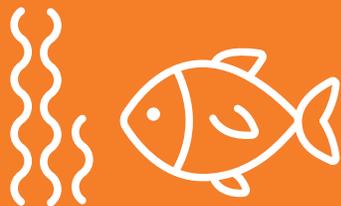


CEGRIM

Portrait du patrimoine naturel du Saint-Laurent

Vers des outils d'aide à la gestion
des risques d'incidents maritimes



Équipe de réalisation

Rédaction

Joannie Ferland¹, Marie-Josée Gagnon², Rosemarie Gagnon-Poiré², Amélie Jauvin¹, Marc Mingelbier² et Rémy Pouliot²

Révision scientifique

Simon Bernatchez², Audrey-Maude Chiasson¹, Marie-Josée Côté¹, Mélanie Desrosiers¹, Étienne Drouin², Virginie Galindo¹, Marylène Giroux¹, Brigitte Laberge¹, Léon L'Italien², Madeleine Nadeau³, Alexandra Pineau-Couturier⁴, Pascal Royer-Boutin¹ et Gaëlle Triffault-Bouchet¹

Révision linguistique

Pierre Senéchal

Collaboration

Anne-Marie Béland², Mylène Bourque², Chantal Côté², Marie-Josée Côté¹, Marc-Antoine Couillard², Sébastien Cyr⁵, Véronik de la Chenelière², Jérôme Doucet-Caron², Étienne Drouin², Karine Gagnon², Maxime Guérard², Stéphane Guérin², Jacques Labrecque¹, Jean-François Labelle¹, Léon L'Italien², Andréanne Masson², Olivier Morissette², Madeleine Nadeau³, Émilie Paquin², Yves Paradis², Vincent Piché¹, Frédéric Poisson¹, Tiphanie Rivière², Hedia Sammari³ et Benoît Tremblay¹

Géomatique

Sophie Benoît¹, Jean Bissonnette¹, Marie-Josée Gagnon² et Frédéric Poisson¹

Coordination de la diffusion

¹ Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

² Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

³ Ministère de la Sécurité publique

⁴ Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation

⁵ Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation

Pour tout renseignement

Ministère de la Sécurité publique

125, chemin du Parc, bureau 108

Cap-aux-Meules (Québec) G4T 1B3

Tél. : 418 986-1603

Courriel : cegrim@mssp.gouv.qc.ca

Site Internet : <https://www.securitepublique.gouv.qc.ca/securite-civile/cegrim.html>

Citation suggérée

CENTRE D'EXPERTISE EN GESTION DES RISQUES D'INCIDENTS MARITIMES (CEGRIM) (2021). *Portrait du patrimoine naturel du Saint-Laurent : vers des outils d'aide à la gestion des risques d'incidents maritimes*, rapport produit par l'équipe d'expertise à l'acquisition des connaissances écosystémiques du CEGRIM, piloté par le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques et le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs en collaboration avec le ministère de la Sécurité publique, 129 p. + annexes.

Dépôt légal – 2021

Bibliothèque et Archives nationales du Québec

Bibliothèque et Archives Canada

Format : PDF

ISBN : 978-2-550-89440-7

© Gouvernement du Québec, 2021

Tous droits réservés pour tous pays. La reproduction et la traduction, même partielles, sont interdites sans l'autorisation des Publications du Québec.

Table des matières

Liste des figures	VII
Liste des tableaux	XI
Liste des acronymes et abréviations	XIII
1.0 Mise en contexte	1
1.1 Le Saint-Laurent : un patrimoine à préserver	1
1.2 Le Saint-Laurent : voie de transport maritime	1
1.3 Le Centre d'expertise en gestion des risques d'incidents maritimes	2
1.4 Les mandats de l'équipe d'expertise à l'acquisition des connaissances écosystémiques du CEGRIM	3
1.5 Portée et limites du document	4
2.0 Démarche d'élaboration	7
2.1 Documents de référence	7
2.2 Territoire d'application et cadre d'analyse	7
2.3 Échelles de représentation cartographique	9
2.3.1 Échelle spatiale : cartes stratégiques, tactiques et opérationnelles	9
2.3.2 Échelle temporelle	10
3.0 Bilan des données cartographiques pertinentes	11
3.1 Description des couches d'information cartographique	13
3.1.1 Couches de fond	13
3.1.2 Océanographie physique	14
3.1.3 Milieux naturels	14
3.1.4 Flore	15
3.1.5 Protection des espèces et des milieux naturels	16
3.1.6 Poissons	17
3.1.7 Mammifères marins	18
3.1.8 Oiseaux	18
3.1.9 Herpétofaune	19
3.1.10 Autres couches d'information pertinentes	19
4.0 Portrait du patrimoine naturel du Saint-Laurent	21
4.1 Les régions hydrographiques du Saint-Laurent	21
4.1.1 Tronçon fluvial	23
4.1.2 Estuaire fluvial	24
4.1.3 Estuaire moyen et fjord du Saguenay	25
4.1.4 Estuaire maritime	26
4.1.5 Golfe et baie des Chaleurs	27

4.2	Enjeux relatifs à l'hydrodynamisme	28
4.2.1	Courants de marée et marnage	28
4.2.2	Couverture de glace	30
4.2.3	Vents et vagues	30
4.3	Milieux naturels littoraux	31
4.3.1	Milieux forestiers	32
4.3.2	Milieux humides	34
4.3.3	Milieux sableux	37
4.3.4	Milieux rocheux	38
4.4	Milieux aquatiques peu profonds	40
4.4.1	Herbiers aquatiques	40
4.4.2	Bancs de macroalgues	45
4.4.3	Bancs coquilliers	46
4.5	Flore	47
4.6	Espèces à statut : floristiques et fauniques	50
4.7	Richesse spécifique des poissons d'eau douce	56
4.8	Habitats d'importance faunique	57
4.8.1	Poissons d'eau douce	57
4.8.2	Mammifères marins	64
4.8.3	Oiseaux	66
4.8.4	Herpétofaune	67
4.9	Aires protégées littorales et marines	68
5.0	Pressions naturelles et anthropiques dans le Saint-Laurent	73
5.1	Espèces aquatiques envahissantes fauniques	74
6.0	Développement d'outils d'aide à la décision	77
6.1	Indice des pressions anthropiques sur les poissons d'eau douce	77
6.2	Distinction entre sensibilité et vulnérabilité	80
6.3	Indice de vulnérabilité morphosédimentaire	81
6.3.1	Évaluation de la granulométrie : typologie des faciès littoraux du Saint-Laurent	82
6.3.2	Méthode	85
6.3.3	Analyses préliminaires	90
6.4	Indice du patrimoine naturel	92
6.4.1	Méthode	92
6.4.2	Analyses préliminaires	95

7.0 Lacunes	101
7.1 Démarche méthodologique	101
7.1.1 Territoire d'application	101
7.1.2 Temporalité saisonnière et interannuelle	101
7.2 Patrimoine naturel du Saint-Laurent.....	102
7.2.1 Hydrographie et hydrodynamique	102
7.2.2 Milieux naturels, flore et aires de protection	102
7.2.3 Faune et habitats d'importance	104
7.3 Développement d'outils d'aide à la décision	107
7.3.1 Indice de pressions anthropiques cumulées	107
7.3.2 Indice de vulnérabilité morphosédimentaire	107
7.3.3 Indice du patrimoine naturel	108
7.3.4 Évaluation de la vulnérabilité des composantes biologiques aux déversements d'hydrocarbures.....	108
7.3.5 Unité d'analyse pour une approche de gestion	108
7.3.6 Accès aux indices au moyen d'un outil numérique	109
7.4 Enjeux socioéconomiques	109
8.0 Stratégie d'acquisition de nouvelles connaissances et perspectives	111
8.1 Données externes au gouvernement provincial.....	111
8.2 Nouvelles connaissances sur le terrain	112
8.3 Nouvelles connaissances par imagerie aérienne ou satellitaire.....	112
8.4 Modèles numériques	112
8.4.1 Modèles de prévisions fluviales et océaniques	113
8.4.2 Modèles d'habitats	113
8.5 Outil numérique	113
8.5.1 Avantages pour le CEGRIM	114
9.0 Références bibliographiques	117
10.0 Références cartographiques	125
Annexes	131
Annexe A : Renseignements complémentaires	132
Annexe B : Fiches projets.....	149
Annexe C : Annexe cartographique du patrimoine naturel du Saint-Laurent	164

Liste des figures

Figure 1.	Structure interministérielle du CEGRIM.....	3
Figure 2.	Zone d'étude du Saint-Laurent.....	8
Figure 3.	Régions hydrographiques du Saint-Laurent.....	22
Figure 4.	Masses d'eau du tronçon et de l'estuaire fluvial du Saint-Laurent.....	24
Figure 5.	Paysages sous-marins de l'estuaire du Saint-Laurent de Québec vus des Bergeronnes.....	25
Figure 6.	Vitesse maximale des courants de surface pour les mois de mars, avril et mai (printemps) de l'estuaire moyen au golfe du Saint-Laurent.....	26
Figure 7.	Schéma illustrant la stratification des masses d'eau du Saint-Laurent, leurs propriétés physiques et la courantologie de l'estuaire fluvial au golfe.....	27
Figure 8.	Principaux courants de l'estuaire maritime et du golfe du Saint-Laurent.....	28
Figure 9.	Courants de surface d'un cycle de 10 heures de marée dans le secteur Îles à Bouleaux-Île Niapiskau de l'archipel de Mingan (golfe) pour la période du 20 octobre 2020.....	29
Figure 10.	Marnage maximal annuel dans l'estuaire moyen, l'estuaire maritime et le golfe du Saint-Laurent.....	30
Figure 11.	Hauteur de vague significative en hiver (sans effet de marée) de l'estuaire moyen au golfe du Saint-Laurent.....	31
Figure 12.	Répartition des milieux forestiers et des EFE du tronçon fluvial et de l'estuaire fluvial.....	34
Figure 13.	Exemple conceptuel de la succession d'habitats et d'espèces associées sur le littoral en milieu fluvial.....	35
Figure 14.	Répartition des milieux humides potentiels dans le tronçon fluvial et l'estuaire fluvial.....	36
Figure 15.	Répartition des milieux sableux de l'estuaire maritime.....	38
Figure 16.	Répartition du littoral rocheux de l'estuaire maritime et du golfe du Saint-Laurent.....	40
Figure 17.	Répartition des herbiers aquatiques entre le tronçon fluvial et l'estuaire maritime selon des observations effectuées en 1975.....	42
Figure 18.	Répartition des herbiers aquatiques dans le tronçon fluvial, entre Montréal et le lac Saint-Pierre, selon des relevés effectués en 1997 et pour lesquels une modélisation a été effectuée.....	43
Figure 19.	Répartition du biovolume végétal dans une portion du chenal sud de l'île d'Orléans de l'estuaire fluvial, en 2019.....	43
Figure 20.	Représentation partielle de la végétation et de la faune benthique des milieux aquatiques peu profonds du Saint-Laurent.....	44
Figure 21.	Répartition de la zostère marine dans l'estuaire maritime et le golfe du Saint-Laurent selon une revue de la littérature de 1987 à 2009.....	45
Figure 22.	Répartition des gisements de pétoncles géants, de pétoncles d'Islande et de mactres de Stimpson dans l'estuaire maritime et le golfe du Saint-Laurent.....	46
Figure 23.	A) Proportion d'espèces floristiques indigènes et exotiques au Québec; B) Proportion d'espèces de milieux humides (obligées ou facultatives) indigènes du Québec.....	47
Figure 24.	Répartition des neuf espèces endémiques végétales de milieux humides établies dans la zone d'étude.....	49
Figure 25.	Représentation des espèces floristiques endémiques de milieux humides établies dans la zone d'étude.....	50
Figure 26.	Proportion des statuts des espèces floristiques (CDPNQ) : A) Espèces floristiques du Québec (total de 2 915); B) Espèces floristiques à statut précaire dans la zone d'étude (total de 315).....	51

Figure 27. Répartition des espèces A) floristique à statut; et B) faunique à statut pour le tronçon fluvial et l'estuaire fluvial du Saint-Laurent (polygones créés à partir des occurrences du CDPNQ).....	54
Figure 28. Proportion des 115 espèces fauniques sous la protection de la LEMV en fonction de leur statut (CDPNQ).....	55
Figure 29. Richesse spécifique des poissons d'eau douce et des espèces de poissons migratrices.	57
Figure 30. Répartition connue des frayères dans le tronçon fluvial et l'estuaire fluvial du Saint-Laurent pour les poissons d'eau douce du Québec.	59
Figure 31. Répartition connue des aires d'alevinage dans le tronçon fluvial et l'estuaire fluvial du Saint-Laurent pour les poissons d'eau douce du Québec.	60
Figure 32. Répartition des fosses profondes de plus de 15 m dans le tronçon fluvial et l'estuaire fluvial du Saint-Laurent.	62
Figure 33. Localisation de la ZTM dans l'estuaire moyen du Saint-Laurent.....	63
Figure 34. Répartition des rivières à saumon telle qu'elle est définie à l'annexe VI du <i>Règlement de pêche du Québec</i>	64
Figure 35. Répartition des habitats d'importance pour le béluga dans l'estuaire moyen et l'estuaire maritime, y compris l'habitat essentiel désigné par le MPO.	65
Figure 36. Répartition des habitats d'importance pour les oiseaux dans la zone d'étude.	66
Figure 37. Répartition des habitats d'importance pour l'herpétofaune dans le tronçon fluvial et l'estuaire fluvial du Saint-Laurent.	68
Figure 38. Répartition des milieux naturels protégés de l'estuaire moyen du Saint-Laurent.	71
Figure 39. Répartition des EAE dans le tronçon fluvial et l'estuaire fluvial du Saint-Laurent.	75
Figure 40. Cartographie des indices de pressions simplifiés en trois classes d'intensité pour six pressions potentielles, dans des polygones de 5 km de côté s'étendant jusqu'au chenal de navigation, le long du tronçon fluvial et d'une portion de l'estuaire fluvial du Saint-Laurent.	78
Figure 41. Cartographie d'un indice des pressions cumulées (IPC) additivement et exprimé en trois classes d'intensité, dans des polygones de 5 km de côté s'étendant jusqu'au chenal de navigation, le long du tronçon fluvial et d'une portion de l'estuaire fluvial du Saint-Laurent.	79
Figure 42. Représentation des différents types de substrats composant le littoral du Saint-Laurent.....	83
Figure 43. Carte stratégique présentant l'IVM de la zone intertidale supérieure pour le golfe du Saint-Laurent.	85
Figure 44. Représentation de la méthode de Cairns pour le calcul de l'exposition du littoral.....	86
Figure 45. Courantologie ayant permis de déterminer les zones à plus fort courant de l'archipel du lac Saint-Pierre. Les zones à plus fort courant sont considérées comme exposées.	87
Figure 46. Cartographie des différents critères constituant l'IVM pour la zone pilote du lac Saint-Pierre.	88
Figure 47. Cartographie des différents critères constituant l'IVM pour la zone pilote de la baie de Sept-Îles.....	88
Figure 48. Carte tactique préliminaire de l'IVM pour la zone pilote du lac Saint-Pierre.....	90
Figure 49. Carte tactique préliminaire de l'IVM pour la zone pilote de la baie de Sept-Îles.	91
Figure 50. Données cartographiques disponibles pour le calcul de l'IPN couvrant la zone pilote du lac Saint-Pierre.....	94
Figure 51. Données cartographiques disponibles pour le calcul de l'IPN couvrant la zone pilote de la baie de Sept-Îles.	94
Figure 52. Carte stratégique préliminaire de l'IPN pour le tronçon fluvial du Saint-Laurent.....	96
Figure 53. Carte tactique préliminaire de l'IPN couvrant la zone pilote du lac Saint-Pierre (nombre de superpositions normalisées par la valeur maximale).....	96

