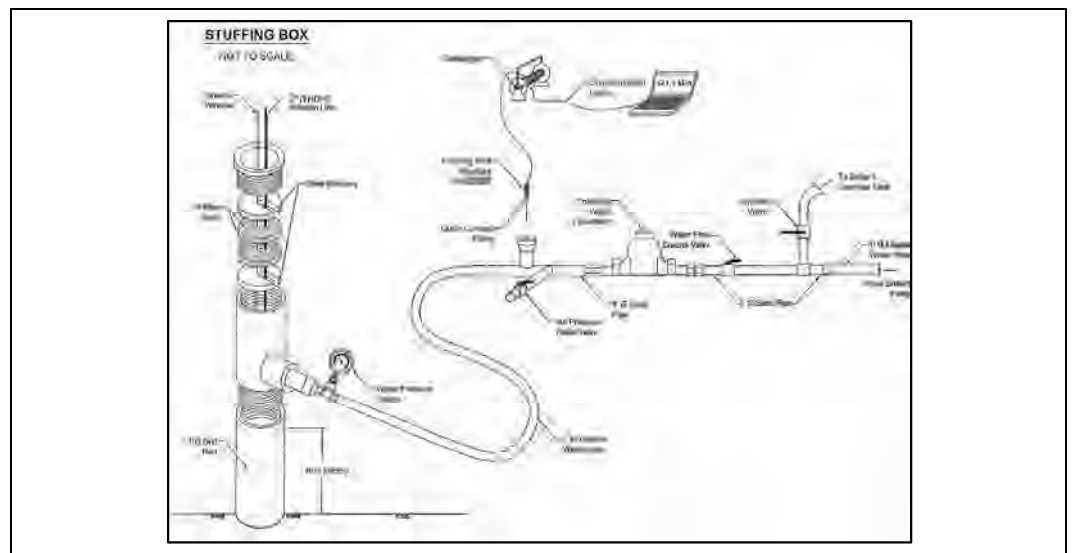


Figure 1 Équipements en surface - Essais avec obturateurs gonflables

1.3 RÉSULTATS DES ESSAIS PACKER

Les valeurs de conductivité hydraulique ont été évaluées pour chaque intervalle à partir des essais à charge variable ou à partir des essais à charge variable et à charge constante. Pour un intervalle donné, quand deux conductivités hydrauliques étaient calculées (c.-à-d.. une à partir d'un essai à charge variable et une à partir de l'essai à charge constante), la conductivité hydraulique la plus grande est jugée la plus conservatrice. Les résultats de ces essais ont permis d'évaluer des conductivités hydrauliques moyennes variant de $2,4 \times 10^{-07}$ m/s à $4,1 \times 10^{-09}$ m/s pour les horizons ciblés. Le sommaire des résultats est présenté au tableau 1 et les interprétations sont présentées à l'annexe A.

Tableau 1 Valeurs de conductivité hydraulique obtenues par des essais à charge variable et des essais à charge constante

N° essai	Profondeur intervalle (m)		Longueur intervalle (m)	Lithologie	Niveau d'eau/ sol (m)	Conductivité hydraulique (m/s)			
	Sommet	Fond				Charge variable	Lecture manomètre	Lecture sonde	Moy. géom.
1	31,98	35,00	3,02	Carbonatite	20,24	4,4E-08	-	-	4,4E-08
2	36,62	38,13	1,51	Carbonatite	20,04	1,3E-07	1,0E-08	1,3E-08	2,6E-08
3	39,10	41,15	2,05	Carbonatite / Grès Qz	19,86	5,3E-07	5,2E-08	5,2E-08	1,1E-07
4	40,78	47,16	6,38	Grès Quartzitique	19,84	4,1E-09	-	-	4,1E-09
5	46,84	54,74	7,90	Grès Quartzitique	25,69	3,2E-07	3,8E-08	3,9E-08	7,8E-08
6	54,40	57,74	3,34	Intrusion / Grès	23,94	7,2E-07	7,6E-08	8,4E-08	1,7E-07
7	54,40	57,73	3,33	Intrusion / Grès	22,24	6,6E-07	1,0E-07	1,1E-07	1,9E-07
8	60,58	63,76	3,18	Intrusion / Grès	22,24	2,8E-06	6,6E-08	7,0E-08	2,3E-07
9	63,44	68,30	4,86	Grès Quartzitique	22,03	5,5E-07	1,4E-08	1,5E-08	4,9E-08
10	67,99	72,85	4,86	Intrusion bréchique	22,14	5,4E-08	-	-	5,4E-08
11	72,54	77,24	4,70	Intrusion bréchique	20,48	2,4E-07	2,4E-07	2,4E-07	2,4E-07
12	77,19	81,74	4,55	Intrusion bréchique	21,32	8,8E-07	7,8E-09	8,1E-09	3,8E-08

L'intervalle des valeurs obtenues lors des essais avec obturateurs pneumatiques montre une variation de la conductivité hydraulique avec une zone légèrement plus perméable ($1,1 \times 10^{-7}$ m/s) au contact entre la carbonatite et le grès quartzitique qui avait été identifiée comme une zone de fracture avec faille possible. L'intrusion bréchique identifiée entre 54,40 et 63,76 m de profondeur a également montré une plus grande perméabilité que l'unité de carbonatite et de grès quartzitique sus-jacente, avec une conductivité hydraulique moyenne de $2,0 \times 10^{-7}$ m/s. La portion de l'intrusion bréchique montrant de la pyritique entre 72,54 et 77,24 m de profondeur, a également montré une conductivité plus élevée ($2,4 \times 10^{-7}$ m/s).



De manière générale, la carbonatite en surface et le grès quartzitique montrent des conductivités hydrauliques plus faibles, variant de $2,6 \times 10^{-8}$ à $5,4 \times 10^{-8}$ m/s. Malgré le relevé de plusieurs fractures au fond du forage, la conductivité hydraulique relevée entre 77,19 et 81,74 m de profondeur est plus faible, avec une valeur moyenne de $3,8 \times 10^{-8}$ m/s.

Préparé par :

53-54

Révisé par :


53-54

p. j. Annexe



ANNEXE 1

ESSAIS À CHARGE VARIABLE ET À CHARGE CONSTANTE

	Variable Head Test Interpretation (Hvorslev's Method)		
	Client Name: MERN Project : Restauration de l'ancien si Project Number: 201-00652-00	Drillhole/Test: 20-F26_essai1 (31,98 à 35 Test Interval: 31,98 m to 35 m Test Date: 2020-09-10	

Field Data:

Test Type	Falling head test	
r - Rod inner radius (m)	0.044	
R - Borehole radius (m)	0.048	
L - Test interval length (m)	3.02	Along hole axis

Parameters for Interpretation:

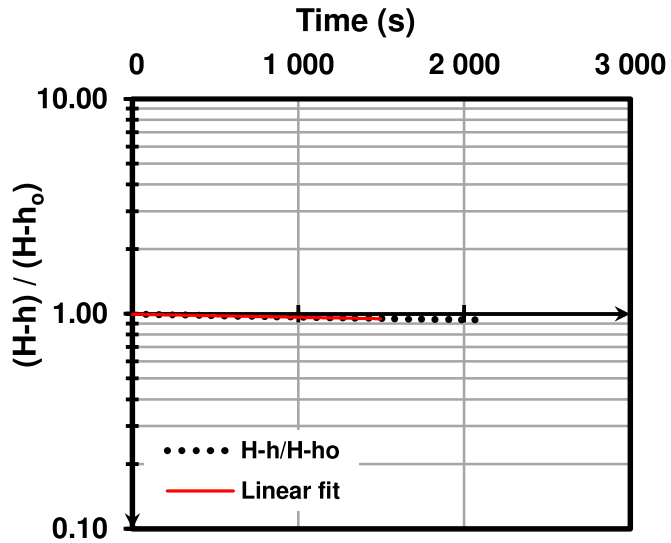
Logger used for interpretation	MiniTroll	
Logging frequency (s)	2	
H - Vertical depth to static groundwater level (m)	20.24	(Estimated from RST and MT data sheets)
Aquifer type	Confined aquifer	
Line fit starts / ends at data point	1 / 750	Min 1 to Max 1066
Line fit starts / ends at time (s)	1 / 500	

Results:


To - (s)	30702.97	
R ² - Coefficient of determination	0.993	
$K = \frac{r^2 \ln(L/R)}{2 \cdot L \cdot T_o}$		
	where: $T_o = \frac{(y-b)}{m}$	

K - Hydraulic conductivity:
4.4E-08 m/s

Spreadsheet Template Version 1.9



Interpreted by: 53-54	Date: 2021-04-27	
Verified by: 53-54	Date: 2021-04-27	

	Variable Head Test Interpretation (Hvorslev's Method)		
	Client Name: MERN Project : Restauration de l'ancien si Project Number: 201-00652-00	Drillhole/Test: 20-F26_essai2 (36,62 à 38,13 m) Test Interval: 36,62 m to 38,13 m Test Date: 2020-09-11	

Field Data:

Test Type	Falling head test	
r - Rod inner radius (m)	0.030	
R - Borehole radius (m)	0.038	
L - Test interval length (m)	1.51	Along hole axis

Parameters for Interpretation:

Logger used for interpretation	MiniTroll	
Logging frequency (s)	2	
H - Vertical depth to static groundwater level (m)	20.04	(Estimated from RST and MT data sheets)
Aquifer type	Confined aquifer	
Line fit starts / ends at data point	1 / 1150	Min 1 to Max 1688
Line fit starts / ends at time (s)	1 / 800	

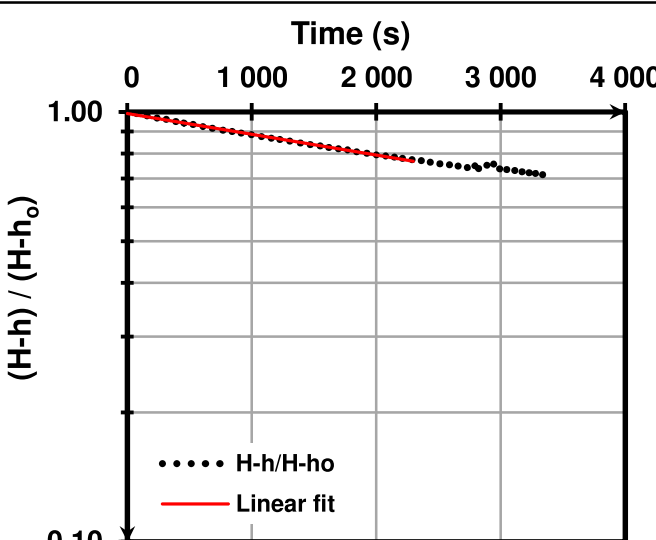
Results:


To - (s)	8864.83	
R ² - Coefficient of determination	0.998	
$K = \frac{r^2 \ln(L/R)}{2 \cdot L \cdot T_o}$	where: $T_o = \frac{(y-b)}{m}$	

K - Hydraulic conductivity: 1.3E-07 m/s

Interpreted by: _____
Date: 2021-04-27

Verified by: 53-54 _____
Date: 2021-04-27



	Variable Head Test Interpretation (Hvorslev's Method)		
	Client Name: MERN Project : Restauration de l'ancien si Project Number: 201-00652-00	Drillhole/Test: 20-F26_essai3 (39,10 à 4 Test Interval: 39,1 m to 41,15 m Test Date: 2020-09-14	

Field Data:

Test Type	Falling head test	
r - Rod inner radius (m)	0.030	
R - Borehole radius (m)	0.038	
L - Test interval length (m)	2.05	Along hole axis

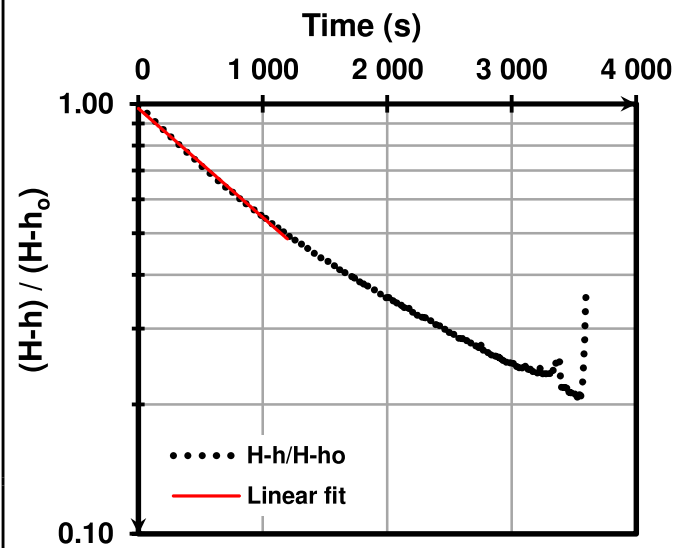
Parameters for Interpretation:

Logger used for interpretation	MiniTroll	
Logging frequency (s)	2	
H - Vertical depth to static groundwater level (m)	19.86	(Estimated from RST and MT data sheets)
Aquifer type	Confined aquifer	
Line fit starts / ends at data point	1 / 600	Min 1 to Max 1800
Line fit starts / ends at time (s)	1 / 100	

Results:

To - (s)	1661.60	
R ² - Coefficient of determination	0.997	
$K = \frac{r^2 \ln(L/R)}{2 \cdot L \cdot T_o}$		
	where: $T_o = \frac{(y-b)}{m}$	

K - Hydraulic conductivity: 5.3E-07 m/s



Spreadsheet Template Version 1.9

Interpreted by:		Date: 2021-04-27
Verified by:	53-54	Date: 2021-04-27

<div style="display: inline-block; vertical-align: middle; text-align: left; padding-left: 10px;"> Variable Head Test Interpretation (Hvorslev's Method) </div>																			
Client Name: MERN Project : Restauration de l'ancien si Project Number: 201-00652-00	Drillhole/Test: 20-F26_essai4 (40,78 à 4 Test Interval: 40,78 m to 47,16 m Test Date: 2020-09-14																		
Field Data: <table style="width: 100%; margin-top: 20px;"> <tr> <td style="width: 30%;">Test Type</td> <td style="width: 30%; text-align: center;">Falling head test</td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td>r - Rod inner radius (m)</td> <td style="text-align: center;">0.030</td> <td></td> </tr> <tr> <td>R - Borehole radius (m)</td> <td style="text-align: center;">0.038</td> <td></td> </tr> <tr> <td>L - Test interval length (m)</td> <td style="text-align: center;">6.38</td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;"><i>Along hole axis</i></td> </tr> </table>		Test Type	Falling head test		r - Rod inner radius (m)	0.030		R - Borehole radius (m)	0.038		L - Test interval length (m)	6.38	<i>Along hole axis</i>						
Test Type	Falling head test																		
r - Rod inner radius (m)	0.030																		
R - Borehole radius (m)	0.038																		
L - Test interval length (m)	6.38	<i>Along hole axis</i>																	
Parameters for Interpretation: <table style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 40%;">Logger used for interpretation</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">MiniTroll</td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td>Logging frequency (s)</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>H - Vertical depth to static groundwater level (m)</td> <td style="text-align: center;">19.84</td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;"><i>(Estimated from RST and MT data sheets)</i></td> </tr> <tr> <td>Aquifer type</td> <td style="text-align: center;">Confined aquifer</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Line fit starts / ends at data point</td> <td style="text-align: center;">2 / 1300</td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;"><i>Min 1 to Max 1632</i></td> </tr> <tr> <td>Line fit starts / ends at time (s)</td> <td style="text-align: center;">1 / 600</td> <td></td> </tr> </table>		Logger used for interpretation	MiniTroll		Logging frequency (s)	2		H - Vertical depth to static groundwater level (m)	19.84	<i>(Estimated from RST and MT data sheets)</i>	Aquifer type	Confined aquifer		Line fit starts / ends at data point	2 / 1300	<i>Min 1 to Max 1632</i>	Line fit starts / ends at time (s)	1 / 600	
Logger used for interpretation	MiniTroll																		
Logging frequency (s)	2																		
H - Vertical depth to static groundwater level (m)	19.84	<i>(Estimated from RST and MT data sheets)</i>																	
Aquifer type	Confined aquifer																		
Line fit starts / ends at data point	2 / 1300	<i>Min 1 to Max 1632</i>																	
Line fit starts / ends at time (s)	1 / 600																		
Results: <table style="width: 100%; margin-top: 20px;"> <tr> <td style="width: 30%;">To - (s)</td> <td style="width: 30%; text-align: center;">89142.18</td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td>R² - Coefficient of determination</td> <td style="text-align: center;">0.988</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="padding-top: 10px;"> $K = \frac{r^2 \ln(L/R)}{2 \cdot L \cdot T_o}$ </td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="padding-top: 10px;"> where: $T_o = \frac{(y-b)}{m}$ </td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center; padding-top: 20px;"> <div style="background-color: black; color: white; padding: 5px; display: inline-block;"> K - Hydraulic conductivity: 4.1E-09 m/s </div> </td> </tr> </table>	To - (s)	89142.18		R ² - Coefficient of determination	0.988		$K = \frac{r^2 \ln(L/R)}{2 \cdot L \cdot T_o}$			where: $T_o = \frac{(y-b)}{m}$			<div style="background-color: black; color: white; padding: 5px; display: inline-block;"> K - Hydraulic conductivity: 4.1E-09 m/s </div>			<div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;">Time (s)</div> <div style="margin-top: 10px;"> <p>..... H-h/H-ho</p> <p>— Linear fit</p> </div>			
To - (s)	89142.18																		
R ² - Coefficient of determination	0.988																		
$K = \frac{r^2 \ln(L/R)}{2 \cdot L \cdot T_o}$																			
where: $T_o = \frac{(y-b)}{m}$																			
<div style="background-color: black; color: white; padding: 5px; display: inline-block;"> K - Hydraulic conductivity: 4.1E-09 m/s </div>																			
<small>Spreadsheet Template Version 1.9</small>																			
Interpreted by: 53-54	Date: 2021-04-27																		
Verified by:	Date: 2021-04-27																		

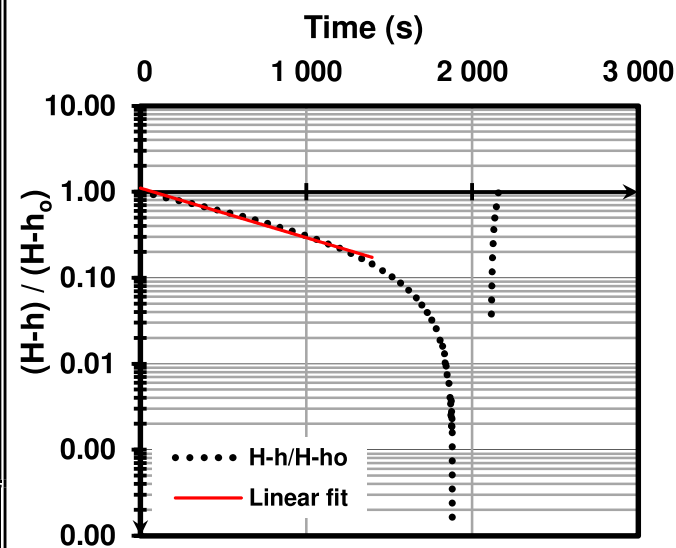
<div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> Variable Head Test Interpretation (Hvorslev's Method) </div>																			
Client Name: MERN Project : Restauration de l'ancien si Project Number: 201-00652-00	Drillhole/Test: 20-F26_essai5 (46,84 à 54,74 m) Test Interval: 46,84 m to 54,74 m Test Date: 2020-09-15																		
Field Data: <table style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 30%;">Test Type</td> <td style="width: 30%; text-align: center;">Falling head test</td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td>r - Rod inner radius (m)</td> <td style="text-align: center;">0.030</td> <td></td> </tr> <tr> <td>R - Borehole radius (m)</td> <td style="text-align: center;">0.038</td> <td></td> </tr> <tr> <td>L - Test interval length (m)</td> <td style="text-align: center;">7.90</td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;"><i>Along hole axis</i></td> </tr> </table>		Test Type	Falling head test		r - Rod inner radius (m)	0.030		R - Borehole radius (m)	0.038		L - Test interval length (m)	7.90	<i>Along hole axis</i>						
Test Type	Falling head test																		
r - Rod inner radius (m)	0.030																		
R - Borehole radius (m)	0.038																		
L - Test interval length (m)	7.90	<i>Along hole axis</i>																	
Parameters for Interpretation: <table style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 40%;">Logger used for interpretation</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">MiniTroll</td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td>Logging frequency (s)</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>H - Vertical depth to static groundwater level (m)</td> <td style="text-align: center;">25.69</td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;"><i>(Estimated from RST and MT data sheets)</i></td> </tr> <tr> <td>Aquifer type</td> <td style="text-align: center;">Confined aquifer</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Line fit starts / ends at data point</td> <td style="text-align: center;">1 / 1000</td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;"><i>Min 1 to Max 1833</i></td> </tr> <tr> <td>Line fit starts / ends at time (s)</td> <td style="text-align: center;">1 / 1000</td> <td></td> </tr> </table>		Logger used for interpretation	MiniTroll		Logging frequency (s)	2		H - Vertical depth to static groundwater level (m)	25.69	<i>(Estimated from RST and MT data sheets)</i>	Aquifer type	Confined aquifer		Line fit starts / ends at data point	1 / 1000	<i>Min 1 to Max 1833</i>	Line fit starts / ends at time (s)	1 / 1000	
Logger used for interpretation	MiniTroll																		
Logging frequency (s)	2																		
H - Vertical depth to static groundwater level (m)	25.69	<i>(Estimated from RST and MT data sheets)</i>																	
Aquifer type	Confined aquifer																		
Line fit starts / ends at data point	1 / 1000	<i>Min 1 to Max 1833</i>																	
Line fit starts / ends at time (s)	1 / 1000																		
Results: <table style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 30%;">To - (s)</td> <td style="width: 30%; text-align: center;">955.62</td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td>R² - Coefficient of determination</td> <td style="text-align: center;">0.995</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="padding-top: 10px;"> $K = \frac{r^2 \ln(L/R)}{2 \cdot L \cdot T_o}$ <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div> K - Hydraulic conductivity: </div> <div> 3.2E-07 m/s </div> </div> </td> </tr> </table>	To - (s)	955.62		R ² - Coefficient of determination	0.995		$K = \frac{r^2 \ln(L/R)}{2 \cdot L \cdot T_o}$ <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div> K - Hydraulic conductivity: </div> <div> 3.2E-07 m/s </div> </div>												
To - (s)	955.62																		
R ² - Coefficient of determination	0.995																		
$K = \frac{r^2 \ln(L/R)}{2 \cdot L \cdot T_o}$ <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div> K - Hydraulic conductivity: </div> <div> 3.2E-07 m/s </div> </div>																			
<small>Spreadsheet Template Version 1.9</small>																			
Interpreted by: 53-54	Date: 2021-04-27																		
Verified by:	Date: 2021-04-27																		

<div style="display: inline-block; vertical-align: middle; text-align: left; padding-left: 10px;"> Variable Head Test Interpretation (Hvorslev's Method) </div>																			
Client Name: MERN Project : Restauration de l'ancien si Project Number: 201-00652-00	Drillhole/Test: 20-F26_essai6 (54,40 à 5 Test Interval: 54,4 m to 57,73 m Test Date: 2020-09-15																		
Field Data: <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Test Type</td> <td style="width: 30%; text-align: center;">Falling head test</td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td>r - Rod inner radius (m)</td> <td style="text-align: center;">0.030</td> <td></td> </tr> <tr> <td>R - Borehole radius (m)</td> <td style="text-align: center;">0.038</td> <td></td> </tr> <tr> <td>L - Test interval length (m)</td> <td style="text-align: center;">3.33</td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;"><i>Along hole axis</i></td> </tr> </table>		Test Type	Falling head test		r - Rod inner radius (m)	0.030		R - Borehole radius (m)	0.038		L - Test interval length (m)	3.33	<i>Along hole axis</i>						
Test Type	Falling head test																		
r - Rod inner radius (m)	0.030																		
R - Borehole radius (m)	0.038																		
L - Test interval length (m)	3.33	<i>Along hole axis</i>																	
Parameters for Interpretation: <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 40%;">Logger used for interpretation</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">MiniTroll</td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td>Logging frequency (s)</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>H - Vertical depth to static groundwater level (m)</td> <td style="text-align: center;">23.94</td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;"><i>(Estimated from RST and MT data sheets)</i></td> </tr> <tr> <td>Aquifer type</td> <td style="text-align: center;">Confined aquifer</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Line fit starts / ends at data point</td> <td style="text-align: center;">1 / 700</td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;"><i>Min 1 to Max 1002</i></td> </tr> <tr> <td>Line fit starts / ends at time (s)</td> <td style="text-align: center;">1 / 500</td> <td></td> </tr> </table>		Logger used for interpretation	MiniTroll		Logging frequency (s)	2		H - Vertical depth to static groundwater level (m)	23.94	<i>(Estimated from RST and MT data sheets)</i>	Aquifer type	Confined aquifer		Line fit starts / ends at data point	1 / 700	<i>Min 1 to Max 1002</i>	Line fit starts / ends at time (s)	1 / 500	
Logger used for interpretation	MiniTroll																		
Logging frequency (s)	2																		
H - Vertical depth to static groundwater level (m)	23.94	<i>(Estimated from RST and MT data sheets)</i>																	
Aquifer type	Confined aquifer																		
Line fit starts / ends at data point	1 / 700	<i>Min 1 to Max 1002</i>																	
Line fit starts / ends at time (s)	1 / 500																		
Results: <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">To - (s)</td> <td style="width: 30%; text-align: center;">852.74</td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td>R² - Coefficient of determination</td> <td style="text-align: center;">0.999</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="padding-top: 10px;"> $K = \frac{r^2 \ln(L/R)}{2 \cdot L \cdot T_o}$ <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div> K - Hydraulic conductivity: </div> <div style="text-align: center;"> 7.2E-07 m/s </div> </div> </td> </tr> </table>	To - (s)	852.74		R ² - Coefficient of determination	0.999		$K = \frac{r^2 \ln(L/R)}{2 \cdot L \cdot T_o}$ <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div> K - Hydraulic conductivity: </div> <div style="text-align: center;"> 7.2E-07 m/s </div> </div>												
To - (s)	852.74																		
R ² - Coefficient of determination	0.999																		
$K = \frac{r^2 \ln(L/R)}{2 \cdot L \cdot T_o}$ <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div> K - Hydraulic conductivity: </div> <div style="text-align: center;"> 7.2E-07 m/s </div> </div>																			
<small>Spreadsheet Template Version 1.9</small>																			
Interpreted by: 53-54	Date: 2021-04-27																		
Verified by:	Date: 2021-04-27																		

Variable Head Test Interpretation (Hvorslev's Method)																			
Client Name: MERN Project : Restauration de l'ancien si Project Number: 201-00652-00	Drillhole/Test: 20-F26_essai7 (57,73 à 61) Test Interval: 54,4 m to 57,73 m Test Date: 2020-09-16																		
Field Data: <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Test Type</td> <td style="width: 30%; text-align: center;">Falling head test</td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td>r - Rod inner radius (m)</td> <td style="text-align: center;">0.030</td> <td></td> </tr> <tr> <td>R - Borehole radius (m)</td> <td style="text-align: center;">0.038</td> <td></td> </tr> <tr> <td>L - Test interval length (m)</td> <td style="text-align: center;">3.33</td> <td style="text-align: right;">Along hole axis</td> </tr> </table>		Test Type	Falling head test		r - Rod inner radius (m)	0.030		R - Borehole radius (m)	0.038		L - Test interval length (m)	3.33	Along hole axis						
Test Type	Falling head test																		
r - Rod inner radius (m)	0.030																		
R - Borehole radius (m)	0.038																		
L - Test interval length (m)	3.33	Along hole axis																	
Parameters for Interpretation: <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 40%;">Logger used for interpretation</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">MiniTroll</td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td>Logging frequency (s)</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>H - Vertical depth to static groundwater level (m)</td> <td style="text-align: center;">22.24</td> <td style="text-align: right;">(Estimated from RST and MT data sheets)</td> </tr> <tr> <td>Aquifer type</td> <td style="text-align: center;">Confined aquifer</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Line fit starts / ends at data point</td> <td style="text-align: center;">1 / 1000</td> <td style="text-align: right;">Min 1 to Max 1292</td> </tr> <tr> <td>Line fit starts / ends at time (s)</td> <td style="text-align: center;">1 / 100</td> <td></td> </tr> </table>		Logger used for interpretation	MiniTroll		Logging frequency (s)	2		H - Vertical depth to static groundwater level (m)	22.24	(Estimated from RST and MT data sheets)	Aquifer type	Confined aquifer		Line fit starts / ends at data point	1 / 1000	Min 1 to Max 1292	Line fit starts / ends at time (s)	1 / 100	
Logger used for interpretation	MiniTroll																		
Logging frequency (s)	2																		
H - Vertical depth to static groundwater level (m)	22.24	(Estimated from RST and MT data sheets)																	
Aquifer type	Confined aquifer																		
Line fit starts / ends at data point	1 / 1000	Min 1 to Max 1292																	
Line fit starts / ends at time (s)	1 / 100																		
Results: <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">To - (s)</td> <td style="width: 30%; text-align: center;">921.96</td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td>R² - Coefficient of determination</td> <td style="text-align: center;">0.997</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> $K = \frac{r^2 \ln(L/R)}{2 \cdot L \cdot T_o}$ </td> <td style="text-align: center;"> where: $T_o = \frac{(y-b)}{m}$ </td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center; background-color: black; color: white; padding: 5px;"> K - Hydraulic conductivity: 6.6E-07 m/s </td> </tr> </table>	To - (s)	921.96		R ² - Coefficient of determination	0.997		$K = \frac{r^2 \ln(L/R)}{2 \cdot L \cdot T_o}$	where: $T_o = \frac{(y-b)}{m}$		K - Hydraulic conductivity: 6.6E-07 m/s									
To - (s)	921.96																		
R ² - Coefficient of determination	0.997																		
$K = \frac{r^2 \ln(L/R)}{2 \cdot L \cdot T_o}$	where: $T_o = \frac{(y-b)}{m}$																		
K - Hydraulic conductivity: 6.6E-07 m/s																			
<small>Spreadsheet Template Version 1.9</small>																			
Interpreted by: 53-54 _____ Date: 2021-04-27 Verified by: _____ Date: 2021-04-27																			

<div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> Variable Head Test Interpretation (Hvorslev's Method) </div>																			
Client Name: MERN Project : Restauration de l'ancien si Project Number: 201-00652-00	Drillhole/Test: 20-F26_essai8 (60,58 à 63,76 m) Test Interval: 60,58 m to 63,76 m Test Date: 2020-09-17																		
Field Data: <table style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 30%;">Test Type</td> <td style="width: 30%; text-align: center;">Falling head test</td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td>r - Rod inner radius (m)</td> <td style="text-align: center;">0.030</td> <td></td> </tr> <tr> <td>R - Borehole radius (m)</td> <td style="text-align: center;">0.038</td> <td></td> </tr> <tr> <td>L - Test interval length (m)</td> <td style="text-align: center;">3.18</td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;"><i>Along hole axis</i></td> </tr> </table>		Test Type	Falling head test		r - Rod inner radius (m)	0.030		R - Borehole radius (m)	0.038		L - Test interval length (m)	3.18	<i>Along hole axis</i>						
Test Type	Falling head test																		
r - Rod inner radius (m)	0.030																		
R - Borehole radius (m)	0.038																		
L - Test interval length (m)	3.18	<i>Along hole axis</i>																	
Parameters for Interpretation: <table style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 40%;">Logger used for interpretation</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">MiniTroll</td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td>Logging frequency (s)</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>H - Vertical depth to static groundwater level (m)</td> <td style="text-align: center;">22.44</td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;"><i>(Estimated from RST and MT data sheets)</i></td> </tr> <tr> <td>Aquifer type</td> <td style="text-align: center;">Confined aquifer</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Line fit starts / ends at data point</td> <td style="text-align: center;">1 / 200</td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;"><i>Min 1 to Max 1200</i></td> </tr> <tr> <td>Line fit starts / ends at time (s)</td> <td style="text-align: center;">1 / 100</td> <td></td> </tr> </table>		Logger used for interpretation	MiniTroll		Logging frequency (s)	2		H - Vertical depth to static groundwater level (m)	22.44	<i>(Estimated from RST and MT data sheets)</i>	Aquifer type	Confined aquifer		Line fit starts / ends at data point	1 / 200	<i>Min 1 to Max 1200</i>	Line fit starts / ends at time (s)	1 / 100	
Logger used for interpretation	MiniTroll																		
Logging frequency (s)	2																		
H - Vertical depth to static groundwater level (m)	22.44	<i>(Estimated from RST and MT data sheets)</i>																	
Aquifer type	Confined aquifer																		
Line fit starts / ends at data point	1 / 200	<i>Min 1 to Max 1200</i>																	
Line fit starts / ends at time (s)	1 / 100																		
Results: <table style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 30%;">To - (s)</td> <td style="width: 30%; text-align: center;">226.64</td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td>R² - Coefficient of determination</td> <td style="text-align: center;">0.982</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="padding-top: 10px;"> $K = \frac{r^2 \ln(L/R)}{2 * L * T_o}$ <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div> K - Hydraulic conductivity: </div> <div style="background-color: black; color: white; padding: 2px 10px; font-weight: bold;">2.8E-06 m/s</div> </div> </td> </tr> </table>	To - (s)	226.64		R ² - Coefficient of determination	0.982		$K = \frac{r^2 \ln(L/R)}{2 * L * T_o}$ <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div> K - Hydraulic conductivity: </div> <div style="background-color: black; color: white; padding: 2px 10px; font-weight: bold;">2.8E-06 m/s</div> </div>			<div style="text-align: center; margin-bottom: 5px;">Time (s)</div> <div style="margin-top: 10px;"> H-h/H-ho — Linear fit </div>									
To - (s)	226.64																		
R ² - Coefficient of determination	0.982																		
$K = \frac{r^2 \ln(L/R)}{2 * L * T_o}$ <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div> K - Hydraulic conductivity: </div> <div style="background-color: black; color: white; padding: 2px 10px; font-weight: bold;">2.8E-06 m/s</div> </div>																			
<small>Spreadsheet Template Version 1.9</small>																			
Interpreted by: 53-54 _____ Date: 2021-04-27 Verified by: _____ Date: 2021-04-27																			

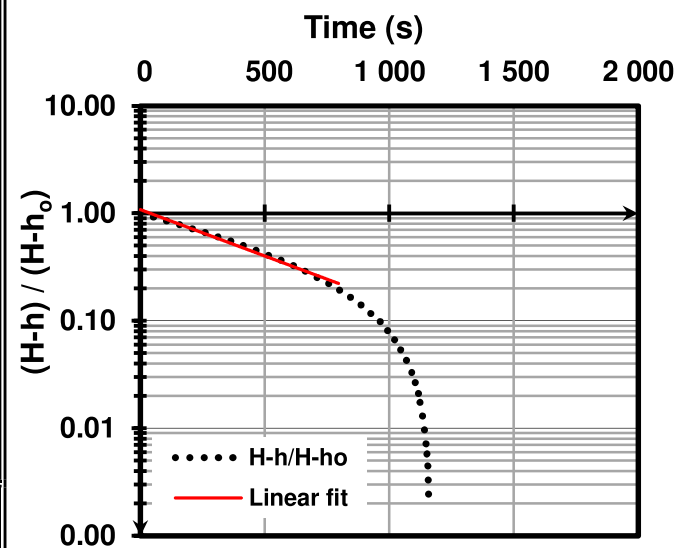
<div style="display: inline-block; vertical-align: middle; text-align: left; padding-left: 10px;"> Variable Head Test Interpretation (Hvorslev's Method) </div>	
Client Name: MERN Project : Restauration de l'ancien si Project Number: 201-00652-00	Drillhole/Test: 20-F26_essai9 (63,44 à 68,3 m) Test Interval: 63,44 m to 68,3 m Test Date: 2020-09-17
Field Data:	
Test Type	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 150px;">Falling head test</div>
r - Rod inner radius (m)	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px;">0.030</div>
R - Borehole radius (m)	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px;">0.038</div>
L - Test interval length (m)	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px;">4.86</div>
<i>Along hole axis</i>	
Parameters for Interpretation:	
Logger used for interpretation	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px;">MiniTroll</div>
Logging frequency (s)	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px;">2</div>
H - Vertical depth to static groundwater level (m)	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px;">22.03</div>
<i>(Estimated from RST and MT data sheets)</i>	
Aquifer type	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px;">Confined aquifer</div>
Line fit starts / ends at data point	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px;">1 / 700</div>
Line fit starts / ends at time (s)	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px;">1 / 100</div>
<i>Min 1 to Max 1081</i>	
Results:	
To - (s)	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px;">825.81</div>
R ² - Coefficient of determination	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px;">0.987</div>
$K = \frac{r^2 \ln(L/R)}{2 \cdot L \cdot T_o}$	where: $T_o = \frac{(y-b)}{m}$
<div style="background-color: black; color: white; padding: 5px; display: inline-block;"> K - Hydraulic conductivity: 5.5E-07 m/s </div>	
<i>Spreadsheet Template Version 1.9</i>	
Interpreted by: <div style="background-color: #cccccc; width: 50px; height: 20px; display: inline-block;"></div>	Date: 2021-04-27
Verified by: <div style="background-color: #cccccc; width: 50px; height: 20px; display: inline-block;"></div>	Date: 2021-04-27



<div style="display: inline-block; vertical-align: middle; text-align: left; padding-left: 10px;"> Variable Head Test Interpretation (Hvorslev's Method) </div>																			
Client Name: MERN Project : Restauration de l'ancien si Project Number: 201-00652-00	Drillhole/Test: 20-F26_essai 10 (67,99 à Test Interval: 67,99 m to 72,85 m Test Date: 2020-09-18																		
Field Data: <table style="width: 100%; margin-top: 20px;"> <tr> <td style="width: 30%;">Test Type</td> <td style="width: 30%; text-align: center;">Falling head test</td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td>r - Rod inner radius (m)</td> <td style="text-align: center;">0.030</td> <td></td> </tr> <tr> <td>R - Borehole radius (m)</td> <td style="text-align: center;">0.038</td> <td></td> </tr> <tr> <td>L - Test interval length (m)</td> <td style="text-align: center;">4.86</td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;"><i>Along hole axis</i></td> </tr> </table>		Test Type	Falling head test		r - Rod inner radius (m)	0.030		R - Borehole radius (m)	0.038		L - Test interval length (m)	4.86	<i>Along hole axis</i>						
Test Type	Falling head test																		
r - Rod inner radius (m)	0.030																		
R - Borehole radius (m)	0.038																		
L - Test interval length (m)	4.86	<i>Along hole axis</i>																	
Parameters for Interpretation: <table style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 40%;">Logger used for interpretation</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">MiniTroll</td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td>Logging frequency (s)</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>H - Vertical depth to static groundwater level (m)</td> <td style="text-align: center;">22.14</td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;"><i>(Estimated from RST and MT data sheets)</i></td> </tr> <tr> <td>Aquifer type</td> <td style="text-align: center;">Confined aquifer</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Line fit starts / ends at data point</td> <td style="text-align: center;">1 / 1000</td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;"><i>Min 1 to Max 1610</i></td> </tr> <tr> <td>Line fit starts / ends at time (s)</td> <td style="text-align: center;">1 / 100</td> <td></td> </tr> </table>		Logger used for interpretation	MiniTroll		Logging frequency (s)	2		H - Vertical depth to static groundwater level (m)	22.14	<i>(Estimated from RST and MT data sheets)</i>	Aquifer type	Confined aquifer		Line fit starts / ends at data point	1 / 1000	<i>Min 1 to Max 1610</i>	Line fit starts / ends at time (s)	1 / 100	
Logger used for interpretation	MiniTroll																		
Logging frequency (s)	2																		
H - Vertical depth to static groundwater level (m)	22.14	<i>(Estimated from RST and MT data sheets)</i>																	
Aquifer type	Confined aquifer																		
Line fit starts / ends at data point	1 / 1000	<i>Min 1 to Max 1610</i>																	
Line fit starts / ends at time (s)	1 / 100																		
Results: <table style="width: 100%; margin-top: 20px;"> <tr> <td style="width: 30%;">To - (s)</td> <td style="width: 30%; text-align: center;">8380.67</td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td>R² - Coefficient of determination</td> <td style="text-align: center;">1.000</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="padding-top: 10px;"> $K = \frac{r^2 \ln(L/R)}{2 \cdot L \cdot T_o}$ </td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="padding-top: 10px;"> where: $T_o = \frac{(y-b)}{m}$ </td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center; background-color: black; color: white; padding: 10px; margin-top: 10px;"> K - Hydraulic conductivity: 5.4E-08 m/s </td> </tr> </table>	To - (s)	8380.67		R ² - Coefficient of determination	1.000		$K = \frac{r^2 \ln(L/R)}{2 \cdot L \cdot T_o}$			where: $T_o = \frac{(y-b)}{m}$			K - Hydraulic conductivity: 5.4E-08 m/s						
To - (s)	8380.67																		
R ² - Coefficient of determination	1.000																		
$K = \frac{r^2 \ln(L/R)}{2 \cdot L \cdot T_o}$																			
where: $T_o = \frac{(y-b)}{m}$																			
K - Hydraulic conductivity: 5.4E-08 m/s																			
<small>Spreadsheet Template Version 1.9</small>																			
Interpreted by: 	Date: 2021-04-27																		
Verified by: 	Date: 2021-04-27																		

<div style="display: inline-block; vertical-align: middle; text-align: left; padding-left: 10px;"> Variable Head Test Interpretation (Hvorslev's Method) </div>	
Client Name: MERN Project : Restauration de l'ancien si Project Number: 201-00652-00	Drillhole/Test: 20-F26_essai11 (72,54 à : Test Interval: 72,54 m to 77,24 m Test Date: 2020-09-21
Field Data:	
Test Type	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 150px;">Falling head test</div>
r - Rod inner radius (m)	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px;">0.030</div>
R - Borehole radius (m)	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px;">0.038</div>
L - Test interval length (m)	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px;">4.70</div>
<i>Along hole axis</i>	
Parameters for Interpretation:	
Logger used for interpretation	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px;">MiniTroll</div>
Logging frequency (s)	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px;">2</div>
H - Vertical depth to static groundwater level (m)	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px;">20.48</div>
<i>(Estimated from RST and MT data sheets)</i>	
Aquifer type	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px;">Confined aquifer</div>
Line fit starts / ends at data point	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px;">1 / 1500</div>
Line fit starts / ends at time (s)	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px;">1 / 100</div>
<i>Min 1 to Max 1990</i>	
Results:	
To - (s)	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px;">1924.63</div>
R ² - Coefficient of determination	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px;">0.995</div>
$K = \frac{r^2 \ln(L/R)}{2 \cdot L \cdot T_o}$	where: $T_o = \frac{(y-b)}{m}$
<div style="background-color: black; color: white; padding: 5px; display: inline-block;"> K - Hydraulic conductivity: 2.4E-07 m/s </div>	
<i>Spreadsheet Template Version 1.9</i>	
Interpreted by: <div style="background-color: #cccccc; width: 100px; height: 20px; display: inline-block;"></div>	Date: 2021-04-27
Verified by: <div style="background-color: #cccccc; width: 100px; height: 20px; display: inline-block;"></div>	Date: 2021-04-27

<div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> Variable Head Test Interpretation (Hvorslev's Method) </div>	
Client Name: MERN Project : Restauration de l'ancien si Project Number: 201-00652-00	Drillhole/Test: 20-F26_essai12 (77,19 à 81,74 m) Test Interval: 77,19 m to 81,74 m Test Date: 2020-09-21
Field Data:	
Test Type	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 150px;">Falling head test</div>
r - Rod inner radius (m)	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 150px;">0.030</div>
R - Borehole radius (m)	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 150px;">0.038</div>
L - Test interval length (m)	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 150px;">4.55</div>
<i>Along hole axis</i>	
Parameters for Interpretation:	
Logger used for interpretation	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 150px;">MiniTroll</div>
Logging frequency (s)	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 150px;">2</div>
H - Vertical depth to static groundwater level (m)	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 150px;">21.32</div>
<i>(Estimated from RST and MT data sheets)</i>	
Aquifer type	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 150px;">Confined aquifer</div>
Line fit starts / ends at data point	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 150px;">1 / 400</div>
Line fit starts / ends at time (s)	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 150px;">1 / 100</div>
<i>Min 1 to Max 923</i>	
Results:	
To - (s)	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 150px;">541.13</div>
R ² - Coefficient of determination	<div style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 150px;">0.990</div>
$K = \frac{r^2 \ln(L/R)}{2 \cdot L \cdot T_o}$	where: $T_o = \frac{(y-b)}{m}$
<div style="background-color: black; color: white; padding: 5px; display: inline-block;"> K - Hydraulic conductivity: 8.8E-07 m/s </div>	
<i>Spreadsheet Template Version 1.9</i>	
Interpreted by: 	Date: 2021-04-27
Verified by: 	Date: 2021-04-27



ANNEXE

5

ESSAIS DE PERMÉABILITÉ



<div> <div></div> <div>1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5</div> </div>		Slug Test Analysis Report	
		Project: Projet SLC	
		Number: 201-00625-00	
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources	
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka, QC		Slug Test: 20-PO02A - Essai 1 - Insertion	Test Well: 20-PO02A
Test Conducted by: 53-54		Test Date: 2020-11-19	
Analysis Performed		Bouwer & Rice - Essai 1 - Insertion Slug	Analysis Date: 2021-02-26
Aquifer Thickness: 5.99 m			
<div> </div>			
Calculation using Bouwer & Rice			
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]		
20-PO02A	1.11×10^{-7}		

<div> <div></div> <div>1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5</div> </div>		Slug Test Analysis Report	
		Project: Projet SLC	
		Number: 201-00625-00	
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources	
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka, QC		Slug Test: 20-PO02B - Essai 1 - Insertion	Test Well: 20-PO02B
Test Conducted by: 53-54			Test Date: 2020-11-19
Analysis Performed		Bouwer & Rice - Essai 1 - Insertion Slug	Analysis Date: 2021-02-26
Aquifer Thickness: 10.50 m			
<div> </div>			
Calculation using Bouwer & Rice			
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]		
20-PO02B	9.06×10^{-7}		

<div> <div></div> <div>1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5</div> </div>		Slug Test Analysis Report	
		Project: Projet SLC	
		Number: 201-00625-00	
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles	
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka (QC)		Slug Test: 20-PO07 - Essai 1 - Retrait	Test Well: 20-PO07
Test Conducted by: 53-54			Test Date: 2020-12-19
Analysis Performed		Bouwer & Rice - Essai 1 - Retrait Slug	Analysis Date: 2021-01-28
Aquifer Thickness: 5.19 m			
<div> </div>			
Calculation using Bouwer & Rice			
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]		
20-PO07	5.24×10^{-7}		

1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5		Slug Test Analysis Report	
		Project: Projet SLC	
		Number: 201-00625-00	
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles	
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka (QC)		Slug Test: 20-PO07 - Essai 1 - Insertion	Test Well: 20-PO07
Test Conducted by:			Test Date: 2020-11-19
Analysis Performed 53-54		Bouwer & Rice - Essai 1 - Insertion Slug	Analysis Date: 2021-01-29
Aquifer Thickness: 5.19 m			
<div> </div>			
Calculation using Bouwer & Rice			
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]		
20-PO07	7.33×10^{-7}		

<div> <div></div> <div> 1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5 </div> </div>		Slug Test Analysis Report																																							
		Project: Projet SLC																																							
		Number: 201-00625-00																																							
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles																																							
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka (QC)		Slug Test: 20-PO09 - Essai 1 - Retrait	Test Well: 20-PO09																																						
Test Conducted by: 53-54		Test Date: 2020-12-19																																							
Analysis Performed		Bouwer & Rice - Essai 1 - Retrait Slug	Analysis Date: 2021-01-28																																						
Aquifer Thickness: 6.09 m																																									
<div> <table border="1"> <caption>Approximate data points from the plot</caption> <thead> <tr> <th>Time [s]</th> <th>Drawdown [h/h0]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.95</td></tr> <tr><td>200</td><td>0.9</td></tr> <tr><td>300</td><td>0.85</td></tr> <tr><td>400</td><td>0.8</td></tr> <tr><td>500</td><td>0.75</td></tr> <tr><td>600</td><td>0.7</td></tr> <tr><td>700</td><td>0.65</td></tr> <tr><td>800</td><td>0.6</td></tr> <tr><td>900</td><td>0.55</td></tr> <tr><td>1000</td><td>0.5</td></tr> <tr><td>1200</td><td>0.45</td></tr> <tr><td>1400</td><td>0.4</td></tr> <tr><td>1600</td><td>0.35</td></tr> <tr><td>1800</td><td>0.3</td></tr> <tr><td>2000</td><td>0.25</td></tr> <tr><td>2200</td><td>0.2</td></tr> <tr><td>2400</td><td>0.15</td></tr> </tbody> </table> </div>				Time [s]	Drawdown [h/h0]	0	1.0	100	0.95	200	0.9	300	0.85	400	0.8	500	0.75	600	0.7	700	0.65	800	0.6	900	0.55	1000	0.5	1200	0.45	1400	0.4	1600	0.35	1800	0.3	2000	0.25	2200	0.2	2400	0.15
Time [s]	Drawdown [h/h0]																																								
0	1.0																																								
100	0.95																																								
200	0.9																																								
300	0.85																																								
400	0.8																																								
500	0.75																																								
600	0.7																																								
700	0.65																																								
800	0.6																																								
900	0.55																																								
1000	0.5																																								
1200	0.45																																								
1400	0.4																																								
1600	0.35																																								
1800	0.3																																								
2000	0.25																																								
2200	0.2																																								
2400	0.15																																								
Calculation using Bouwer & Rice																																									
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]																																								
20-PO09	2.52×10^{-7}																																								

1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5		Slug Test Analysis Report	
		Project: Projet SLC	
		Number: 201-00625-00	
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles	
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka (QC)		Slug Test: 20-PO09 - Essai 1 - Insertion	Test Well: 20-PO09
Test Conducted by: 53-54			Test Date: 2020-12-19
Analysis Performed		Bouwer & Rice - Essai 1 - Insertion	Analysis Date: 2021-01-29
Aquifer Thickness: 6.09 m			
<div> </div>			
Calculation using Bouwer & Rice			
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]		
20-PO09	2.16×10^{-7}		

<div> <div></div> <div> 1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5 </div> </div>		Slug Test Analysis Report	
		Project: Projet SLC	
		Number: 201-00625-00	
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles	
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka (QC)		Slug Test: 20-PO11B - Essai 1 - Retrait	Test Well: 20-PO11B
Test Conducted by:			Test Date: 2020-12-20
Analysis Performed 53-54		Bouwer & Rice - Essai 1 - Retrait Slug	Analysis Date: 2021-01-28
Aquifer Thickness: 10.05 m			
<div> </div>			
Calculation using Bouwer & Rice			
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]		
20-PO11B	5.90×10^{-5}		

1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5		Slug Test Analysis Report	
		Project: Projet SLC	
		Number: 201-00625-00	
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles	
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka (QC)		Slug Test: 20-PO11B - Essai 2 - Retrait	Test Well: 20-PO11B
Test Conducted by:		Test Date: 2020-12-20	
Analysis Performed 53-54		Bouwer & Rice - Essai 2 - Retrait Slug	Analysis Date: 2021-01-28
Aquifer Thickness: 10.05 m			
<div> </div>			
Calculation using Bouwer & Rice			
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]		
20-PO11B	5.49×10^{-5}		

1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5		Slug Test Analysis Report	
		Project: Projet SLC	
		Number: 201-00625-00	
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles	
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka (QC)		Slug Test: 20-PO11B - Essai 1 - Insertion	Test Well: 20-PO11B
Test Conducted by: 53-54			Test Date: 2020-12-20
Analysis Performed		Bouwer & Rice - Essai 1 - Slug Insertion	Analysis Date: 2021-02-08
Aquifer Thickness: 10.05 m			
<div> </div>			
Calculation using Bouwer & Rice			
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]		
20-PO11B	4.28×10^{-5}		

1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5		Slug Test Analysis Report																																	
		Project: Projet SLC																																	
		Number: 201-00625-00																																	
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles																																	
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka (QC)		Slug Test: 20-PO11B - Essai 2 - Insertion																																	
Test Conducted by: 53-54		Test Well: 20-PO11B																																	
Analysis Performed		Test Date: 2020-12-20																																	
		Analysis Date: 2021-02-11																																	
Aquifer Thickness: 10.05 m																																			
<div> <table border="1"> <caption>Approximate data points from the graph</caption> <thead> <tr> <th>Time [s]</th> <th>Drawdown [h/h0]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>2</td><td>0.6</td></tr> <tr><td>4</td><td>0.4</td></tr> <tr><td>6</td><td>0.3</td></tr> <tr><td>8</td><td>0.25</td></tr> <tr><td>10</td><td>0.2</td></tr> <tr><td>12</td><td>0.15</td></tr> <tr><td>14</td><td>0.12</td></tr> <tr><td>16</td><td>0.1</td></tr> <tr><td>18</td><td>0.08</td></tr> <tr><td>20</td><td>0.06</td></tr> <tr><td>25</td><td>0.03</td></tr> <tr><td>30</td><td>0.03</td></tr> <tr><td>35</td><td>0.03</td></tr> <tr><td>40</td><td>0.03</td></tr> </tbody> </table> </div>				Time [s]	Drawdown [h/h0]	0	1.0	2	0.6	4	0.4	6	0.3	8	0.25	10	0.2	12	0.15	14	0.12	16	0.1	18	0.08	20	0.06	25	0.03	30	0.03	35	0.03	40	0.03
Time [s]	Drawdown [h/h0]																																		
0	1.0																																		
2	0.6																																		
4	0.4																																		
6	0.3																																		
8	0.25																																		
10	0.2																																		
12	0.15																																		
14	0.12																																		
16	0.1																																		
18	0.08																																		
20	0.06																																		
25	0.03																																		
30	0.03																																		
35	0.03																																		
40	0.03																																		
Calculation using Bouwer & Rice																																			
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]																																		
20-PO11B	6.89×10^{-5}																																		

1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5		Slug Test Analysis Report	
		Project: Projet SLC	
		Number: 201-00625-00	
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles	
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka (QC)		Slug Test: 20-PO13A - Essai 1 - Retrait	Test Well: 20-PO13A
Test Conducted by: 53-54		Test Date: 2020-10-22	
Analysis Performed		Bouwer & Rice - Essai 1 - Retrait Slug	Analysis Date: 2021-01-28
Aquifer Thickness: 3.01 m			
<div> </div>			
Calculation using Bouwer & Rice			
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]		
20-PO13A	2.23×10^{-6}		

1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5		Slug Test Analysis Report																							
		Project: Projet SLC																							
		Number: 201-00625-00																							
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles																							
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka (QC)		Slug Test: 20-PO13A - Essai 1 - Insertion	Test Well: 20-PO13A																						
Test Conducted by			Test Date: 2020-10-22																						
Analysis Performec 53-54		Bouwer & Rice - Essai 1 - Slug Insertion	Analysis Date: 2021-01-29																						
Aquifer Thickness: 3.01 m																									
<div> <table border="1"> <caption>Approximate data points from the plot</caption> <thead> <tr> <th>Time [s]</th> <th>Drawdown [h/h0]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.5</td></tr> <tr><td>200</td><td>0.3</td></tr> <tr><td>300</td><td>0.2</td></tr> <tr><td>400</td><td>0.15</td></tr> <tr><td>500</td><td>0.1</td></tr> <tr><td>600</td><td>0.07</td></tr> <tr><td>700</td><td>0.05</td></tr> <tr><td>800</td><td>0.035</td></tr> <tr><td>900</td><td>0.025</td></tr> </tbody> </table> </div>				Time [s]	Drawdown [h/h0]	0	1.0	100	0.5	200	0.3	300	0.2	400	0.15	500	0.1	600	0.07	700	0.05	800	0.035	900	0.025
Time [s]	Drawdown [h/h0]																								
0	1.0																								
100	0.5																								
200	0.3																								
300	0.2																								
400	0.15																								
500	0.1																								
600	0.07																								
700	0.05																								
800	0.035																								
900	0.025																								
Calculation using Bouwer & Rice																									
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]																								
20-PO13A	2.19×10^{-6}																								

<div><div></div><div>1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5</div></div>		Slug Test Analysis Report																											
		Project: Projet SLC																											
		Number: 201-00625-00																											
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles																											
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka (QC)		Slug Test: 20-PO13B - Essai 1 - Insertion	Test Well: 20-PO13B																										
Test Conducted by <div></div>			Test Date: 2020-10-22																										
Analysis Performec <div></div>		Bouwer & Rice - Essai 1 - Slug Insertion	Analysis Date: 2021-02-12																										
Aquifer Thickness: 10.63 m																													
<div><div><div>Time [s]</div><div><div>0</div><div>400</div><div>800</div><div>1200</div><div>1600</div><div>2000</div></div></div><div><div><div>Drawdown [h/h0]</div><div><div>1</div><div>0.1</div></div></div><table><caption>Estimated data points from the drawdown plot</caption><thead><tr><th>Time [s]</th><th>Drawdown [h/h0]</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>1.00</td></tr><tr><td>100</td><td>0.85</td></tr><tr><td>200</td><td>0.75</td></tr><tr><td>400</td><td>0.65</td></tr><tr><td>600</td><td>0.58</td></tr><tr><td>800</td><td>0.52</td></tr><tr><td>1000</td><td>0.46</td></tr><tr><td>1200</td><td>0.41</td></tr><tr><td>1400</td><td>0.36</td></tr><tr><td>1600</td><td>0.32</td></tr><tr><td>1800</td><td>0.28</td></tr><tr><td>2000</td><td>0.25</td></tr></tbody></table></div></div>				Time [s]	Drawdown [h/h0]	0	1.00	100	0.85	200	0.75	400	0.65	600	0.58	800	0.52	1000	0.46	1200	0.41	1400	0.36	1600	0.32	1800	0.28	2000	0.25
Time [s]	Drawdown [h/h0]																												
0	1.00																												
100	0.85																												
200	0.75																												
400	0.65																												
600	0.58																												
800	0.52																												
1000	0.46																												
1200	0.41																												
1400	0.36																												
1600	0.32																												
1800	0.28																												
2000	0.25																												
Calculation using Bouwer & Rice																													
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]																												
20-PO13B	2.09×10^{-7}																												

<div> <div></div> <div> 1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5 </div> </div>		Slug Test Analysis Report																																			
		Project: Projet SLC																																			
		Number: 201-00625-00																																			
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles																																			
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka (QC)		Slug Test: 20-PO13B - Essai 1 - Retrait	Test Well: 20-PO13B																																		
Test Conducted by: <div></div>		Test Date: 2020-10-22																																			
Analysis Performed <div></div>		Bouwer & Rice - Essai 1 - Retrait Slug	Analysis Date: 2021-02-12																																		
Aquifer Thickness: 10.63 m																																					
<div> <table border="1"> <caption>Approximate data points from the plot</caption> <thead> <tr> <th>Time [s]</th> <th>Drawdown [h/h0]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>1.00</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.95</td></tr> <tr><td>200</td><td>0.90</td></tr> <tr><td>300</td><td>0.85</td></tr> <tr><td>400</td><td>0.80</td></tr> <tr><td>500</td><td>0.75</td></tr> <tr><td>600</td><td>0.70</td></tr> <tr><td>700</td><td>0.65</td></tr> <tr><td>800</td><td>0.60</td></tr> <tr><td>900</td><td>0.55</td></tr> <tr><td>1000</td><td>0.50</td></tr> <tr><td>1200</td><td>0.42</td></tr> <tr><td>1400</td><td>0.35</td></tr> <tr><td>1600</td><td>0.30</td></tr> <tr><td>1800</td><td>0.25</td></tr> <tr><td>2000</td><td>0.20</td></tr> </tbody> </table> </div>				Time [s]	Drawdown [h/h0]	0	1.00	100	0.95	200	0.90	300	0.85	400	0.80	500	0.75	600	0.70	700	0.65	800	0.60	900	0.55	1000	0.50	1200	0.42	1400	0.35	1600	0.30	1800	0.25	2000	0.20
Time [s]	Drawdown [h/h0]																																				
0	1.00																																				
100	0.95																																				
200	0.90																																				
300	0.85																																				
400	0.80																																				
500	0.75																																				
600	0.70																																				
700	0.65																																				
800	0.60																																				
900	0.55																																				
1000	0.50																																				
1200	0.42																																				
1400	0.35																																				
1600	0.30																																				
1800	0.25																																				
2000	0.20																																				
Calculation using Bouwer & Rice																																					
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]																																				
20-PO13B	1.70×10^{-7}																																				

1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5		Slug Test Analysis Report	
		Project: Projet SLC	
		Number: 201-00625-00	
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles	
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka (QC)		Slug Test: 20-PO15A - Essai 1 - Insertion	
Test Conducted by:		Test Well: 20-PO15A	
Test Date: 2020-10-20		Analysis Date: 2021-02-12	
Analysis Performed:		Bouwer & Rice - Essai 1 - Insertion Slug	
Aquifer Thickness: 2.79 m			
<div> </div>			
Calculation using Bouwer & Rice			
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]		
20-PO15A	9.20×10^{-6}		

1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5		Slug Test Analysis Report	
		Project: Projet SLC	
		Number: 201-00625-00	
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles	
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka (QC)		Slug Test: 20-PO15A - Essai 1 - Retrait	Test Well: 20-PO15A
Test Conducted by:			Test Date: 2020-10-20
Analysis Performed		Bouwer & Rice - Essai 1 - Retrait Slug	Analysis Date: 2021-02-14
Aquifer Thickness: 2.79 m			
<div> </div>			
Calculation using Bouwer & Rice			
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]		
20-PO15A	9.07×10^{-6}		

<div> <div></div> <div> 1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5 </div> </div>		Slug Test Analysis Report																																									
		Project: Projet SLC																																									
		Number: 201-00625-00																																									
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles																																									
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka (QC)		Slug Test: 20-PO15B - Essai 1 - Insertion	Test Well: 20-PO15B																																								
Test Conducted by: <div></div>		Test Date: 2020-10-20																																									
Analysis Performed <div></div>		Bouwer & Rice - Essai 1 - Insertion Slug	Analysis Date: 2021-02-14																																								
Aquifer Thickness: 9.67 m																																											
<div> <table border="1"> <caption>Approximate data points from the plot</caption> <thead> <tr> <th>Time [s]</th> <th>Drawdown [h/h0]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.85</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.75</td></tr> <tr><td>150</td><td>0.65</td></tr> <tr><td>200</td><td>0.58</td></tr> <tr><td>250</td><td>0.52</td></tr> <tr><td>300</td><td>0.46</td></tr> <tr><td>350</td><td>0.41</td></tr> <tr><td>400</td><td>0.36</td></tr> <tr><td>450</td><td>0.32</td></tr> <tr><td>500</td><td>0.28</td></tr> <tr><td>550</td><td>0.25</td></tr> <tr><td>600</td><td>0.22</td></tr> <tr><td>650</td><td>0.19</td></tr> <tr><td>700</td><td>0.17</td></tr> <tr><td>750</td><td>0.15</td></tr> <tr><td>800</td><td>0.13</td></tr> <tr><td>850</td><td>0.11</td></tr> <tr><td>900</td><td>0.1</td></tr> </tbody> </table> </div>				Time [s]	Drawdown [h/h0]	0	1.0	50	0.85	100	0.75	150	0.65	200	0.58	250	0.52	300	0.46	350	0.41	400	0.36	450	0.32	500	0.28	550	0.25	600	0.22	650	0.19	700	0.17	750	0.15	800	0.13	850	0.11	900	0.1
Time [s]	Drawdown [h/h0]																																										
0	1.0																																										
50	0.85																																										
100	0.75																																										
150	0.65																																										
200	0.58																																										
250	0.52																																										
300	0.46																																										
350	0.41																																										
400	0.36																																										
450	0.32																																										
500	0.28																																										
550	0.25																																										
600	0.22																																										
650	0.19																																										
700	0.17																																										
750	0.15																																										
800	0.13																																										
850	0.11																																										
900	0.1																																										
Calculation using Bouwer & Rice																																											
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]																																										
20-PO15B	8.64×10^{-7}																																										

1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5		Slug Test Analysis Report																									
		Project: Projet SLC																									
		Number: 201-00625-00																									
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles																									
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka (QC)		Slug Test: 20-PO18A - Essai 1 - Insertion																									
Test Conducted by:		Test Well: 20-PO18A																									
Test Date: 2020-10-15		Analysis Date: 2021-02-14																									
Analysis Performed		Bouwer & Rice - Essai 1 - Slug Insertion																									
Aquifer Thickness: 9.88 m																											
<div> <table border="1"> <caption>Approximate data points from the plot</caption> <thead> <tr> <th>Time [s]</th> <th>Drawdown [h/h0]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.6</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.4</td></tr> <tr><td>150</td><td>0.3</td></tr> <tr><td>200</td><td>0.25</td></tr> <tr><td>250</td><td>0.2</td></tr> <tr><td>300</td><td>0.15</td></tr> <tr><td>350</td><td>0.12</td></tr> <tr><td>400</td><td>0.1</td></tr> <tr><td>450</td><td>0.08</td></tr> <tr><td>500</td><td>0.06</td></tr> </tbody> </table> </div>				Time [s]	Drawdown [h/h0]	0	1.0	50	0.6	100	0.4	150	0.3	200	0.25	250	0.2	300	0.15	350	0.12	400	0.1	450	0.08	500	0.06
Time [s]	Drawdown [h/h0]																										
0	1.0																										
50	0.6																										
100	0.4																										
150	0.3																										
200	0.25																										
250	0.2																										
300	0.15																										
350	0.12																										
400	0.1																										
450	0.08																										
500	0.06																										
Calculation using Bouwer & Rice																											
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]																										
20-PO18A	2.13×10^{-6}																										

<div> <div></div> <div>1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5</div> </div>		Slug Test Analysis Report	
		Project: Projet SLC	
		Number: 201-00625-00	
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles	
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka (QC)		Slug Test: 20-PO18A - Essai 1 - Retrait	Test Well: 20-PO18A
Test Conducted by: <div></div>		Test Date: 2020-10-15	
Analysis Performed <div></div>		Bouwer & Rice - Essai 1 - Retrait Slug	Analysis Date: 2021-02-14
Aquifer Thickness: 9.88 m			
<div> <div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div>Time [s]</div> <div>0250500750100012501500</div> </div> </div> <div> <div> <div>Drawdown [h/h₀]</div> <div>1</div> <div>0.1</div> </div> <div> </div> </div> </div>			
Calculation using Bouwer & Rice			
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]		
20-PO18A	6.31×10^{-7}		

1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5		Slug Test Analysis Report	
		Project: Projet SLC	
		Number: 201-00625-00	
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles	
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka (QC)		Slug Test: 20-PO18B - Essai 1 - Insertion	Test Well: 20-PO18B
Test Conducted by:			Test Date: 2020-10-15
Analysis Performed		Bouwer & Rice - Essai 1 - Slug Insertion	Analysis Date: 2021-02-18
Aquifer Thickness: 10.07 m			
<div> </div>			
Calculation using Bouwer & Rice			
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]		
20-PO18B	6.44×10^{-6}		

1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5		Slug Test Analysis Report	
		Project: Projet SLC	
		Number: 201-00625-00	
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles	
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka (QC)		Slug Test: 20-PO18B - Essai 1 - Retrait	
Test Conducted by:		Test Well: 20-PO18B	
Test Date: 2020-10-15		Analysis Date: 2021-02-18	
Analysis Performed:		Bouwer & Rice - Essai 1 - Retrait Slug	
Aquifer Thickness: 10.07 m			
<div> </div>			
Calculation using Bouwer & Rice			
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]		
20-PO18B	4.82×10^{-6}		

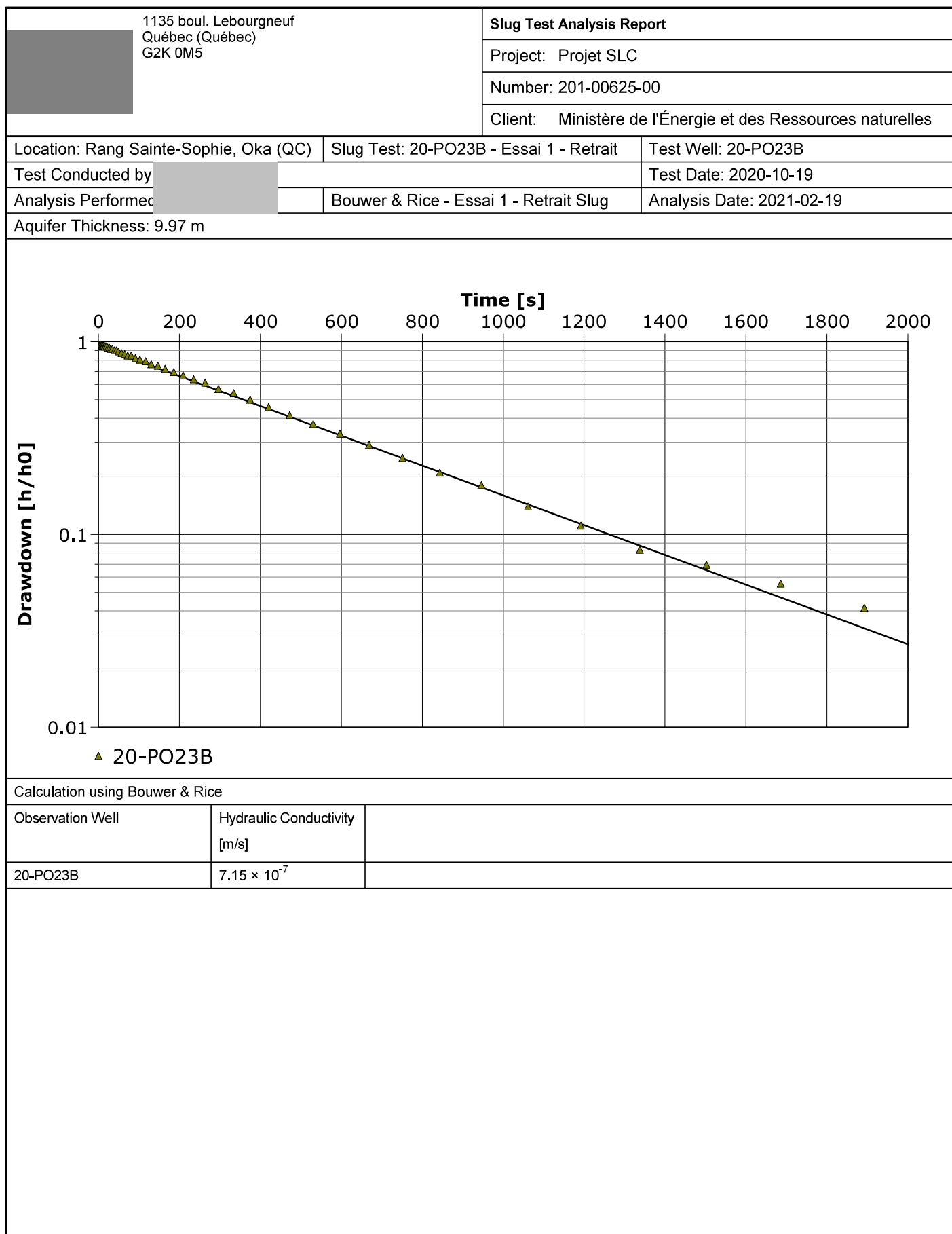
<div> <div></div> <div>1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5</div> </div>		Slug Test Analysis Report	
		Project: Projet SLC	
		Number: 201-00625-00	
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles	
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka (QC)		Slug Test: 20-PO19B - Essai 2 - Insertion	Test Well: 20-PO19B
Test Conducted by: <div></div>			Test Date: 2020-10-19
Analysis Performed <div></div>		Bouwer & Rice - Essai 2 - Insertion Slug	Analysis Date: 2021-02-19
Aquifer Thickness: 10.22 m			
<div> </div>			
Calculation using Bouwer & Rice			
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]		
20-PO19B	1.91×10^{-7}		