Figure 54. Carte tactique préliminaire de l'IPN couvrant la baie de Sept-Îles.....	97
Figure 55. Les différents ministères du gouvernement du Québec qui collaborent à l'IGO.	114
Figure 56. Interface cartographique du CEGRIM sur IGO2 (y compris les ports et les liaisons maritimes).....	115

Liste des tableaux

Tableau 1.	Superficies terrestre et aquatique de la zone d'étude par région hydrographique (y compris la zone tampon et la zone inondable du tronçon fluvial).	8
Tableau 2.	Caractéristiques des différents types de cartes (stratégique, tactique et opérationnel).	9
Tableau 3.	Sommaire des données cartographiques utilisées dans le portrait du patrimoine naturel du Saint-Laurent.	12
Tableau 4.	Caractéristiques générales des régions hydrographiques du Saint-Laurent.	23
Tableau 5.	Statistiques descriptives des milieux forestiers par région hydrographique.	32
Tableau 6.	Liste et répartition des EFE inscrits au RAPQ de la zone d'étude par région hydrographique.	33
Tableau 7.	Statistiques descriptives des milieux humides potentiels par région hydrographique.	35
Tableau 8.	Statistiques descriptives du littoral sableux par région hydrographique.	37
Tableau 9.	Statistiques descriptives du littoral rocheux par région hydrographique.	39
Tableau 10.	Liste des espèces endémiques végétales établies dans la zone d'étude.	48
Tableau 11.	Liste des espèces floristiques menacées ou vulnérables dans la zone d'étude et actuellement incluses dans la <i>Loi sur les espèces menacées ou vulnérables</i> du Québec (précision < 150 m; exclusion des occurrences historiques, extirpées ou non retrouvées).	51
Tableau 12.	Statistiques descriptives des occurrences fauniques et floristiques en provenance du CDPNQ par région hydrographique.	53
Tableau 13.	Liste des espèces fauniques menacées et vulnérables occupant la zone d'étude et actuellement incluses dans la <i>Loi sur les espèces menacées ou vulnérables</i> du Québec.	55
Tableau 14.	Statistiques descriptives des occurrences et de certains habitats pour les poissons d'eau douce du Québec par région hydrographique.	61
Tableau 15.	Statistiques descriptives des habitats d'importance pour les poissons d'eau douce du Québec selon la proportion (en %) de l'aire couverte par région hydrographique.	61
Tableau 16.	Statistiques descriptives des habitats d'importance pour les oiseaux et l'herpétofaune au Québec par région hydrographique.	67
Tableau 17.	Statistiques descriptives des milieux naturels protégés dans la zone d'étude reconnus comme aires protégées et inscrits au RAPQ ou figurant dans la couche des « territoires importants » pour la conservation.	70
Tableau 18.	Statistiques descriptives des milieux naturels protégés inscrits au RAPQ, figurant dans la couche des « territoires importants » pour la conservation et dans le RMN (sans superposition des désignations pouvant s'appliquer à un même territoire).	71
Tableau 19.	Liste non exhaustive des types de pressions potentiellement exercées dans le Saint-Laurent et des conséquences possibles pour les habitats ou les espèces qui y vivent.	74
Tableau 20.	Description des différents types de substrats composant le littoral du Saint-Laurent et cotes IVM associées.	83
Tableau 21.	Cote IVM et regroupements correspondants proposés.	89
Tableau 22.	Format et sélection des données utilisées dans le calcul de l'IPN des deux zones pilotes.	93
Tableau 23.	Caractéristiques et valeur d'IPN et IPN normalisé d'un pixel de 10 m sur 10 m identifié par un triangle sur la carte tactique du lac Saint-Pierre (figure 53).	98

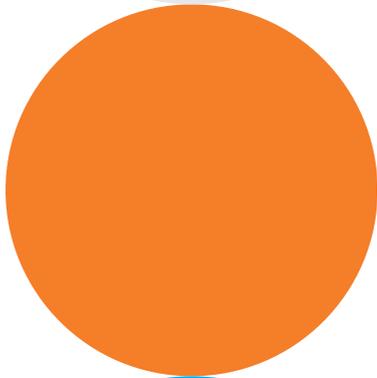
Tableau 24. Caractéristiques et valeur d'IPN et IPN normalisé d'un pixel de 10 m sur 10 m identifié par une étoile sur la carte tactique du lac Saint-Pierre (figure 53).	98
Tableau 25. Caractéristiques et valeur d'IPN et IPN normalisé d'un pixel de 10 m sur 10 m identifié par un carré sur la carte tactique de la baie de Sept-Îles (figure 54).	99
Tableau 26. Caractéristiques et valeur d'IPN et IPN normalisé d'un pixel de 10 m sur 10 m identifié par un losange sur la carte tactique de la baie de Sept-Îles (figure 54).	99
Tableau 27. Lacunes spatiales des couches d'information floristique qui apparaissent actuellement dans le portrait du patrimoine naturel du Saint-Laurent.....	103
Tableau 28. Lacunes spatiales des couches d'information faunique du portrait du patrimoine naturel du Saint-Laurent.	105

Liste des acronymes et abréviations

ACE	Acquisition des connaissances écosystémiques
ACOA	Aires de concentration d'oiseaux aquatiques
ADNe	ADN environnemental
AIS	Système d'identification automatique
AMP	Aire marine protégée
API	Application Programming Interface (Interface de programmation)
BDMQ	Base de données des moules du Québec
BDTQ	Base de données topographiques du Québec
BDZI	Base de données des zones inondables
BORAQ	Banque d'observations des reptiles et amphibiens du Québec
BST	Bureau de la sécurité des transports du Canada
CDPNQ	Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec
CEAEQ	Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec
CEDRE	Centre de documentation, de recherche et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux
CEGRIM	Centre d'expertise en gestion des risques d'incidents maritimes
CEHQ	Centre d'expertise hydrique du Québec
CERQ	Cadre écologique de référence du Québec
CGVMSL	Corporation de gestion de la Voie maritime du Saint-Laurent
CMHPQ	Cartographie des milieux humides potentiels du Québec
CNUÉ	Centre national des urgences environnementales
COGESAF	Conseil de gouvernance de l'eau des bassins versants de la rivière Saint-François
CRHQ	Cadre de référence hydrologique du Québec
CSL	Centre Saint-Laurent
DEFA	Direction de l'expertise sur la faune aquatique (MFFP)
DREAL	Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (France)
EAE	Espèces aquatiques envahissantes
ECCC	Environnement et Changement climatique Canada
EFE	Écosystème forestier exceptionnel
EPA	Environmental Protection Agency (agence de protection de l'environnement des États-Unis)
ESI	Environmental sensitivity index (indice de sensibilité environnemental)
GCC	Garde côtière canadienne
GRHQ	Géobase du réseau hydrographique du Québec
IEQM	Inventaire écoforestier du Québec méridional
IFREMER	Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer
IGO	Infrastructure géomatique ouverte
INNAV	Système d'information sur la gestion du trafic maritime
INREST	Institut nordique de recherche en environnement et en santé au travail

INRS	Institut national de la recherche scientifique
IOGP	International Association of Oil & Gas Producers
IPC	Indice des pressions cumulées
IPIECA	International Petroleum Industry Environmental Conservation Association
IPN	Indice du patrimoine naturel
ISMER	Institut des sciences de la mer de Rimouski
IVM	Indice de vulnérabilité morphosédimentaire
KMZ	Keyhole Markup Language
LCMHH	<i>Loi concernant la conservation des milieux humides et hydriques</i>
LCPN	<i>Loi sur la conservation du patrimoine naturel</i>
LEMV	<i>Loi sur les espèces menacées ou vulnérables</i>
LEP	<i>Loi sur les espèces en péril</i>
LETG	Littoral, environnement, télédétection, géomatique
MAMH	Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation
MAPAQ	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation
MDDEFP	Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (nom antérieur)
MDDELCC	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (nom antérieur)
MEF	Ministère de l'Environnement et de la Faune (nom antérieur)
MELCC	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MERN	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
MFFP	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
MIMEL	Mission interservices de la Mer et du Littoral
MLCP	Ministère des Loisirs, de la Chasse et de la Pêche (nom antérieur)
MPO	Pêches et Océans Canada
MRN	Ministère des Ressources naturelles (nom antérieur)
MRNF	Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (nom antérieur)
MSP	Ministère de la Sécurité publique
MTQ	Ministère des Transports
NEMO	Nucleus for European Modelling of the Ocean
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
OBNL	Organisme à but non lucratif
OGSL	Observatoire global du Saint-Laurent
OMI	Organisation maritime internationale
PASL	Plan d'action Saint-Laurent
PDCC	Programme de détermination des cotes de crues
PIEN	Programme d'inventaire écoforestier nordique
PLIO	Secteur entre le pont Laviolette et l'île d'Orléans
PMSSL	Parc marin du Saguenay–Saint-Laurent
POLMAR	Plan d'intervention pour une pollution maritime. POLMAR-mer lorsque la pollution a lieu en mer et POLMAR-terre lorsque la pollution atteint les côtes.
POLR	Physique des Océans – Laboratoire de Rimouski

RAPQ	Registre des aires protégées au Québec
RIPE	Réseau d'inventaire des poissons de l'estuaire
RMN	Réseau de milieux naturels protégés
RSI	Réseau de suivi ichtyologique
SCF	Service canadien de la faune
SFP	Secteur de la faune et des parcs
SHC	Service hydrographique du Canada
SHP	Shapefile (fichier de forme)
SODES	Société de développement économique du Saint-Laurent
SOR	Secteur des opérations régionales
SOS-POP	Suivi des populations d'oiseaux en péril
TERR	Technique d'évaluation et de restauration des rives
TI	Technologie de l'information
TIFF	Tagged Image File Format
UEA	Unités écologiques aquatiques
UICN	Union internationale pour la conservation de la nature
UNESCO	Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture
UQAR	Université du Québec à Rimouski
UQTR	Université du Québec à Trois-Rivières
VASCAN	Base de données des plantes vasculaires du Canada
ZICO	Zones importantes pour la conservation des oiseaux
ZIP	Zone d'intervention prioritaire
ZTM	Zone de turbidité maximale



1.0 Mise en contexte

1.1 Le Saint-Laurent : un patrimoine à préserver

Des Grands Lacs jusqu'aux détroits de Cabot et de Belle Isle, en passant par le fjord du Saguenay et la baie des Chaleurs, les milieux littoraux, fluviaux et marins occupent une place importante dans la société. Le système hydrographique du Saint-Laurent, avec une superficie de 1,6 million de kilomètres carrés, y compris les Grands Lacs, occupe la troisième place parmi les plus grands cours d'eau en Amérique du Nord (PASL, 2012). Au Québec, la majorité de la population, représentée par près de 230 municipalités et 13 communautés autochtones, ainsi qu'un nombre important d'entreprises sont installées le long de ses rives et de ses côtes¹.

Le système hydrographique du Saint-Laurent est exceptionnel à plusieurs points de vue. Le Saint-Laurent, les Grands Lacs et leurs affluents forment un réseau qui draine près de 25% des réserves mondiales d'eau douce (ECCC, 2017). À la fois fleuve, estuaire et golfe, le Saint-Laurent se classe au 17^e rang mondial pour sa longueur (3 260 km en incluant les Grands Lacs) et au 15^e rang par son débit fluvial annuel moyen à la hauteur de Québec (12 600 m³/s) (Ouellet, 1999). Avec près de 15 000 km de rive, dont 7 902 km bordent ses nombreuses îles, le Saint-Laurent est un milieu naturel d'une richesse incomparable. Au Canada, il est le deuxième fleuve le plus long et le plus gros bassin de drainage, après le fleuve Mackenzie situé dans les Territoires du Nord-Ouest (CSL, 1996). Les Grands Lacs s'écoulent en totalité dans le fleuve Saint-Laurent depuis une élévation de ≈183 m au lac Supérieur, par l'intermédiaire du lac Ontario (CGVMSL, 2020a; La Violette et coll., 2003). Plusieurs écluses permettent la prolongation de la voie maritime², de part et d'autre de ces régions hydrographiques, et assure aussi une gestion anthropique des niveaux d'eau. Depuis le début des années 1960, la Commission mixte internationale est responsable de la régularisation du débit sortant du lac Ontario, dont les effets sont ressentis du lac Ontario jusqu'à l'exutoire du lac Saint-Pierre, à la limite de la zone de marée, et influencés par le climat (Morin et Bouchard, 2001).