1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5		Slug Test Analysis Report																					
		Project: Projet SLC																					
		Number: 201-00625-00																					
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles																					
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka (QC)		Slug Test: 20-PO19B - Essai 2 - Retrait																					
Test Conducted by		Test Well: 20-PO19B																					
Test Date: 2020-10-19																							
Analysis Performed		Bouwer & Rice - Essai 2 - Retrait Slug																					
Analysis Date: 2021-02-19																							
Aquifer Thickness: 10.22 m																							
<div> <table border="1"> <caption>Approximate data points from the plot</caption> <thead> <tr> <th>Time [s]</th> <th>h/h0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>500</td><td>0.6</td></tr> <tr><td>1000</td><td>0.4</td></tr> <tr><td>1500</td><td>0.3</td></tr> <tr><td>2000</td><td>0.22</td></tr> <tr><td>2500</td><td>0.15</td></tr> <tr><td>3000</td><td>0.10</td></tr> <tr><td>3500</td><td>0.07</td></tr> <tr><td>4000</td><td>0.05</td></tr> </tbody> </table> </div>				Time [s]	h/h0	0	1.0	500	0.6	1000	0.4	1500	0.3	2000	0.22	2500	0.15	3000	0.10	3500	0.07	4000	0.05
Time [s]	h/h0																						
0	1.0																						
500	0.6																						
1000	0.4																						
1500	0.3																						
2000	0.22																						
2500	0.15																						
3000	0.10																						
3500	0.07																						
4000	0.05																						
Calculation using Bouwer & Rice																							
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]																						
20-PO19B	2.61×10^{-7}																						

1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5		Slug Test Analysis Report																															
		Project: Projet SLC																															
		Number: 201-00625-00																															
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles																															
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka (QC)		Slug Test: 20-PO22 - Essai 1 - Insertion	Test Well: 20-PO22																														
Test Conducted by		Test Date: 2020-10-20																															
Analysis Performec		Bouwer & Rice - Essai 1 - Slug Insertion	Analysis Date: 2021-02-19																														
Aquifer Thickness: 7.66 m																																	
<div> <table border="1"> <caption>Approximate data points from the plot</caption> <thead> <tr> <th>Time [s]</th> <th>Drawdown [h/h0]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.6</td></tr> <tr><td>200</td><td>0.4</td></tr> <tr><td>300</td><td>0.3</td></tr> <tr><td>400</td><td>0.25</td></tr> <tr><td>500</td><td>0.2</td></tr> <tr><td>600</td><td>0.16</td></tr> <tr><td>700</td><td>0.13</td></tr> <tr><td>800</td><td>0.1</td></tr> <tr><td>900</td><td>0.08</td></tr> <tr><td>1000</td><td>0.06</td></tr> <tr><td>1100</td><td>0.04</td></tr> <tr><td>1200</td><td>0.03</td></tr> <tr><td>1300</td><td>0.02</td></tr> </tbody> </table> </div>				Time [s]	Drawdown [h/h0]	0	1.0	100	0.6	200	0.4	300	0.3	400	0.25	500	0.2	600	0.16	700	0.13	800	0.1	900	0.08	1000	0.06	1100	0.04	1200	0.03	1300	0.02
Time [s]	Drawdown [h/h0]																																
0	1.0																																
100	0.6																																
200	0.4																																
300	0.3																																
400	0.25																																
500	0.2																																
600	0.16																																
700	0.13																																
800	0.1																																
900	0.08																																
1000	0.06																																
1100	0.04																																
1200	0.03																																
1300	0.02																																
Calculation using Bouwer & Rice																																	
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]																																
20-PO22	9.85×10^{-7}																																

1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5		Slug Test Analysis Report	
		Project: Projet SLC	
		Number: 201-00625-00	
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles	
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka (QC)		Slug Test: 20-PO22 - Essai 1 - Retrait	Test Well: 20-PO22
Test Conducted by:			Test Date: 2020-10-19
Analysis Performed:		Bouwer & Rice - Essai 1 - Retrait Slug	Analysis Date: 2021-02-19
Aquifer Thickness: 7.66 m			
<div> </div>			
Calculation using Bouwer & Rice			
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]		
20-PO22	9.74×10^{-7}		

<div> <div></div> <div>1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5</div> </div>		Slug Test Analysis Report	
		Project: Projet SLC	
		Number: 201-00625-00	
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles	
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka (QC)		Slug Test: 20-PO23B - Essai 1 - Insertion	Test Well: 20-PO23B
Test Conducted by: <div></div>		Test Date: 2020-10-19	
Analysis Performed <div></div>		Bouwer & Rice - Essai 1 - Insertion Slug	Analysis Date: 2021-02-19
Aquifer Thickness: 9.97 m			
<div> <div> <div> <div> <div>Time [s]</div> <div>0200400600800100012001400160018002000</div> </div> <div> <div>Drawdown [h/h₀]</div> <div>10.10.01</div> </div> </div> <div>▲ 20-PO23B</div> </div> </div>			
Calculation using Bouwer & Rice			
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]		
20-PO23B	7.41×10^{-7}		



1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5		Slug Test Analysis Report																																																	
		Project: Projet SLC																																																	
		Number: 201-00625-00																																																	
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources																																																	
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka, QC		Slug Test: PO-024 - Essai 1 - Injection	Test Well: 20-PO24																																																
Test Conducted by:			Test Date: 2020-11-20																																																
Analysis Performed		Bouwer & Rice - Essai 1 - Injection Eau	Analysis Date: 2021-03-04																																																
Aquifer Thickness: 3.73 m																																																			
<div> <table border="1"> <caption>Approximate data points from the graph</caption> <thead> <tr> <th>Time [s]</th> <th>Drawdown [h/h0]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>1.00</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.95</td></tr> <tr><td>200</td><td>0.90</td></tr> <tr><td>300</td><td>0.85</td></tr> <tr><td>400</td><td>0.80</td></tr> <tr><td>500</td><td>0.75</td></tr> <tr><td>600</td><td>0.70</td></tr> <tr><td>700</td><td>0.65</td></tr> <tr><td>800</td><td>0.60</td></tr> <tr><td>900</td><td>0.55</td></tr> <tr><td>1000</td><td>0.50</td></tr> <tr><td>1200</td><td>0.45</td></tr> <tr><td>1400</td><td>0.40</td></tr> <tr><td>1600</td><td>0.35</td></tr> <tr><td>1800</td><td>0.30</td></tr> <tr><td>2000</td><td>0.25</td></tr> <tr><td>2200</td><td>0.20</td></tr> <tr><td>2400</td><td>0.15</td></tr> <tr><td>2600</td><td>0.10</td></tr> <tr><td>2800</td><td>0.05</td></tr> <tr><td>3000</td><td>0.02</td></tr> <tr><td>3200</td><td>0.01</td></tr> <tr><td>3400</td><td>0.00</td></tr> </tbody> </table> </div>				Time [s]	Drawdown [h/h0]	0	1.00	100	0.95	200	0.90	300	0.85	400	0.80	500	0.75	600	0.70	700	0.65	800	0.60	900	0.55	1000	0.50	1200	0.45	1400	0.40	1600	0.35	1800	0.30	2000	0.25	2200	0.20	2400	0.15	2600	0.10	2800	0.05	3000	0.02	3200	0.01	3400	0.00
Time [s]	Drawdown [h/h0]																																																		
0	1.00																																																		
100	0.95																																																		
200	0.90																																																		
300	0.85																																																		
400	0.80																																																		
500	0.75																																																		
600	0.70																																																		
700	0.65																																																		
800	0.60																																																		
900	0.55																																																		
1000	0.50																																																		
1200	0.45																																																		
1400	0.40																																																		
1600	0.35																																																		
1800	0.30																																																		
2000	0.25																																																		
2200	0.20																																																		
2400	0.15																																																		
2600	0.10																																																		
2800	0.05																																																		
3000	0.02																																																		
3200	0.01																																																		
3400	0.00																																																		
Calculation using Bouwer & Rice																																																			
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]																																																		
20-PO24	9.01×10^{-8}																																																		

<div> <div></div> <div> 1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5 </div> </div>		Slug Test Analysis Report	
		Project: Projet SLC	
		Number: 201-00625-00	
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles	
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka (QC)		Slug Test: 20-PO25A - Essai 1 - Retrait	Test Well: 20-PO25A
Test Conducted by: <div></div>			Test Date: 2020-10-19
Analysis Performed <div></div>		Bouwer & Rice - Essai 1 - Retrait Slug	Analysis Date: 2021-02-19
Aquifer Thickness: 9.15 m			
<div> <p>▼ 20-PO25A</p> </div>			
Calculation using Bouwer & Rice			
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]		
20-PO25A	1.13×10^{-5}		

<div> <div></div> <div> 1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5 </div> </div>		Slug Test Analysis Report	
		Project: Projet SLC	
		Number: 201-00625-00	
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles	
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka (QC)		Slug Test: 20-PO25B - Essai 1 - Insertion	Test Well: 20-PO25B
Test Conducted by			Test Date: 2020-10-19
Analysis Performed		Bouwer & Rice - Essai 1 - Insertion Slug	Analysis Date: 2021-02-19
Aquifer Thickness: 11.12 m			
<div> </div>			
Calculation using Bouwer & Rice			
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]		
20-PO25B	1.39×10^{-6}		

<div> <div></div> <div> 1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5 </div> </div>		Slug Test Analysis Report	
		Project: Projet SLC	
		Number: 201-00625-00	
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles	
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka (QC)		Slug Test: 20-PO25B - Essai 1 - Retrait	Test Well: 20-PO25B
Test Conducted by: <div></div>		Test Date: 2020-10-19	
Analysis Performed <div></div>		20-PO25B - Essai 1 - Retrait Slug	Analysis Date: 2021-02-19
Aquifer Thickness: 11.12 m			
<div> <p>Time [s]</p> <p>Drawdown [h/h0]</p> <p>■ 20-PO25B</p> </div>			
Calculation using Bouwer & Rice			
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]		
20-PO25B	1.16×10^{-6}		

<div> <div></div> <div>1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5</div> </div>		Slug Test Analysis Report	
		Project: Projet SLC	
		Number: 201-00625-00	
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles	
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka (QC)		Slug Test: 20-PO26A - Essai 1 - Insertion	Test Well: 20-PO26A
Test Conducted by: <div></div>			Test Date: 2020-10-19
Analysis Performed <div></div>		Bouwer & Rice - Essai 1 - Insertion Slug	Analysis Date: 2021-02-19
Aquifer Thickness: 6.05 m			
<div> <div> <div> <div>Time [s]</div> <div>051015202530</div> </div> <div> <div>Drawdown [h/h0]</div> <div>10.10.01</div> </div> </div> <div> </div> <div> <div>■ 20-PO26A</div> </div> </div>			
Calculation using Bouwer & Rice			
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]		
20-PO26A	9.56×10^{-5}		

<div> <div></div> <div> 1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5 </div> </div>		Slug Test Analysis Report	
		Project: Projet SLC	
		Number: 201-00625-00	
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles	
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka (QC)		Slug Test: 20-PO26A - Essai 1 - Retrait	Test Well: 20-PO26A
Test Conducted by: <div></div>			Test Date: 2020-10-19
Analysis Performed <div></div>		Bouwer & Rice - Essai 1 - Retrait Slug	Analysis Date: 2021-02-19
Aquifer Thickness: 6.05 m			
<div> <p>■ 20-PO26A</p> </div>			
Calculation using Bouwer & Rice			
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]		
20-PO26A	5.70×10^{-5}		

<div> <div></div> <div>1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5</div> </div>		Slug Test Analysis Report	
		Project: Projet SLC	
		Number: 201-00625-00	
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles	
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka (QC)		Slug Test: 20-PO26B - Essai 1 - Insertion	Test Well: 20-PO26B
Test Conducted by			Test Date: 2020-10-19
Analysis Performed		Bouwer & Rice - Essai 1 - Slug Insertion	Analysis Date: 2021-02-19
Aquifer Thickness: 27.02 m			
<div> <p>Time [s]</p> <p>Drawdown [h/h0]</p> <p>• 20-PO26B</p> </div>			
Calculation using Bouwer & Rice			
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]		
20-PO26B	1.72×10^{-6}		

1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5		Slug Test Analysis Report	
		Project: Projet SLC	
		Number: 201-00625-00	
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles	
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka (QC)		Slug Test: 20-PO26B - Essai 1 - Retrait	
Test Conducted by		Test Well: 20-PO26B	
Test Date: 2020-10-19		Analysis Date: 2021-02-19	
Analysis Performed		Bouwer & Rice - Essai 1 -Retrait Slug	
Aquifer Thickness: 27.02 m			
<div> <p>• 20-PO26B</p> </div>			
Calculation using Bouwer & Rice			
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]		
20-PO26B	2.10×10^{-6}		

<div> <div></div> <div>1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5</div> </div>		Slug Test Analysis Report	
		Project: Projet SLC	
		Number: 201-00625-00	
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles	
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka (QC)		Slug Test: 20-PO27B - Essai 1 - Insertion	Test Well: 20-PO27B
Test Conducted by: <div></div>			Test Date: 2020-11-19
Analysis Performed <div></div>		Bouwer & Rice - Essai 1 - Insertion Slug	Analysis Date: 2021-02-19
Aquifer Thickness: 21.20 m			
<div> <p>▲ 20-PO27B</p> </div>			
Calculation using Bouwer & Rice			
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]		
20-PO27B	5.72×10^{-7}		

1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5		Slug Test Analysis Report	
		Project: Projet SLC	
		Number: 201-00625-00	
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources	
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka, QC		Slug Test: 20-PO28 - Essai 1 - Insertion	Test Well: 20-PO28
Test Conducted by			Test Date: 2020-11-19
Analysis Performed		Bouwer & Rice - Essai 1 - Insertion Slug	Analysis Date: 2021-03-01
Aquifer Thickness: 9.29 m			
<div> </div>			
Calculation using Bouwer & Rice			
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]		
20-PO28	8.74×10^{-7}		

1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5		Slug Test Analysis Report	
		Project: Projet SLC	
		Number: 201-00625-00	
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources	
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka, QC		Slug Test: 20-PO28 - Essai 1 - Retrait	
Test Conducted by		Test Well: 20-PO28	
Analysis Performed		Test Date: 2020-11-19	
		Analysis Date: 2021-03-01	
Aquifer Thickness: 9.29 m			
<div> </div>			
Calculation using Bouwer & Rice			
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]		
20-PO28	1.91×10^{-6}		

1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5		Slug Test Analysis Report	
		Project: Projet SLC	
		Number: 201-00625-00	
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources	
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka, QC		Slug Test: 20-PO29 - Essai 1 - Insertion	Test Well: 20-PO29
Test Conducted by:			Test Date: 2020-11-19
Analysis Performed		Bouwer & Rice - Essai 1 - Insertion Slug	Analysis Date: 2021-03-01
Aquifer Thickness: 8.01 m			
<div> </div>			
Calculation using Bouwer & Rice			
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]		
20-PO29	6.56×10^{-6}		

<div> <div></div> <div> 1135 boul. Lebourgneuf Québec (Québec) G2K 0M5 </div> </div>		Slug Test Analysis Report	
		Project: Projet SLC	
		Number: 201-00625-00	
		Client: Ministère de l'Énergie et des Ressources	
Location: Rang Sainte-Sophie, Oka, QC		Slug Test: 20-PO29 - Essai 1 - Retrait	Test Well: 20-PO29
Test Conducted by: <div></div>			Test Date: 2020-11-19
Analysis Performed <div></div>		Bouwer & Rice - Essai 1 - Retrait Slug	Analysis Date: 2021-03-01
Aquifer Thickness: 8.01 m			
<div> </div>			
Calculation using Bouwer & Rice			
Observation Well	Hydraulic Conductivity [m/s]		
20-PO29	8.65×10^{-6}		

ANNEXE

6

ANALYSES HYDROGEOSIEVE XL





K from Grain Size Analysis Report

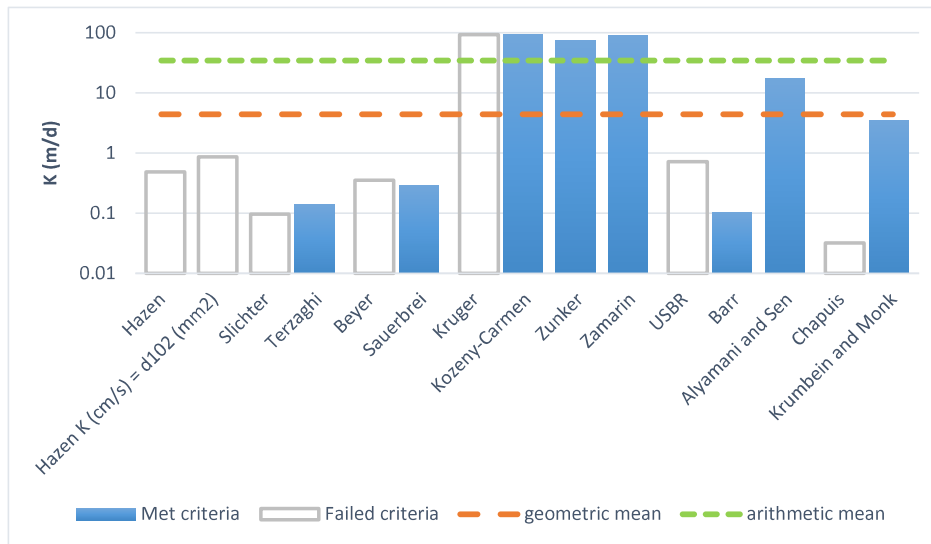
Date: 2021-03-18

Sample Name: 20F02-CF03

Mass Sample (g): 500

T (oC) 20

Poorly sorted gravelly sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	5.66E-04	5.66E-06	0.49
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	1.00E-03	1.00E-05	0.86
Slichter	1.11E-04	1.11E-06	0.10
Terzaghi	1.59E-04	1.59E-06	0.14
Beyer	4.09E-04	4.09E-06	0.35
Sauerbrei	3.39E-04	3.39E-06	0.29
Kruger	1.08E-01	1.08E-03	93.17
Kozeny-Carmen	1.06E-01	1.06E-03	91.74
Zunker	8.39E-02	8.39E-04	72.52
Zamarin	1.03E-01	1.03E-03	88.90
USBR	8.33E-04	8.33E-06	0.72
Barr	1.19E-04	1.19E-06	0.10
Alyamani and Sen	1.99E-02	1.99E-04	17.16
Chapuis	3.73E-05	3.73E-07	0.03
Krumbein and Monk	4.05E-03	4.05E-05	3.50
geometric mean	5.12E-03	5.12E-05	4.42
arithmetic mean	3.97E-02	3.97E-04	34.29
min	1.19E-04	1.19E-06	0.103
max	1.06E-01	1.06E-03	91.74



K from Grain Size Analysis Report

Date: 2021-03-18

Sample Name:

20F02-CF05

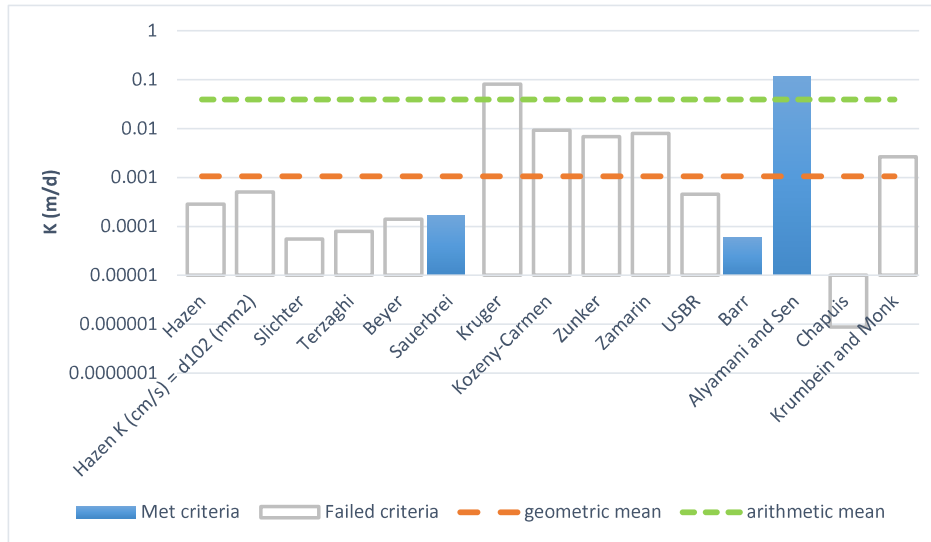
Mass Sample (g):

500

T (oC)

20

Poorly sorted sandy gravelly silt low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	3.27E-07	3.27E-09	0.00
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	5.78E-07	5.78E-09	0.00
Slichter	6.43E-08	6.43E-10	0.00
Terzaghi	9.17E-08	9.17E-10	0.00
Beyer	1.64E-07	1.64E-09	0.00
Sauerbrei	1.96E-07	1.96E-09	0.00
Kruger	9.31E-05	9.31E-07	0.08
Kozeny-Carmen	1.08E-05	1.08E-07	0.01
Zunker	7.98E-06	7.98E-08	0.01
Zamarin	9.14E-06	9.14E-08	0.01
USBR	5.30E-07	5.30E-09	0.00
Barr	6.89E-08	6.89E-10	0.00
Alyamani and Sen	1.35E-04	1.35E-06	0.12
Chapuis	1.02E-09	1.02E-11	0.00
Krumbein and Monk	3.06E-06	3.06E-08	0.00
geometric mean	1.22E-06	1.22E-08	0.00
arithmetic mean	4.51E-05	4.51E-07	0.04
min	6.89E-08	6.89E-10	0.000
max	1.35E-04	1.35E-06	0.12



K from Grain Size Analysis Report

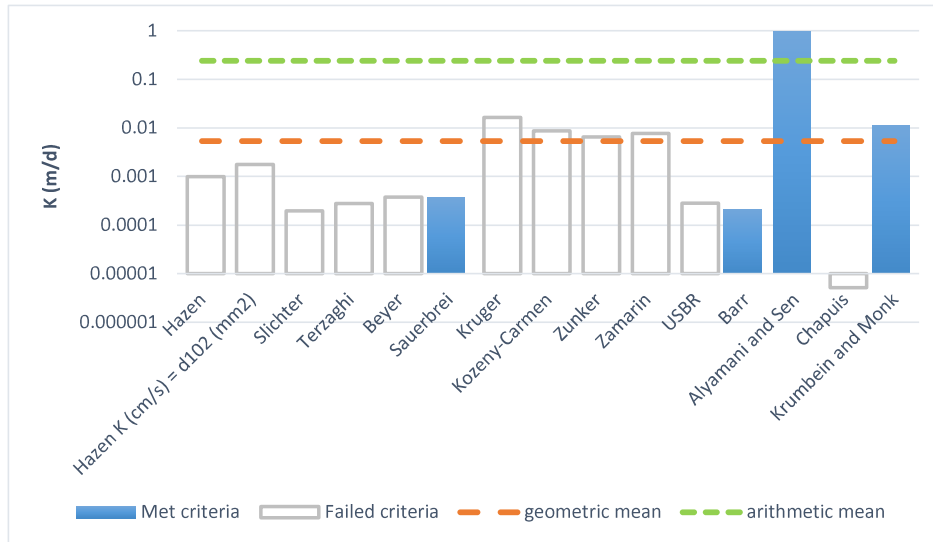
Date: 2021-03-18

Sample Name: 20F04-CF12

Mass Sample (g): 500

T (oC) 20

Poorly sorted gravelly sand with fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	1.15E-06	1.15E-08	0.00
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	2.03E-06	2.03E-08	0.00
Slichter	2.26E-07	2.26E-09	0.00
Terzaghi	3.22E-07	3.22E-09	0.00
Beyer	4.34E-07	4.34E-09	0.00
Sauerbrei	4.18E-07	4.18E-09	0.00
Kruger	1.92E-05	1.92E-07	0.02
Kozeny-Carmen	1.01E-05	1.01E-07	0.01
Zunker	7.60E-06	7.60E-08	0.01
Zamarin	8.82E-06	8.82E-08	0.01
USBR	3.26E-07	3.26E-09	0.00
Barr	2.42E-07	2.42E-09	0.00
Alyamani and Sen	1.11E-03	1.11E-05	0.96
Chapuis	6.02E-09	6.02E-11	0.00
Krumbein and Monk	1.29E-05	1.29E-07	0.01
geometric mean	6.17E-06	6.17E-08	0.01
arithmetic mean	2.80E-04	2.80E-06	0.24
min	2.42E-07	2.42E-09	0.000
max	1.11E-03	1.11E-05	0.96



K from Grain Size Analysis Report

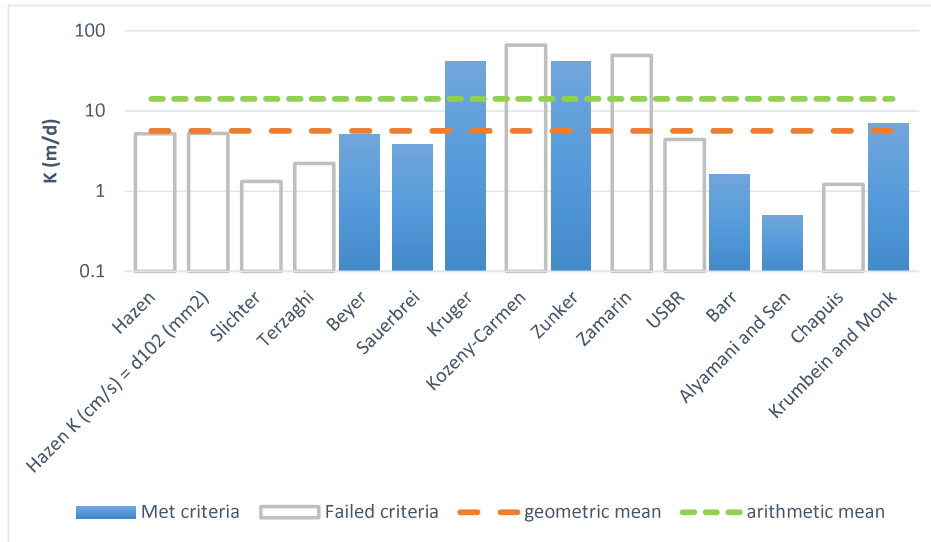
Date: 2021-03-18

Sample Name: 20F05-CF15

Mass Sample (g): 500

T (oC) 20

Poorly sorted gravelly sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	6.03E-03	6.03E-05	5.21
Hazen K (cm/s) = d_{10} (mm)	6.03E-03	6.03E-05	5.21
Slichter	1.53E-03	1.53E-05	1.32
Terzaghi	2.56E-03	2.56E-05	2.21
Beyer	5.83E-03	5.83E-05	5.04
Sauerbrei	4.44E-03	4.44E-05	3.84
Kruger	4.69E-02	4.69E-04	40.49
Kozeny-Carmen	7.62E-02	7.62E-04	65.88
Zunker	4.69E-02	4.69E-04	40.52
Zamarin	5.69E-02	5.69E-04	49.17
USBR	5.08E-03	5.08E-05	4.39
Barr	1.88E-03	1.88E-05	1.62
Alyamani and Sen	5.80E-04	5.80E-06	0.50
Chapuis	1.42E-03	1.42E-05	1.22
Krumbein and Monk	8.07E-03	8.07E-05	6.97
geometric mean	6.52E-03	6.52E-05	5.63
arithmetic mean	1.64E-02	1.64E-04	14.14
min	5.80E-04	5.80E-06	0.501
max	4.69E-02	4.69E-04	40.52



K from Grain Size Analysis Report

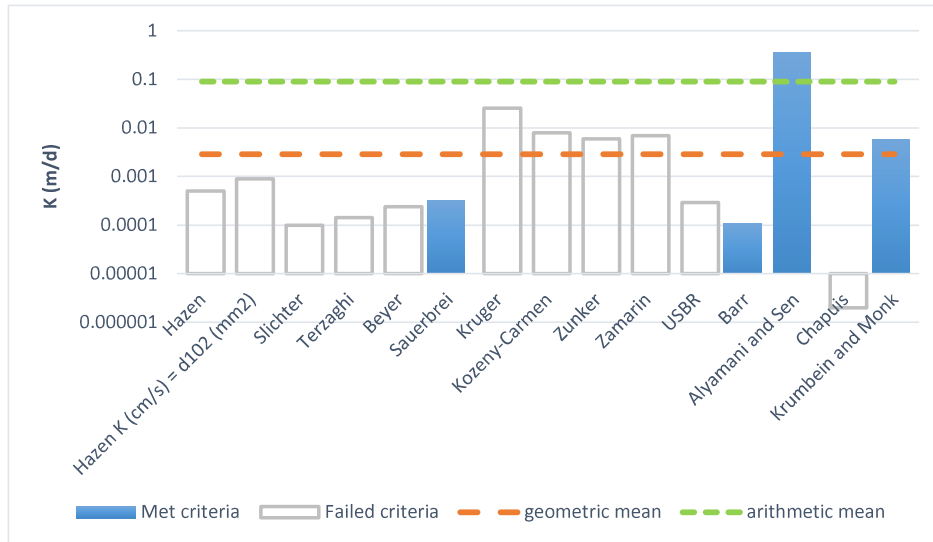
Date: 2021-03-18

Sample Name: 20F06-CF07

Mass Sample (g): 500

T (oC) 20

Poorly sorted gravelly sand with fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	5.84E-07	5.84E-09	0.00
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	1.03E-06	1.03E-08	0.00
Slichter	1.15E-07	1.15E-09	0.00
Terzaghi	1.64E-07	1.64E-09	0.00
Beyer	2.75E-07	2.75E-09	0.00
Sauerbrei	3.71E-07	3.71E-09	0.00
Kruger	2.96E-05	2.96E-07	0.03
Kozeny-Carmen	9.21E-06	9.21E-08	0.01
Zunker	6.88E-06	6.88E-08	0.01
Zamarin	7.96E-06	7.96E-08	0.01
USBR	3.38E-07	3.38E-09	0.00
Barr	1.23E-07	1.23E-09	0.00
Alyamani and Sen	4.07E-04	4.07E-06	0.35
Chapuis	2.32E-09	2.32E-11	0.00
Krumbein and Monk	6.48E-06	6.48E-08	0.01
geometric mean	3.31E-06	3.31E-08	0.00
arithmetic mean	1.03E-04	1.03E-06	0.09
min	1.23E-07	1.23E-09	0.000
max	4.07E-04	4.07E-06	0.35



K from Grain Size Analysis Report

Date: 2021-03-18

Sample Name:

20F07-CF02

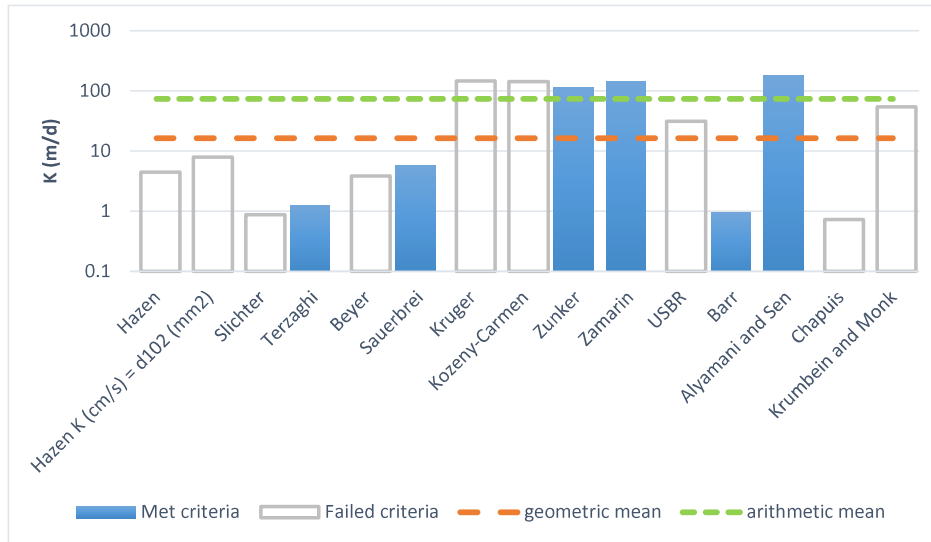
Mass Sample (g):

500

T (oC)

20

Poorly sorted sandy gravel low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	5.18E-03	5.18E-05	4.48
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	9.16E-03	9.16E-05	7.91
Slichter	1.02E-03	1.02E-05	0.88
Terzaghi	1.45E-03	1.45E-05	1.26
Beyer	4.48E-03	4.48E-05	3.87
Sauerbrei	6.77E-03	6.77E-05	5.85
Kruger	1.69E-01	1.69E-03	145.64
Kozeny-Carmen	1.66E-01	1.66E-03	143.55
Zunker	1.31E-01	1.31E-03	113.44
Zamarin	1.61E-01	1.61E-03	139.01
USBR	3.63E-02	3.63E-04	31.39
Barr	1.09E-03	1.09E-05	0.94
Alyamani and Sen	2.09E-01	2.09E-03	180.51
Chapuis	8.45E-04	8.45E-06	0.73
Krumbein and Monk	6.27E-02	6.27E-04	54.13
geometric mean	1.90E-02	1.90E-04	16.44
arithmetic mean	8.51E-02	8.51E-04	73.50
min	1.09E-03	1.09E-05	0.944
max	2.09E-01	2.09E-03	180.51



K from Grain Size Analysis Report

Date: 2021-03-18

Sample Name:

20F07-CF05

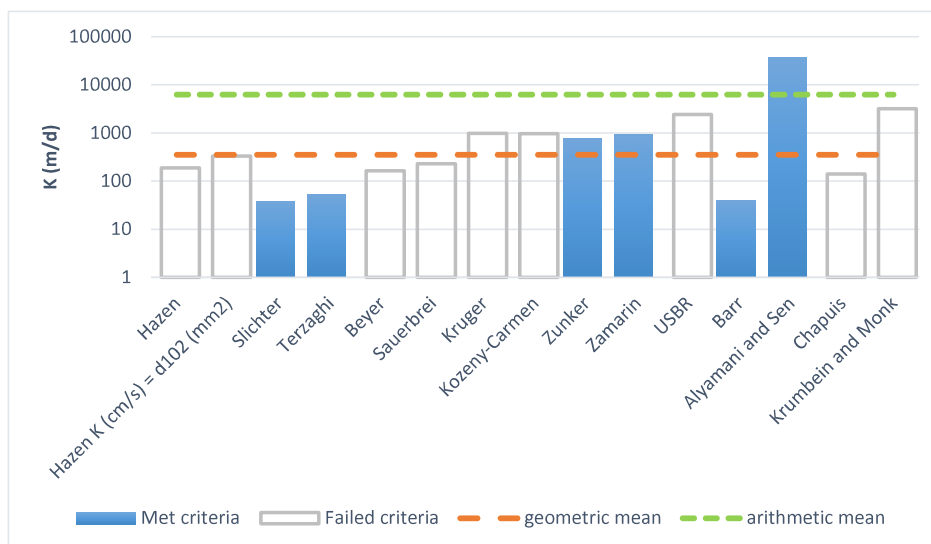
Mass Sample (g):

500

T (oC)

20

Poorly sorted sandy gravel low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	2.18E-01	2.18E-03	188.32
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	3.85E-01	3.85E-03	332.61
Slichter	4.28E-02	4.28E-04	37.01
Terzaghi	6.11E-02	6.11E-04	52.77
Beyer	1.88E-01	1.88E-03	162.64
Sauerbrei	2.67E-01	2.67E-03	230.44
Kruger	1.12E+00	1.12E-02	971.23
Kozeny-Carmen	1.12E+00	1.12E-02	964.00
Zunker	8.80E-01	8.80E-03	760.11
Zamarin	1.08E+00	1.08E-02	929.25
USBR	2.79E+00	2.79E-02	2408.97
Barr	4.59E-02	4.59E-04	39.68
Alyamani and Sen	4.17E+01	4.17E-01	36033.33
Chapuis	1.64E-01	1.64E-03	141.54
Krumbein and Monk	3.72E+00	3.72E-02	3216.15
geometric mean	4.10E-01	4.10E-03	354.13
arithmetic mean	7.30E+00	7.30E-02	6308.69
min	4.28E-02	4.28E-04	37.012
max	4.17E+01	4.17E-01	36033.33



K from Grain Size Analysis Report

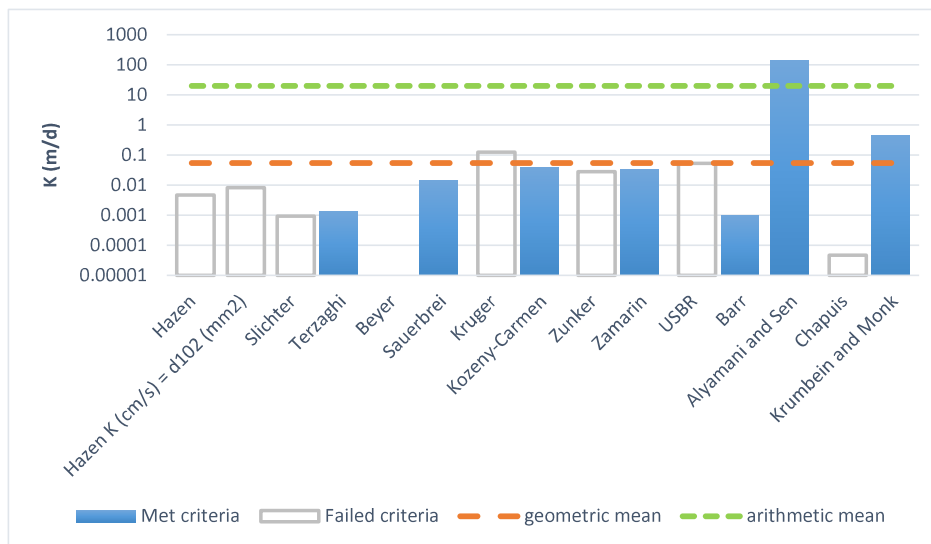
Date: 2021-03-18

Sample Name: 20F10-CF02

Mass Sample (g): 500

T (oC) 20

Poorly sorted gravelly sand with fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	5.44E-06	5.44E-08	0.00
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	9.61E-06	9.61E-08	0.01
Slichter	1.07E-06	1.07E-08	0.00
Terzaghi	1.52E-06	1.52E-08	0.00
Beyer	-3.37E-06	-3.37E-08	0.00
Sauerbrei	1.66E-05	1.66E-07	0.01
Kruger	1.44E-04	1.44E-06	0.12
Kozeny-Carmen	4.34E-05	4.34E-07	0.04
Zunker	3.24E-05	3.24E-07	0.03
Zamarin	3.75E-05	3.75E-07	0.03
USBR	6.10E-05	6.10E-07	0.05
Barr	1.15E-06	1.15E-08	0.00
Alyamani and Sen	1.61E-01	1.61E-03	139.39
Chapuis	5.37E-08	5.37E-10	0.00
Krumbein and Monk	5.12E-04	5.12E-06	0.44
geometric mean	6.29E-05	6.29E-07	0.05
arithmetic mean	2.31E-02	2.31E-04	19.99
min	1.15E-06	1.15E-08	0.001
max	1.61E-01	1.61E-03	139.39



K from Grain Size Analysis Report

Date: 2021-03-18

Sample Name:

20F10-CF06

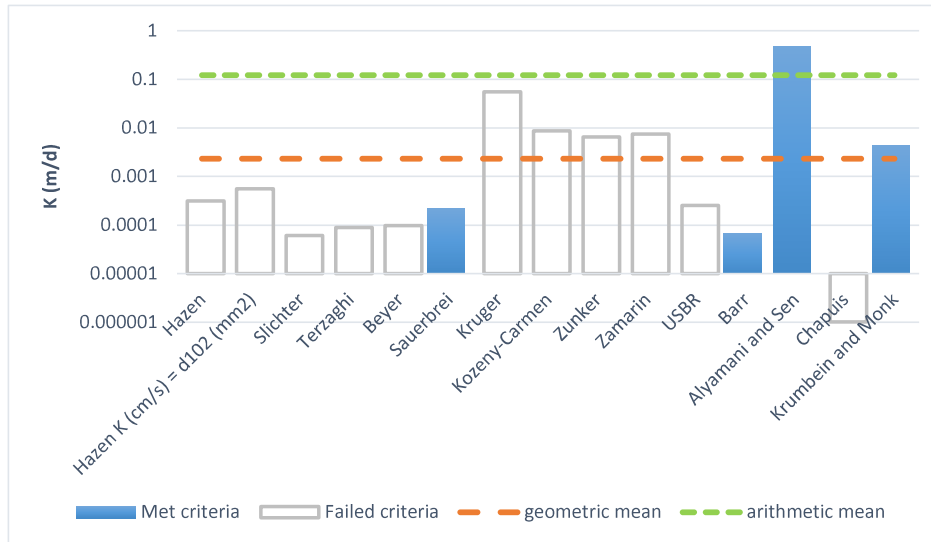
Mass Sample (g):

500

T (oC)

20

Poorly sorted gravelly sand with fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	3.65E-07	3.65E-09	0.00
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	6.44E-07	6.44E-09	0.00
Slichter	7.17E-08	7.17E-10	0.00
Terzaghi	1.02E-07	1.02E-09	0.00
Beyer	1.13E-07	1.13E-09	0.00
Sauerbrei	2.45E-07	2.45E-09	0.00
Kruger	6.47E-05	6.47E-07	0.06
Kozeny-Carmen	1.01E-05	1.01E-07	0.01
Zunker	7.52E-06	7.52E-08	0.01
Zamarin	8.66E-06	8.66E-08	0.01
USBR	2.95E-07	2.95E-09	0.00
Barr	7.68E-08	7.68E-10	0.00
Alyamani and Sen	5.55E-04	5.55E-06	0.48
Chapuis	1.19E-09	1.19E-11	0.00
Krumbein and Monk	4.94E-06	4.94E-08	0.00
geometric mean	2.68E-06	2.68E-08	0.00
arithmetic mean	1.40E-04	1.40E-06	0.12
min	7.68E-08	7.68E-10	0.000
max	5.55E-04	5.55E-06	0.48



K from Grain Size Analysis Report

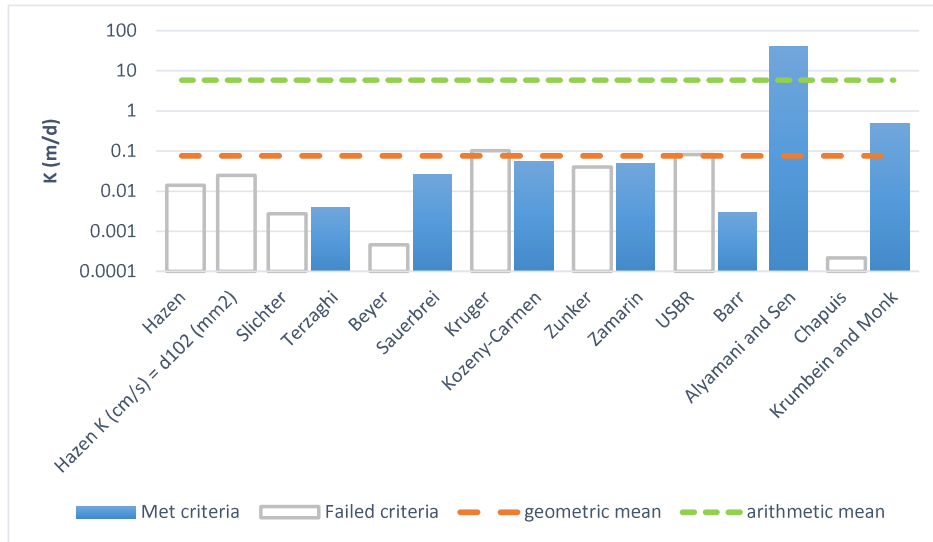
Date: 2021-03-18

Sample Name: 20F11-CF07

Mass Sample (g): 500

T (oC) 20

Poorly sorted gravelly sand with fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	1.62E-05	1.62E-07	0.01
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	2.86E-05	2.86E-07	0.02
Slichter	3.18E-06	3.18E-08	0.00
Terzaghi	4.54E-06	4.54E-08	0.00
Beyer	5.32E-07	5.32E-09	0.00
Sauerbrei	3.02E-05	3.02E-07	0.03
Kruger	1.20E-04	1.20E-06	0.10
Kozeny-Carmen	6.16E-05	6.16E-07	0.05
Zunker	4.64E-05	4.64E-07	0.04
Zamarin	5.42E-05	5.42E-07	0.05
USBR	9.57E-05	9.57E-07	0.08
Barr	3.41E-06	3.41E-08	0.00
Alyamani and Sen	4.67E-02	4.67E-04	40.37
Chapuis	2.50E-07	2.50E-09	0.00
Krumbein and Monk	5.60E-04	5.60E-06	0.48
geometric mean	8.80E-05	8.80E-07	0.08
arithmetic mean	6.78E-03	6.78E-05	5.86
min	3.41E-06	3.41E-08	0.003
max	4.67E-02	4.67E-04	40.37



K from Grain Size Analysis Report

Date: 2021-03-18

Sample Name:

20F12-CF04

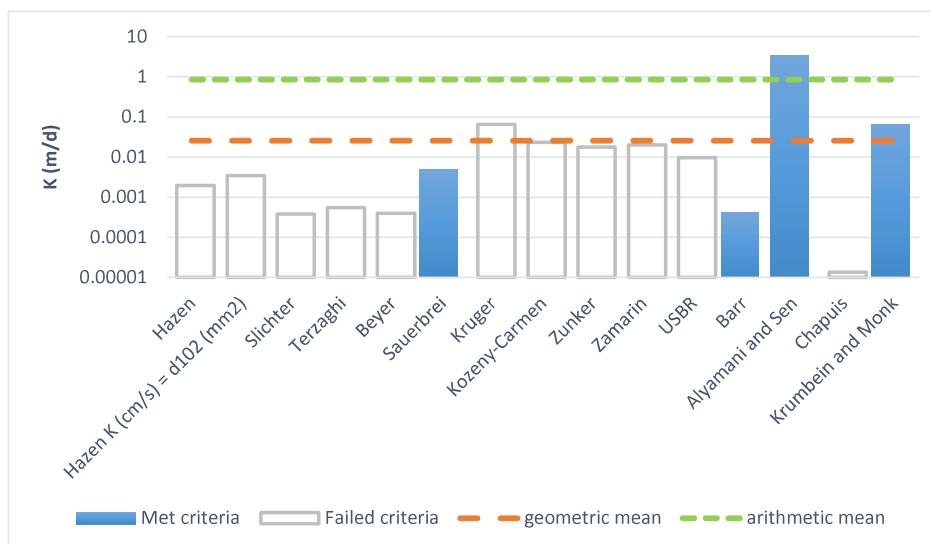
Mass Sample (g):

500

T (oC)

20

Poorly sorted gravelly sand with fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	2.27E-06	2.27E-08	0.00
Hazen K (cm/s) = d_{10} (mm)	4.01E-06	4.01E-08	0.00
Slichter	4.46E-07	4.46E-09	0.00
Terzaghi	6.36E-07	6.36E-09	0.00
Beyer	4.60E-07	4.60E-09	0.00
Sauerbrei	5.42E-06	5.42E-08	0.00
Kruger	7.56E-05	7.56E-07	0.07
Kozeny-Carmen	2.72E-05	2.72E-07	0.02
Zunker	2.04E-05	2.04E-07	0.02
Zamarin	2.36E-05	2.36E-07	0.02
USBR	1.13E-05	1.13E-07	0.01
Barr	4.78E-07	4.78E-09	0.00
Alyamani and Sen	3.85E-03	3.85E-05	3.32
Chapuis	1.57E-08	1.57E-10	0.00
Krumbein and Monk	7.55E-05	7.55E-07	0.07
geometric mean	2.94E-05	2.94E-07	0.03
arithmetic mean	9.82E-04	9.82E-06	0.85
min	4.78E-07	4.78E-09	0.000
max	3.85E-03	3.85E-05	3.32



K from Grain Size Analysis Report

Date: 2021-03-18

Sample Name:

20F12-CF06

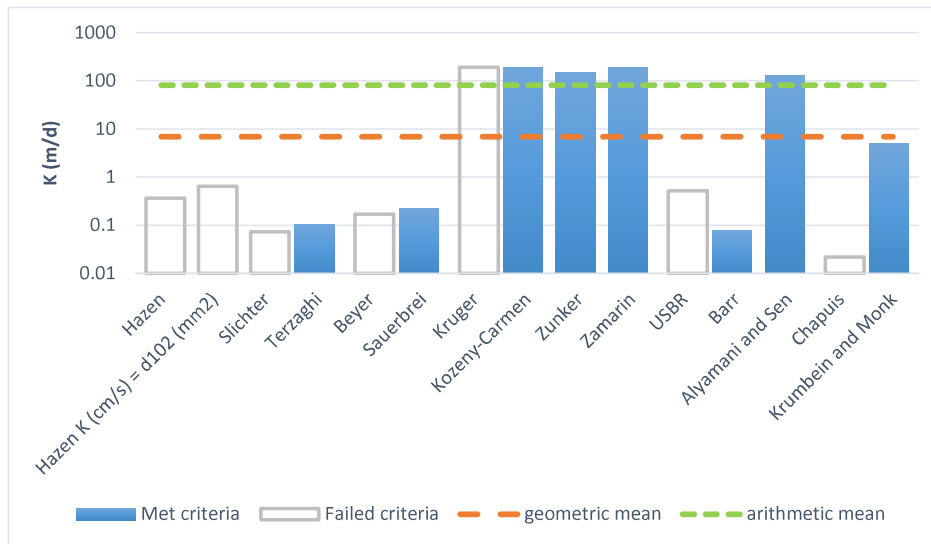
Mass Sample (g):

500

T (oC)

20

Poorly sorted gravelly sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	4.28E-04	4.28E-06	0.37
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	7.56E-04	7.56E-06	0.65
Slichter	8.41E-05	8.41E-07	0.07
Terzaghi	1.20E-04	1.20E-06	0.10
Beyer	1.96E-04	1.96E-06	0.17
Sauerbrei	2.56E-04	2.56E-06	0.22
Kruger	2.21E-01	2.21E-03	191.18
Kozeny-Carmen	2.18E-01	2.18E-03	188.24
Zunker	1.72E-01	1.72E-03	148.81
Zamarin	2.11E-01	2.11E-03	182.42
USBR	6.04E-04	6.04E-06	0.52
Barr	9.02E-05	9.02E-07	0.08
Alyamani and Sen	1.44E-01	1.44E-03	124.56
Chapuis	2.52E-05	2.52E-07	0.02
Krumbein and Monk	5.63E-03	5.63E-05	4.86
geometric mean	8.06E-03	8.06E-05	6.96
arithmetic mean	9.39E-02	9.39E-04	81.16
min	9.02E-05	9.02E-07	0.078
max	2.18E-01	2.18E-03	188.24



K from Grain Size Analysis Report

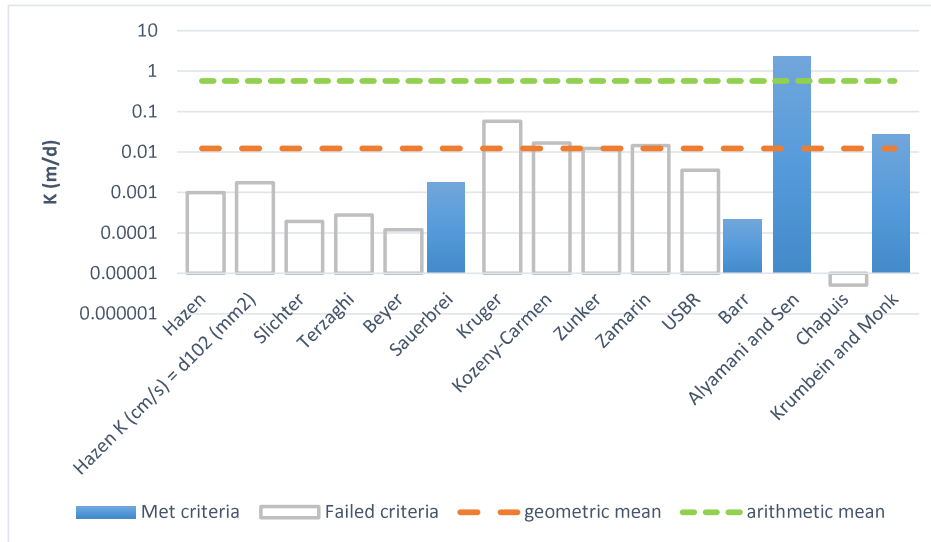
Date: 2021-03-18

Sample Name: 20F12-CF18

Mass Sample (g): 500

T (oC) 20

Poorly sorted gravelly sand with fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	1.14E-06	1.14E-08	0.00
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	2.01E-06	2.01E-08	0.00
Slichter	2.24E-07	2.24E-09	0.00
Terzaghi	3.19E-07	3.19E-09	0.00
Beyer	1.39E-07	1.39E-09	0.00
Sauerbrei	1.98E-06	1.98E-08	0.00
Kruger	6.76E-05	6.76E-07	0.06
Kozeny-Carmen	1.91E-05	1.91E-07	0.02
Zunker	1.43E-05	1.43E-07	0.01
Zamarin	1.66E-05	1.66E-07	0.01
USBR	4.11E-06	4.11E-08	0.00
Barr	2.40E-07	2.40E-09	0.00
Alyamani and Sen	2.63E-03	2.63E-05	2.27
Chapuis	5.94E-09	5.94E-11	0.00
Krumbein and Monk	3.19E-05	3.19E-07	0.03
geometric mean	1.41E-05	1.41E-07	0.01
arithmetic mean	6.66E-04	6.66E-06	0.58
min	2.40E-07	2.40E-09	0.000
max	2.63E-03	2.63E-05	2.27



K from Grain Size Analysis Report

Date: 2021-03-18

Sample Name:

20F13-CF07

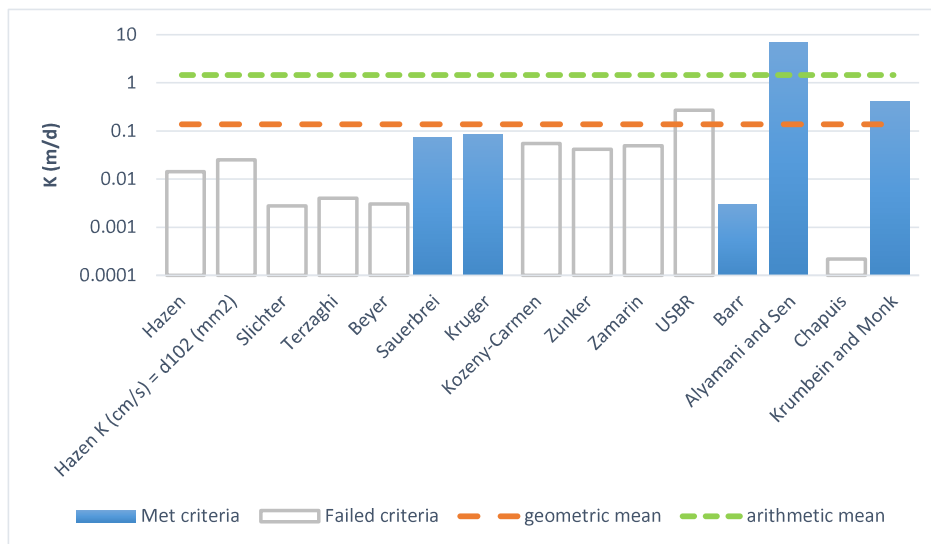
Mass Sample (g):

500

T (oC)

20

Poorly sorted gravelly sand with fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	1.65E-05	1.65E-07	0.01
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	2.92E-05	2.92E-07	0.03
Slichter	3.24E-06	3.24E-08	0.00
Terzaghi	4.63E-06	4.63E-08	0.00
Beyer	3.50E-06	3.50E-08	0.00
Sauerbrei	8.67E-05	8.67E-07	0.07
Kruger	9.74E-05	9.74E-07	0.08
Kozeny-Carmen	6.34E-05	6.34E-07	0.05
Zunker	4.82E-05	4.82E-07	0.04
Zamarin	5.67E-05	5.67E-07	0.05
USBR	3.14E-04	3.14E-06	0.27
Barr	3.48E-06	3.48E-08	0.00
Alyamani and Sen	7.80E-03	7.80E-05	6.74
Chapuis	2.57E-07	2.57E-09	0.00
Krumbein and Monk	4.62E-04	4.62E-06	0.40
geometric mean	1.60E-04	1.60E-06	0.14
arithmetic mean	1.69E-03	1.69E-05	1.46
min	3.48E-06	3.48E-08	0.003
max	7.80E-03	7.80E-05	6.74



K from Grain Size Analysis Report

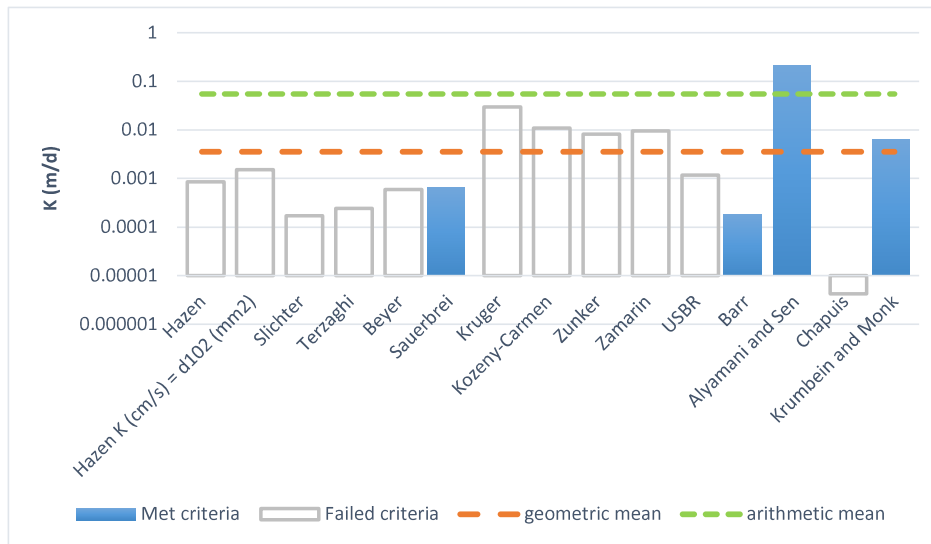
Date: 2021-03-18

Sample Name: 20F13-CF09

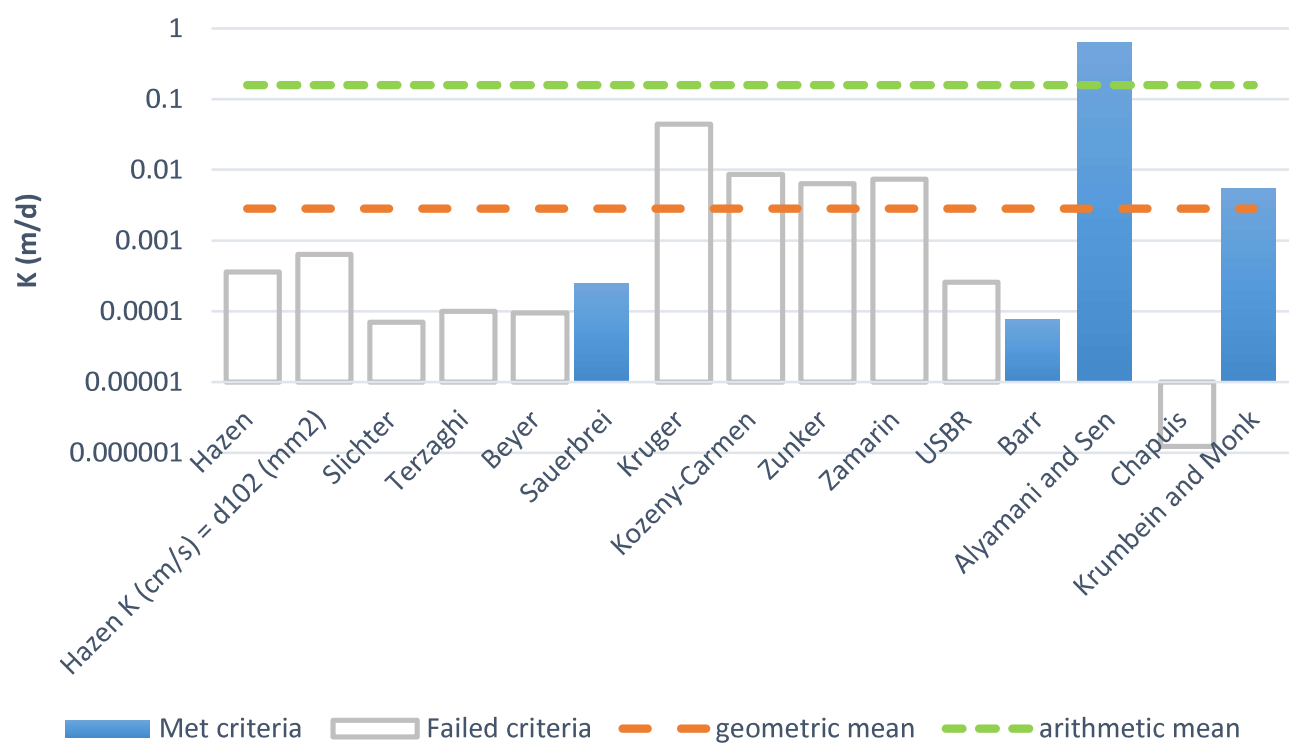
Mass Sample (g): 500

T (oC) 20

Poorly sorted gravelly sand with fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	9.97E-07	9.97E-09	0.00
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	1.76E-06	1.76E-08	0.00
Slichter	1.96E-07	1.96E-09	0.00
Terzaghi	2.79E-07	2.79E-09	0.00
Beyer	6.85E-07	6.85E-09	0.00
Sauerbrei	7.54E-07	7.54E-09	0.00
Kruger	3.44E-05	3.44E-07	0.03
Kozeny-Carmen	1.27E-05	1.27E-07	0.01
Zunker	9.50E-06	9.50E-08	0.01
Zamarin	1.10E-05	1.10E-07	0.01
USBR	1.36E-06	1.36E-08	0.00
Barr	2.10E-07	2.10E-09	0.00
Alyamani and Sen	2.46E-04	2.46E-06	0.21
Chapuis	4.92E-09	4.92E-11	0.00
Krumbein and Monk	7.36E-06	7.36E-08	0.01
geometric mean	4.11E-06	4.11E-08	0.00
arithmetic mean	6.35E-05	6.35E-07	0.05
min	2.10E-07	2.10E-09	0.000
max	2.46E-04	2.46E-06	0.21





K from Grain Size Analysis Report

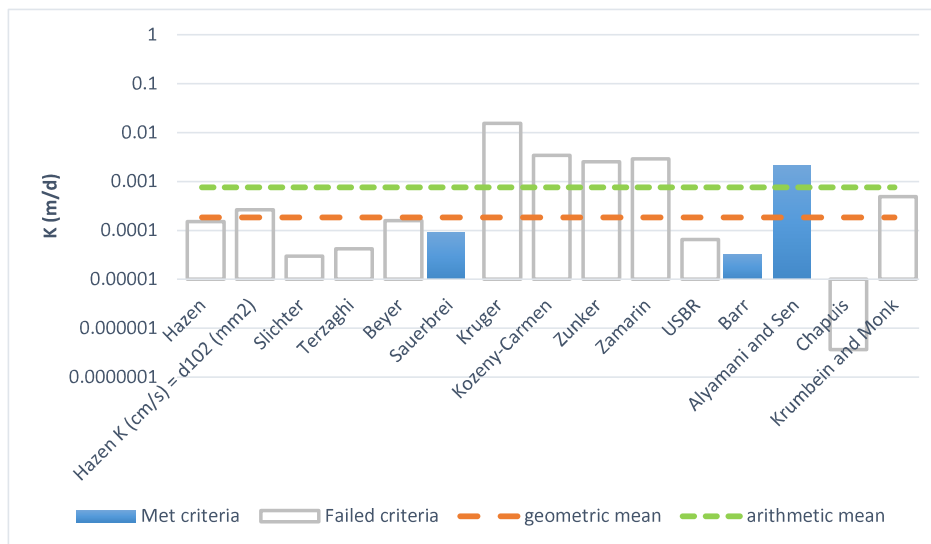
Date: 2021-03-18

Sample Name: 20F13-CF13

Mass Sample (g): 500

T (oC) 20

Poorly sorted clay with fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	1.75E-07	1.75E-09	0.00
Hazen K (cm/s) = d_{10} (mm)	3.09E-07	3.09E-09	0.00
Slichter	3.45E-08	3.45E-10	0.00
Terzaghi	4.92E-08	4.92E-10	0.00
Beyer	1.83E-07	1.83E-09	0.00
Sauerbrei	1.05E-07	1.05E-09	0.00
Kruger	1.80E-05	1.80E-07	0.02
Kozeny-Carmen	3.94E-06	3.94E-08	0.00
Zunker	2.92E-06	2.92E-08	0.00
Zamarin	3.36E-06	3.36E-08	0.00
USBR	7.65E-08	7.65E-10	0.00
Barr	3.70E-08	3.70E-10	0.00
Alyamani and Sen	2.48E-06	2.48E-08	0.00
Chapuis	4.28E-10	4.28E-12	0.00
Krumbein and Monk	5.64E-07	5.64E-09	0.00
geometric mean	2.13E-07	2.13E-09	0.00
arithmetic mean	8.75E-07	8.75E-09	0.00
min	3.70E-08	3.70E-10	0.000
max	2.48E-06	2.48E-08	0.00



K from Grain Size Analysis Report

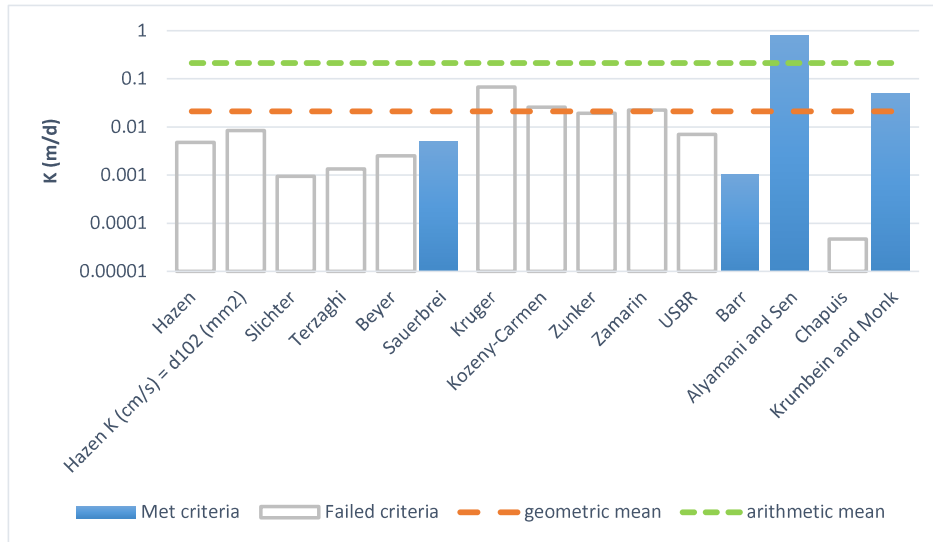
Date: 2021-03-18

Sample Name: 20F13-CF17

Mass Sample (g): 500

T (oC) 20

Poorly sorted gravelly sand with fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	5.53E-06	5.53E-08	0.00
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	9.77E-06	9.77E-08	0.01
Slichter	1.09E-06	1.09E-08	0.00
Terzaghi	1.55E-06	1.55E-08	0.00
Beyer	2.91E-06	2.91E-08	0.00
Sauerbrei	5.82E-06	5.82E-08	0.01
Kruger	7.88E-05	7.88E-07	0.07
Kozeny-Carmen	2.98E-05	2.98E-07	0.03
Zunker	2.23E-05	2.23E-07	0.02
Zamarin	2.58E-05	2.58E-07	0.02
USBR	8.15E-06	8.15E-08	0.01
Barr	1.16E-06	1.16E-08	0.00
Alyamani and Sen	9.24E-04	9.24E-06	0.80
Chapuis	5.50E-08	5.50E-10	0.00
Krumbein and Monk	5.84E-05	5.84E-07	0.05
geometric mean	2.46E-05	2.46E-07	0.02
arithmetic mean	2.47E-04	2.47E-06	0.21
min	1.16E-06	1.16E-08	0.001
max	9.24E-04	9.24E-06	0.80