Le Saint-Laurent possède une valeur inestimable sur les plans patrimoniaux et écosystémiques. En effet, ses berges sont des zones de productivité écologique unique, parmi les plus riches du monde sur le plan de la biodiversité. Le Saint-Laurent est également un système remarquable qui fournit de précieux services aux Québécois, dont l'approvisionnement en eau potable de plusieurs municipalités et communautés, une voie de transport maritime et une source de nourriture appréciable. Des usages très variés y sont recensés, y compris des activités de loisirs nautiques et touristiques et d'autres de nature économique, dont les pêcheries, la mariculture et la navigation commerciale. Le Saint-Laurent constitue également un milieu vital pour de nombreuses communautés autochtones du Québec pour lesquelles la pêche est un moyen de subsistance primordial et la navigation est inscrite dans leurs traditions.

1.2 Le Saint-Laurent : voie de transport maritime

Le transport maritime contribue à 80% de l'importation internationale du Canada. Le corridor de commerce entre le Saint-Laurent et les Grands Lacs est le quatrième espace économique d'importance en Amérique du Nord. Il représente près de 45%

¹ **Côte** : La portion terrestre en contact avec la mer, l'océan ou l'estuaire, dont la région marine du Saint-Laurent, soit de l'estuaire moyen au golfe.

² **Maritime** : Qui est relatif à la navigation, au trafic maritime.

du trafic international au Canada (OMI, 2020; SODES, 2015). Une analyse comparative avec certains grands axes fluviomaritimes d'Europe, de Chine, des États-Unis et du Canada révèle que le Saint-Laurent est une voie navigable privilégiée (Comtois et Slack, 2010). Il est unique, non seulement par sa longueur qui en fait la plus grande voie navigable intérieure au monde, mais également par ses caractéristiques physiques, car le système Saint-Laurent–Grands Lacs ne présente, pour l'essentiel de son parcours, aucune contrainte majeure de profondeur d'eau pour les navires de grande taille. Les navires qui y circulent ont des capacités de chargement moyennes de 10 fois supérieures à celles des navires naviguant sur d'autres systèmes fluviaux équivalents tels que le Rhin, le Yangzi et le Mississippi (Comtois et Slack, 2010). La stratégie maritime du Québec à l'horizon 2030, telle qu'elle a été annoncée en 2015, entend d'ailleurs profiter des avantages du Saint-Laurent et de l'accroissement prévu du commerce international en établissant le chenal de navigation du Saint-Laurent comme porte internationale d'entrée pour l'est de l'Amérique du Nord. Plus de 75 % des marchandises transbordées dans les ports du Saint-Laurent sont des marchandises internationales (SODES et MTQ, 2012). En 2009, les cinq administrations portuaires canadiennes du Québec, soit Montréal, Québec, Saguenay, Sept-Îles et Trois-Rivières, ont reçu ou expédié plus de 67 % du tonnage total des marchandises manutentionnées dans l'ensemble du réseau portuaire du Québec, soit près de 73,1 millions de tonnes.

Le trafic sur le Saint-Laurent est principalement constitué de navires-citernes, de navires de croisière, de porte-conteneurs, de vraquiers, de navires-cargos et de rouliers (navires *roll-on/roll-off*). Diverses mesures sont déjà en place (pilotage obligatoire, inspections, réglementations, etc.) pour réduire les risques d'un incident maritime et le déversement de matières dangereuses. Malgré ces efforts, une hausse des incidents maritimes, y compris des événements avec fuite de marchandises dangereuses, est constatée depuis les cinq dernières années. En 2019, 947 incidents maritimes ont été signalés au Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) pour tout le Canada. Cette donnée représente une augmentation de 17 % par rapport à la moyenne du nombre d'incidents signalés de 2014 à 2018 (808 incidents). Ainsi, ces récentes données couplées avec les projets d'investissements dans les infrastructures portuaires, l'augmentation des quantités et des types de matières dangereuses transportées, ainsi que l'accroissement anticipé du trafic maritime soulèvent certaines préoccupations de la part de la population.

En cas d'incident maritime, les conséquences seraient désastreuses sur la santé et le bien-être des citoyens. Ce type d'incident pourrait aussi nuire à l'intégrité écologique des écosystèmes établis le long du Saint-Laurent, ainsi qu'aux ressources halieutiques constituant un enjeu socioéconomique pour plusieurs communautés riveraines. Il existe donc un besoin incontournable pour les citoyens et les répondants municipaux, provinciaux et nationaux concernés d'être mieux informés sur les risques liés au transport maritime et d'être préparés adéquatement à tout éventuel incident.

1.3 Le Centre d'expertise en gestion des risques d'incidents maritimes

Afin d'améliorer la gestion du risque de déversements maritimes de matières dangereuses dans le Saint-Laurent, le gouvernement du Québec a créé le Centre d'expertise en gestion des risques d'incidents maritimes (CEGRIM). Celui-ci se spécialise dans l'expertise-conseil pour la prévention, la préparation, l'intervention et le rétablissement du milieu en cas d'incidents maritimes tout en respectant les approches et les principes de la sécurité civile au Québec. Le CEGRIM, sous la gouverne du ministère de la Sécurité publique (MSP), a pour mandat général de fournir un soutien-conseil de pointe afin de permettre au gouvernement du Québec et aux municipalités d'assurer la sécurité de la population et des biens ainsi que de préserver les écosystèmes fragiles du Saint-Laurent en agissant dans les champs de compétence propres au Québec (MSP, 2019). Le CEGRIM est constitué d'une équipe interministérielle du gouvernement du Québec dont les membres ont des fonctions complémentaires dans le domaine de la gestion des risques d'incidents maritimes (figure 1).

Le CEGRIM vise à développer une gestion intégrée des risques d'incidents maritimes pour les communautés riveraines, l'industrie et les partenaires gouvernementaux concernés au Québec. Pour y parvenir, le Centre travaille à :

- acquérir les connaissances nécessaires à une gestion des risques d'incidents maritimes en fonction des particularités locales;
- améliorer l'état de préparation des communautés, de l'industrie des pêches et de l'aquaculture commerciales à une situation d'urgence maritime liée à un déversement de matières dangereuses;

- implanter les meilleures pratiques selon les approches et les principes en sécurité civile propres au Québec et en complémentarité avec les actions du gouvernement fédéral;
- assurer une veille technologique sur les meilleures pratiques d'intervention en cas de déversement de matières dangereuses, sur les incidents maritimes et les retours d'expérience;
- favoriser la concertation des divers intervenants concernés par la gestion des risques d'incidents maritimes au Québec.

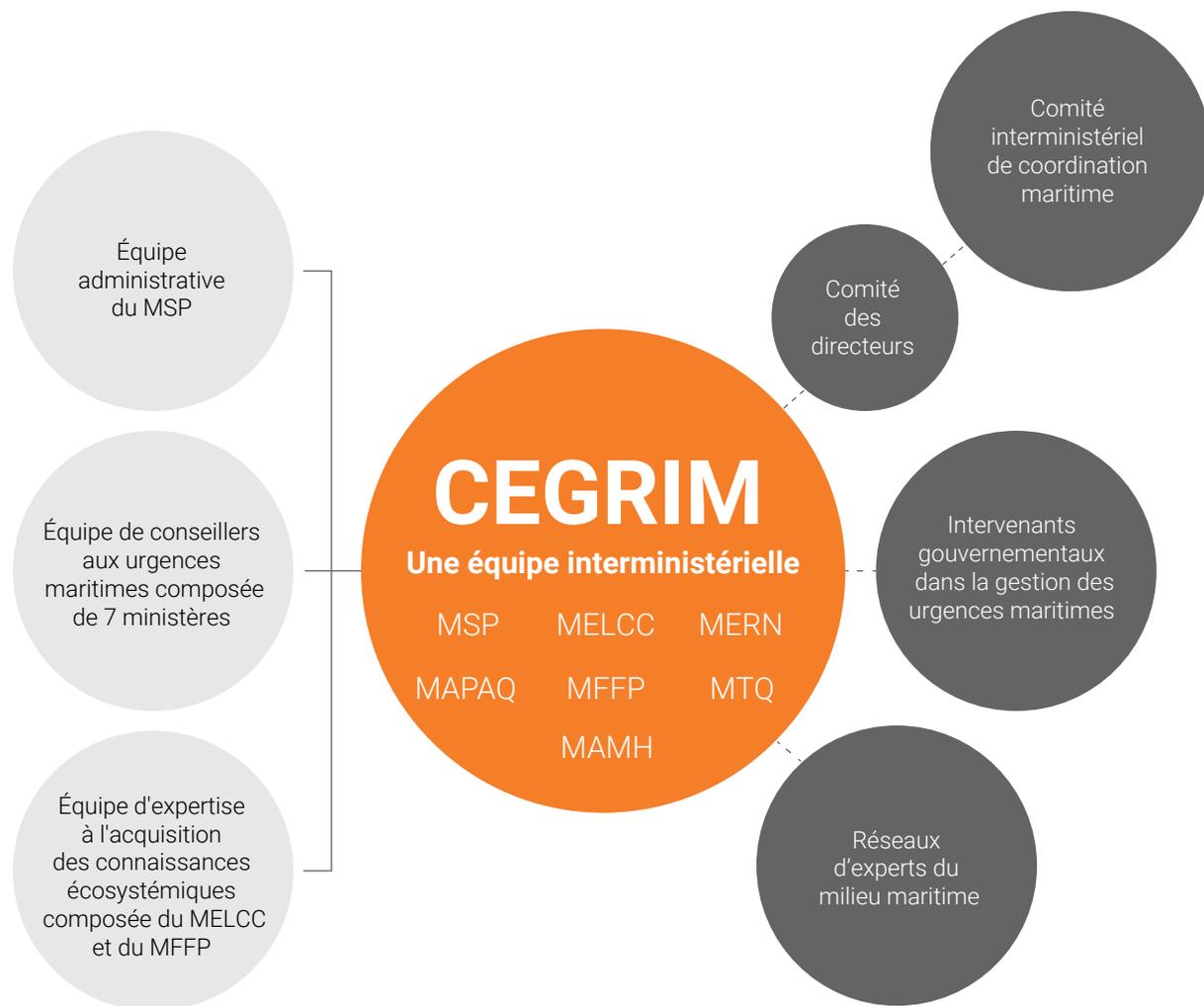


Figure 1.
Structure interministérielle du CEGRIM.

1.4 Les mandats de l'équipe d'expertise à l'acquisition des connaissances écosystémiques du CEGRIM

L'équipe d'expertise à l'acquisition des connaissances écosystémiques (ACE) du CEGRIM, pilotée conjointement par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) et le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), a comme principal mandat de répertorier les sites les plus sensibles et vulnérables des écosystèmes littoraux, fluviaux et marins du Saint-Laurent dans le but d'orienter les plans d'intervention en cas d'incidents maritimes. Comme libellé dans le *Document d'orientation à l'horizon 2021* (MSP, 2019), deux principales actions ont guidé les travaux de cette équipe pour la première phase de son mandat : soit

i) de dresser un portrait des connaissances et des données disponibles; et ii) de définir les priorités en acquisition de connaissances sur les écosystèmes littoraux, fluviaux et marins du Saint-Laurent. Ces actions passent notamment par l'inventaire et la collecte de toutes les données pertinentes ainsi que par l'identification des nombreux partenariats ou de ceux à développer avec les organisations qui pourraient contribuer à ce portrait (universités, centres de recherche, organismes à but non lucratif [OBNL], ministères et organisations provinciales et fédérales). La bonification et la mise à jour des données collectées devront se faire de manière récurrente pour maintenir le portrait des connaissances le plus à jour possible. Puisque la prochaine phase du mandat sera de produire des outils d'aide à la décision, basés entre autres sur l'élaboration de différents indicateurs, des analyses préliminaires ont été réalisées afin de guider le choix des données les plus pertinentes à acquérir.

Les objectifs propres à ce travail consistent à :

- Produire un bilan des données cartographiques pertinentes concernant les écosystèmes littoraux, fluviaux et marins du Saint-Laurent, nécessaires à la prise de décision dans un contexte de déversement de matières dangereuses (section 3);
- Dresser un portrait des connaissances disponibles et les plus à jour possible du patrimoine naturel du Saint-Laurent (section 4);
- Présenter un état des pressions anthropiques qui perturbent les écosystèmes fluviaux du Saint-Laurent (section 5);
- Présenter un mode d'évaluation des effets des pressions anthropiques et des exemples d'indices de sensibilité/vulnérabilité environnementale sur deux zones-pilotes (fluviale et marine), de manière à soutenir la prise de décision en cas de déversement maritime (section 6);
- Répertoire les lacunes des connaissances associées aux écosystèmes littoraux, fluviaux et marins du Saint-Laurent (section 7);
- Dresser un plan d'acquisition des nouvelles connaissances (section 8).

Ce document s'appuie sur les connaissances qui sont jugées pertinentes dans le contexte d'une gestion des risques d'incidents maritimes et qui ont été répertoriées jusqu'à présent avec les données du gouvernement du Québec et de certains partenaires externes. L'inventaire de ces connaissances est donc, à ce jour, non exhaustif et divers partenariats ont été établis pour poursuivre l'acquisition des connaissances disponibles et pertinentes. Plusieurs données non présentées dans ce rapport, mais collectées durant des années antérieures et en cours de compilation sont aussi présentées dans l'annexe A. Enfin, dans l'annexe B se trouvent plusieurs fiches de projets d'acquisition de connaissances pour l'année budgétaire 2019-2020 concernant le CEGRIM et qui constitueront de nouvelles connaissances à intégrer dans la prochaine version du document.

1.5 Portée et limites du document

Ce document n'a pas la prétention d'être un portrait complet de l'état du Saint-Laurent. Il ne rapporte donc pas exhaustivement l'information nécessaire pour décrire toutes les composantes des écosystèmes littoraux, fluviaux et marins, tel que cela a été le cas dans le *Rapport synthèse de l'état du Saint-Laurent* (CSL, 1996). Sa vocation est plutôt d'offrir un tableau des principales composantes du patrimoine naturel du Saint-Laurent qui sont exposées aux risques d'incidents maritimes et de présenter le développement de quelques outils améliorant la gestion intégrée de ces risques et la prise de décision afin de préserver le patrimoine naturel du Québec. Pour faire de ce document un outil d'aide à la décision, seules les données les plus pertinentes ont donc été sélectionnées en vue d'améliorer l'état de préparation du Québec au cas où un déversement maritime se produirait. La collecte de données a été orientée dans ce but précis, avec un traitement harmonisé pour la production de cartes, en suivant le même cadre d'analyse.