K from Grain Size Analysis Report

Date: 2021-03-18

Sample Name:

20F13-CF20

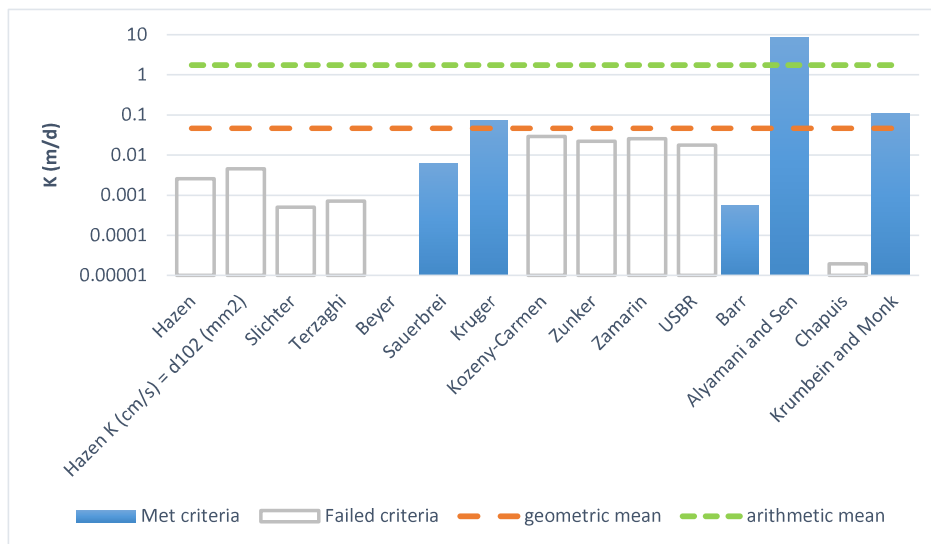
Mass Sample (g):

500

T (oC)

20

Poorly sorted gravelly sand with fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	2.95E-06	2.95E-08	0.00
Hazen K (cm/s) = d_{10} (mm)	5.21E-06	5.21E-08	0.00
Slichter	5.79E-07	5.79E-09	0.00
Terzaghi	8.26E-07	8.26E-09	0.00
Beyer	-1.32E-06	-1.32E-08	0.00
Sauerbrei	7.21E-06	7.21E-08	0.01
Kruger	8.25E-05	8.25E-07	0.07
Kozeny-Carmen	3.40E-05	3.40E-07	0.03
Zunker	2.55E-05	2.55E-07	0.02
Zamarin	2.97E-05	2.97E-07	0.03
USBR	2.06E-05	2.06E-07	0.02
Barr	6.21E-07	6.21E-09	0.00
Alyamani and Sen	9.90E-03	9.90E-05	8.56
Chapuis	2.27E-08	2.27E-10	0.00
Krumbein and Monk	1.22E-04	1.22E-06	0.11
geometric mean	5.37E-05	5.37E-07	0.05
arithmetic mean	2.02E-03	2.02E-05	1.75
min	6.21E-07	6.21E-09	0.001
max	9.90E-03	9.90E-05	8.56



K from Grain Size Analysis Report

Date: 2021-03-18

Sample Name:

20F13-CF26

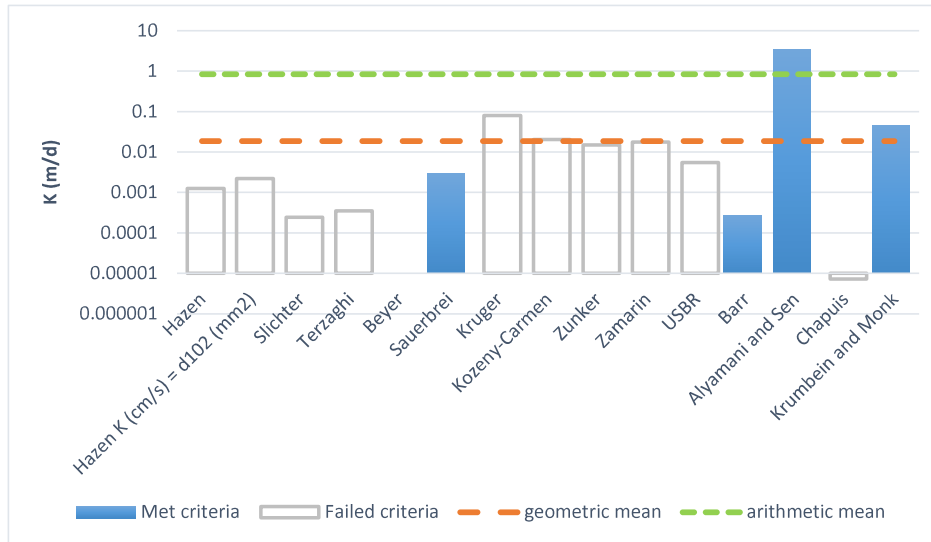
Mass Sample (g):

500

T (oC)

20

Poorly sorted gravelly sand with fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	1.45E-06	1.45E-08	0.00
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	2.56E-06	2.56E-08	0.00
Slichter	2.85E-07	2.85E-09	0.00
Terzaghi	4.06E-07	4.06E-09	0.00
Beyer	-1.19E-06	-1.19E-08	0.00
Sauerbrei	3.39E-06	3.39E-08	0.00
Kruger	9.34E-05	9.34E-07	0.08
Kozeny-Carmen	2.36E-05	2.36E-07	0.02
Zunker	1.76E-05	1.76E-07	0.02
Zamarin	2.03E-05	2.03E-07	0.02
USBR	6.37E-06	6.37E-08	0.01
Barr	3.05E-07	3.05E-09	0.00
Alyamani and Sen	3.85E-03	3.85E-05	3.33
Chapuis	8.33E-09	8.33E-11	0.00
Krumbein and Monk	5.39E-05	5.39E-07	0.05
geometric mean	2.15E-05	2.15E-07	0.02
arithmetic mean	9.77E-04	9.77E-06	0.84
min	3.05E-07	3.05E-09	0.000
max	3.85E-03	3.85E-05	3.33



K from Grain Size Analysis Report

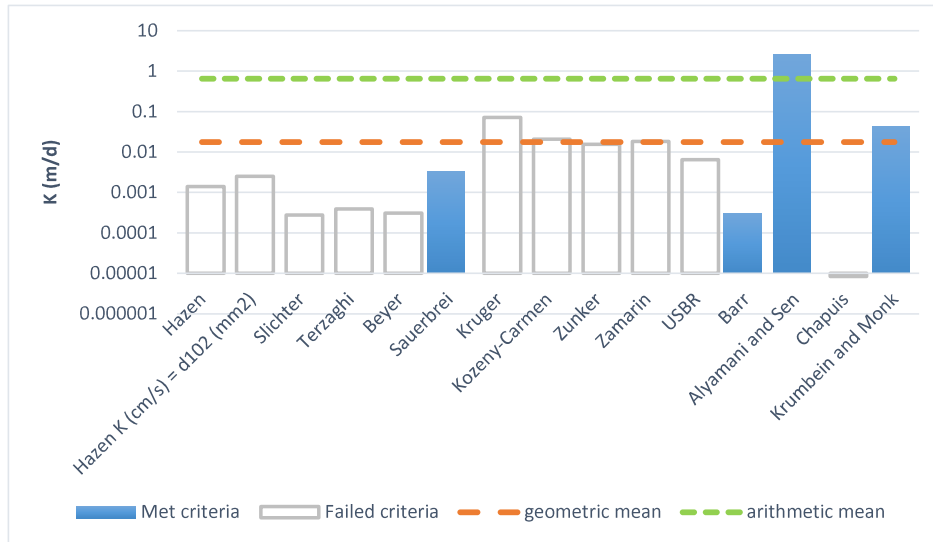
Date: 2021-03-18

Sample Name: 20F14-CF03

Mass Sample (g): 500

T (oC) 20

Poorly sorted gravelly sand with fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	1.63E-06	1.63E-08	0.00
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	2.87E-06	2.87E-08	0.00
Slichter	3.20E-07	3.20E-09	0.00
Terzaghi	4.56E-07	4.56E-09	0.00
Beyer	3.58E-07	3.58E-09	0.00
Sauerbrei	3.67E-06	3.67E-08	0.00
Kruger	8.42E-05	8.42E-07	0.07
Kozeny-Carmen	2.43E-05	2.43E-07	0.02
Zunker	1.82E-05	1.82E-07	0.02
Zamarin	2.10E-05	2.10E-07	0.02
USBR	7.45E-06	7.45E-08	0.01
Barr	3.43E-07	3.43E-09	0.00
Alyamani and Sen	2.98E-03	2.98E-05	2.57
Chapuis	9.81E-09	9.81E-11	0.00
Krumbein and Monk	4.80E-05	4.80E-07	0.04
geometric mean	2.06E-05	2.06E-07	0.02
arithmetic mean	7.58E-04	7.58E-06	0.65
min	3.43E-07	3.43E-09	0.000
max	2.98E-03	2.98E-05	2.57



K from Grain Size Analysis Report

Date: 2021-03-18

Sample Name:

20F14-CF05

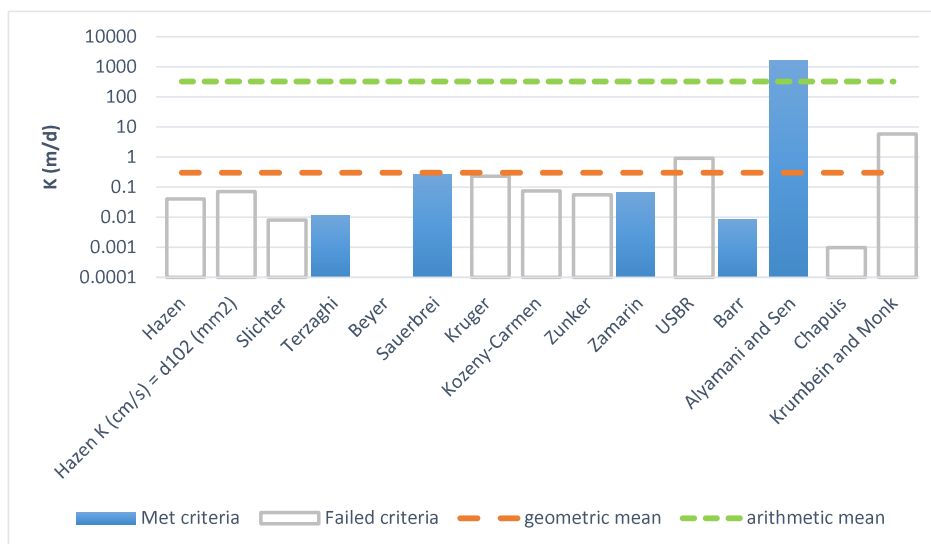
Mass Sample (g):

500

T (oC)

20

Poorly sorted sandy gravel with fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	4.69E-05	4.69E-07	0.04
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	8.28E-05	8.28E-07	0.07
Slichter	9.21E-06	9.21E-08	0.01
Terzaghi	1.31E-05	1.31E-07	0.01
Beyer	-2.66E-05	-2.66E-07	-0.02
Sauerbrei	3.05E-04	3.05E-06	0.26
Kruger	2.69E-04	2.69E-06	0.23
Kozeny-Carmen	8.60E-05	8.60E-07	0.07
Zunker	6.44E-05	6.44E-07	0.06
Zamarin	7.47E-05	7.47E-07	0.06
USBR	1.05E-03	1.05E-05	0.91
Barr	9.88E-06	9.88E-08	0.01
Alyamani and Sen	1.87E+00	1.87E-02	1612.87
Chapuis	1.12E-06	1.12E-08	0.00
Krumbein and Monk	6.71E-03	6.71E-05	5.80
geometric mean	3.53E-04	3.53E-06	0.31
arithmetic mean	3.73E-01	3.73E-03	322.64
min	9.88E-06	9.88E-08	0.009
max	1.87E+00	1.87E-02	1612.87



K from Grain Size Analysis Report

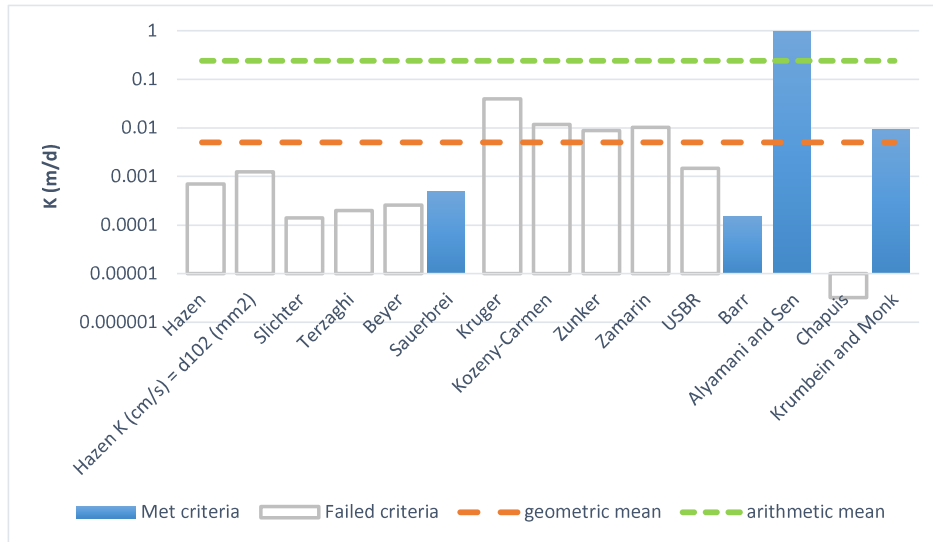
Date: 2021-03-18

Sample Name: 20F14-CF09

Mass Sample (g): 500

T (oC) 20

Poorly sorted gravelly sand with fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	8.20E-07	8.20E-09	0.00
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	1.45E-06	1.45E-08	0.00
Slichter	1.61E-07	1.61E-09	0.00
Terzaghi	2.30E-07	2.30E-09	0.00
Beyer	2.99E-07	2.99E-09	0.00
Sauerbrei	5.67E-07	5.67E-09	0.00
Kruger	4.61E-05	4.61E-07	0.04
Kozeny-Carmen	1.37E-05	1.37E-07	0.01
Zunker	1.02E-05	1.02E-07	0.01
Zamarin	1.18E-05	1.18E-07	0.01
USBR	1.72E-06	1.72E-08	0.00
Barr	1.73E-07	1.73E-09	0.00
Alyamani and Sen	1.10E-03	1.10E-05	0.95
Chapuis	3.74E-09	3.74E-11	0.00
Krumbein and Monk	1.05E-05	1.05E-07	0.01
geometric mean	5.80E-06	5.80E-08	0.01
arithmetic mean	2.79E-04	2.79E-06	0.24
min	1.73E-07	1.73E-09	0.000
max	1.10E-03	1.10E-05	0.95

K from Grain Size Analysis Report

Date: 2021-03-17

Sample Name: 20F15-CF24

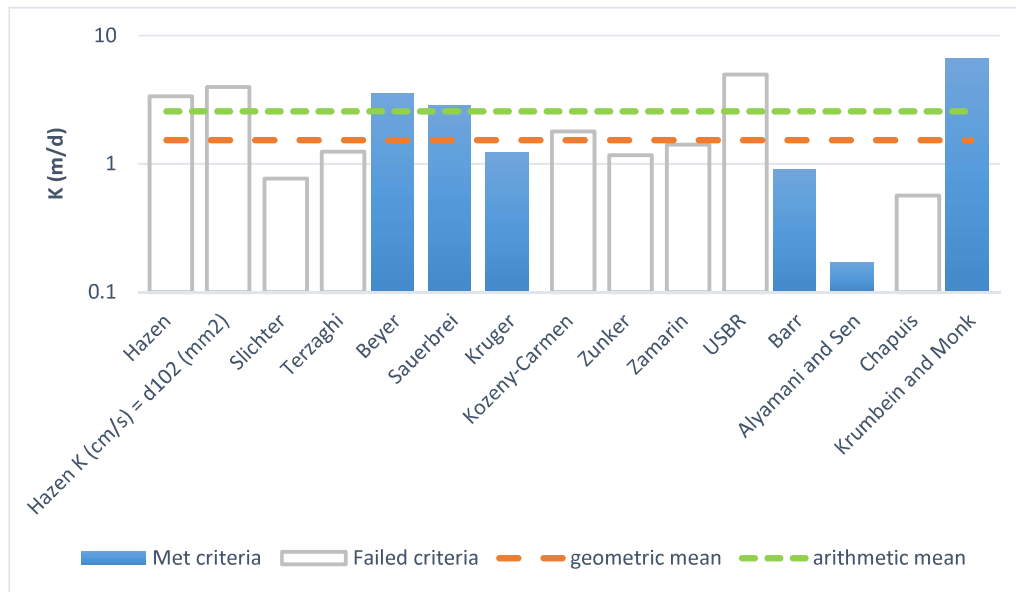
Mass Sample (g):

500

T (oC)

20

Poorly sorted gravelly sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	3.88E-03	3.88E-05	3.36
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	4.59E-03	4.59E-05	3.97
Slichter	8.90E-04	8.90E-06	0.77
Terzaghi	1.44E-03	1.44E-05	1.24
Beyer	4.13E-03	4.13E-05	3.57
Sauerbrei	3.32E-03	3.32E-05	2.87
Kruger	1.41E-03	1.41E-05	1.22
Kozeny-Carmen	2.07E-03	2.07E-05	1.79
Zunker	1.35E-03	1.35E-05	1.17
Zamarin	1.63E-03	1.63E-05	1.41
USBR	5.74E-03	5.74E-05	4.96
Barr	1.04E-03	1.04E-05	0.90
Alyamani and Sen	1.97E-04	1.97E-06	0.17
Chapuis	6.55E-04	6.55E-06	0.57
Krumbein and Monk	7.72E-03	7.72E-05	6.67
geometric mean	1.77E-03	1.77E-05	1.53
arithmetic mean	2.97E-03	2.97E-05	2.57
min	1.97E-04	1.97E-06	0.171
max	7.72E-03	7.72E-05	6.67



K from Grain Size Analysis Report

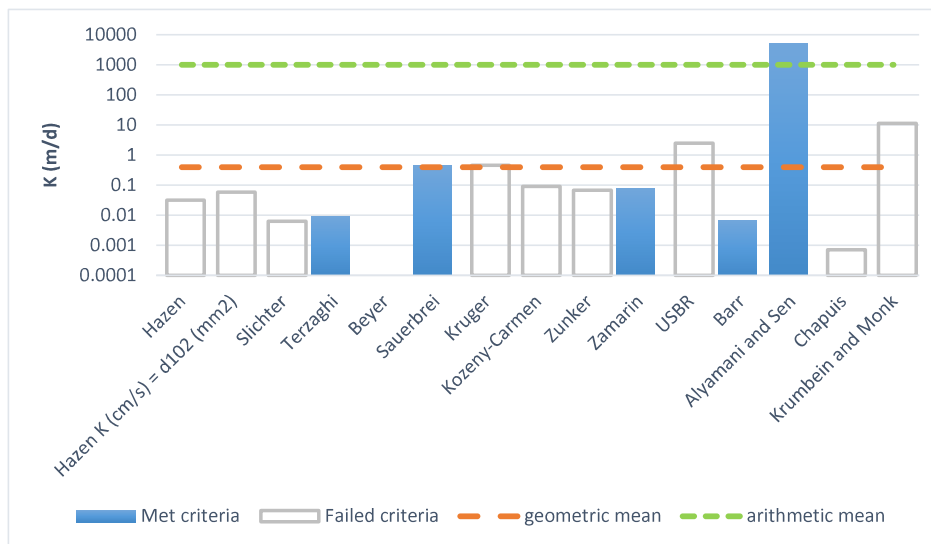
Date: 2021-03-18

Sample Name: 20F15-CF35

Mass Sample (g): 500

T (oC) 20

Poorly sorted sandy gravel low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	3.76E-05	3.76E-07	0.03
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	6.63E-05	6.63E-07	0.06
Slichter	7.38E-06	7.38E-08	0.01
Terzaghi	1.05E-05	1.05E-07	0.01
Beyer	-2.43E-05	-2.43E-07	-0.02
Sauerbrei	4.90E-04	4.90E-06	0.42
Kruger	5.24E-04	5.24E-06	0.45
Kozeny-Carmen	1.04E-04	1.04E-06	0.09
Zunker	7.71E-05	7.71E-07	0.07
Zamarin	8.87E-05	8.87E-07	0.08
USBR	2.88E-03	2.88E-05	2.49
Barr	7.91E-06	7.91E-08	0.01
Alyamani and Sen	5.81E+00	5.81E-02	5022.83
Chapuis	8.17E-07	8.17E-09	0.00
Krumbein and Monk	1.30E-02	1.30E-04	11.26
geometric mean	4.62E-04	4.62E-06	0.40
arithmetic mean	1.16E+00	1.16E-02	1004.67
min	7.91E-06	7.91E-08	0.007
max	5.81E+00	5.81E-02	5022.83



K from Grain Size Analysis Report

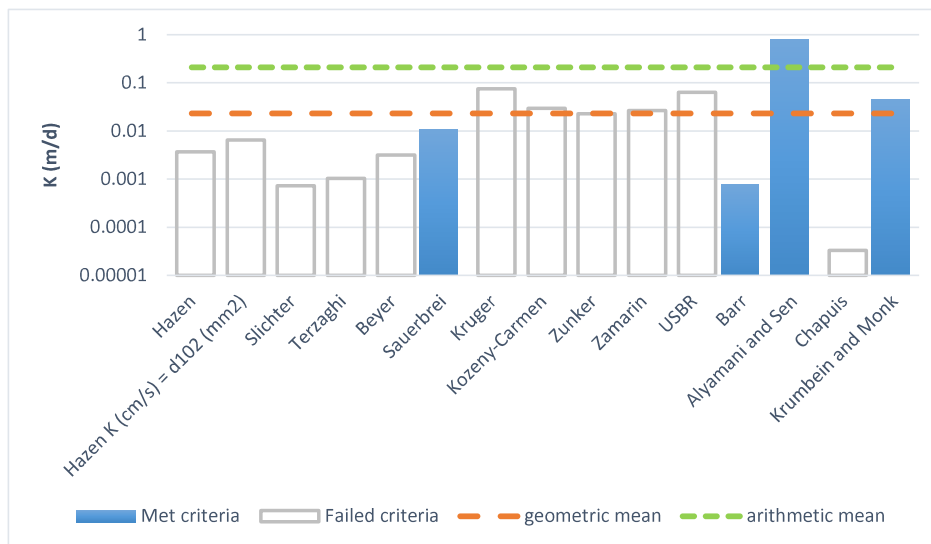
Date: 2021-03-18

Sample Name: 20F16-CF03

Mass Sample (g): 500

T (oC) 20

Poorly sorted sand with fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	4.28E-06	4.28E-08	0.00
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	7.56E-06	7.56E-08	0.01
Slichter	8.42E-07	8.42E-09	0.00
Terzaghi	1.20E-06	1.20E-08	0.00
Beyer	3.66E-06	3.66E-08	0.00
Sauerbrei	1.24E-05	1.24E-07	0.01
Kruger	8.69E-05	8.69E-07	0.08
Kozeny-Carmen	3.44E-05	3.44E-07	0.03
Zunker	2.61E-05	2.61E-07	0.02
Zamarin	3.07E-05	3.07E-07	0.03
USBR	7.29E-05	7.29E-07	0.06
Barr	9.02E-07	9.02E-09	0.00
Alyamani and Sen	9.09E-04	9.09E-06	0.79
Chapuis	3.83E-08	3.83E-10	0.00
Krumbein and Monk	5.11E-05	5.11E-07	0.04
geometric mean	2.69E-05	2.69E-07	0.02
arithmetic mean	2.43E-04	2.43E-06	0.21
min	9.02E-07	9.02E-09	0.001
max	9.09E-04	9.09E-06	0.79



K from Grain Size Analysis Report

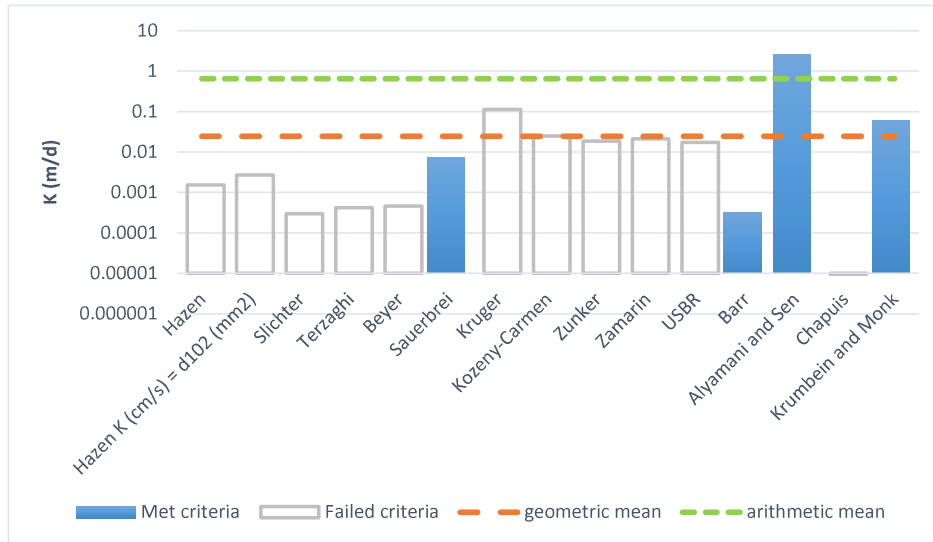
Date: 2021-03-18

Sample Name: 20F17-CF03

Mass Sample (g): 500

T (oC) 20

Poorly sorted gravelly sand with fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	1.76E-06	1.76E-08	0.00
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	3.12E-06	3.12E-08	0.00
Slichter	3.47E-07	3.47E-09	0.00
Terzaghi	4.94E-07	4.94E-09	0.00
Beyer	5.29E-07	5.29E-09	0.00
Sauerbrei	8.53E-06	8.53E-08	0.01
Kruger	1.31E-04	1.31E-06	0.11
Kozeny-Carmen	2.89E-05	2.89E-07	0.02
Zunker	2.15E-05	2.15E-07	0.02
Zamarin	2.49E-05	2.49E-07	0.02
USBR	2.00E-05	2.00E-07	0.02
Barr	3.72E-07	3.72E-09	0.00
Alyamani and Sen	2.95E-03	2.95E-05	2.55
Chapuis	1.10E-08	1.10E-10	0.00
Krumbein and Monk	6.89E-05	6.89E-07	0.06
geometric mean	2.83E-05	2.83E-07	0.02
arithmetic mean	7.58E-04	7.58E-06	0.65
min	3.72E-07	3.72E-09	0.000
max	2.95E-03	2.95E-05	2.55



K from Grain Size Analysis Report

Date: 2021-03-18

Sample Name:

20F17-CF05A

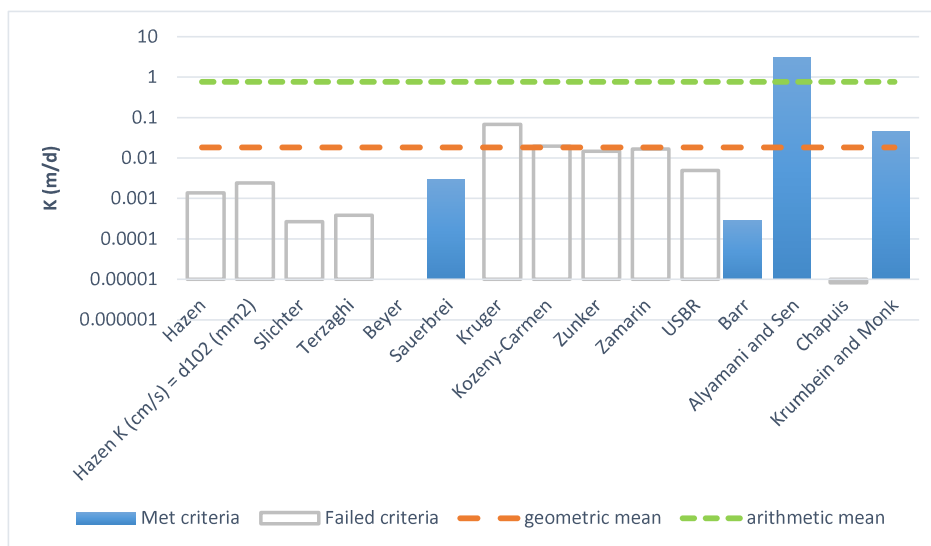
Mass Sample (g):

500

T (oC)

20

Poorly sorted gravelly sand with fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	1.59E-06	1.59E-08	0.00
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	2.81E-06	2.81E-08	0.00
Slichter	3.12E-07	3.12E-09	0.00
Terzaghi	4.45E-07	4.45E-09	0.00
Beyer	-1.33E-07	-1.33E-09	0.00
Sauerbrei	3.32E-06	3.32E-08	0.00
Kruger	7.83E-05	7.83E-07	0.07
Kozeny-Carmen	2.27E-05	2.27E-07	0.02
Zunker	1.69E-05	1.69E-07	0.01
Zamarin	1.95E-05	1.95E-07	0.02
USBR	5.77E-06	5.77E-08	0.00
Barr	3.35E-07	3.35E-09	0.00
Alyamani and Sen	3.50E-03	3.50E-05	3.02
Chapuis	9.48E-09	9.48E-11	0.00
Krumbein and Monk	5.35E-05	5.35E-07	0.05
geometric mean	2.14E-05	2.14E-07	0.02
arithmetic mean	8.89E-04	8.89E-06	0.77
min	3.35E-07	3.35E-09	0.000
max	3.50E-03	3.50E-05	3.02



K from Grain Size Analysis Report

Date: 2021-03-18

Sample Name:

20F17-CF06

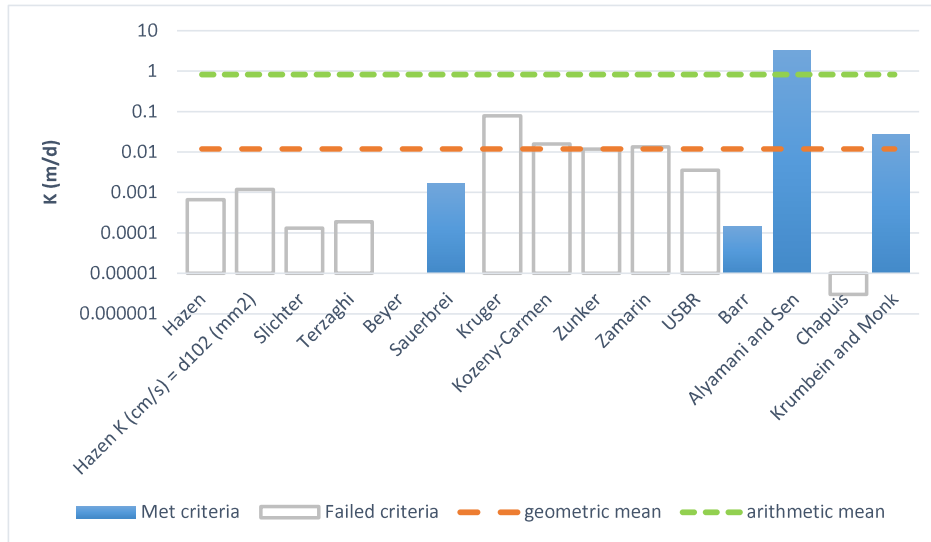
Mass Sample (g):

500

T (oC)

20

Poorly sorted gravelly sand with fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	7.77E-07	7.77E-09	0.00
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	1.37E-06	1.37E-08	0.00
Slichter	1.53E-07	1.53E-09	0.00
Terzaghi	2.18E-07	2.18E-09	0.00
Beyer	-9.02E-08	-9.02E-10	0.00
Sauerbrei	1.90E-06	1.90E-08	0.00
Kruger	9.01E-05	9.01E-07	0.08
Kozeny-Carmen	1.82E-05	1.82E-07	0.02
Zunker	1.36E-05	1.36E-07	0.01
Zamarin	1.56E-05	1.56E-07	0.01
USBR	4.12E-06	4.12E-08	0.00
Barr	1.64E-07	1.64E-09	0.00
Alyamani and Sen	3.77E-03	3.77E-05	3.26
Chapuis	3.46E-09	3.46E-11	0.00
Krumbein and Monk	3.11E-05	3.11E-07	0.03
geometric mean	1.38E-05	1.38E-07	0.01
arithmetic mean	9.51E-04	9.51E-06	0.82
min	1.64E-07	1.64E-09	0.000
max	3.77E-03	3.77E-05	3.26



K from Grain Size Analysis Report

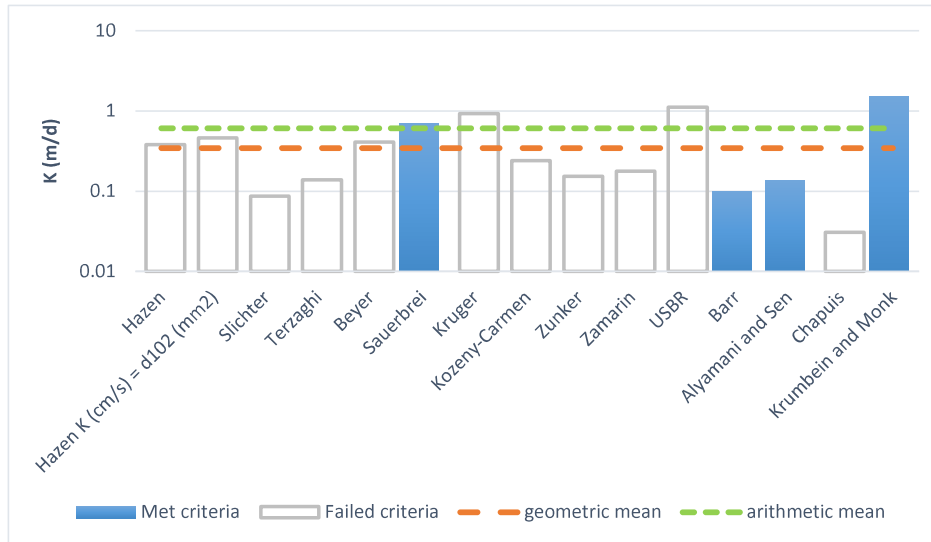
Date: 2021-03-18

Sample Name: 20F18-CF05

Mass Sample (g): 500

T (oC) 20

Poorly sorted sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	4.41E-04	4.41E-06	0.38
Hazen K (cm/s) = d_{10} (mm)	5.32E-04	5.32E-06	0.46
Slichter	1.00E-04	1.00E-06	0.09
Terzaghi	1.61E-04	1.61E-06	0.14
Beyer	4.74E-04	4.74E-06	0.41
Sauerbrei	8.04E-04	8.04E-06	0.69
Kruger	1.07E-03	1.07E-05	0.93
Kozeny-Carmen	2.78E-04	2.78E-06	0.24
Zunker	1.77E-04	1.77E-06	0.15
Zamarin	2.06E-04	2.06E-06	0.18
USBR	1.29E-03	1.29E-05	1.11
Barr	1.16E-04	1.16E-06	0.10
Alyamani and Sen	1.58E-04	1.58E-06	0.14
Chapuis	3.55E-05	3.55E-07	0.03
Krumbein and Monk	1.74E-03	1.74E-05	1.50
geometric mean	4.00E-04	4.00E-06	0.35
arithmetic mean	7.04E-04	7.04E-06	0.61
min	1.16E-04	1.16E-06	0.100
max	1.74E-03	1.74E-05	1.50



K from Grain Size Analysis Report

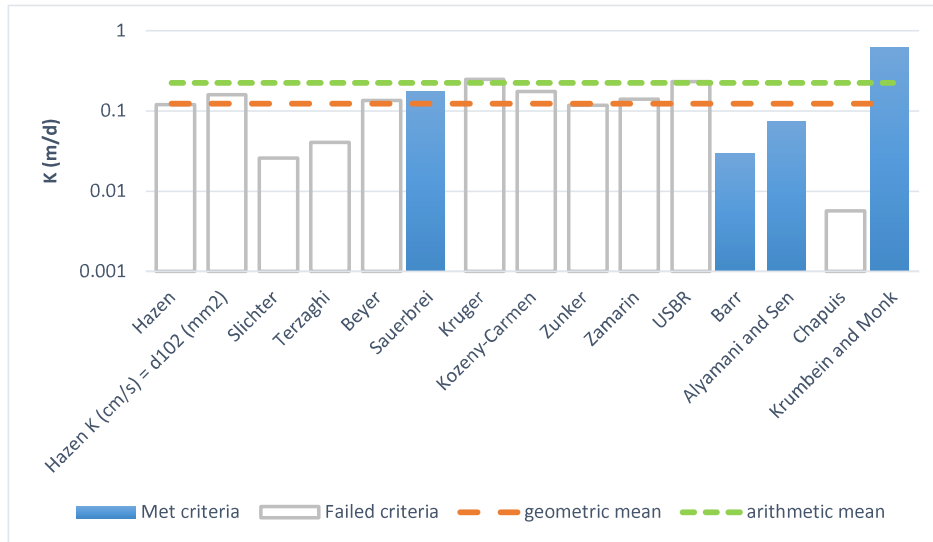
Date: 2021-03-18

Sample Name: 20F18-CF13

Mass Sample (g): 100

T (oC) 20

Poorly sorted sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	1.39E-04	1.39E-06	0.12
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	1.84E-04	1.84E-06	0.16
Slichter	3.00E-05	3.00E-07	0.03
Terzaghi	4.70E-05	4.70E-07	0.04
Beyer	1.57E-04	1.57E-06	0.14
Sauerbrei	1.99E-04	1.99E-06	0.17
Kruger	2.87E-04	2.87E-06	0.25
Kozeny-Carmen	2.02E-04	2.02E-06	0.17
Zunker	1.37E-04	1.37E-06	0.12
Zamarin	1.62E-04	1.62E-06	0.14
USBR	2.69E-04	2.69E-06	0.23
Barr	3.39E-05	3.39E-07	0.03
Alyamani and Sen	8.65E-05	8.65E-07	0.07
Chapuis	6.58E-06	6.58E-08	0.01
Krumbein and Monk	7.14E-04	7.14E-06	0.62
geometric mean	1.43E-04	1.43E-06	0.12
arithmetic mean	2.58E-04	2.58E-06	0.22
min	3.39E-05	3.39E-07	0.029
max	7.14E-04	7.14E-06	0.62



K from Grain Size Analysis Report

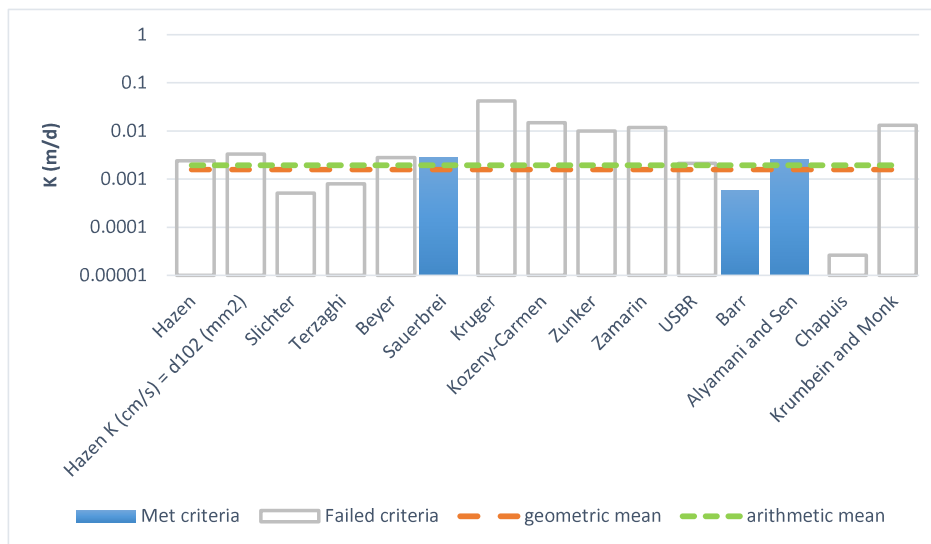
Date: 2021-03-18

Sample Name: 20F18-CF19A

Mass Sample (g): 100

T (oC) 20

Poorly sorted silt low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	2.80E-06	2.80E-08	0.00
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	3.86E-06	3.86E-08	0.00
Slichter	5.95E-07	5.95E-09	0.00
Terzaghi	9.22E-07	9.22E-09	0.00
Beyer	3.22E-06	3.22E-08	0.00
Sauerbrei	3.13E-06	3.13E-08	0.00
Kruger	4.85E-05	4.85E-07	0.04
Kozeny-Carmen	1.73E-05	1.73E-07	0.01
Zunker	1.17E-05	1.17E-07	0.01
Zamarin	1.36E-05	1.36E-07	0.01
USBR	2.46E-06	2.46E-08	0.00
Barr	6.66E-07	6.66E-09	0.00
Alyamani and Sen	2.92E-06	2.92E-08	0.00
Chapuis	3.07E-08	3.07E-10	0.00
Krumbein and Monk	1.50E-05	1.50E-07	0.01
geometric mean	1.83E-06	1.83E-08	0.00
arithmetic mean	2.24E-06	2.24E-08	0.00
min	6.66E-07	6.66E-09	0.001
max	3.13E-06	3.13E-08	0.00



K from Grain Size Analysis Report

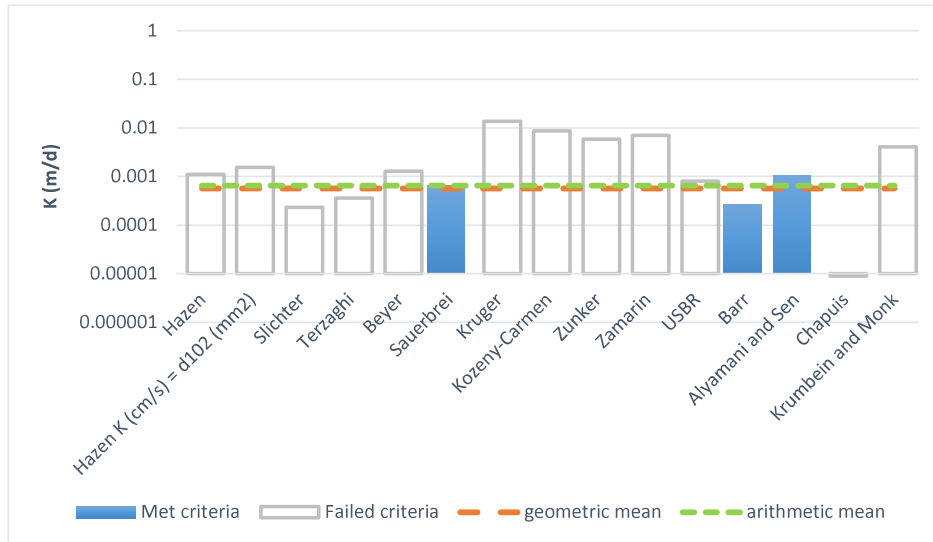
Date: 2021-03-18

Sample Name: 20F18-CF21

Mass Sample (g): 100

T (oC) 20

Poorly sorted clay with fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	1.28E-06	1.28E-08	0.00
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	1.78E-06	1.78E-08	0.00
Slichter	2.71E-07	2.71E-09	0.00
Terzaghi	4.19E-07	4.19E-09	0.00
Beyer	1.48E-06	1.48E-08	0.00
Sauerbrei	7.67E-07	7.67E-09	0.00
Kruger	1.58E-05	1.58E-07	0.01
Kozeny-Carmen	1.01E-05	1.01E-07	0.01
Zunker	6.87E-06	6.87E-08	0.01
Zamarin	8.05E-06	8.05E-08	0.01
USBR	9.30E-07	9.30E-09	0.00
Barr	3.03E-07	3.03E-09	0.00
Alyamani and Sen	1.20E-06	1.20E-08	0.00
Chapuis	1.04E-08	1.04E-10	0.00
Krumbein and Monk	4.69E-06	4.69E-08	0.00
geometric mean	6.54E-07	6.54E-09	0.00
arithmetic mean	7.58E-07	7.58E-09	0.00
min	3.03E-07	3.03E-09	0.000
max	1.20E-06	1.20E-08	0.00



K from Grain Size Analysis Report

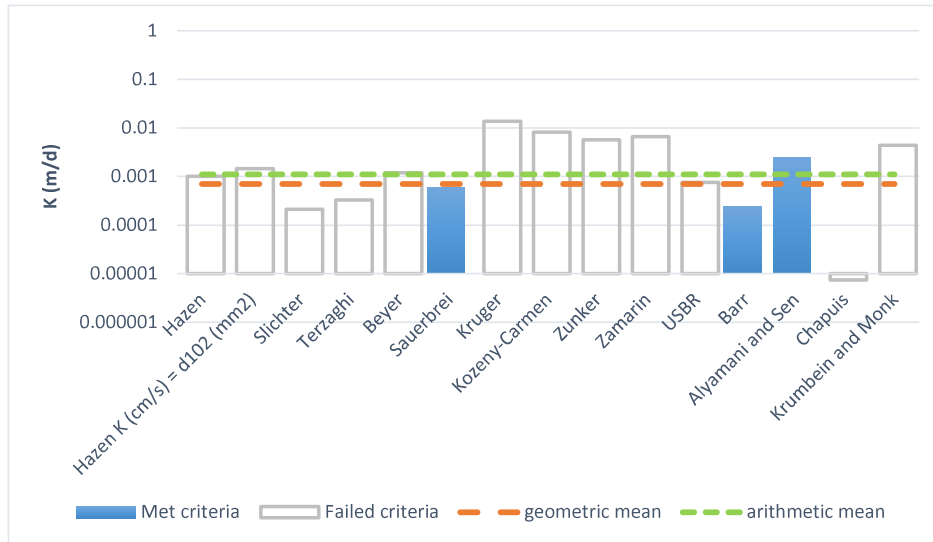
Date: 2021-03-19

Sample Name: 20F18-CF29

Mass Sample (g): 100

T (oC) 20

Poorly sorted clay with fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	1.18E-06	1.18E-08	0.00
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	1.69E-06	1.69E-08	0.00
Slichter	2.46E-07	2.46E-09	0.00
Terzaghi	3.76E-07	3.76E-09	0.00
Beyer	1.38E-06	1.38E-08	0.00
Sauerbrei	6.92E-07	6.92E-09	0.00
Kruger	1.57E-05	1.57E-07	0.01
Kozeny-Carmen	9.46E-06	9.46E-08	0.01
Zunker	6.55E-06	6.55E-08	0.01
Zamarin	7.68E-06	7.68E-08	0.01
USBR	8.71E-07	8.71E-09	0.00
Barr	2.73E-07	2.73E-09	0.00
Alyamani and Sen	2.86E-06	2.86E-08	0.00
Chapuis	8.65E-09	8.65E-11	0.00
Krumbein and Monk	5.09E-06	5.09E-08	0.00
geometric mean	8.14E-07	8.14E-09	0.00
arithmetic mean	1.27E-06	1.27E-08	0.00
min	2.73E-07	2.73E-09	0.000
max	2.86E-06	2.86E-08	0.00



K from Grain Size Analysis Report

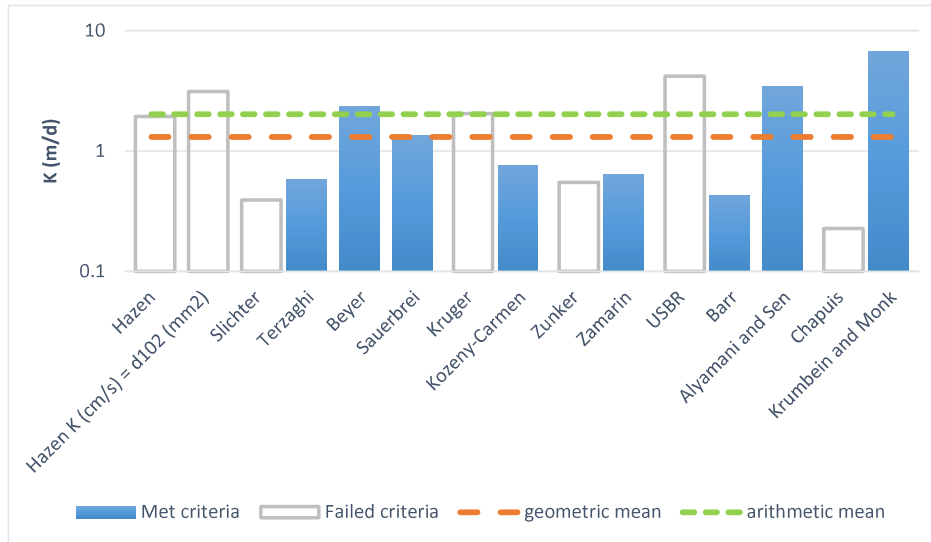
Date: 2021-03-19

Sample Name: 20F18-CF32

Mass Sample (g): 100

T (oC) 20

Poorly sorted gravelly sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	2.25E-03	2.25E-05	1.94
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	3.62E-03	3.62E-05	3.13
Slichter	4.53E-04	4.53E-06	0.39
Terzaghi	6.67E-04	6.67E-06	0.58
Beyer	2.71E-03	2.71E-05	2.34
Sauerbrei	1.56E-03	1.56E-05	1.34
Kruger	2.37E-03	2.37E-05	2.05
Kozeny-Carmen	8.74E-04	8.74E-06	0.76
Zunker	6.35E-04	6.35E-06	0.55
Zamarin	7.42E-04	7.42E-06	0.64
USBR	4.83E-03	4.83E-05	4.17
Barr	4.92E-04	4.92E-06	0.43
Alyamani and Sen	3.93E-03	3.93E-05	3.40
Chapuis	2.63E-04	2.63E-06	0.23
Krumbein and Monk	7.77E-03	7.77E-05	6.71
geometric mean	1.51E-03	1.51E-05	1.31
arithmetic mean	2.34E-03	2.34E-05	2.02
min	4.92E-04	4.92E-06	0.425
max	7.77E-03	7.77E-05	6.71



K from Grain Size Analysis Report

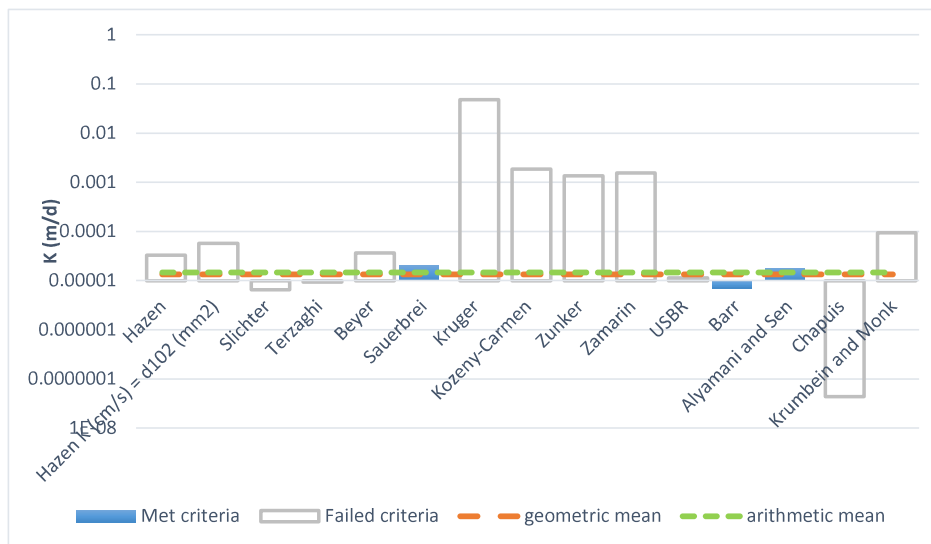
Date: 2021-03-19

Sample Name: 20F18-CF36

Mass Sample (g): 100

T (oC) 20

Poorly sorted clay with fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	3.81E-08	3.81E-10	0.00
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	6.66E-08	6.66E-10	0.00
Slichter	7.51E-09	7.51E-11	0.00
Terzaghi	1.08E-08	1.08E-10	0.00
Beyer	4.23E-08	4.23E-10	0.00
Sauerbrei	2.29E-08	2.29E-10	0.00
Kruger	5.55E-05	5.55E-07	0.05
Kozeny-Carmen	2.13E-06	2.13E-08	0.00
Zunker	1.56E-06	1.56E-08	0.00
Zamarin	1.79E-06	1.79E-08	0.00
USBR	1.31E-08	1.31E-10	0.00
Barr	8.07E-09	8.07E-11	0.00
Alyamani and Sen	2.00E-08	2.00E-10	0.00
Chapuis	5.06E-11	5.06E-13	0.00
Krumbein and Monk	1.09E-07	1.09E-09	0.00
geometric mean	1.55E-08	1.55E-10	0.00
arithmetic mean	1.70E-08	1.70E-10	0.00
min	8.07E-09	8.07E-11	0.000
max	2.29E-08	2.29E-10	0.00



K from Grain Size Analysis Report

Date: 2021-03-19

Sample Name:

20F18-CF39

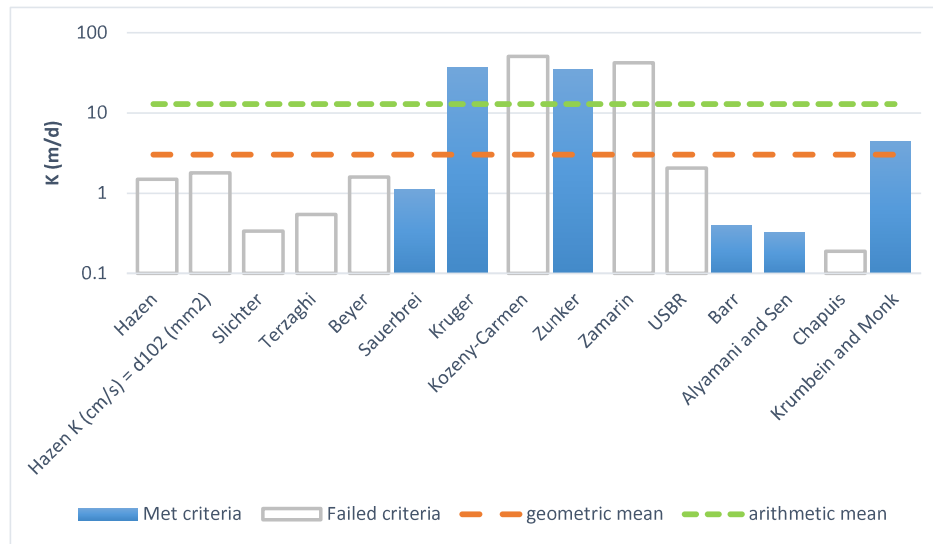
Mass Sample (g):

100

T (oC)

20

Poorly sorted sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	1.72E-03	1.72E-05	1.48
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	2.07E-03	2.07E-05	1.79
Slichter	3.90E-04	3.90E-06	0.34
Terzaghi	6.29E-04	6.29E-06	0.54
Beyer	1.84E-03	1.84E-05	1.59
Sauerbrei	1.28E-03	1.28E-05	1.11
Kruger	4.31E-02	4.31E-04	37.23
Kozeny-Carmen	5.85E-02	5.85E-04	50.57
Zunker	3.94E-02	3.94E-04	34.03
Zamarin	4.86E-02	4.86E-04	41.95
USBR	2.38E-03	2.38E-05	2.05
Barr	4.52E-04	4.52E-06	0.39
Alyamani and Sen	3.70E-04	3.70E-06	0.32
Chapuis	2.18E-04	2.18E-06	0.19
Krumbein and Monk	5.07E-03	5.07E-05	4.38
geometric mean	3.50E-03	3.50E-05	3.03
arithmetic mean	1.49E-02	1.49E-04	12.91
min	3.70E-04	3.70E-06	0.320
max	4.31E-02	4.31E-04	37.23



K from Grain Size Analysis Report

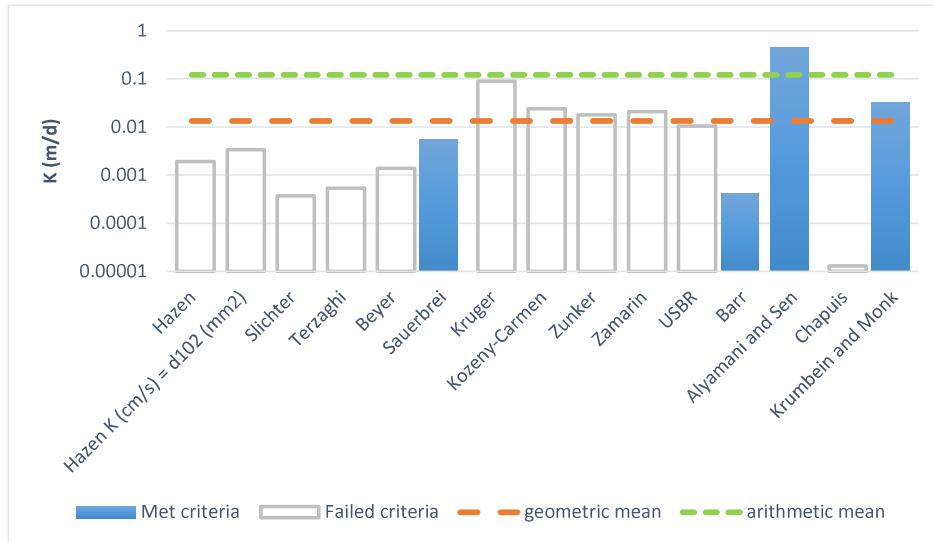
Date: 2021-03-19

Sample Name: 20F18-CF46

Mass Sample (g): 100

T (oC) 20

Poorly sorted gravelly sand with fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	2.21E-06	2.21E-08	0.00
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	3.91E-06	3.91E-08	0.00
Slichter	4.35E-07	4.35E-09	0.00
Terzaghi	6.20E-07	6.20E-09	0.00
Beyer	1.61E-06	1.61E-08	0.00
Sauerbrei	6.27E-06	6.27E-08	0.01
Kruger	1.04E-04	1.04E-06	0.09
Kozeny-Carmen	2.77E-05	2.77E-07	0.02
Zunker	2.08E-05	2.08E-07	0.02
Zamarin	2.41E-05	2.41E-07	0.02
USBR	1.21E-05	1.21E-07	0.01
Barr	4.66E-07	4.66E-09	0.00
Alyamani and Sen	5.15E-04	5.15E-06	0.45
Chapuis	1.51E-08	1.51E-10	0.00
Krumbein and Monk	3.78E-05	3.78E-07	0.03
geometric mean	1.55E-05	1.55E-07	0.01
arithmetic mean	1.40E-04	1.40E-06	0.12
min	4.66E-07	4.66E-09	0.000
max	5.15E-04	5.15E-06	0.45



K from Grain Size Analysis Report

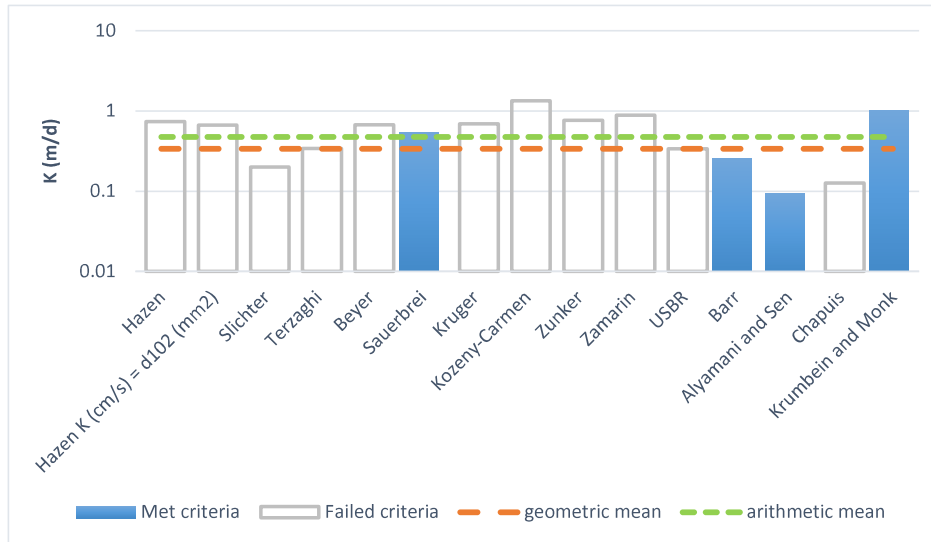
Date: 2021-03-19

Sample Name: 20F19-CF04

Mass Sample (g): 100

T (oC) 20

Poorly sorted sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	8.51E-04	8.51E-06	0.74
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	7.73E-04	7.73E-06	0.67
Slichter	2.32E-04	2.32E-06	0.20
Terzaghi	3.94E-04	3.94E-06	0.34
Beyer	7.78E-04	7.78E-06	0.67
Sauerbrei	6.25E-04	6.25E-06	0.54
Kruger	8.00E-04	8.00E-06	0.69
Kozeny-Carmen	1.55E-03	1.55E-05	1.34
Zunker	8.85E-04	8.85E-06	0.76
Zamarin	1.03E-03	1.03E-05	0.89
USBR	3.91E-04	3.91E-06	0.34
Barr	2.94E-04	2.94E-06	0.25
Alyamani and Sen	1.09E-04	1.09E-06	0.09
Chapuis	1.46E-04	1.46E-06	0.13
Krumbein and Monk	1.17E-03	1.17E-05	1.01
geometric mean	3.92E-04	3.92E-06	0.34
arithmetic mean	5.49E-04	5.49E-06	0.47
min	1.09E-04	1.09E-06	0.095
max	1.17E-03	1.17E-05	1.01



K from Grain Size Analysis Report

Date: 2021-03-19

Sample Name:

20F19-CF10

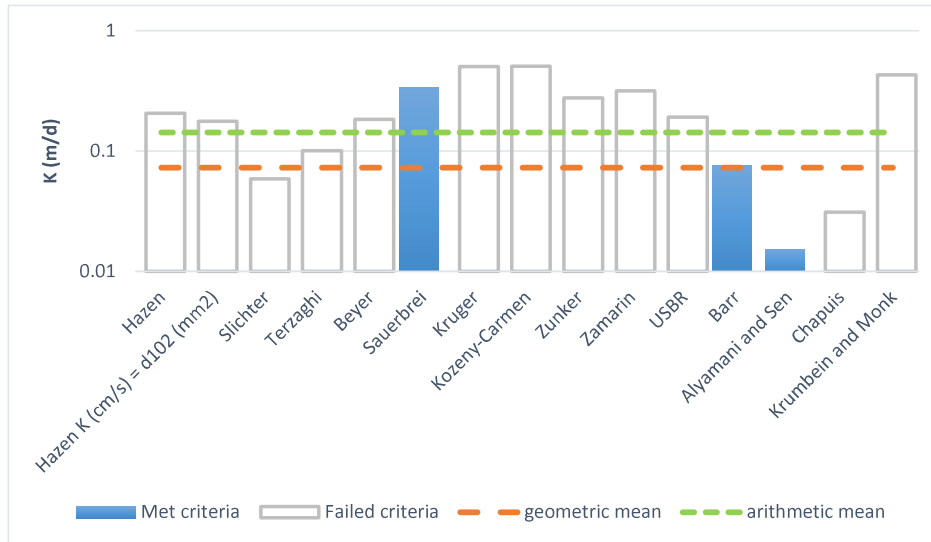
Mass Sample (g):

100

T (oC)

20

Poorly sorted sandy silt low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	2.38E-04	2.38E-06	0.21
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	2.05E-04	2.05E-06	0.18
Slichter	6.78E-05	6.78E-07	0.06
Terzaghi	1.16E-04	1.16E-06	0.10
Beyer	2.12E-04	2.12E-06	0.18
Sauerbrei	3.90E-04	3.90E-06	0.34
Kruger	5.83E-04	5.83E-06	0.50
Kozeny-Carmen	5.85E-04	5.85E-06	0.51
Zunker	3.21E-04	3.21E-06	0.28
Zamarin	3.66E-04	3.66E-06	0.32
USBR	2.22E-04	2.22E-06	0.19
Barr	8.82E-05	8.82E-07	0.08
Alyamani and Sen	1.75E-05	1.75E-07	0.02
Chapuis	3.58E-05	3.58E-07	0.03
Krumbein and Monk	4.97E-04	4.97E-06	0.43
geometric mean	8.43E-05	8.43E-07	0.07
arithmetic mean	1.65E-04	1.65E-06	0.14
min	1.75E-05	1.75E-07	0.015
max	3.90E-04	3.90E-06	0.34



K from Grain Size Analysis Report

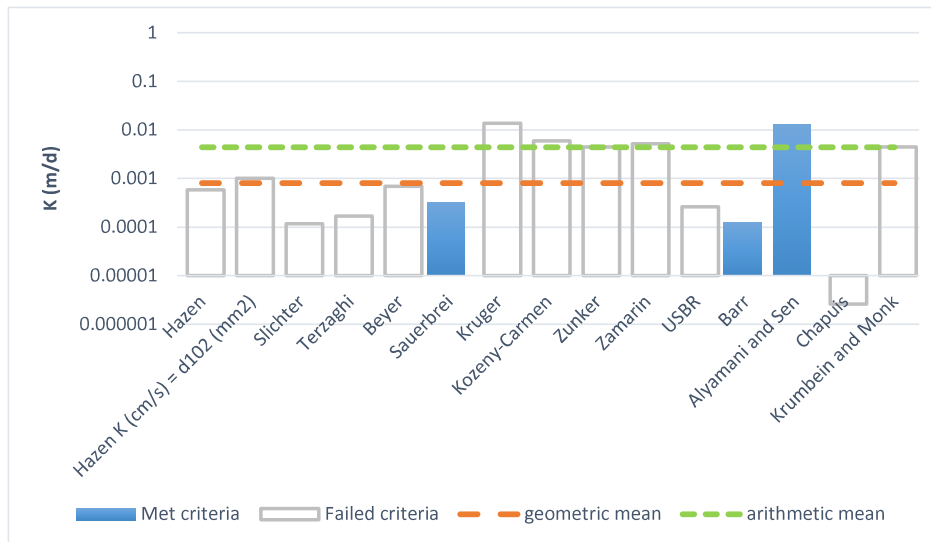
Date: 2021-03-19

Sample Name: 20F19-CF18A

Mass Sample (g): 100

T (oC) 20

Poorly sorted silt with fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	6.82E-07	6.82E-09	0.00
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	1.17E-06	1.17E-08	0.00
Slichter	1.35E-07	1.35E-09	0.00
Terzaghi	1.94E-07	1.94E-09	0.00
Beyer	7.91E-07	7.91E-09	0.00
Sauerbrei	3.72E-07	3.72E-09	0.00
Kruger	1.58E-05	1.58E-07	0.01
Kozeny-Carmen	6.90E-06	6.90E-08	0.01
Zunker	5.14E-06	5.14E-08	0.00
Zamarin	5.99E-06	5.99E-08	0.01
USBR	3.02E-07	3.02E-09	0.00
Barr	1.45E-07	1.45E-09	0.00
Alyamani and Sen	1.47E-05	1.47E-07	0.01
Chapuis	2.99E-09	2.99E-11	0.00
Krumbein and Monk	5.23E-06	5.23E-08	0.00
geometric mean	9.26E-07	9.26E-09	0.00
arithmetic mean	5.08E-06	5.08E-08	0.00
min	1.45E-07	1.45E-09	0.000
max	1.47E-05	1.47E-07	0.01



K from Grain Size Analysis Report

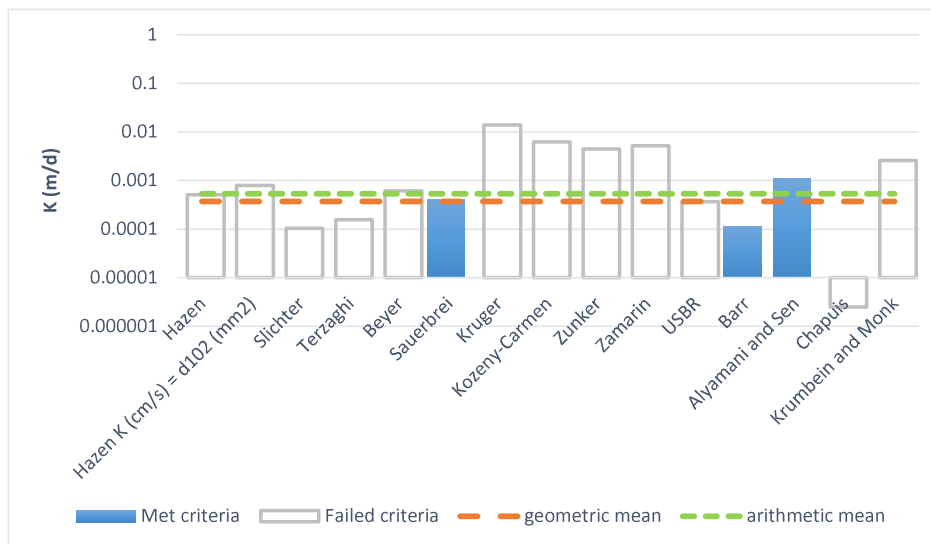
Date: 2021-03-18

Sample Name: 20F21-CF06

Mass Sample (g): 500

T (oC) 20

Poorly sorted clay with fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	5.90E-07	5.90E-09	0.00
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	9.14E-07	9.14E-09	0.00
Slichter	1.20E-07	1.20E-09	0.00
Terzaghi	1.80E-07	1.80E-09	0.00
Beyer	7.08E-07	7.08E-09	0.00
Sauerbrei	4.73E-07	4.73E-09	0.00
Kruger	1.63E-05	1.63E-07	0.01
Kozeny-Carmen	7.21E-06	7.21E-08	0.01
Zunker	5.12E-06	5.12E-08	0.00
Zamarin	5.96E-06	5.96E-08	0.01
USBR	4.23E-07	4.23E-09	0.00
Barr	1.32E-07	1.32E-09	0.00
Alyamani and Sen	1.26E-06	1.26E-08	0.00
Chapuis	2.90E-09	2.90E-11	0.00
Krumbein and Monk	3.01E-06	3.01E-08	0.00
geometric mean	4.28E-07	4.28E-09	0.00
arithmetic mean	6.21E-07	6.21E-09	0.00
min	1.32E-07	1.32E-09	0.000
max	1.26E-06	1.26E-08	0.00