Il est également important de préciser certaines balises quant à la portée géographique des données présentées dans ce document :

- L'absence d'information dans une région ne devrait pas être interprétée comme un signe d'absence d'espèces ou d'habitats. Elle devrait plutôt être considérée comme une lacune possible sur le plan des connaissances disponibles. Les résultats doivent donc être interprétés avec prudence lorsqu'aucune ou peu d'information est disponible dans une région donnée. Il sera toujours pertinent, prudent et recommandé de consulter les experts avant de conclure à une absence;

- Il peut arriver, dans une région d'intérêt, que la localisation des observations soit approximative;
- Ce portrait, non exhaustif, a été réalisé avec les données disponibles et sera bonifié dans les versions ultérieures. Les lacunes et la planification d'acquisition de nouvelles connaissances sont présentées dans les sections 7 et 8.

Les connaissances colligées dans cet exercice suivent la même orientation que celles du Centre national des urgences environnementales (CNUE) du gouvernement fédéral, sous l'autorité d'Environnement et Changement climatique Canada (ECCC). Le CNUE fournit aussi des conseils d'experts pour aider les organismes, les parties responsables et l'industrie à prendre des décisions environnementales judicieuses avant, pendant et après une urgence environnementale dans le cadre du Programme des urgences environnementales d'ECCC établi en 1973 (ECCC, 2017).

2.0 Démarche d'élaboration

Cette section présente en premier lieu les principaux documents de référence qui ont inspiré la démarche méthodologique du CEGRIM et la rédaction de ce rapport, dont des atlas clés déjà utilisés au Canada ou sur la scène internationale dans le même contexte d'étude que celui du CEGRIM, soit l'amélioration de l'état de préparation à un incident maritime.

2.1 Documents de référence

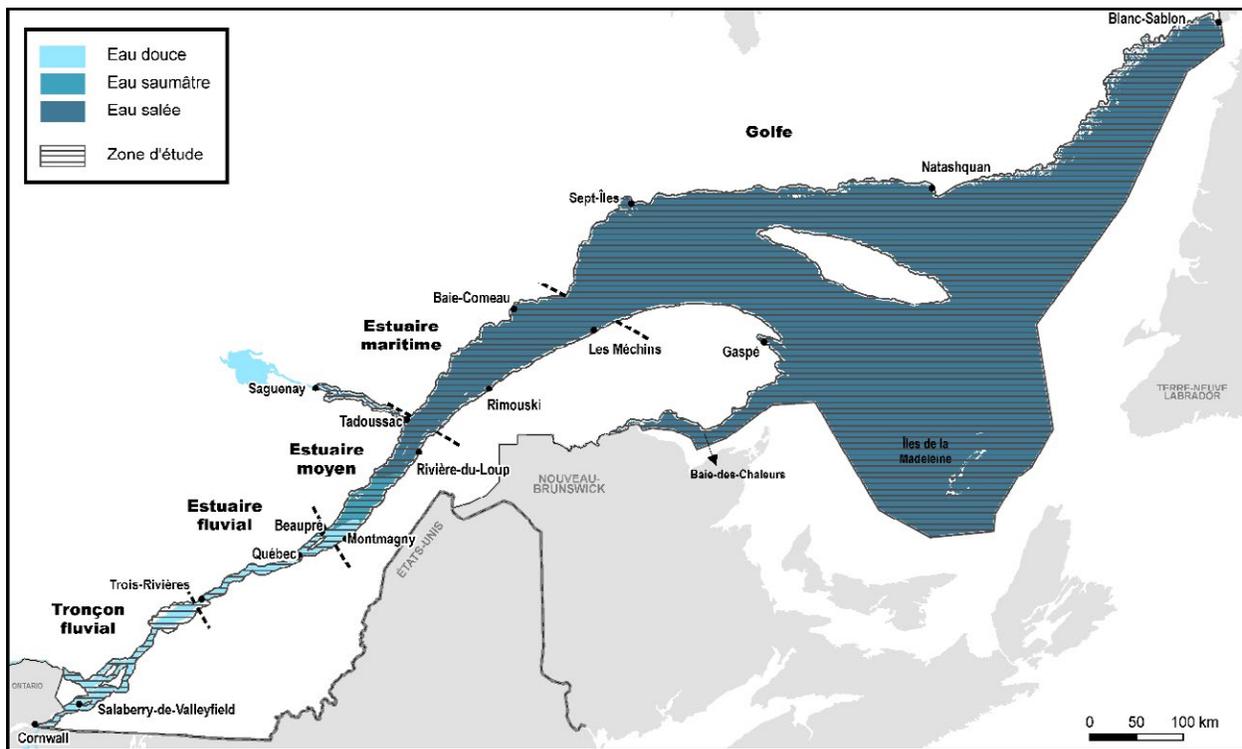
Le choix de l'information contenue dans ce document, des données cartographiées ainsi que la manière de les représenter sont principalement inspirées de ces différents ouvrages :

- Les atlas de sensibilité de la disposition spécifique POLMAR-terre. Ces atlas sont conçus pour faire face aux pollutions marines accidentelles en France (Le Berre et coll., 2009, 2011, 2012; Nedellec, 2005) et sont rédigés suivant une procédure nationale (Le Berre, 2014), à laquelle s'ajoutent des composantes régionales;
- Les documents de la cartographie des zones sensibles de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (2019) présentent la méthodologie pour le calcul de l'indice de vulnérabilité morphosédimentaire (IVM). La NOAA propose également l'utilisation de pictogrammes pour représenter les enjeux écologiques, sociaux et économiques;
- L'*Atlas des zones côtières sensibles de la région de Beaufort* (Environnement Canada, 2015). Environnement Canada présente une version de l'IVM comme une synthèse de l'information liée à la planification des déversements de pétrole dans les zones côtières de la mer de Beaufort.

2.2 Territoire d'application et cadre d'analyse

La zone d'étude couvre toute la portion québécoise du Saint-Laurent, soit de l'extrémité québécoise du lac Saint-François à l'ouest, jusqu'au détroit de Belle Isle au nord-est, en incluant vers le sud la portion québécoise de la baie des Chaleurs et du plateau madelinien. Il est donc bordé par les municipalités de Cornwall (Ontario) à l'ouest, Blanc-Sablon à l'est, Matapédia au sud-ouest et par Les Îles-de-la-Madeleine au sud-est. Compte tenu de l'hétérogénéité du Saint-Laurent, les connaissances et les données actuelles ou compilées dans ce portrait des connaissances écosystémiques sont présentées par région hydrographique (figure 2). Ces cinq régions hydrographiques sont : le tronçon fluvial, l'estuaire fluvial, l'estuaire moyen (y compris le fjord du Saguenay jusqu'à Saint-Fulgence), l'estuaire maritime et le golfe du Saint-Laurent (y compris la baie des Chaleurs). Cette segmentation est basée sur des critères de salinité, de profondeur, de courant et de marée.

Afin de ne prendre en compte que le territoire concerné par un déversement maritime sur les écosystèmes littoraux, fluviaux et marins, la zone d'étude (figure 2) correspond à la portion inondée par le Saint-Laurent dans le tronçon fluvial, complétée d'une zone tampon terrestre de 2 km au-delà de la ligne de rive, pour toutes les régions hydrographiques, telle qu'elle est définie par la Base de données topographique du Québec (BDTQ). Cette zone tampon vise à inclure les espèces végétales et animales utilisant le littoral du Saint-Laurent comme les oiseaux, les amphibiens ou encore les mammifères. Les superficies de la zone d'étude sont présentées par région hydrographique dans le tableau 1.



Source de données : Hydrographie modifiée de la BDTQ, Gouvernement du Québec (1999).

Figure 2.
Zone d'étude du Saint-Laurent.

Tableau 1.

Superficies terrestre et aquatique de la zone d'étude par région hydrographique (y compris la zone tampon et la zone inondable du tronçon fluvial).

Région hydrographique	Superficie (km ²)	Superficie terrestre (y compris les îles) (km ²)	Superficie aquatique (km ²)
Tronçon fluvial	3 400	2 221	1 179
Estuaire fluvial	1 571	936	635
Estuaire moyen*	4 906	1 380	3 526
Estuaire maritime	11 081	1 097	9 984
Golfe**	137 716	5 775	131 941
Zone d'étude	158 674	11 409	147 265

* Y compris le fjord du Saguenay **Y compris la baie des Chaleurs.

2.3 Échelles de représentation cartographique

2.3.1 Échelle spatiale : cartes stratégiques, tactiques et opérationnelles

Il faut souligner qu'en cas de prévention, de préparation ou d'urgence maritime, les intervenants ont des rôles hiérarchiques différents. À cet effet, les *Lignes directrices relatives aux bonnes pratiques en matière de gestion des accidents et de personnel d'intervention d'urgence, Cartographie de la vulnérabilité des côtes aux pollutions maritimes accidentelles*, de l'International Petroleum Industry Environmental Conservation Association (IPIECA) et l'International Association of Oil & Gas Producers (IOGP) (IPIECA et IOGP, 2016), précisent quels renseignements cartographiques devraient être fournis aux divers destinataires afin qu'ils puissent jouer leurs rôles respectifs. Ces lignes directrices ont été consolidées par un consortium international, y compris des industries et des chercheurs indépendants, dont le Centre de documentation, de recherche et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux (CEDRE) fait partie. En s'inspirant de cette approche, trois niveaux de représentation cartographique ont été adoptés : soit i) le niveau stratégique; ii) le niveau tactique; et iii) le niveau opérationnel, avec leurs principales caractéristiques (tableau 2).

Tableau 2.

Caractéristiques des différents types de cartes (stratégique, tactique et opérationnel).

Niveau		Stratégique	Tactique	Opérationnel
Échelle spatiale		Petite 1:100 000 à 1:200 000	Moyenne 1:100 000 à 1:25 000	Grande 1:25 000 à 1:10 000
Utilisateurs		Les décideurs	Les gestionnaires	Les intervenants sur le terrain
Objectifs de la carte	Prévention et préparation	Définir une stratégie générale pour une région ou un pays.	Répertorier des zones sensibles ou vulnérables.	Non applicable
	Intervention	Non applicable	Élaborer les tactiques de protection, de lutte contre le déversement et organiser les opérations sur le terrain.	Mise en œuvre sur le terrain d'un plan de lutte contre la pollution ou la protection d'un environnement en particulier durant une intervention.
Format dans ce document		5 régions hydrographiques du Saint-Laurent	Zones pilotes	Non applicable

Des cartes stratégiques, par région hydrographique, ont été produites pour représenter le patrimoine naturel du Saint-Laurent dans toute sa complexité. Ces cartes permettent aux décideurs d'évaluer l'ampleur de la situation ou des conséquences d'un incident maritime de manière à orienter la planification des actions à poser. Elles permettent aussi à l'équipe du CEGRIM d'évaluer les lacunes quant aux connaissances du patrimoine naturel sur le territoire d'application.

Des cartes tactiques illustrant les sites les plus sensibles ou vulnérables ont été produites pour deux zones pilotes. Une zone pilote fluviale (le lac Saint-Pierre) et une autre marine (la baie de Sept-Îles) ont été sélectionnées en fonction des connaissances largement développées et accessibles de ces dernières. Il est prévu qu'au cours des prochains travaux des cartes tactiques seront produites pour un plus grand nombre de secteurs, couvrant éventuellement tout le Saint-Laurent.

Étant donné que l'utilisation des cartes opérationnelles est limitée aux interventions, celles-ci n'ont pas été produites dans le cadre de ce document. Elles seront uniquement produites dans le contexte d'un exercice, d'un avis ou d'un déversement réel dans le but de fournir du matériel en soutien à la gestion d'une intervention particulière.

2.3.2 Échelle temporelle

L'échelle temporelle est importante dans la gestion du risque. Que ce soit la météorologie, l'hydrologie, la faune, la flore ou les habitats littoraux, fluviaux ou marins, la connaissance des schémas de variation journaliers (p. ex., jour/nuit, marée), saisonniers (p. ex., glace, migration, reproduction, phénologie), annuels ou pluriannuels (p. ex., dynamique des populations) associés aux enjeux soulevés devra guider les interventions de la gestion d'un déversement maritime afin de maximiser la protection du patrimoine naturel du Saint-Laurent. L'intégration de la temporalité dans les données demande l'acquisition de données supplémentaires qui sera traitée dans la section 7.

3.0 Bilan des données cartographiques pertinentes

Afin de bien représenter l'information nécessaire à la prise de décision à l'occasion d'un déversement de matières dangereuses, un important travail de recherche sur les données cartographiques a été entrepris, dans un premier temps, au sein des ministères membres de l'équipe ACE du CEGRIM et ensuite au sein d'autres organismes provinciaux et fédéraux.



Le MELCC dispose d'une importante source d'information, puisqu'il développe et compile de nombreux outils cartographiques ayant trait au patrimoine naturel québécois. Sa mission est de contribuer au développement durable du Québec, en jouant un rôle clé, notamment dans la protection de l'environnement et la conservation de la biodiversité. Les connaissances développées au MELCC concernent notamment les milieux naturels, les habitats sensibles et les aires protégées. Les couches d'information géographique propres au portrait ainsi qu'à la réalisation des mandats du CEGRIM et les données détaillées relatives à ces couches sont présentées en annexe.

Le MFFP possède aussi de nombreuses données pertinentes, puisqu'il assure la protection et la conservation de la faune et de ses habitats (MFFP, 2019a). Le Saint-Laurent est un vaste milieu composé en alternance de lacs fluviaux, de corridors étroits et de nombreuses îles regroupées en archipels. Ces conditions contrastées engendrent des habitats variés qui supportent une diversité faunique et floristique. La compréhension d'un tel système exige d'analyser de nombreuses variables physiques et biologiques. Ainsi, un important travail a été effectué pour regrouper l'information de plusieurs projets menés par le Secteur de la faune et des parcs (SFP) et le Secteur des opérations régionales (SOR) du MFFP afin d'être en mesure de créer des couches d'information géographique représentant l'hétérogénéité de ces habitats et la diversité aquatique qu'ils abritent. Dans un premier temps, les efforts du MFFP ont été concentrés sur plusieurs aspects biologiques et quelques données bathymétriques. Parmi ces données figurent les habitats d'importance pour différents groupes taxinomiques et les herbiers.