K from Grain Size Analysis Report

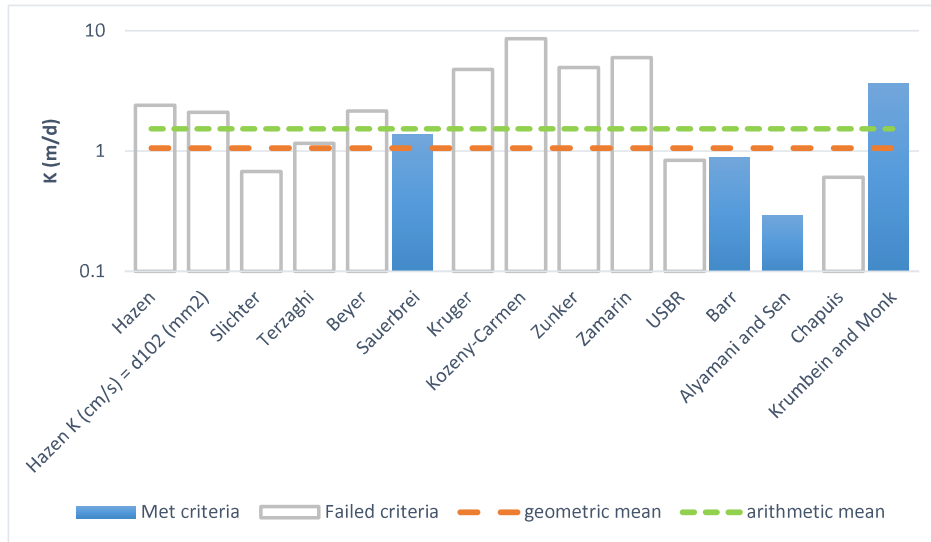
Date: 2021-03-18

Sample Name: 20F21-CF19A

Mass Sample (g): 500

T (oC) 20

Poorly sorted sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	2.79E-03	2.79E-05	2.41
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	2.43E-03	2.43E-05	2.10
Slichter	7.83E-04	7.83E-06	0.68
Terzaghi	1.34E-03	1.34E-05	1.16
Beyer	2.49E-03	2.49E-05	2.15
Sauerbrei	1.58E-03	1.58E-05	1.36
Kruger	5.51E-03	5.51E-05	4.76
Kozeny-Carmen	9.88E-03	9.88E-05	8.54
Zunker	5.74E-03	5.74E-05	4.96
Zamarin	6.92E-03	6.92E-05	5.98
USBR	9.70E-04	9.70E-06	0.84
Barr	1.01E-03	1.01E-05	0.87
Alyamani and Sen	3.35E-04	3.35E-06	0.29
Chapuis	7.01E-04	7.01E-06	0.61
Krumbein and Monk	4.17E-03	4.17E-05	3.60
geometric mean	1.22E-03	1.22E-05	1.06
arithmetic mean	1.77E-03	1.77E-05	1.53
min	3.35E-04	3.35E-06	0.289
max	4.17E-03	4.17E-05	3.60



K from Grain Size Analysis Report

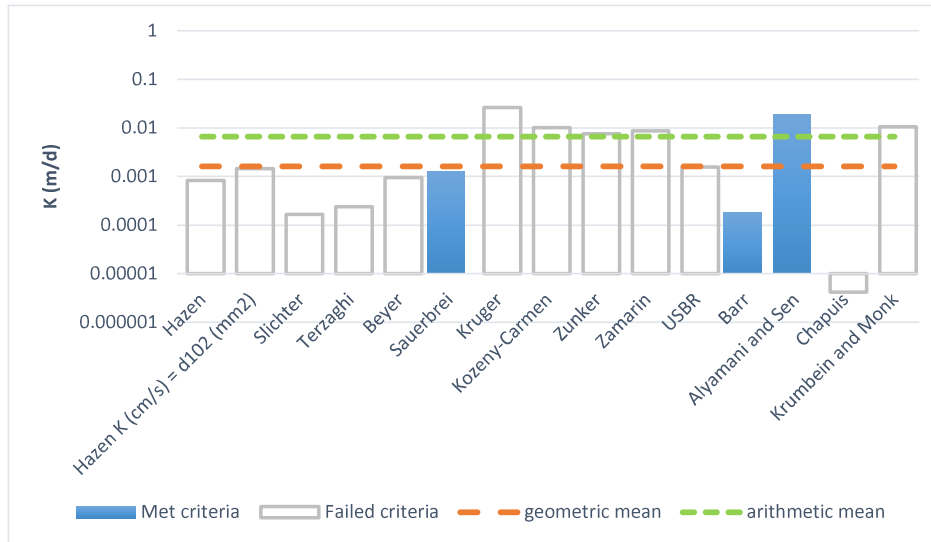
Date: 2021-03-18

Sample Name: 20F21-CF20

Mass Sample (g): 500

T (oC) 20

Poorly sorted silt with fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	9.73E-07	9.73E-09	0.00
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	1.69E-06	1.69E-08	0.00
Slichter	1.92E-07	1.92E-09	0.00
Terzaghi	2.75E-07	2.75E-09	0.00
Beyer	1.10E-06	1.10E-08	0.00
Sauerbrei	1.47E-06	1.47E-08	0.00
Kruger	3.02E-05	3.02E-07	0.03
Kozeny-Carmen	1.17E-05	1.17E-07	0.01
Zunker	8.73E-06	8.73E-08	0.01
Zamarin	1.01E-05	1.01E-07	0.01
USBR	1.81E-06	1.81E-08	0.00
Barr	2.06E-07	2.06E-09	0.00
Alyamani and Sen	2.12E-05	2.12E-07	0.02
Chapuis	4.86E-09	4.86E-11	0.00
Krumbein and Monk	1.22E-05	1.22E-07	0.01
geometric mean	1.86E-06	1.86E-08	0.00
arithmetic mean	7.62E-06	7.62E-08	0.01
min	2.06E-07	2.06E-09	0.000
max	2.12E-05	2.12E-07	0.02



K from Grain Size Analysis Report

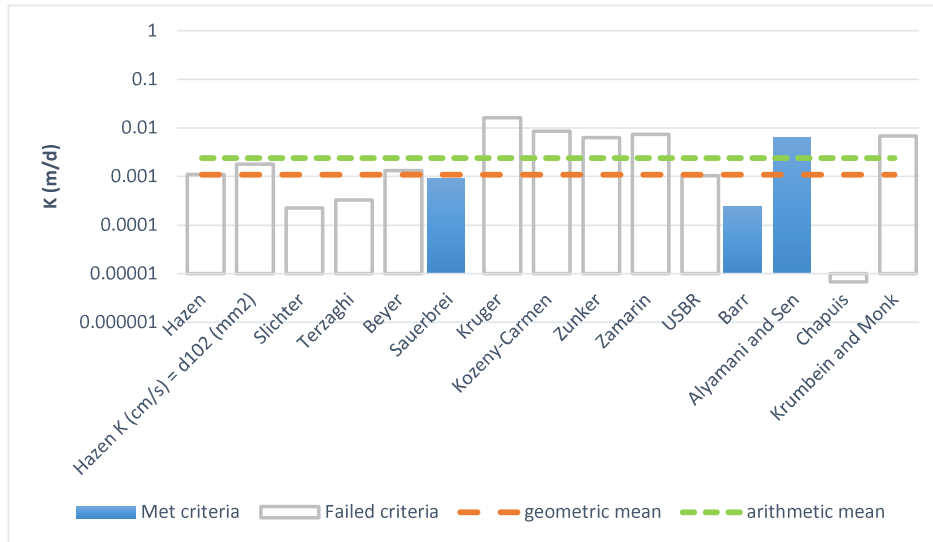
Date: 2021-03-18

Sample Name: 20F21-CF22B

Mass Sample (g): 500

T (oC) 20

Poorly sorted silt with fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	1.29E-06	1.29E-08	0.00
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	2.10E-06	2.10E-08	0.00
Slichter	2.59E-07	2.59E-09	0.00
Terzaghi	3.80E-07	3.80E-09	0.00
Beyer	1.55E-06	1.55E-08	0.00
Sauerbrei	1.01E-06	1.01E-08	0.00
Kruger	1.86E-05	1.86E-07	0.02
Kozeny-Carmen	1.00E-05	1.00E-07	0.01
Zunker	7.31E-06	7.31E-08	0.01
Zamarin	8.55E-06	8.55E-08	0.01
USBR	1.21E-06	1.21E-08	0.00
Barr	2.81E-07	2.81E-09	0.00
Alyamani and Sen	7.08E-06	7.08E-08	0.01
Chapuis	7.90E-09	7.90E-11	0.00
Krumbein and Monk	7.87E-06	7.87E-08	0.01
geometric mean	1.26E-06	1.26E-08	0.00
arithmetic mean	2.79E-06	2.79E-08	0.00
min	2.81E-07	2.81E-09	0.000
max	7.08E-06	7.08E-08	0.01



K from Grain Size Analysis Report

Date: 2021-03-18

Sample Name:

20F22-CF09B

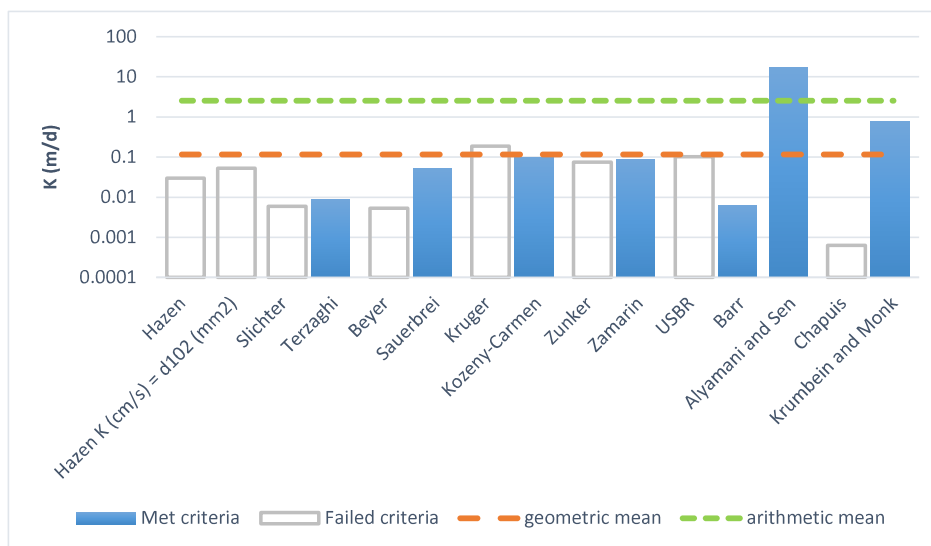
Mass Sample (g):

500

T (oC)

20

Poorly sorted gravelly sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	3.44E-05	3.44E-07	0.03
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	6.08E-05	6.08E-07	0.05
Slichter	6.77E-06	6.77E-08	0.01
Terzaghi	9.65E-06	9.65E-08	0.01
Beyer	6.07E-06	6.07E-08	0.01
Sauerbrei	5.97E-05	5.97E-07	0.05
Kruger	2.17E-04	2.17E-06	0.19
Kozeny-Carmen	1.15E-04	1.15E-06	0.10
Zunker	8.62E-05	8.62E-07	0.07
Zamarin	1.00E-04	1.00E-06	0.09
USBR	1.18E-04	1.18E-06	0.10
Barr	7.26E-06	7.26E-08	0.01
Alyamani and Sen	1.95E-02	1.95E-04	16.83
Chapuis	7.23E-07	7.23E-09	0.00
Krumbein and Monk	8.60E-04	8.60E-06	0.74
geometric mean	1.35E-04	1.35E-06	0.12
arithmetic mean	2.95E-03	2.95E-05	2.55
min	7.26E-06	7.26E-08	0.006
max	1.95E-02	1.95E-04	16.83



K from Grain Size Analysis Report

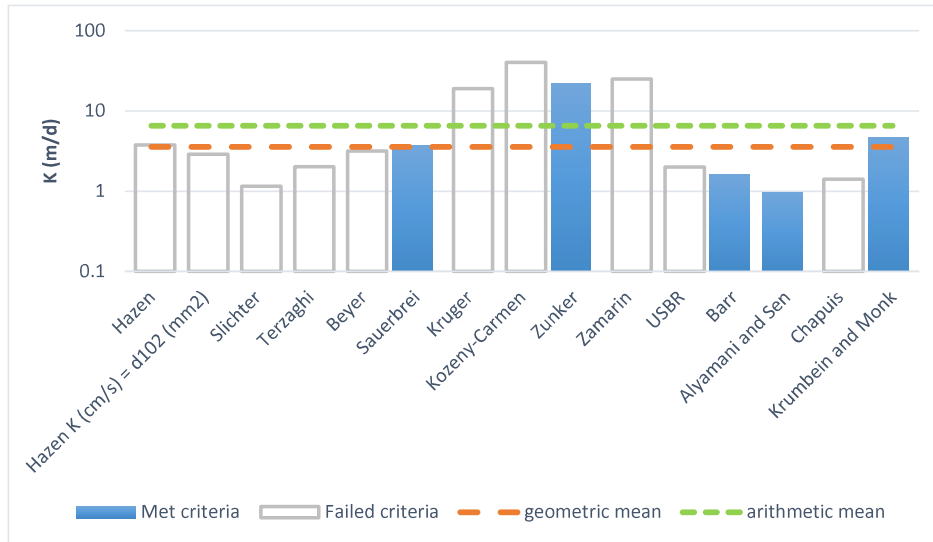
Date: 2021-03-18

Sample Name: 20F23-CF05

Mass Sample (g): 500

T (oC) 20

Moderately well sorted sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	4.33E-03	4.33E-05	3.74
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	3.36E-03	3.36E-05	2.90
Slichter	1.34E-03	1.34E-05	1.16
Terzaghi	2.33E-03	2.33E-05	2.01
Beyer	3.64E-03	3.64E-05	3.15
Sauerbrei	4.31E-03	4.31E-05	3.72
Kruger	2.19E-02	2.19E-04	18.94
Kozeny-Carmen	4.70E-02	4.70E-04	40.58
Zunker	2.52E-02	2.52E-04	21.75
Zamarin	2.89E-02	2.89E-04	24.94
USBR	2.31E-03	2.31E-05	2.00
Barr	1.84E-03	1.84E-05	1.59
Alyamani and Sen	1.11E-03	1.11E-05	0.96
Chapuis	1.64E-03	1.64E-05	1.41
Krumbein and Monk	5.40E-03	5.40E-05	4.66
geometric mean	4.12E-03	4.12E-05	3.56
arithmetic mean	7.56E-03	7.56E-05	6.54
min	1.11E-03	1.11E-05	0.961
max	2.52E-02	2.52E-04	21.75



K from Grain Size Analysis Report

Date: 2021-03-18

Sample Name:

20F23-CF41

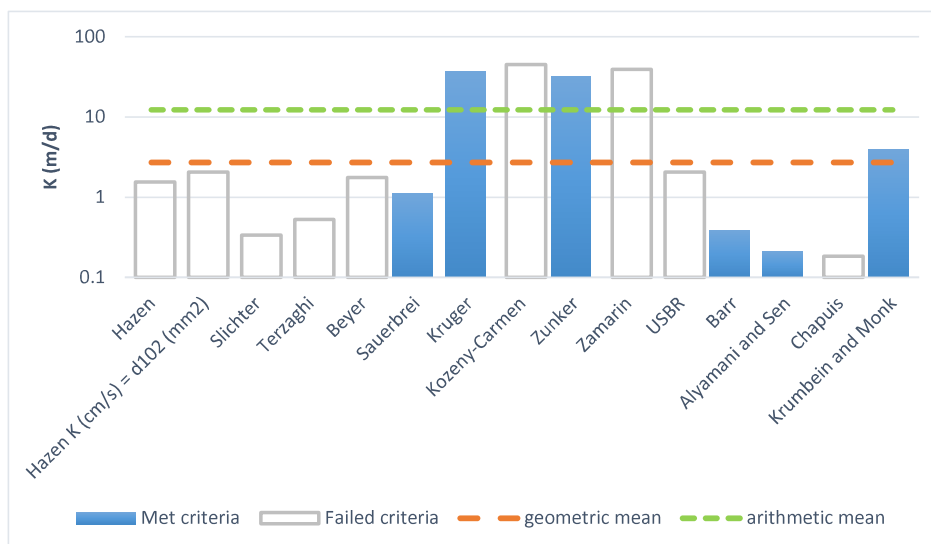
Mass Sample (g):

500

T (oC)

20

Poorly sorted gravelly sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	1.80E-03	1.80E-05	1.56
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	2.38E-03	2.38E-05	2.06
Slichter	3.90E-04	3.90E-06	0.34
Terzaghi	6.13E-04	6.13E-06	0.53
Beyer	2.03E-03	2.03E-05	1.75
Sauerbrei	1.27E-03	1.27E-05	1.09
Kruger	4.19E-02	4.19E-04	36.24
Kozeny-Carmen	5.23E-02	5.23E-04	45.18
Zunker	3.67E-02	3.67E-04	31.74
Zamarin	4.54E-02	4.54E-04	39.21
USBR	2.38E-03	2.38E-05	2.06
Barr	4.42E-04	4.42E-06	0.38
Alyamani and Sen	2.39E-04	2.39E-06	0.21
Chapuis	2.13E-04	2.13E-06	0.18
Krumbein and Monk	4.54E-03	4.54E-05	3.92
geometric mean	3.13E-03	3.13E-05	2.70
arithmetic mean	1.42E-02	1.42E-04	12.26
min	2.39E-04	2.39E-06	0.207
max	4.19E-02	4.19E-04	36.24



K from Grain Size Analysis Report

Date: 2021-03-18

Sample Name:

20F23-CF42

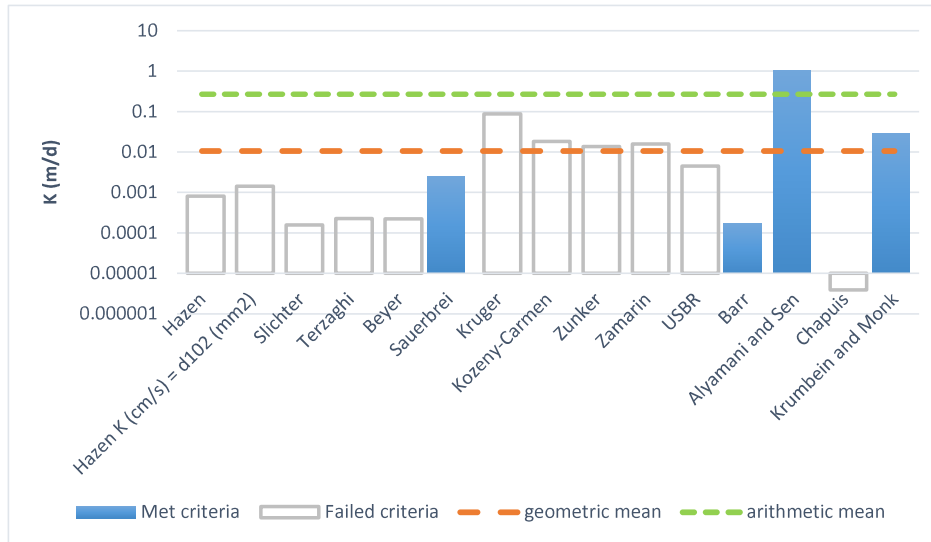
Mass Sample (g):

500

T (oC)

20

Poorly sorted gravelly sand with fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	9.38E-07	9.38E-09	0.00
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	1.66E-06	1.66E-08	0.00
Slichter	1.84E-07	1.84E-09	0.00
Terzaghi	2.63E-07	2.63E-09	0.00
Beyer	2.59E-07	2.59E-09	0.00
Sauerbrei	2.85E-06	2.85E-08	0.00
Kruger	1.01E-04	1.01E-06	0.09
Kozeny-Carmen	2.12E-05	2.12E-07	0.02
Zunker	1.58E-05	1.58E-07	0.01
Zamarin	1.83E-05	1.83E-07	0.02
USBR	5.23E-06	5.23E-08	0.00
Barr	1.98E-07	1.98E-09	0.00
Alyamani and Sen	1.21E-03	1.21E-05	1.04
Chapuis	4.51E-09	4.51E-11	0.00
Krumbein and Monk	3.29E-05	3.29E-07	0.03
geometric mean	1.22E-05	1.22E-07	0.01
arithmetic mean	3.11E-04	3.11E-06	0.27
min	1.98E-07	1.98E-09	0.000
max	1.21E-03	1.21E-05	1.04



K from Grain Size Analysis Report

Date: 2021-03-18

Sample Name:

20F23-CF55

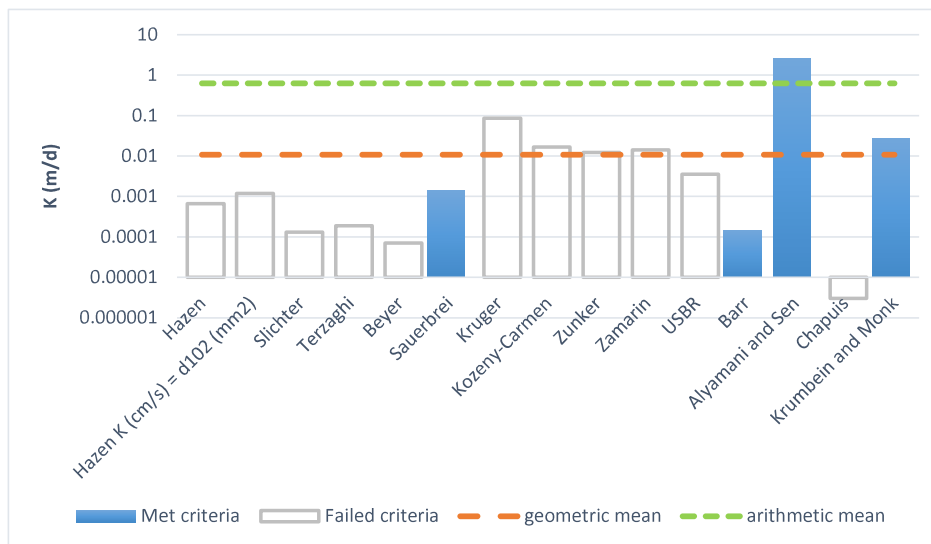
Mass Sample (g):

500

T (oC)

20

Poorly sorted gravelly sand with fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	7.77E-07	7.77E-09	0.00
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	1.37E-06	1.37E-08	0.00
Slichter	1.53E-07	1.53E-09	0.00
Terzaghi	2.18E-07	2.18E-09	0.00
Beyer	8.19E-08	8.19E-10	0.00
Sauerbrei	1.63E-06	1.63E-08	0.00
Kruger	1.00E-04	1.00E-06	0.09
Kozeny-Carmen	1.91E-05	1.91E-07	0.02
Zunker	1.42E-05	1.42E-07	0.01
Zamarin	1.63E-05	1.63E-07	0.01
USBR	4.15E-06	4.15E-08	0.00
Barr	1.64E-07	1.64E-09	0.00
Alyamani and Sen	2.89E-03	2.89E-05	2.50
Chapuis	3.46E-09	3.46E-11	0.00
Krumbein and Monk	3.10E-05	3.10E-07	0.03
geometric mean	1.24E-05	1.24E-07	0.01
arithmetic mean	7.31E-04	7.31E-06	0.63
min	1.64E-07	1.64E-09	0.000
max	2.89E-03	2.89E-05	2.50



K from Grain Size Analysis Report

Date: 2021-03-18

Sample Name:

20F23-CF59

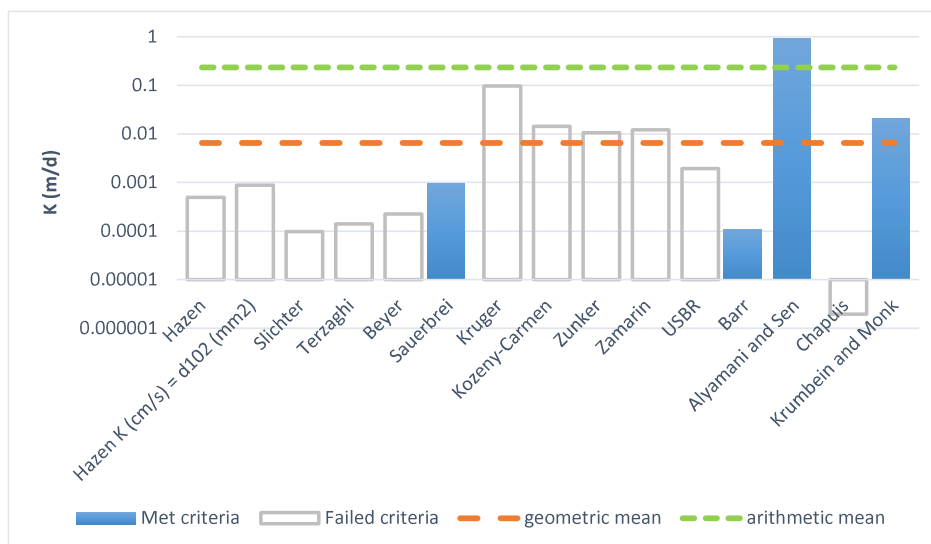
Mass Sample (g):

500

T (oC)

20

Poorly sorted sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	5.75E-07	5.75E-09	0.00
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	1.02E-06	1.02E-08	0.00
Slichter	1.13E-07	1.13E-09	0.00
Terzaghi	1.61E-07	1.61E-09	0.00
Beyer	2.59E-07	2.59E-09	0.00
Sauerbrei	1.07E-06	1.07E-08	0.00
Kruger	1.11E-04	1.11E-06	0.10
Kozeny-Carmen	1.65E-05	1.65E-07	0.01
Zunker	1.23E-05	1.23E-07	0.01
Zamarin	1.41E-05	1.41E-07	0.01
USBR	2.26E-06	2.26E-08	0.00
Barr	1.21E-07	1.21E-09	0.00
Alyamani and Sen	1.05E-03	1.05E-05	0.91
Chapuis	2.27E-09	2.27E-11	0.00
Krumbein and Monk	2.39E-05	2.39E-07	0.02
geometric mean	7.55E-06	7.55E-08	0.01
arithmetic mean	2.69E-04	2.69E-06	0.23
min	1.21E-07	1.21E-09	0.000
max	1.05E-03	1.05E-05	0.91



K from Grain Size Analysis Report

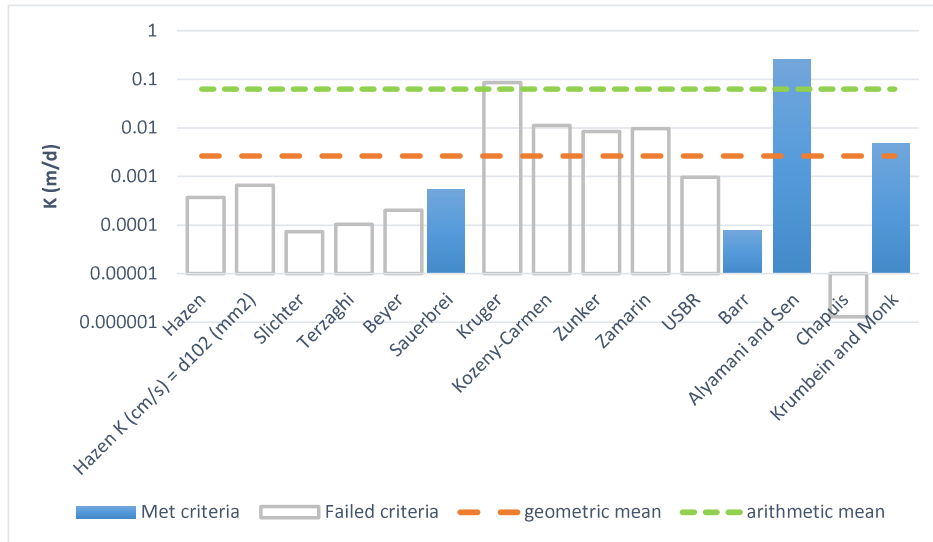
Date: 2021-03-18

Sample Name: 20F23-CF71

Mass Sample (g): 500

T (oC) 20

Poorly sorted gravelly sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	4.31E-07	4.31E-09	0.00
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	7.61E-07	7.61E-09	0.00
Slichter	8.47E-08	8.47E-10	0.00
Terzaghi	1.21E-07	1.21E-09	0.00
Beyer	2.34E-07	2.34E-09	0.00
Sauerbrei	6.20E-07	6.20E-09	0.00
Kruger	9.91E-05	9.91E-07	0.09
Kozeny-Carmen	1.31E-05	1.31E-07	0.01
Zunker	9.75E-06	9.75E-08	0.01
Zamarin	1.12E-05	1.12E-07	0.01
USBR	1.11E-06	1.11E-08	0.00
Barr	9.08E-08	9.08E-10	0.00
Alyamani and Sen	2.85E-04	2.85E-06	0.25
Chapuis	1.51E-09	1.51E-11	0.00
Krumbein and Monk	5.48E-06	5.48E-08	0.00
geometric mean	3.06E-06	3.06E-08	0.00
arithmetic mean	7.28E-05	7.28E-07	0.06
min	9.08E-08	9.08E-10	0.000
max	2.85E-04	2.85E-06	0.25



K from Grain Size Analysis Report

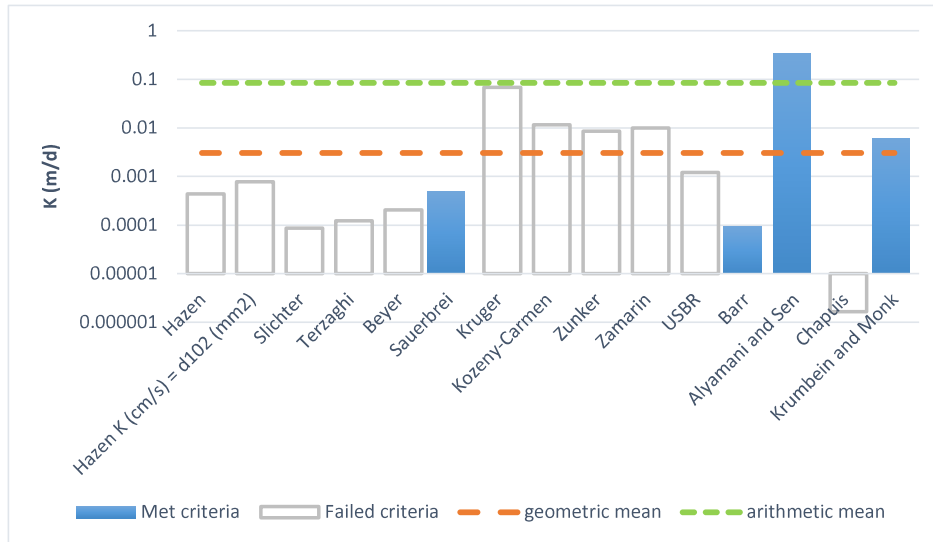
Date: 2021-03-18

Sample Name: 20F23-CF81

Mass Sample (g): 500

T (oC) 20

Poorly sorted gravelly sand with fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	5.10E-07	5.10E-09	0.00
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	9.00E-07	9.00E-09	0.00
Slichter	1.00E-07	1.00E-09	0.00
Terzaghi	1.43E-07	1.43E-09	0.00
Beyer	2.39E-07	2.39E-09	0.00
Sauerbrei	5.54E-07	5.54E-09	0.00
Kruger	7.98E-05	7.98E-07	0.07
Kozeny-Carmen	1.35E-05	1.35E-07	0.01
Zunker	1.00E-05	1.00E-07	0.01
Zamarin	1.15E-05	1.15E-07	0.01
USBR	1.41E-06	1.41E-08	0.00
Barr	1.07E-07	1.07E-09	0.00
Alyamani and Sen	3.83E-04	3.83E-06	0.33
Chapuis	1.91E-09	1.91E-11	0.00
Krumbein and Monk	6.93E-06	6.93E-08	0.01
geometric mean	3.55E-06	3.55E-08	0.00
arithmetic mean	9.78E-05	9.78E-07	0.08
min	1.07E-07	1.07E-09	0.000
max	3.83E-04	3.83E-06	0.33



K from Grain Size Analysis Report

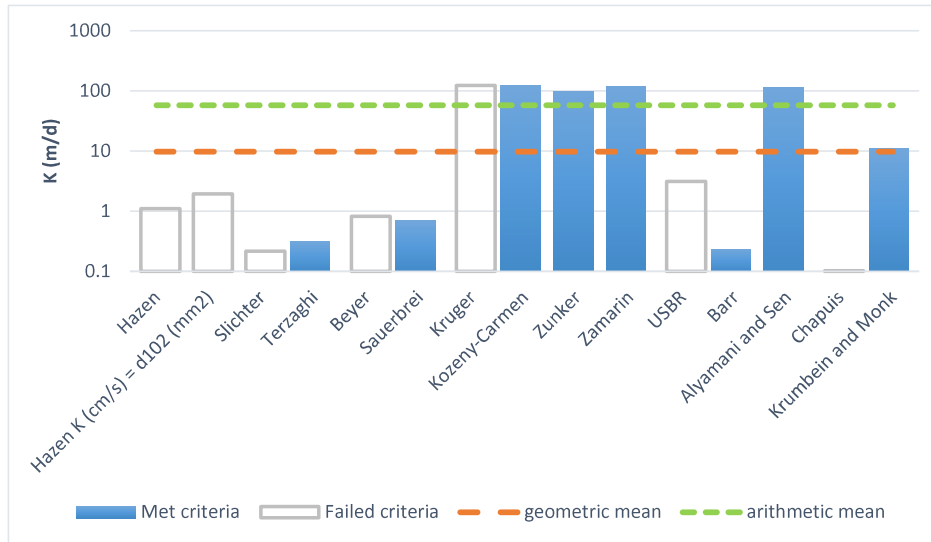
Date: 2021-03-19

Sample Name: 20F24-CF08

Mass Sample (g): 100

T (oC) 20

Poorly sorted gravelly sand low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	1.28E-03	1.28E-05	1.11
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ ² (mm)	2.27E-03	2.27E-05	1.96
Slichter	2.52E-04	2.52E-06	0.22
Terzaghi	3.60E-04	3.60E-06	0.31
Beyer	9.50E-04	9.50E-06	0.82
Sauerbrei	7.98E-04	7.98E-06	0.69
Kruger	1.43E-01	1.43E-03	123.28
Kozeny-Carmen	1.41E-01	1.41E-03	121.41
Zunker	1.11E-01	1.11E-03	95.97
Zamarin	1.36E-01	1.36E-03	117.64
USBR	3.63E-03	3.63E-05	3.14
Barr	2.70E-04	2.70E-06	0.23
Alyamani and Sen	1.33E-01	1.33E-03	114.74
Chapuis	1.18E-04	1.18E-06	0.10
Krumbein and Monk	1.27E-02	1.27E-04	10.96
geometric mean	1.14E-02	1.14E-04	9.82
arithmetic mean	6.68E-02	6.68E-04	57.74
min	2.70E-04	2.70E-06	0.234
max	1.41E-01	1.41E-03	121.41