Les autres sources de données consultées proviennent principalement :

- des données ouvertes du gouvernement du Québec : <https://www.donneesquebec.ca>
- des données ouvertes du gouvernement fédéral : <https://ouvert.canada.ca/fr>
- de l'Observatoire global du Saint-Laurent (OGSL) : <https://ogsl.ca>
- des projets collaboratifs du Plan d'action Saint-Laurent (PASL) : <http://planstlaurent.qc.ca/>
- des données d'organismes non gouvernementaux tels que les comités ZIP (zone d'intervention prioritaire), Ebird, Oiseaux Canada, le Réseau de milieux naturels protégés (RMN), etc.
- des données d'établissements universitaires tels que l'Université du Québec à Rimouski (UQAR)/Institut des sciences de la mer de Rimouski (ISMER), l'Université Laval, etc.
- des données partagées directement par les organismes fédéraux tels que le service d'urgence du Service canadien de la faune (SCF), Pêches et Océans Canada (MPO), etc.

Un tableau présentant les couches d'information géographique sélectionnées pour la gestion du patrimoine naturel du Saint-Laurent dans le cas où se produirait un incident maritime est inclus dans l'annexe cartographique (tableau C1). Une version abrégée de ce tableau est présentée dans le tableau 3, tandis que les données utilisées dans ce portrait sont présentées à la section 3.1.

Tableau 3.

Sommaire des données cartographiques utilisées dans le portrait du patrimoine naturel du Saint-Laurent.

Thème	Nom	Couverture	Organisme responsable
Couches de fond	Géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ)	Ensemble de la zone d'étude	MERN et MELCC
	Base de données topographiques du Québec (BDTQ)	Ensemble de la zone d'étude	MRNF
	Base de données des zones inondables (BDZI)	Tronçon fluvial et estuaire fluvial	MELCC
Variables physiques	Marnage maximal annuel	Estuaire moyen, estuaire maritime et golfe du Saint-Laurent	ISMER/UQAR
	Hauteur de vagues significative saisonnière	Estuaire moyen, estuaire maritime et golfe du Saint-Laurent	ISMER/UQAR
Milieux naturels	Cartographie des milieux humides potentiels du Québec (CMHPQ)	Ensemble de la zone d'étude	MELCC
	Herbiers aquatiques	Tronçon fluvial à l'estuaire maritime	MFFP
	Gisements de pétoncles	Estuaire maritime et golfe du Saint-Laurent	MPO
	Zostère marine	Estuaire maritime et golfe du Saint-Laurent	MPO et UQAR
	Gisements de mactres de Stimpson	Estuaire maritime et golfe du Saint-Laurent	MPO
Flore	Espèces endémiques de milieux humides	Ensemble de la zone d'étude	MELCC
Protection des espèces et des milieux naturels	Registre des aires protégées au Québec (RAPQ)	Ensemble de la zone d'étude	MELCC et MFFP
	Territoires d'importances	Ensemble de la zone d'étude	MELCC
	Répertoire des sites de conservation volontaire du Québec	Ensemble de la zone d'étude	RMN
	Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ)	Ensemble de la zone d'étude	MELCC et MFFP

Thème	Nom	Couverture	Organisme responsable
Poissons	Diversité des poissons d'eau douce	Ensemble de la zone d'étude	MFFP
	Frayères – MPO	Ensemble de la zone d'étude	MPO
	Frayères – MFFP	Tronçon fluvial, estuaire fluvial et estuaire moyen	MFFP
	Aires d'alevinage	Tronçon fluvial et estuaire fluvial	MFFP
	Fosses profondes	Tronçon fluvial, estuaire fluvial et estuaire moyen	MFFP
	Zone de turbidité maximale (ZTM)	Estuaire moyen	MFFP
	Rivières à saumon	Ensemble de la zone d'étude	MFFP
	Aire de reproduction du lompe	Zone pilote – baie de Sept-Îles	MPO
Mammifères marins	Béluga	Estuaire moyen et estuaire maritime	MFFP et MPO
Oiseaux	Colonies d'oiseaux	Estuaires et golfe du Saint-Laurent	ECCC
	Zones importantes pour la conservation des oiseaux (ZICO)	Ensemble de la zone d'étude	Oiseaux Canada
	Oiseaux – MFFP	Ensemble de la zone d'étude	MFFP
Herpétofaune	Amphibiens/reptiles – MFFP	Ensemble de la zone d'étude	MFFP
Autres couches d'information pertinentes	Utilisation du territoire	Ensemble de la zone d'étude	MELCC
	Classification du rivage	Ensemble de la zone d'étude	ECCC
	Espèces aquatiques envahissantes (EAE) et autres pressions anthropiques	Tronçon fluvial à l'estuaire maritime	MFFP
	IVM du golfe	Golfe du Saint-Laurent	MELCC
	Cadre écologique de référence du Québec (CERQ)	Ensemble de la zone d'étude	MELCC

3.1 Description des couches d'information cartographique

3.1.1 Couches de fond

Géobase du réseau hydrographique du Québec

La GRHQ est le référentiel commun du réseau hydrographique de surface du territoire québécois. Elle est produite en partenariat par le MELCC et le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec (MERN). Les données de la GRHQ présentent le sens de l'écoulement des eaux de surface, la topologie, des descripteurs décrivant la nature des entités hydrographiques et un système de localisation des renseignements contenus dans la base de données. Les thématiques suivantes sont également représentées : bâtiment, barrage, brise-lames, canal, chute, cours d'eau, écluse, écueil, île, lac, mare, milieu humide, quai, rapide, réservoir, rive (MERN, 2016).

Base de données topographique du Québec

Cette base de données au 1 :20 000 comprend les classes hydrographiques, les voies de communication, les aires désignées, les bâtiments, les équipements, la végétation, les formes terrestres, les frontières et les habillages cartographiques (MRNF, 2013). Cette couche a été modifiée pour générer la surface de l'hydrographie utilisée pour la cartographie du présent rapport. Celle-ci a aussi été utilisée pour redéfinir la ligne de rivage du Saint-Laurent au 1:20 000 pour la mise au point de l'IVM dans les zones pilotes.

Base de données des zones inondables

Produite par le MSP, en collaboration avec le MELCC et le MERN, cette base de données rassemble la cartographie de la Convention Canada-Québec qui s'est poursuivie jusqu'en 2001, du Programme de détermination des cotes de crues (PDCC) de 2001 à 2004 et de la cartographie produite par le MELCC et ses différents partenaires après 2004 (MDDELCC, 2018a). Les zones de crue 0-100 ans associées au Saint-Laurent ont été utilisées dans le tronçon fluvial pour définir sa zone inondable et l'intégrer à la zone d'étude.

Bathymétrie

Les données de profondeur d'eau utilisées pour le Saint-Laurent proviennent du produit NONNA-100m du Service hydrographique du Canada (SHC, 2020). Il s'agit de l'inventaire complet de leurs données bathymétriques disponibles gratuitement et publiquement à des fins autres que la navigation. «NONNA-100» signifie «non destiné à la navigation» et se rapporte à une résolution spatiale de 100 m. En complément, des données additionnelles provenant d'un modèle numérique de terrain, fournies par le Service météorologique du Canada d'ECCC, ont été utilisées pour représenter la bathymétrie du tronçon fluvial entre Montréal et Trois-Rivières (Champoux, 2019). Ces données de bathymétrie proviennent d'une simulation à un débit de 9 500 m³/s à Sorel, ce qui correspond à un débit moyen annuel dans cette portion du Saint-Laurent (Morin et Bouchard, 2001).

3.1.2 Océanographie physique

Marnage maximal annuel

Les résultats ont été extraits du modèle océanique régional (MOR-GSL5KM) à 5 km de résolution de Québec jusqu'au golfe du Saint-Laurent par le laboratoire de physique des océans (POLR) de l'ISMER/UQAR (Senneville, 2020a). Le marnage réfère à la distance entre la crête et le creux de l'onde de marée, soit deux fois l'amplitude de l'onde. Les résultats représentent la différence, pour chaque point, entre la valeur de niveau d'eau la plus forte et la plus faible sur la période annuelle de 1996.

Hauteur des vagues (saisonnière)

Les résultats ont été extraits du modèle numérique WaveWatchIII-MOR 2016 par le laboratoire POLR de l'ISMER/UQAR (Senneville, 2020b). Cette valeur réfère à la distance verticale moyenne entre la crête et le creux d'une vague pour le tiers des plus fortes vagues. Il s'agit de la hauteur moyenne significative des vagues pour la saison hivernale qui couvre les périodes du début décembre 2015 à la fin février 2016.

3.1.3 Milieux naturels

Cartographie des milieux humides potentiels du Québec

La CMHPQ tient compte de l'information contenue dans huit sources de données distinctes, soit la cartographie de l'occupation du sol des basses-terres du Saint-Laurent, la cartographie détaillée des milieux humides, la cartographie de l'inventaire écoforestier du Québec méridional (IEQM), le Programme d'inventaire écoforestier nordique (PIEN) ainsi que la cartographie de la végétation nordique, l'*Atlas de conservation des terres humides de la vallée du Saint-Laurent*, la BDTQ et les données topographiques du Canada (MELCC, 2019a). Elle fournit l'information la plus complète possible sur les milieux humides couvrant tout le territoire québécois (MELCC, 2019b).

Herbiers aquatiques

Les données de végétation sont présentées dans quatre couches géomatiques distinctes. Une couche d'information polygonale présente les herbiers de végétation étudiés en 1975 entre Cornwall (Ontario) et l'estuaire maritime par le Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent (1975). Bien qu'elle couvre une grande étendue de la zone d'étude, ces données n'offrent pas un portrait récent des herbiers dans cette partie du Saint-Laurent. Une seconde couche polygonale présente un portrait plus récent des herbiers, datant de 1997, dont l'état est simulé par modélisation, mais ne couvre que le territoire situé entre le port de Montréal et le lac Saint-Pierre (Côté, 2003). Une troisième source d'information présente le biovolume végétal déterminé à partir de données relevées par un sonar de bateau pour une petite portion du chenal sud de l'île d'Orléans (contrat donné en 2019 par le MFFP). Ces données ont ensuite été modélisées par Biobase de Navico (abonnement annuel du MFFP). Enfin, la quatrième couche d'information géographique regroupe des données d'abondance d'herbiers, prélevées dans le cadre de huit projets d'inventaires s'échelonnant de 1989 à 2019 et effectués principalement par le MFFP ainsi que par le MELCC, le Conseil de gouvernance de l'eau des bassins versants de la rivière Saint-François (COGESAF) et le Groupe Synergis (voir l'annexe cartographique, tableau C1 pour les précisions sur les projets). Cette couche d'information ponctuelle n'offre toutefois pas une couverture complète de la zone d'étude, puisque les points d'échantillonnage sont souvent distants de plus de 500 m pour une même année d'échantillonnage et sont situés uniquement dans le tronçon fluvial et l'estuaire fluvial.

Zostère marine

Les données de zostère marine (*Zostera marina*) utilisées pour cet exercice proviennent de deux sources distinctes. Les données de répartition spatiale de la zostère marine utilisée pour la section des milieux aquatiques peu profonds (section 4.4.1) couvrent la baie des Chaleurs, l'estuaire maritime et le golfe du Saint-Laurent. Ces dernières proviennent d'une revue de la littérature rassemblant des documents produits de 1987 à 2009 par le MPO (MPO, 2019a). Quant à la cartographie de la répartition de la zostère dans la zone pilote de la baie de Sept-Îles, elle a été produite à partir d'une classification réalisée par l'équipe de l'UQAR sur l'image WorldView du 12 juillet 2017, complétée de données collectées par bateau au cours de l'été 2017 (Paquette, 2019).

Gisements de pétoncles

Les gisements de pétoncles d'Islande (*Chlamys islandica*) et de pétoncles géants (*Placopecten magellanicus*) sont délimités grâce aux trois sources de données combinées suivantes et produites par le MPO : les relevés de recherche depuis 1977, les pêches exploratoires (2000, 2001, 2003) et les pêches commerciales (annuelles) (MPO, 2019b). Le degré de précision est plus élevé dans les zones et sur les fonds connus de pêche commerciale dans les secteurs de la Côte-Nord et d'Anticosti, de la Gaspésie et des îles de la Madeleine.

Gisements de mactres de Stimpson

Les gisements de mactres de Stimpson sont ceux connus historiquement ou actuellement et exploités commercialement. Ils sont situés dans l'estuaire maritime et le golfe du Saint-Laurent, sur la Côte-Nord et aux îles de la Madeleine. Cette répartition spatiale est basée sur trois sources principales d'information : les pêches exploratoires, les relevés scientifiques et les données de la pêche commerciale (Trottier et Goudreau, 2015; MPO, 2019c).

3.1.4 Flore

Espèces endémiques

La répartition des neuf espèces endémiques végétales de milieux humides qui croissent dans la zone d'étude a été préparée par la Direction de la protection des espèces et des milieux naturels du MELCC (2020b).

3.1.5 Protection des espèces et des milieux naturels

Registre des aires protégées au Québec

La *Loi sur la conservation du patrimoine naturel* (LCPN) du gouvernement du Québec définit le terme « aire protégée » comme suit : « Un territoire, en milieu terrestre ou aquatique, géographiquement délimité, dont l'encadrement juridique et l'administration visent spécifiquement à assurer la protection et le maintien de la diversité biologique et des ressources naturelles et culturelles associées ». Depuis 2008, l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) définit plutôt une aire protégée comme un « espace géographique clairement défini, reconnu, consacré et géré, par tout moyen efficace, juridique ou autre, afin d'assurer à long terme la conservation de la nature ainsi que les services écosystémiques et les valeurs culturelles qui lui sont associés ». Au Québec, un territoire qui répond à l'une de ces deux définitions est considéré comme une aire protégée (Gouvernement du Québec, 2019a).