K from Grain Size Analysis Report

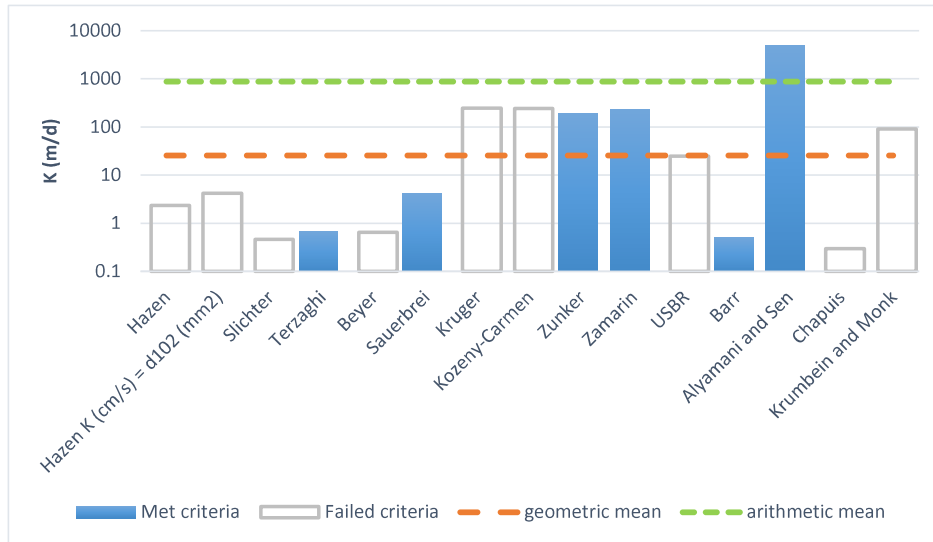
Date: 2021-03-19

Sample Name: 20F24-CF12

Mass Sample (g): 100

T (oC) 20

Poorly sorted sandy gravel low in fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	2.74E-03	2.74E-05	2.37
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	4.84E-03	4.84E-05	4.18
Slichter	5.38E-04	5.38E-06	0.47
Terzaghi	7.68E-04	7.68E-06	0.66
Beyer	7.53E-04	7.53E-06	0.65
Sauerbrei	4.63E-03	4.63E-05	4.00
Kruger	2.85E-01	2.85E-03	245.93
Kozeny-Carmen	2.81E-01	2.81E-03	242.73
Zunker	2.22E-01	2.22E-03	191.74
Zamarin	2.72E-01	2.72E-03	234.84
USBR	2.89E-02	2.89E-04	24.98
Barr	5.77E-04	5.77E-06	0.50
Alyamani and Sen	5.58E+00	5.58E-02	4817.46
Chapuis	3.44E-04	3.44E-06	0.30
Krumbein and Monk	1.06E-01	1.06E-03	91.84
geometric mean	2.97E-02	2.97E-04	25.68
arithmetic mean	1.01E+00	1.01E-02	874.87
min	5.77E-04	5.77E-06	0.499
max	5.58E+00	5.58E-02	4817.46

ANNEXE

7

BILAN IONIQUE



BILAN IONIQUE

Identification

Puits d'observation : 20-PO15A
Nom de l'échantillon : 20-PO15A_2021-02-18
Date d'échantillonnage : 2021-02-18
Secteur : HALDE_STERILE_Sud
Unité géologique : résidus_stériles
Type d'eau : Mg-Ca-HCO3-SO4

Paramètres physico-chimiques

	Terrain	Laboratoire	Calculé
Température (°C)	8.80	-	-
pH	8.20	-	-
Conductivité (µS/cm)	436	-	-
Potentiel d'oxydo-réduction (mV)	38.20	-	-
Solides dissous totaux (µg/L)	-	428000	500483
Dureté totale (mg CaCO3/L)	-	-	272.3
Alcalinité (mg CaCO3/L)	-	238.0	3.90

Ions majeurs

	µg/L	mmol/L	meq/L
Aluminium	11	0.000	0.001
Fer	<70	<0.00	<3.8E-03
Sodium	27100	1.18	1.18
Potassium	28200	0.72	0.72
Calcium	38400	0.96	1.92
Magnésium	42900	1.77	3.53
Chlorures	700	0.02	0.02
Sulfates	118000	1.23	2.46
Carbonates	0	0.00	0.00
Bicarbonates	238000	3.90	3.90

Contrôle qualité

	Résultat	Objectif
Somme des anions (meq/L)	6.724	-
Somme des cations (meq/L)	7.352	-
Différence (%)	4.46	< 11%

Ratios (meq/L)

	Résultat	Objectif
K / Na	0.61	< 0,25
Mg / Ca	1.84	< 0,67
Ca / SO4	0.78	> 1,00
Na / Cl	59.70	> 1,00

BILAN IONIQUE

Identification

Puits d'observation : 20-PO18A
Nom de l'échantillon : 20-PO18A_2021-02-17
Date d'échantillonnage : 2021-02-17
Secteur : PARC_RESID
Unité géologique : residus
Type d'eau : Mg-SO4

Paramètres physico-chimiques

	Terrain	Laboratoire	Calculé
Température (°C)	9.70	-	-
pH	8.00	-	-
Conductivité (µS/cm)	13.0	-	-
Potentiel d'oxydo-réduction (mV)	<195.20	-	-
Solides dissous totaux (µg/L)	-	1540000	1592013
Dureté totale (mg CaCO3/L)	-	-	826.0
Alcalinité (mg CaCO3/L)	-	98.2	1.61

Ions majeurs

	µg/L	mmol/L	meq/L
Aluminium	<10	<0.000	<0.001
Fer	102	0.00	5.5E-03
Sodium	95100	4.14	4.14
Potassium	54500	1.39	1.39
Calcium	90300	2.25	4.51
Magnésium	146000	6.01	12.01
Chlorures	3700	0.10	0.10
Sulfates	1090000	11.35	22.71
Carbonates	0	0.00	0.00
Bicarbonates	98200	1.61	1.61

Contrôle qualité

	Résultat	Objectif
Somme des anions (meq/L)	25.106	-
Somme des cations (meq/L)	22.072	-
Différence (%)	-6.43	< 11%

Ratios (meq/L)

	Résultat	Objectif
K / Na	0.34	< 0,25
Mg / Ca	2.67	< 0,67
Ca / SO4	0.20	> 1,00
Na / Cl	39.64	> 1,00

BILAN IONIQUE

Identification

Puits d'observation :	20-PO26A
Nom de l'échantillon :	20-PO26A_2021-02-17
Date d'échantillonnage :	2021-02-17
Secteur :	PARC_RESID
Unité géologique :	residus
Type d'eau :	Mg-Na-SO4

Paramètres physico-chimiques

	Terrain	Laboratoire	Calculé
Température (°C)	9.10	-	-
pH	8.00	-	-
Conductivité (µS/cm)	1187	-	-
Potentiel d'oxydo-réduction (mV)	<200.10	-	-
Solides dissous totaux (µg/L)	-	1360000	1435786
Dureté totale (mg CaCO3/L)	-	-	646.1
Alcalinité (mg CaCO3/L)	-	118.0	1.93

Ions majeurs

	µg/L	mmol/L	meq/L
Aluminium	<10	<0.000	<0.001
Fer	96	0.00	5.2E-03
Sodium	140000	6.09	6.09
Potassium	50600	1.29	1.29
Calcium	82500	2.06	4.12
Magnésium	107000	4.40	8.80
Chlorures	4100	0.12	0.12
Sulfates	918000	9.56	19.13
Carbonates	0	0.00	0.00
Bicarbonates	118000	1.93	1.93

Contrôle qualité

	Résultat	Objectif
Somme des anions (meq/L)	21.934	-
Somme des cations (meq/L)	20.336	-
Différence (%)	-3.78	< 11%

Ratios (meq/L)

	Résultat	Objectif
K / Na	0.21	< 0,25
Mg / Ca	2.14	< 0,67
Ca / SO4	0.22	> 1,00
Na / Cl	52.66	> 1,00

BILAN IONIQUE

Identification

Puits d'observation : 20-PO07
Nom de l'échantillon : 20-PO07_2021-02-16
Date d'échantillonnage : 2021-02-16
Secteur : HORS_SITE_Ouest
Unité géologique : sol_nat
Type d'eau : Ca-Mg-SO4

Paramètres physico-chimiques

	Terrain	Laboratoire	Calculé
Température (°C)	3.60	-	-
pH	6.80	-	-
Conductivité (µS/cm)	1404	-	-
Potentiel d'oxydo-réduction (mV)	130.00	-	-
Solides dissous totaux (µg/L)	-	2270000	2292218
Dureté totale (mg CaCO3/L)	-	-	1439.0
Alcalinité (mg CaCO3/L)	-	159.0	2.61

Ions majeurs

	µg/L	mmol/L	meq/L
Aluminium	<10	<0.000	<0.001
Fer	1430	0.03	7.7E-02
Sodium	53200	2.31	2.31
Potassium	16100	0.41	0.41
Calcium	303000	7.56	15.12
Magnésium	166000	6.83	13.66
Chlorures	2200	0.06	0.06
Sulfates	1590000	16.56	33.13
Carbonates	0	0.00	0.00
Bicarbonates	159000	2.61	2.61

Contrôle qualité

	Résultat	Objectif
Somme des anions (meq/L)	35.811	-
Somme des cations (meq/L)	31.604	-
Différence (%)	-6.24	< 11%

Ratios (meq/L)

	Résultat	Objectif
K / Na	0.18	< 0,25
Mg / Ca	0.90	< 0,67
Ca / SO4	0.46	> 1,00
Na / Cl	37.29	> 1,00

BILAN IONIQUE

Identification

Puits d'observation : 20-PO13A
Nom de l'échantillon : 20-PO13A_2021-02-16
Date d'échantillonnage : 2021-02-16
Secteur : HALDE_STERILE_Nord
Unité géologique : sol_nat
Type d'eau : Ca-Mg-SO4-HCO3

Paramètres physico-chimiques

	Terrain	Laboratoire	Calculé
Température (°C)	5.40	-	-
pH	7.50	-	-
Conductivité (µS/cm)	569	-	-
Potentiel d'oxydo-réduction (mV)	96.80	-	-
Solides dissous totaux (µg/L)	-	678000	822844
Dureté totale (mg CaCO3/L)	-	-	613.1
Alcalinité (mg CaCO3/L)	-	223.0	3.65

Ions majeurs

	µg/L	mmol/L	meq/L
Aluminium	<10	<0.000	<0.001
Fer	<70	<0.00	<3.8E-03
Sodium	7910	0.34	0.34
Potassium	2590	0.07	0.07
Calcium	159000	3.97	7.93
Magnésium	52600	2.16	4.33
Chlorures	1800	0.05	0.05
Sulfates	375000	3.91	7.81
Carbonates	0	0.00	0.00
Bicarbonates	223000	3.65	3.65

Contrôle qualité

	Résultat	Objectif
Somme des anions (meq/L)	11.532	-
Somme des cations (meq/L)	12.685	-
Différence (%)	4.76	< 11%

Ratios (meq/L)

	Résultat	Objectif
K / Na	0.19	< 0,25
Mg / Ca	0.55	< 0,67
Ca / SO4	1.02	> 1,00
Na / Cl	6.78	> 1,00

BILAN IONIQUE

Identification

Puits d'observation : 20-PO14
Nom de l'échantillon : 20-PO14_2021-02-19
Date d'échantillonnage : 2021-02-19
Secteur : HORS_SITE_Nord
Unité géologique : sol_nat
Type d'eau : Na-Ca-SO4-HCO3

Paramètres physico-chimiques

	Terrain	Laboratoire	Calculé
Température (°C)	6.10	-	-
pH	7.30	-	-
Conductivité (µS/cm)	901	-	-
Potentiel d'oxydo-réduction (mV)	<148.10	-	-
Solides dissous totaux (µg/L)	-	636000	629046
Dureté totale (mg CaCO3/L)	-	-	151.6
Alcalinité (mg CaCO3/L)	-	124.0	2.03

Ions majeurs

	µg/L	mmol/L	meq/L
Aluminium	<10	<0.000	<0.001
Fer	75	0.00	4.0E-03
Sodium	115000	5.00	5.00
Potassium	4310	0.11	0.11
Calcium	38500	0.96	1.92
Magnésium	13500	0.56	1.11
Chlorures	14000	0.39	0.39
Sulfates	318000	3.31	6.63
Carbonates	0	0.00	0.00
Bicarbonates	124000	2.03	2.03

Contrôle qualité

	Résultat	Objectif
Somme des anions (meq/L)	9.102	-
Somme des cations (meq/L)	8.161	-
Différence (%)	-5.45	< 11%

Ratios (meq/L)

	Résultat	Objectif
K / Na	0.02	< 0,25
Mg / Ca	0.58	< 0,67
Ca / SO4	0.29	> 1,00
Na / Cl	12.67	> 1,00

BILAN IONIQUE

Identification

Puits d'observation : 20-PO19A
Nom de l'échantillon : 20-PO19A_2021-02-17
Date d'échantillonnage : 2021-02-17
Secteur : PARC_RESID
Unité géologique : sol_nat
Type d'eau : Mg-Ca-SO4

Paramètres physico-chimiques

	Terrain	Laboratoire	Calculé
Température (°C)	9.20	-	-
pH	7.80	-	-
Conductivité (µS/cm)	1414	-	-
Potentiel d'oxydo-réduction (mV)	<160.80	-	-
Solides dissous totaux (µg/L)	-	1800000	1831117
Dureté totale (mg CaCO3/L)	-	-	946.0
Alcalinité (mg CaCO3/L)	-	81.3	1.33

Ions majeurs

	µg/L	mmol/L	meq/L
Aluminium	<10	<0.000	<0.001
Fer	271	0.00	1.5E-02
Sodium	89600	3.90	3.90
Potassium	71300	1.82	1.82
Calcium	145000	3.62	7.24
Magnésium	142000	5.84	11.68
Chlorures	2200	0.06	0.06
Sulfates	1290000	13.44	26.88
Carbonates	0	0.00	0.00
Bicarbonates	81303	1.33	1.33

Contrôle qualité

	Résultat	Objectif
Somme des anions (meq/L)	28.709	-
Somme des cations (meq/L)	24.683	-
Différence (%)	-7.54	< 11%

Ratios (meq/L)

	Résultat	Objectif
K / Na	0.47	< 0,25
Mg / Ca	1.61	< 0,67
Ca / SO4	0.27	> 1,00
Na / Cl	62.80	> 1,00

BILAN IONIQUE

Identification

Puits d'observation : 20-PO23A
Nom de l'échantillon : 20-PO23A_2021-02-18
Date d'échantillonnage : 2021-02-18
Secteur : PARC_RESID
Unité géologique : sol_nat
Type d'eau : Mg-Ca-HCO3

Paramètres physico-chimiques

	Terrain	Laboratoire	Calculé
Température (°C)	8.50	-	-
pH	7.40	-	-
Conductivité (µS/cm)	373	-	-
Potentiel d'oxydo-réduction (mV)	<42.90	-	-
Solides dissous totaux (µg/L)	-	306000	448077
Dureté totale (mg CaCO3/L)	-	-	267.6
Alcalinité (mg CaCO3/L)	-	324.0	5.31

Ions majeurs

	µg/L	mmol/L	meq/L
Aluminium	<10	<0.000	<0.001
Fer	174	0.00	9.3E-03
Sodium	22100	0.96	0.96
Potassium	6830	0.17	0.17
Calcium	29100	0.73	1.45
Magnésium	47400	1.95	3.90
Chlorures	1200	0.03	0.03
Sulfates	<4000	<0.04	<0.08
Carbonates	0	0.00	0.00
Bicarbonates	324000	5.31	5.31

Contrôle qualité

	Résultat	Objectif
Somme des anions (meq/L)	6.098	-
Somme des cations (meq/L)	6.504	-
Différence (%)	3.226	< 11%

Ratios (meq/L)

	Résultat	Objectif
K / Na	0.18	< 0,25
Mg / Ca	2.69	< 0,67
Ca / SO4	17.43	> 1,00
Na / Cl	28.40	> 1,00

BILAN IONIQUE

Identification

Puits d'observation : 20-PO25A
Nom de l'échantillon : 20-PO25A_2021-02-18
Date d'échantillonnage : 2021-02-18
Secteur : PARC_RESID
Unité géologique : sol_nat
Type d'eau : Mg-Ca-HCO3

Paramètres physico-chimiques

	Terrain	Laboratoire	Calculé
Température (°C)	8.00	-	-
pH	7.70	-	-
Conductivité (µS/cm)	292	-	-
Potentiel d'oxydo-réduction (mV)	<112.40	-	-
Solides dissous totaux (µg/L)	-	254000	335094
Dureté totale (mg CaCO3/L)	-	-	215.6
Alcalinité (mg CaCO3/L)	-	222.0	3.64

Ions majeurs

	µg/L	mmol/L	meq/L
Aluminium	<10	<0.000	<0.001
Fer	402	0.01	2.2E-02
Sodium	5320	0.23	0.23
Potassium	2970	0.08	0.08
Calcium	39900	1.00	1.99
Magnésium	28200	1.16	2.32
Chlorures	800	0.02	0.02
Sulfates	34500	0.36	0.72
Carbonates	0	0.00	0.00
Bicarbonates	222000	3.64	3.64

Contrôle qualité

	Résultat	Objectif
Somme des anions (meq/L)	4.410	-
Somme des cations (meq/L)	4.643	-
Différence (%)	2.57	< 11%

Ratios (meq/L)

	Résultat	Objectif
K / Na	0.33	< 0,25
Mg / Ca	1.17	< 0,67
Ca / SO4	2.77	> 1,00
Na / Cl	10.25	> 1,00

BILAN IONIQUE

Identification

Puits d'observation : 20-PO09
Nom de l'échantillon : 20-PO09_2021-02-18
Date d'échantillonnage : 2021-02-18
Secteur : Secteur_est
Unité géologique : roc
Type d'eau : Mg-Na-Ca-HCO3

Paramètres physico-chimiques

	Terrain	Laboratoire	Calculé
Température (°C)	6.30	-	-
pH	8.00	-	-
Conductivité (µS/cm)	253	-	-
Potentiel d'oxydo-réduction (mV)	<180.10	-	-
Solides dissous totaux (µg/L)	-	236000	301226
Dureté totale (mg CaCO3/L)	-	-	153.0
Alcalinité (mg CaCO3/L)	-	185.0	3.03

Ions majeurs

	µg/L	mmol/L	meq/L
Aluminium	<10	<0.000	<0.001
Fer	88	0.00	4.7E-03
Sodium	29800	1.30	1.30
Potassium	5910	0.15	0.15
Calcium	22400	0.56	1.12
Magnésium	23600	0.97	1.94
Chlorures	1500	0.04	0.04
Sulfates	30600	0.32	0.64
Carbonates	0	0.00	0.00
Bicarbonates	185000	3.03	3.03

Contrôle qualité

	Résultat	Objectif
Somme des anions (meq/L)	3.797	-
Somme des cations (meq/L)	4.524	-
Différence (%)	8.73	< 11%

Ratios (meq/L)

	Résultat	Objectif
K / Na	0.12	< 0,25
Mg / Ca	1.74	< 0,67
Ca / SO4	1.75	> 1,00
Na / Cl	30.64	> 1,00

BILAN IONIQUE

Identification

Puits d'observation : 20-PO11B
Nom de l'échantillon : 20-PO11B_2021-02-16
Date d'échantillonnage : 2021-02-16
Secteur : HALDE_STERILE_Nord
Unité géologique : roc
Type d'eau : Na-K-CO3

Paramètres physico-chimiques

	Terrain	Laboratoire	Calculé
Température (°C)	6.90	-	-
pH	11.70	-	-
Conductivité (µS/cm)	663	-	-
Potentiel d'oxydo-réduction (mV)	<107.30	-	-
Solides dissous totaux (µg/L)	-	326000	500098
Dureté totale (mg CaCO3/L)	-	-	13.1
Alcalinité (mg CaCO3/L)	-	282.0	16.88

Ions majeurs

	µg/L	mmol/L	meq/L
Aluminium	<10	<0.000	<0.001
Fer	<70	<0.00	<3.8E-03
Sodium	73200	3.18	3.18
Potassium	70900	1.81	1.81
Calcium	4430	0.11	0.22
Magnésium	509	0.02	0.04
Chlorures	3400	0.10	0.10
Sulfates	64902	0.68	1.35
Carbonates	243799	4.06	8.13
Bicarbonates	38201	0.63	0.63

Contrôle qualité

	Résultat	Objectif
Somme des anions (meq/L)	10.229	-
Somme des cations (meq/L)	5.265	-
Différence (%)	-32.03	< 11%

Ratios (meq/L)

	Résultat	Objectif
K / Na	0.57	< 0,25
Mg / Ca	0.19	< 0,67
Ca / SO4	0.16	> 1,00
Na / Cl	33.20	> 1,00

BILAN IONIQUE

Identification

Puits d'observation : 20-PO13B
 Nom de l'échantillon : 20-PO13B_2021-02-16
 Date d'échantillonnage : 2021-02-16
 Secteur : HALDE_STERILE_Nord
 Unité géologique : roc
 Type d'eau : Na-Ca-Mg-HCO3-SO4

Paramètres physico-chimiques

	Terrain	Laboratoire	Calculé
Température (°C)	5.00	-	-
pH	8.10	-	-
Conductivité (µS/cm)	176	-	-
Potentiel d'oxydo-réduction (mV)	<124.60	-	-
Solides dissous totaux (µg/L)	-	172000	219627
Dureté totale (mg CaCO3/L)	-	-	84.1
Alcalinité (mg CaCO3/L)	-	123.0	2.02

Ions majeurs

	µg/L	mmol/L	meq/L
Aluminium	<10	<0.000	<0.001
Fer	<70	<0.00	<3.8E-03
Sodium	30500	1.33	1.33
Potassium	3460	0.09	0.09
Calcium	21800	0.54	1.09
Magnésium	7230	0.30	0.59
Chlorures	1300	0.04	0.04
Sulfates	31100	0.32	0.65
Carbonates	0	0.00	0.00
Bicarbonates	123000	2.02	2.02

Contrôle qualité

	Résultat	Objectif
Somme des anions (meq/L)	2.753	-
Somme des cations (meq/L)	3.105	-
Différence (%)	5.99	< 11%

Ratios (meq/L)

	Résultat	Objectif
K / Na	0.07	< 0,25
Mg / Ca	0.55	< 0,67
Ca / SO4	1.68	> 1,00
Na / Cl	36.18	> 1,00

BILAN IONIQUE

Identification

Puits d'observation : 20-PO15B
Nom de l'échantillon : 20-PO15B_2021-02-18
Date d'échantillonnage : 2021-02-18
Secteur : HALDE_STERILE
Unité géologique : _Sud
Type d'eau : roc
Mg-Ca-Na-HCO3-SO4

Paramètres physico-chimiques

	Terrain	Laboratoire	Calculé
Température (°C)	8.30	-	-
pH	7.90	-	-
Conductivité (µS/cm)	269	-	-
Potentiel d'oxydo-réduction (mV)	<36.20	-	-
Solides dissous totaux (µg/L)	-	234000	284538
Dureté totale (mg CaCO3/L)	-	-	143.9
Alcalinité (mg CaCO3/L)	-	131.0	2.15

Ions majeurs

	µg/L	mmol/L	meq/L
Aluminium	<10	<0.000	<0.001
Fer	<70	<0.00	<3.8E-03
Sodium	24000	1.04	1.04
Potassium	5770	0.15	0.15
Calcium	28500	0.71	1.42
Magnésium	17700	0.73	1.46
Chlorures	15600	0.44	0.44
Sulfates	58902	0.61	1.23
Carbonates	0	0.00	0.00
Bicarbonates	131000	2.15	2.15

Contrôle qualité

	Résultat	Objectif
Somme des anions (meq/L)	3.941	-
Somme des cations (meq/L)	4.082	-
Différence (%)	1.75	< 11%

Ratios (meq/L)

	Résultat	Objectif
K / Na	0.14	< 0,25
Mg / Ca	1.02	< 0,67
Ca / SO4	1.16	> 1,00
Na / Cl	2.37	> 1,00

BILAN IONIQUE

Identification

Puits d'observation : 20-PO18B
Nom de l'échantillon : 20-PO18B_2021-02-17
Date d'échantillonnage : 2021-02-17
Secteur : PARC_RESID
Unité géologique : roc
Type d'eau : Na-Mg-Cl-SO4

Paramètres physico-chimiques

	Terrain	Laboratoire	Calculé
Température (°C)	8.60	-	-
pH	8.90	-	-
Conductivité (µS/cm)	591	-	-
Potentiel d'oxydo-réduction (mV)	<146.50	-	-
Solides dissous totaux (µg/L)	-	504000	570381
Dureté totale (mg CaCO3/L)	-	-	148.4
Alcalinité (mg CaCO3/L)	-	63.2	1.04

Ions majeurs

	µg/L	mmol/L	meq/L
Aluminium	<10	<0.000	<0.001
Fer	<70	<0.00	<3.8E-03
Sodium	96600	4.20	4.20
Potassium	58400	1.49	1.49
Calcium	19900	0.50	0.99
Magnésium	24000	0.99	1.97
Chlorures	132000	3.72	3.72
Sulfates	175000	1.82	3.65
Carbonates	0	0.00	0.00
Bicarbonates	63201	1.04	1.04

Contrôle qualité

	Résultat	Objectif
Somme des anions (meq/L)	8.444	-
Somme des cations (meq/L)	8.669	-
Différence (%)	1.31	< 11%

Ratios (meq/L)

	Résultat	Objectif
K / Na	0.36	< 0,25
Mg / Ca	1.99	< 0,67
Ca / SO4	0.27	> 1,00
Na / Cl	1.13	> 1,00

BILAN IONIQUE

Identification

Puits d'observation : 20-PO19B
Nom de l'échantillon : 20-PO19B_2021-02-17
Date d'échantillonnage : 2021-02-17
Secteur : PARC_RESID
Unité géologique : roc
Type d'eau : Na-Ca-Mg-SO4-HCO3

Paramètres physico-chimiques

	Terrain	Laboratoire	Calculé
Température (°C)	8.70	-	-
pH	7.70	-	-
Conductivité (µS/cm)	664	-	-
Potentiel d'oxydo-réduction (mV)	<154.10	-	-
Solides dissous totaux (µg/L)	-	620000	722089
Dureté totale (mg CaCO3/L)	-	-	227.3
Alcalinité (mg CaCO3/L)	-	235.0	3.85

Ions majeurs

	µg/L	mmol/L	meq/L
Aluminium	<10	<0.000	<0.001
Fer	2360	0.04	1.3E-01
Sodium	117000	5.09	5.09
Potassium	19300	0.49	0.49
Calcium	48400	1.21	2.42
Magnésium	25900	1.07	2.13
Chlorures	19201	0.54	0.54
Sulfates	235000	2.45	4.90
Carbonates	0	0.00	0.00
Bicarbonates	235000	3.85	3.85

Contrôle qualité

	Résultat	Objectif
Somme des anions (meq/L)	10.296	-
Somme des cations (meq/L)	10.272	-
Différence (%)	-0.118	< 11%

Ratios (meq/L)

	Résultat	Objectif
K / Na	0.10	< 0,25
Mg / Ca	0.88	< 0,67
Ca / SO4	0.49	> 1,00
Na / Cl	9.40	> 1,00

BILAN IONIQUE

Identification

Puits d'observation : 20-PO22
 Nom de l'échantillon : 20-PO22_2021-02-18
 Date d'échantillonnage : 2021-02-18
 Secteur : HALDE_STERILE
 Unité géologique : _Sud
 Type d'eau : roc
 Ca-Mg-SO4

Paramètres physico-chimiques

	Terrain	Laboratoire	Calculé
Température (°C)	5.80	-	-
pH	7.30	-	-
Conductivité (µS/cm)	943	-	-
Potentiel d'oxydo-réduction (mV)	38.80	-	-
Solides dissous totaux (µg/L)	-	1280000	1322091
Dureté totale (mg CaCO3/L)	-	-	721.8
Alcalinité (mg CaCO3/L)	-	128.0	2.10

Ions majeurs

	µg/L	mmol/L	meq/L
Aluminium	<10	<0.000	<0.001
Fer	<70	<0.00	<3.8E-03
Sodium	27200	1.18	1.18
Potassium	17200	0.44	0.44
Calcium	192000	4.79	9.58
Magnésium	59000	2.43	4.85
Chlorures	1200	0.03	0.03
Sulfates	894000	9.31	18.63
Carbonates	0	0.00	0.00
Bicarbonates	128000	2.10	2.10

Contrôle qualité

	Résultat	Objectif
Somme des anions (meq/L)	20.870	-
Somme des cations (meq/L)	16.065	-
Différence (%)	-13.0	< 11%

Ratios (meq/L)

	Résultat	Objectif
K / Na	0.37	< 0,25
Mg / Ca	0.51	< 0,67
Ca / SO4	0.51	> 1,00
Na / Cl	34.95	> 1,00

BILAN IONIQUE

Identification

Puits d'observation : 20-PO23B
Nom de l'échantillon : 20-PO23B_2021-02-18
Date d'échantillonnage : 2021-02-18
Secteur : PARC_RESID
Unité géologique : roc
Type d'eau : Mg-Na-SO4-HCO3

Paramètres physico-chimiques

	Terrain	Laboratoire	Calculé
Température (°C)	10.00	-	-
pH	8.60	-	-
Conductivité (µS/cm)	331	-	-
Potentiel d'oxydo-réduction (mV)	<81.10	-	-
Solides dissous totaux (µg/L)	-	306000	359187
Dureté totale (mg CaCO3/L)	-	-	144.1
Alcalinité (mg CaCO3/L)	-	137.0	2.60

Ions majeurs

	µg/L	mmol/L	meq/L
Aluminium	<10	<0.000	<0.001
Fer	381	0.01	2.0E-02
Sodium	34600	1.51	1.51
Potassium	29900	0.76	0.76
Calcium	15200	0.38	0.76
Magnésium	25800	1.06	2.12
Chlorures	6800	0.19	0.19
Sulfates	107000	1.11	2.23
Carbonates	7000	0.12	0.23
Bicarbonates	130000	2.13	2.13

Contrôle qualité

	Résultat	Objectif
Somme des anions (meq/L)	4.889	-
Somme des cations (meq/L)	5.177	-
Différence (%)	2.86	< 11%

Ratios (meq/L)

	Résultat	Objectif
K / Na	0.51	< 0,25
Mg / Ca	2.80	< 0,67
Ca / SO4	0.34	> 1,00
Na / Cl	7.85	> 1,00

BILAN IONIQUE

Identification

Puits d'observation : 20-PO25B
Nom de l'échantillon : 20-PO25B_2021-02-18
Date d'échantillonnage : 2021-02-18
Secteur : PARC_RESID
Unité géologique : roc
Type d'eau : Na-Ca-Mg-HCO3-SO4

Paramètres physico-chimiques

	Terrain	Laboratoire	Calculé
Température (°C)	8.00	-	-
pH	8.10	-	-
Conductivité (µS/cm)	336	-	-
Potentiel d'oxydo-réduction (mV)	<125.20	-	-
Solides dissous totaux (µg/L)	-	318000	385090
Dureté totale (mg CaCO3/L)	-	-	120.9
Alcalinité (mg CaCO3/L)	-	174.0	2.85

Ions majeurs

	µg/L	mmol/L	meq/L
Aluminium	12	0.000	0.001
Fer	78	0.00	4.2E-03
Sodium	63800	2.78	2.78
Potassium	7440	0.19	0.19
Calcium	26700	0.67	1.33
Magnésium	13200	0.54	1.09
Chlorures	4100	0.12	0.12
Sulfates	92500	0.96	1.93
Carbonates	0	0.00	0.00
Bicarbonates	174000	2.85	2.85

Contrôle qualité

	Résultat	Objectif
Somme des anions (meq/L)	5.028	-
Somme des cations (meq/L)	5.402	-
Différence (%)	3.586	< 11%

Ratios (meq/L)

	Résultat	Objectif
K / Na	0.07	< 0,25
Mg / Ca	0.82	< 0,67
Ca / SO4	0.69	> 1,00
Na / Cl	24.00	> 1,00

BILAN IONIQUE

Identification

Puits d'observation : 20-PO26B
Nom de l'échantillon : 20-PO26B_2021-02-17
Date d'échantillonnage : 2021-02-17
Secteur : PARC_RESID
Unité géologique : roc
Type d'eau : Ca-Mg-Na-SO4-HCO3

Paramètres physico-chimiques

	Terrain	Laboratoire	Calculé
Température (°C)	8.50	-	-
pH	7.34	-	-
Conductivité (µS/cm)	831	-	-
Potentiel d'oxydo-réduction (mV)	<148.60	-	-
Solides dissous totaux (µg/L)	-	884000	991578
Dureté totale (mg CaCO3/L)	-	-	458.4
Alcalinité (mg CaCO3/L)	-	196.0	3.21

Ions majeurs

	µg/L	mmol/L	meq/L
Aluminium	<10	<0.000	<0.001
Fer	4810	0.09	2.6E-01
Sodium	83500	3.63	3.63
Potassium	11300	0.29	0.29
Calcium	109000	2.72	5.44
Magnésium	45300	1.86	3.73
Chlorures	6600	0.19	0.19
Sulfates	528000	5.50	11.00
Carbonates	0	0.00	0.00
Bicarbonates	196000	3.21	3.21

Contrôle qualité

	Résultat	Objectif
Somme des anions (meq/L)	14.609	-
Somme des cations (meq/L)	13.445	-
Différence (%)	-4.15	< 11%

Ratios (meq/L)

	Résultat	Objectif
K / Na	0.08	< 0,25
Mg / Ca	0.69	< 0,67
Ca / SO4	0.49	> 1,00
Na / Cl	19.51	> 1,00

BILAN IONIQUE

Identification

Puits d'observation : 20-PO27B
Nom de l'échantillon : 20-PO27B_2021-02-17
Date d'échantillonnage : 2021-02-17
Secteur : HALDE_STERILE
Unité géologique : _Sud
Type d'eau : roc
Ca-Mg-SO4-HCO3

Paramètres physico-chimiques

	Terrain	Laboratoire	Calculé
Température (°C)	5.80	-	-
pH	6.90	-	-
Conductivité (µS/cm)	712	-	-
Potentiel d'oxydo-réduction (mV)	128.10	-	-
Solides dissous totaux (µg/L)	-	874000	935213
Dureté totale (mg CaCO3/L)	-	-	487.0
Alcalinité (mg CaCO3/L)	-	249.0	4.08

Ions majeurs

	µg/L	mmol/L	meq/L
Aluminium	<10	<0.000	<0.001
Fer	<70	<0.00	<3.8E-03
Sodium	41800	1.82	1.82
Potassium	10200	0.26	0.26
Calcium	134000	3.34	6.69
Magnésium	37100	1.53	3.05
Chlorures	3700	0.10	0.10
Sulfates	457000	4.76	9.52
Carbonates	0	0.00	0.00
Bicarbonates	249000	4.08	4.08

Contrôle qualité

	Résultat	Objectif
Somme des anions (meq/L)	13.762	-
Somme des cations (meq/L)	11.856	-
Différence (%)	-7.44	< 11%

Ratios (meq/L)

	Résultat	Objectif
K / Na	0.14	< 0,25
Mg / Ca	0.46	< 0,67
Ca / SO4	0.70	> 1,00
Na / Cl	17.42	> 1,00