Le Registre des aires protégées au Québec (MELCC, 2020a) comprend environ 4 400 sites provenant de 33 désignations juridiques ou administratives différentes, qui désignent divers types d'aires protégées (réserves écologiques, parcs nationaux, réserves de biodiversité, habitats fauniques, milieux naturels sur terres privées, etc.) (MDDELCC, 2016). Il peut y avoir des activités permises sur le territoire ou sur certaines portions du territoire d'une aire protégée, mais ces activités ne doivent pas altérer son caractère biologique essentiel. L'UICN spécifie toutefois que les activités suivantes sont incompatibles avec les aires protégées inscrites au Registre : la coupe forestière à blanc, les grandes plantations forestières, l'exploitation minière, l'utilisation du territoire à des fins hydroélectriques et le prélèvement de ressources fauniques (chasse, pêche) non durables (Gouvernement du Québec, 2019b).

Territoires d'importance

Il s'agit de territoires géographiquement délimités présentant un intérêt pour le gouvernement du Québec à des fins de conservation (MDDELCC, 2016). Cette base de données est gérée par le MELCC. Certains habitats d'espèces floristiques ou fauniques menacées ou vulnérables réglementés s'y trouvent, mais ils ne peuvent être répertoriés dans le Registre des aires protégées, car ils ne sont pas soustraits au jalonnement ou, encore, parce que des titres miniers, gaziers ou pétroliers y ont été consentis.

Répertoire des sites de conservation volontaire du Québec

Le Répertoire des sites de conservation volontaire du Québec, du RMN, recense les sites protégés par des intervenants non gouvernementaux au Québec, comme des organismes de conservation, des municipalités, des propriétaires privés et d'autres organismes communautaires.

Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec

Cette source contient des données regroupant les espèces fauniques et floristiques ayant un statut d'espèce menacée, vulnérable ou susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable en vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables* (LEMV) du Québec. Elle permet de mieux établir les priorités de conservation, puisqu'elle regroupe de nombreuses espèces d'animaux vertébrés et invertébrés, en majeure partie en situation précaire (CDPNQ, 2020). À cause de leur vulnérabilité, ces espèces sont au cœur de la préoccupation associée à un déversement maritime. Les données d'occurrence regroupent différentes observations et les résumant sous forme de surface, tandis que les points d'observation représentent les observations individuelles pour chaque instance. Le CDPNQ fait partie du réseau NatureServe qui regroupe des données sur la conservation dans toute l'Amérique (Tardif et coll., 2005). La portion faunique a été récupérée à partir de la Géobase Faune (MFFP, 2020a). Bien que la base de données regroupe des données historiques datant d'aussi loin que le 18^e siècle, la majorité est récente. Les données sont réparties dans tous les secteurs du Saint-Laurent, mais fortement concentrées dans le secteur du tronçon fluvial.

Pour les besoins de ce portrait, les cartes sont basées sur une extraction des occurrences du CDPNQ pour les espèces fauniques (oiseaux, mammifères, poissons, mollusques, reptiles et amphibiens) et floristiques dans le Saint-Laurent, sa zone inondable et une bande de territoire terrestre adjacente de 2 km. Le statut des espèces est, pour la plupart, soit vulnérable, menacé ou susceptible d'être ainsi désigné. Bien que quelques données de cette extraction du CDPNQ datent du 18^e siècle à 1980, la majeure partie d'entre elles est issue des 40 dernières années. Les équipes du MFFP et du MELCC effectuent un travail constant de validation des occurrences et de mise à jour de la base de données.

3.1.6 Poissons

Diversité des poissons d'eau douce et migrateurs

Cette couche d'information a été créée par le MFFP en regroupant les polygones des aires de répartition probable des 118 espèces de poissons d'eau douce et migrateurs du Québec (Martha Lucia Contreras Amado, communication personnelle, 14 février 2020). La richesse spécifique a été calculée en utilisant une grille de 10 km sur 10 km. Pour chaque pixel de la grille, la présence d'une espèce était établie si l'aire de répartition probable de cette espèce s'y superposait, en totalité ou en partie. Le lissage des pixels a été effectué en respectant le contour des polygones.

Habitats d'importance pour les poissons – Frayères MPO

Différents renseignements sont disponibles grâce aux données ouvertes du MPO. Les sites de fraie ont été extraits des données d'aires de reproduction de l'alose savoureuse (*Alosa sapidissima*), des sites d'importances pour l'esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) et l'esturgeon noir (*Acipenser oxyrinchus*), des aires de reproduction et d'alimentation de l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) ainsi que des habitats essentiels d'autres espèces aquatiques en péril, comme le chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*) et le bar rayé (*Morone saxatilis*) (MPO, 2019d à 2019h). Ces données ont été regroupées sous la thématique « Frayères – MPO ».

Habitats d'importance pour les poissons – Frayères MFFP

L'information sur les frayères du MFFP provient de deux couches complémentaires ponctuelles et surfaciques. Les données surfaciques (polygones) offrent plus d'information que les données ponctuelles (points), comme la superficie de la frayère. Pour éviter les doublons, les données ponctuelles comportant les mêmes renseignements que le polygone dans lequel elles se trouvent ont été retirées de la base de données. Par ailleurs, la couche ponctuelle regroupe l'information de trois différentes sources, soit les frayères contenues dans les habitats aquatiques particuliers de la Géobase Faune (MFFP, 2019b), les frayères de l'*Atlas Mingelbier et Leclerc* (2001) et celles de l'esturgeon jaune provenant de Bernatchez et coll. (2019). La couche surfacique des frayères intègre actuellement 16 sources distinctes d'information. Cette information provient de différents projets régionaux du MFFP, de la Géobase Faune, de différents atlas et de publications diverses. Ces sources sont détaillées dans le tableau C1 de l'annexe cartographique. La répartition des frayères selon leurs sources permet de distinguer les principaux contributeurs à la base de données. Les travaux de Mingelbier et Leclerc (2001) constituent la principale source de données sur les frayères, regroupant à elle seule plus de 140 références. Les frayères surfaciques ont été recensées durant les années 1970, tandis que les données ponctuelles sur les frayères datent majoritairement des années 1990. Les frayères recensées et contenues dans la base de données couvrent principalement le tronçon fluvial du Saint-Laurent, même si des frayères, en moins grand nombre, sont aussi recensées jusqu'à l'estuaire moyen et au fjord du Saguenay.

Habitats d'importance pour les poissons – Aires d'alevinage

Comme pour les frayères, les aires d'alevinage proviennent de couches d'information ponctuelle et surfacique. La couche ponctuelle intègre des données provenant de cinq sources distinctes comprenant celles des occurrences de larves, d'alevins, de juvéniles et de 0+ (individus de moins d'un an), en plus de certaines aires d'alevinage ponctuelles. L'information provient à 97% de la base de données de la Direction de la gestion de la faune de la Mauricie et du Centre-du-Québec du MFFP (DGFa04-17, 2019a et b). Le reste de l'information provient des bases de données d'autres directions régionales du MFFP et aussi de l'*Atlas de Mingelbier et Leclerc* (2001) et de l'*Atlas des habitats du chevalier cuivré* (Comité ZIP des Seigneuries, 2010). La couche surfacique compte actuellement six sources distinctes d'information provenant de projets des directions régionales du MFFP, de l'*Atlas Mingelbier et Leclerc* (2001), des publications des consultants en environnement ARGUS inc. (2001) et du ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF) (1994). Les données sur les aires d'alevinage sont issues principalement de campagnes d'échantillonnage datant des années 1990. Depuis, les données ponctuelles d'occurrences d'alevins sont principalement utilisées pour mettre à jour l'information géographique des données ponctuelles ou surfaciques. Les aires d'alevinage contenues dans la base de données se situent principalement dans le tronçon fluvial et l'estuaire fluvial du Saint-Laurent. Le portrait des aires d'alevinage pourra être complété par l'ajout des aires d'alevinage des poissons d'eau saumâtre³ et d'eau salée, ultérieurement.

³ Saumâtre : Eau légèrement à moyennement plus salée que l'eau douce. Il est considéré que sa salinité varie de 1 à 10 g/L.

Habitat d'importance pour les poissons – Fosses profondes de plus de 15 m

Créée par le MFFP (2019h), la couche présentant les fosses profondes de plus de 15 m est issue d'un traitement géomatique des données bathymétriques. Ce traitement visait à faire ressortir les zones profondes du tronçon fluvial à l'estuaire moyen qui sont fréquentées par plusieurs poissons d'eau douce et migrateurs (Mingelbier et coll., 2019). Entre Montréal et Trois-Rivières, la profondeur naturelle à l'extérieur du chenal maritime dépasse rarement 10 m. Afin de bien faire ressortir ces milieux particulièrement profonds et de les distinguer du chenal de navigation, qui a été et est encore dragué à divers endroits et où la profondeur garantie est de 11,3 m, seules les fosses d'une profondeur supérieure à 15 m ont été représentées dans cet exercice (Marc Mingelbier, communication personnelle, 24 février 2020). À la hauteur de Québec et en aval de l'estuaire fluvial, la profondeur s'accroît rapidement sur une vaste portion du territoire et la notion de fosse profonde naturelle perd son sens dans cette portion du Saint-Laurent.

Habitat d'importance pour les poissons – Zone de turbidité maximale

La zone de turbidité maximale (ZTM) est située dans l'estuaire moyen du Saint-Laurent, dans un secteur très dynamique soumis à de forts gradients hydrodynamiques. Il s'agit d'un secteur très riche sur le plan de la productivité biologique. La délimitation de la ZTM est dérivée des publications de Simons et coll. (2010) et de Morissette et coll. (2016).

Rivières à saumon

La couche d'information sur les rivières à saumon (saumon atlantique [*Salmo salar*]) a été créée à partir d'une extraction de la Géobase Faune (MFFP, 2020b). La couche utilisée reflète la description réglementaire des rivières. Cette couche statique est basée sur la description des rivières à saumon présentée à l'annexe VI du *Règlement de pêche du Québec* (Gouvernement du Canada, 2018a).

Aire de reproduction du lompe

Cette couche répertorie une frayère potentielle pour le lompe (*Cyclopterus lumpus*), observée durant un inventaire ichtyologique dans un herbier à zostère de la baie de Sept-Îles (Calderón, 1996). Cette information a été utilisée pour créer l'indice de sensibilité écologique dans la zone pilote de la baie de Sept-Îles (section 6.3).

3.1.7 Mammifères marins

Habitats d'importance pour les mammifères marins – béluga

La couche d'information des sites d'intérêt écologique du béluga (*Delphinapterus leucas*) dans les régions hydrographiques de l'estuaire est issue des résultats d'analyses de composantes biologiques importantes au regard des priorités de conservation des gouvernements provincial et fédéral. Ces analyses ont été réalisées dans le cadre de l'Entente de collaboration Canada-Québec pour l'établissement d'un réseau d'aires marines protégées au Québec (MPO, 2019i). Seul l'habitat du béluga a été extrait de cette couche d'information. Cette dernière est complémentaire de la couche d'habitat essentiel du béluga du MPO. Les deux couches constituent l'habitat d'importance pour le béluga. Dans la prochaine version du portrait du patrimoine naturel, des habitats d'importance seront intégrés pour d'autres mammifères marins.

3.1.8 Oiseaux

Colonies d'oiseaux

Les colonies d'oiseaux sont suivies par le SCF d'ECCC dans le golfe du Saint-Laurent depuis 1925, et dans les autres régions hydrographiques depuis les années 1970-1980. Le dénombrement direct d'oiseaux, de nids ou de terriers, ainsi que des recensements à partir de navires ou de photographies aériennes sont effectués tous les 5 à 10 ans pour la plupart des espèces, mais quelques-unes font l'objet d'un relevé annuel. Les données proviennent de l'*Atlas des milieux côtiers d'intérêt pour la conservation dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent* (Jobin et coll., 2019) dont les données sont disponibles sur le site de l'OGSL.

Zones importantes pour la conservation des oiseaux

Le programme scientifique des zones importantes pour la conservation des oiseaux (ZICO) est issu d'une initiative de conservation internationale (Oiseaux Canada, n. d.). Celui-ci est coordonné par BirdLife International, mais est effectué en partenariat avec Oiseaux Canada et Nature Canada. Le projet a pour objectif la désignation, la conservation et la surveillance d'un réseau de sites formant un habitat essentiel pour les populations d'oiseaux. La base de données a été fournie par Oiseaux Canada et contient actuellement des données collectées de 1950 à 2015 (Andrew Couturier, communication personnelle, 24 janvier 2020).

Habitats d'importance pour les oiseaux

La couche d'information géographique des habitats d'importance pour les oiseaux regroupe des données d'habitat faunique fournies par le MFFP, des données sur les ZICO, des données issues de projets régionaux du MFFP et d'autres publications ministérielles. Ces sources sont détaillées dans le tableau C1 de l'annexe cartographique. Sur le plan légal, les habitats fauniques sont protégés par la *Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune* (LCMVF), et par le *Règlement sur les habitats fauniques* (RHF) (MFFP, 2019c). Parmi ces habitats fauniques, une portion vise à protéger les populations d'oiseaux. Ces données sont disponibles sur les serveurs du MFFP (MFFP, 2015). La base de données intègre également des données sur les ZICO (Oiseau Canada, 2015). L'adoption de la *Loi de 1994 sur la convention concernant les oiseaux migrateurs* a certainement contribué à la hausse du nombre d'habitats d'importance pour les oiseaux identifiés dans les années 1990 (Gouvernement du Canada, 2020a). Les données d'habitats d'oiseaux sont bien réparties dans l'ensemble de la zone d'étude, à l'exception du secteur du fjord du Saguenay qui ne contient que 0,4 % des données.

3.1.9 Herpétofaune

Habitats d'importance pour les amphibiens et les reptiles

Les données sur l'herpétofaune proviennent principalement de la Banque d'observations des reptiles et amphibiens du Québec (BORAQ) disponible au MFFP par l'entremise de la Géobase Faune (MFFP, 2019d). De la base de données BORAQ, seules les données ayant un statut actif, qui ont donc été validées, et d'une précision de moins de 150 m ont été retenues. De plus, différents habitats, qui ont été ciblés comme d'importance pour l'herpétofaune dans une publication du MEF (1994), ont été intégrés au portrait. Les données d'herpétofaune contenues dans la base de données ont été majoritairement collectées dans les dernières décennies. Les régions hydrographiques du tronçon fluvial et de l'estuaire fluvial sont les mieux représentées, contenant plus de 90 % des données.

3.1.10 Autres couches d'information pertinentes

Utilisation du territoire

Cette couche d'information est mise à jour annuellement par le MELCC à partir de différentes sources de données cartographiques. Elle se présente sous la forme d'une couche matricielle classifiée de l'utilisation du territoire du Québec. Ces résultats sont fournis par classe détaillée (n = 118) ou par catégorie générale (n = 6) tels les milieux aquatiques, les sols nus et les landes, les milieux forestiers, les milieux agricoles, les coupes, les régénérations et les milieux anthropiques (MDDELCC, 2017).

Classification du rivage

Générée par l'ECCC, la classification du rivage présente la granulométrie du rivage, utile pour le calcul des milieux sableux et rocheux, et la production de l'IVM. À titre d'exemple, les types de rivages du Saint-Laurent sont classés selon leur granulométrie : côte rocheuse, structure anthropique imperméable, falaise rocheuse, plate-forme rocheuse, côte sableuse, côte de sédiments mixtes, plage de blocs, plage de cailloux/galets, structure anthropique perméable, vasière, marais et milieu humide (Sergy, 2008).

Espèces aquatiques envahissantes

Les données sur les espèces aquatiques envahissantes (EAE) fauniques proviennent d'une couche de la Géobase Faune (MFFP, 2019e) dont la dernière mise à jour a été effectuée en octobre 2019. L'ensemble des données (présences ponctuelles) a été apposé sur une grille couvrant l'ensemble de la zone d'étude. En fonction des longitudes et des latitudes propres à cette zone, une grille composée de rectangles d'une superficie variant de 20 à 22 km² a été produite. Par la suite, un dénombrement des EAE a été effectué dans chacun des rectangles de la grille. Ainsi, les données représentent, selon une gradation, un nombre d'EAE fauniques historiquement observées de 1983 à 2019 dans la zone d'étude (Martha Lucia Contreras Amado, communication personnelle, 11 mars 2020). Certaines observations ont été ajoutées manuellement. La capture de l'unique carpe de roseau (*Ctenopharyngodon idella*) répertoriée jusqu'à ce jour dans la zone d'étude est un exemple (près de Contrecoeur, Olivier Morissette, communication personnelle, 2 avril 2020). De plus, certaines observations de petites corbeilles d'Asie (*Corbicula flumina*) dans l'ancien panache d'eau chaude créé par la centrale nucléaire de Gentilly avant sa fermeture est un autre exemple (Castaneda et coll., 2018). La majorité des observations utilisées dans le cadre de ce rapport ont été faites dans le tronçon fluvial (91 %). Les endroits où il n'y a pas de données sont généralement liés à une absence de suivi. La portion marine, bien que réelle, n'a pas été couverte dans ce rapport. De plus, le nombre d'EAE représentées sur la carte ne reflète pas nécessairement la situation actuelle, car certaines espèces ne se sont pas maintenues dans le temps.

Indice de sensibilité environnemental du golfe

En 2015, le MELCC a réalisé un projet visant l'intégration de connaissances écologiques pour aider à la prise de décision dans le cas d'urgences environnementales (Le Rouzès et Bazoge, 2015). Ce projet présentait la cartographie d'un ESI (Environmental Sensitivity Index) attribué aux segments littoraux pour le golfe du Saint-Laurent. Les résultats de ce projet sont présentés sous la nouvelle appellation de l'indice, soit l'« indice de vulnérabilité morphosédimentaire » dans la section 6.3.2.

Cadre écologique de référence du Québec

Le CERQ est un outil de cartographie et de classification écologique du territoire qui permet d'évaluer les potentiels, les contraintes et les fragilités des écosystèmes qui le composent. Les provinces naturelles du Québec, premier niveau d'analyse du CERQ, sont au nombre de 15 et offrent une description écologique générale dans la base de données (Li et coll., 2019). Cet outil est aussi utilisé pour la sélection des propositions d'aires marines protégées.

4.0 Portrait du patrimoine naturel du Saint-Laurent

Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO) (1972), le «Patrimoine naturel désigne les formations géologiques et physiographiques et les zones strictement délimitées constituant l'habitat d'espèces animales et végétales menacées, les sites naturels du point de vue de la science, de la conservation ou de la beauté naturelle». Le patrimoine naturel inclut donc l'écosystème dans son ensemble, soit l'environnement hydrodynamique, physico-chimique, géomorphologique et tous les organismes vivants qui l'habitent. Dans un contexte de gestion d'incidents maritimes, il est important de pouvoir prioriser les enjeux du patrimoine naturel.



Afin de bien répertorier les écosystèmes littoraux, fluviaux et marins les plus fragiles et ceux qui abritent plus d'espèces sensibles ou vulnérables, il faut examiner les données disponibles sur les milieux naturels, la diversité floristique et faunique ainsi que sur les espèces à statut précaire. Il faut également prendre en compte les aires de protection qui, par leur nature réglementaire, ont fait l'objet d'études et de désignations pour leurs valeurs de conservation. Actuellement éparées, ces données importantes doivent être rassemblées et analysées afin d'aider une prise de décision éclairée. Elles doivent être organisées et hiérarchisées pour qu'on puisse les consulter et les interpréter rapidement.

Ce chapitre rassemble donc les données pertinentes pour la protection de l'environnement dans un contexte de préparation à la gestion d'incidents maritimes pour la zone d'étude, soit le Saint-Laurent, y compris la zone inondable du tronçon fluvial et une zone terrestre de 2 km à partir de ses rives.

4.1 Les régions hydrographiques du Saint-Laurent

Le Saint-Laurent est divisé en cinq régions hydrographiques qui constituent le cadre d'analyse de cette étude : le tronçon fluvial, l'estuaire fluvial, l'estuaire moyen et le fjord du Saguenay, l'estuaire maritime et le golfe (figure 3). Cette classification est basée sur des critères de salinité, de profondeur, de courant et de marée.

Présentation cartographique

Une seule carte est présentée par thématique dans ce chapitre. L'annexe cartographique présente, pour sa part, l'ensemble des données disponibles et cartographiées par région hydrographique. Les thématiques illustrées sur les cartes ne visent pas une localisation précise, mais plutôt une appréciation de la répartition spatiale des données.



Source de données : Hydrographie modifiée de la BDTQ, Gouvernement du Québec (1999).

Figure 3.
Régions hydrographiques du Saint-Laurent.

Le tronçon fluvial représente la portion d'eau douce sans effet de marée qui s'étend de Cornwall (Ontario) au lac Saint-Pierre, près de Trois-Rivières (figure 3). L'estuaire est quant à lui défini par deux critères principaux, soit l'influence de la marée et son étroitesse par rapport au golfe (tableau 4). Il débute à l'exutoire du lac Saint-Pierre et se termine en aval, entre Pointe-des-Monts (rive nord) et Cap-Chat (rive sud). L'estuaire est divisé en trois sections selon le critère principal de salinité, soit l'estuaire fluvial (eau douce), l'estuaire moyen (eau saumâtre/polyhaline⁴) et l'estuaire maritime (eau salée). L'estuaire est composé de plusieurs hauts-fonds (figure 5 et annexe cartographique, cartes 16, 33 et 50) et animé par de puissants courants variant en fonction du débit, de la bathymétrie et de la marée (figures 5, 6 et 8). Une navigation sécuritaire requiert donc une connaissance fine du territoire. En général, les eaux douces s'écoulent vers l'est le long de la rive sud de l'estuaire en raison de la force de Coriolis⁵ qui est générée par la rotation de la Terre. Inversement, l'intrusion des eaux salées chemine préférentiellement le long de la rive nord, créant ainsi un gradient de salinité oblique le long de l'estuaire (figure 3). Le golfe, quant à lui, partage les caractéristiques d'une mer intérieure.

⁴ **Polyhaline** : Eau plus douce que l'eau de mer, mais plus salée que l'eau saumâtre. Il est considéré que sa salinité varie de 18 à 30 g/L.

⁵ **Force de Coriolis** : Une force inertielle agissant perpendiculairement à la direction du mouvement d'un corps, associée à la rotation de la terre, déviant le mouvement vers sa droite dans l'hémisphère nord et vers sa gauche dans l'hémisphère sud.

Tableau 4.

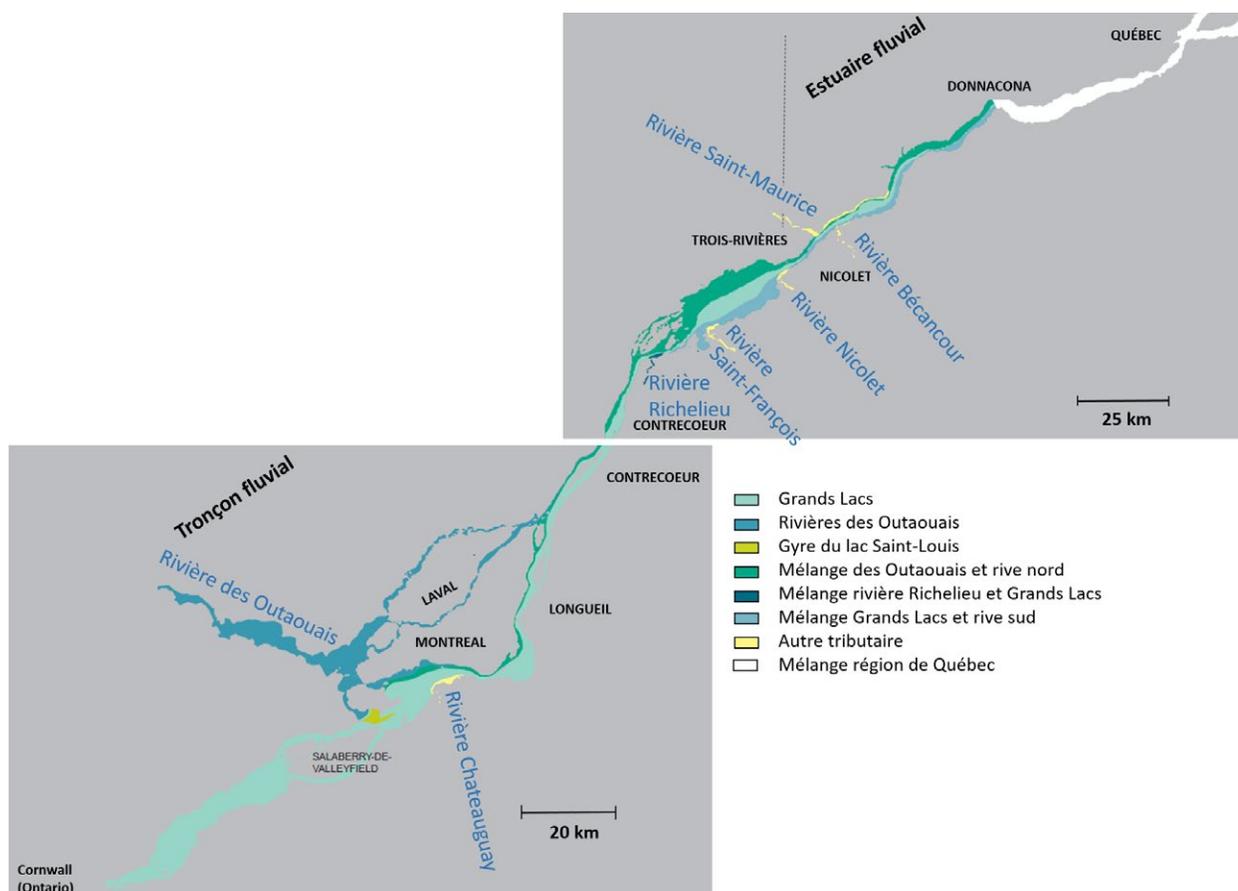
Caractéristiques générales des régions hydrographiques du Saint-Laurent.

Secteur	Tronçon fluvial	Estuaire fluvial	Estuaire moyen	Estuaire maritime	Golfe
Longueur (km)	240 (Lac Saint-Pierre : 30 km)	160	150	215	> 400
Largeur (km)	≈ 0,1 (chenaux archipel) à 14 (lac Saint-Pierre)	≈ 1-5	14-25	25-60	> 700 par endroit
Profondeur moyenne (m)	Lac Saint-Louis : 3; lac des Deux Montagnes : 2; lac Saint-Pierre : 3	5	17	151	80
Profondeur maximale (m)	47	58	150	360	> 400
Limite en amont	Cornwall (Ontario)	Lac Saint-Pierre	Pointe est de l'île d'Orléans	Tadoussac/ Île Verte	Pointe-des- Monts/Cap-Chat
Limite en aval	Lac Saint-Pierre	Pointe est de l'île d'Orléans	Rivière Saguenay	Pointe-des-Monts/ Cap-Chat	Terre-Neuve/ Cap-Breton
Salinité de surface	0	0	0-25	25-33	25-33
Stratification	non	non	oui	oui	oui
Marée	non	oui	oui	oui	oui
Débit annuel moyen (m ³ /s)	7 800	11 500	12 600	16 800	17 000
Couverture de glace	oui	oui	oui	oui	oui

Sources de données : CSL (1996), Levasseur (1996), Ouellet (1999), Saucier et coll. (2009), Simons et coll. (2010), MDDELCC (2014), Conseil du Saint-Laurent (2017), SHC (2020).

4.1.1 Tronçon fluvial

Le tronçon fluvial est caractérisé par une alternance de chenaux, de lacs fluviaux, de couloirs étroits, d'îles regroupées en archipels et de puissants rapides. Le courant s'y écoule dans une seule direction, sans influence de la marée. La marée ne s'exprime que sous forme de faibles oscillations au port de Montréal, car l'oscillation, perceptible à Trois-Rivières, s'estompe au lac Saint-Pierre (Morin et Bouchard, 2001). Des zones d'eaux calmes entrecoupées de zones d'eaux turbulentes (p. ex., les rapides de Lachine) sont générées par le dénivelé naturel et hétérogène du tronçon fluvial. Bien que les principaux affluents du Saint-Laurent soient les Grands Lacs et la rivière Outaouais, c'est une douzaine de masses d'eau douce qui compose le tronçon fluvial (figure 4). Ces masses d'eau se distinguent par leurs propriétés physico-chimiques et optiques, telles que les minéraux, la turbidité, la couleur et même la température (Hudon et coll., 2003; MDDELCC et ECCC, 2016).



Source : Adaptée de CSL (1996, cite Lamarche 1992, à partir des données de Verrette, 1990).

Figure 4.
Masses d'eau du tronçon et de l'estuaire fluvial du Saint-Laurent.

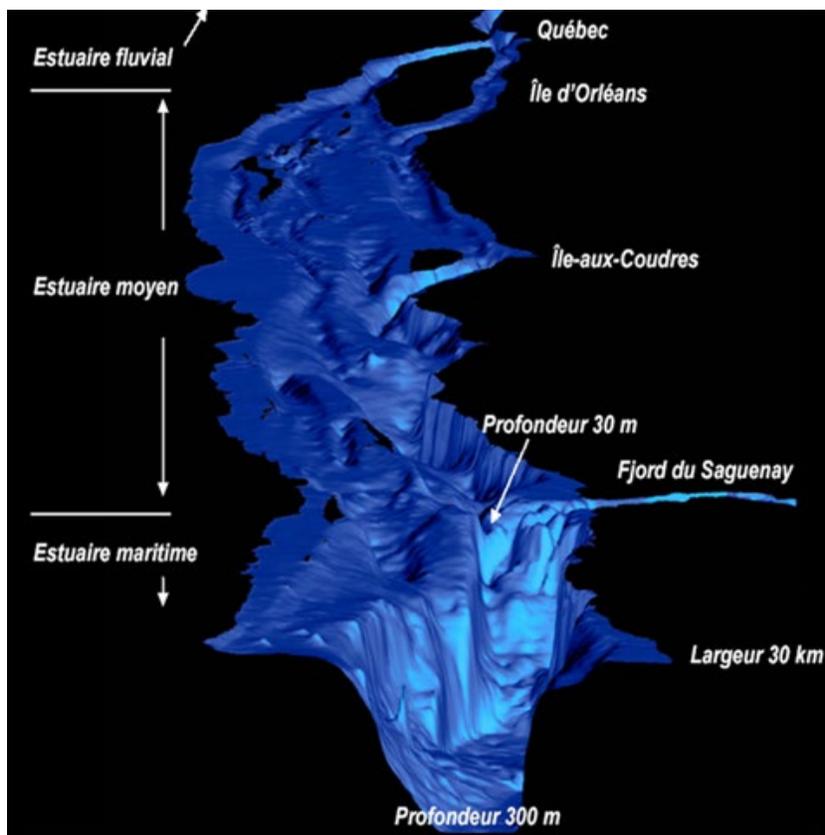
Le tronçon fluvial est une région peu profonde, sauf pour le chenal de navigation (11,3 m garanti) et quelques fosses profondes (p. ex., ≈ 21 m en face de Trois-Rivières et ≈ 32 m en face de Portneuf). La voie maritime en amont du port de Montréal est limitée à environ 8 m de profondeur (Villeneuve, 2001; Allard, 2015; CGVMSL, 2020b; Port de Montréal, 2020; SHC, 2020) (annexe cartographique, carte 1). C'est aussi principalement dans le tronçon fluvial du Saint-Laurent que les inondations liées aux crues printanières sont les plus marquées, avec un marnage saisonnier de plusieurs mètres (Morin et Bouchard, 2001), accompagné par des inondations qui peuvent s'étendre jusqu'à 7 km à l'intérieur des terres, principalement dans le secteur du lac Saint-Pierre (MDDELCC, 2018b).

4.1.2 Estuaire fluvial

Les eaux de l'estuaire fluvial sont constituées du mélange des différentes sources d'eau douce généré par l'influence de la marée qui provoque un renversement du courant s'intensifiant progressivement entre les rapides Richelieu (en face de Deschambault-Grondines) jusqu'à Québec. Cette région hydrographique est composée d'un chenal fluvial de 11 à 50 m de profondeur, allant de Pointe-du-Lac (près de Trois-Rivières) jusqu'à la pointe est de l'île d'Orléans (annexe cartographique, carte 16). Cette région est aussi celle où se situe la zone la plus étroite du Saint-Laurent, soit moins de 1 km entre Québec et Lévis. Ce goulot (figure 5) provoque d'importantes amplitudes de marée de l'ordre de 4 à 5 m à Québec (MPO, 2020) qui se font ressentir jusqu'à Trois-Rivières. Sur le plan géomorphologique, le tronçon fluvial ainsi que l'estuaire fluvial font partie de la province naturelle des basses-terres du Saint-Laurent, comme indiqué dans le Cadre de référence écologique du Québec (Li et coll., 2019).

4.1.3 Estuaire moyen et fjord du Saguenay

C'est à partir de l'estuaire moyen, qui débute à la pointe est de l'île d'Orléans, que le Saint-Laurent s'élargit rapidement, passant de moins de 2 km en amont jusqu'à 25 km devant Tadoussac en aval (figure 5). Cette forme géographique d'entonnoir renversé canalise l'onde de marée et explique les marnages importants observés quotidiennement à la hauteur de Québec décrits ci-dessus. Ces amplitudes ont déjà atteint les 7 m (Saucier et Chassé, 2000) entre l'île d'Orléans et l'île aux Coudres (figure 10). Dans ce secteur, le courant de surface peut atteindre une vitesse maximale de 4 m/s au printemps (Bourgault, 2001; St-Onge Drouin, 2010) (figure 6). L'amplitude maximale de l'onde de marée à Saint-François-de-l'Île-d'Orléans en 2020 a atteint 6,2 m (MPO, 2020).

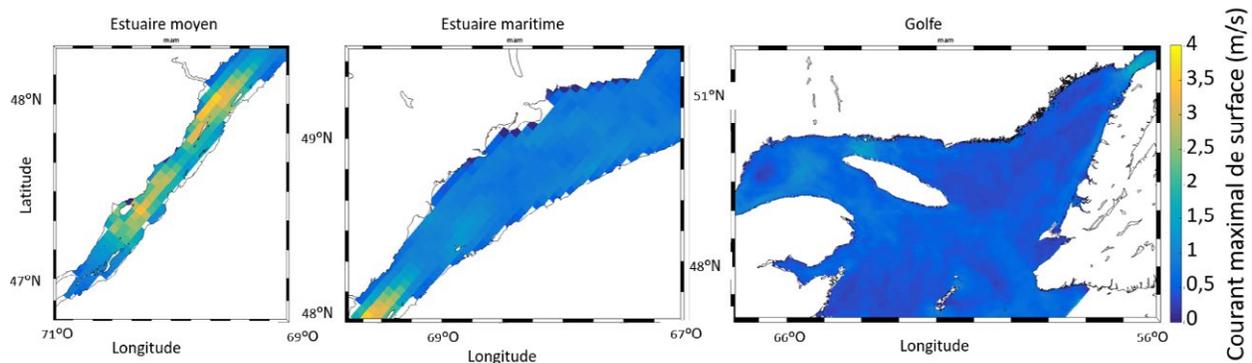


Source : MPO, François-Jacques Saucier (Denis Chamard, communication personnelle, 19 mars 2020).

Figure 5.

Paysages sous-marins de l'estuaire du Saint-Laurent de Québec vus des Bergeronnes.

L'estuaire moyen est une zone de transition, un lieu de convergence des eaux douces du fleuve et des eaux salées de l'océan Atlantique. Les eaux sont saumâtres (salinité de 0,02 à 25 g/L) jusqu'à Charlevoix en aval (figure 3). Cette confluence des eaux explique la présence de la ZTM (figure 33) du Saint-Laurent dans cette région (MDDELCC et ECC, 2016). La ZTM est provoquée par la floculation de nombreux éléments minéraux dissous dans les eaux douces qui entrent en contact avec les eaux salées, et qui sont retenus dans la zone par de forts battements de courant qui s'inversent régulièrement avec la marée. Les marées de vives-eaux accentuent la mise en suspension des particules, alors que les marées de mortes-eaux provoquent une décantation de ces particules fines produisant un fond vaseux. Cette propriété de l'estuaire moyen lui vaut le nom de « bouchon vaseux » ou encore « bouchon de turbidité ».



Source de données : Modèle océanique régional (MOR-GSL5KM) (2016), POLR ISMER/UQAR.

Figure 6.

Vitesse maximale des courants de surface pour les mois de mars, avril et mai (printemps) de l'estuaire moyen au golfe du Saint-Laurent.

Comparativement à l'estuaire fluvial, qui présente des eaux mélangées verticalement, l'estuaire moyen sera plutôt décrit comme partiellement mélangé, présentant certaines différences de caractéristiques physico-chimiques (température, salinité, turbidité, etc.) entre les eaux de surface et les eaux de fond. Les eaux douces, plus chaudes, s'écoulent vers l'est en surface, alors que les eaux marines, plus froides et plus salées, circulent vers l'ouest en profondeur (figure 7). Ces eaux sont dites « stratifiées », c'est-à-dire qu'elles se superposent sans se mélanger. C'est aussi dans l'estuaire moyen que la bathymétrie présente un premier bassin profond (profondeur maximale de 150 m) de Charlevoix-Est à Tadoussac (annexe cartographique, carte 33).

Le fjord du Saguenay délimite l'aval de l'estuaire moyen. Il s'apparente à l'estuaire moyen, car il représente lui aussi une jonction entre l'eau douce du lac Saint-Jean et l'eau salée de l'estuaire maritime. Il possède également une couche d'eau douce en surface et une couche d'eau salée en profondeur, donc ses eaux sont stratifiées.

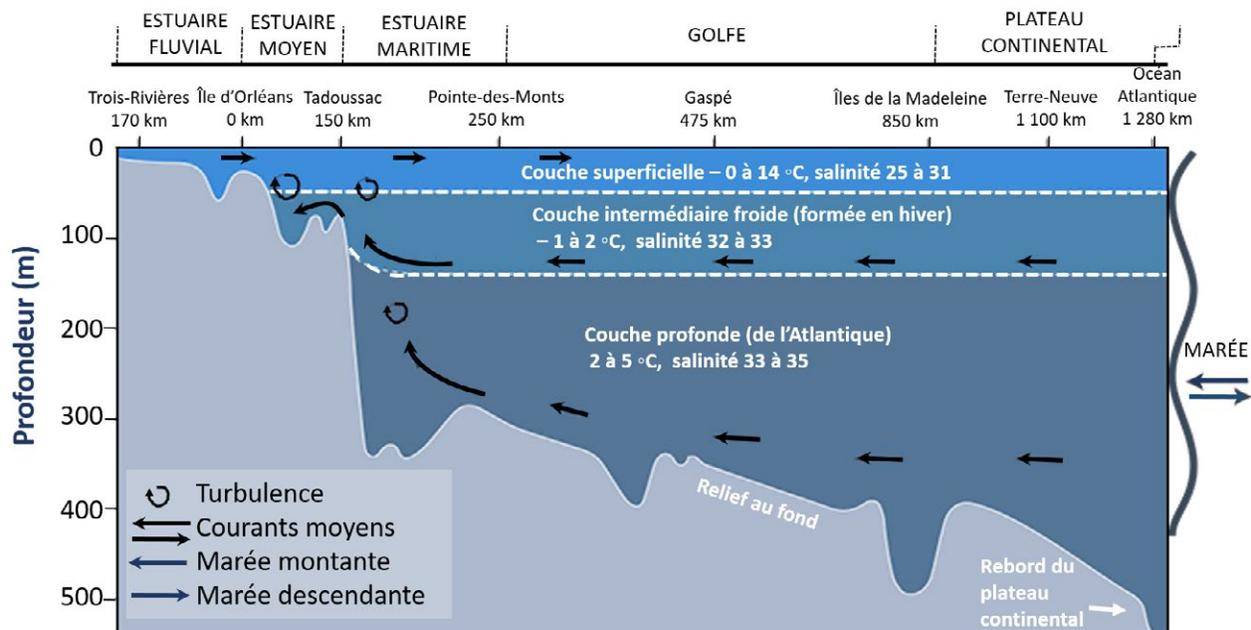
4.1.4 Estuaire maritime

Le Saint-Laurent continue de s'élargir passant de 25 km de largeur à Tadoussac à 60 km à Pointe-des-Monts. Il est composé d'eaux salées (salinité de 25 à 33 g/L), mais d'une salinité légèrement inférieure à celle des océans (salinité de 35 g/L). Trois masses d'eaux composent sa structure verticale bien stratifiée. En été, les eaux de surface réchauffées par le soleil recouvrent une couche intermédiaire froide, constituée d'eaux arctiques entrant par le détroit de Belle Isle et du mélange des eaux de l'hiver précédent (figure 7) (Levasseur, 1996; CSL, 1996).

Du côté nord de l'estuaire, sous-jacente à cette couche intermédiaire froide se trouve la couche profonde constituée des eaux provenant de l'océan Atlantique, plus chaude et plus salée. Ces deux couches de fond circulent en sens inverse à l'écoulement naturel des eaux douces de surface. Cette circulation est typique des systèmes estuariens.

À la tête du chenal Laurentien, situé devant Tadoussac, l'influence de la marée engendre une remontée des eaux profondes lorsque le courant en profondeur frappe le « mur sous-marin », ou haut-fond (figure 7). Alors que les profondeurs varient de 200 à 360 m dans le chenal Laurentien de l'estuaire, elles passent soudainement à 25 m, à l'embouchure du fjord du Saguenay, sur une distance de seulement 16 km (Levasseur, 1996; Saucier et coll., 2009). Cette résurgence des eaux profondes entraîne un renouvellement important de nutriments en surface, ce qui explique la forte productivité de la région. Cette productivité attire, entre autres, de nombreuses espèces de mammifères marins chaque été. Du côté de la rive sud de l'estuaire maritime, le fond marin est moins profond avec une bathymétrie qui atteint un maximum variant de 50 à 100 m par endroit (annexe cartographique, carte 50).

Stratification et circulation des eaux du Saint-Laurent



Source : Adaptée de Conseil Saint-Laurent (2017, cite Levasseur, 1996).

Figure 7.

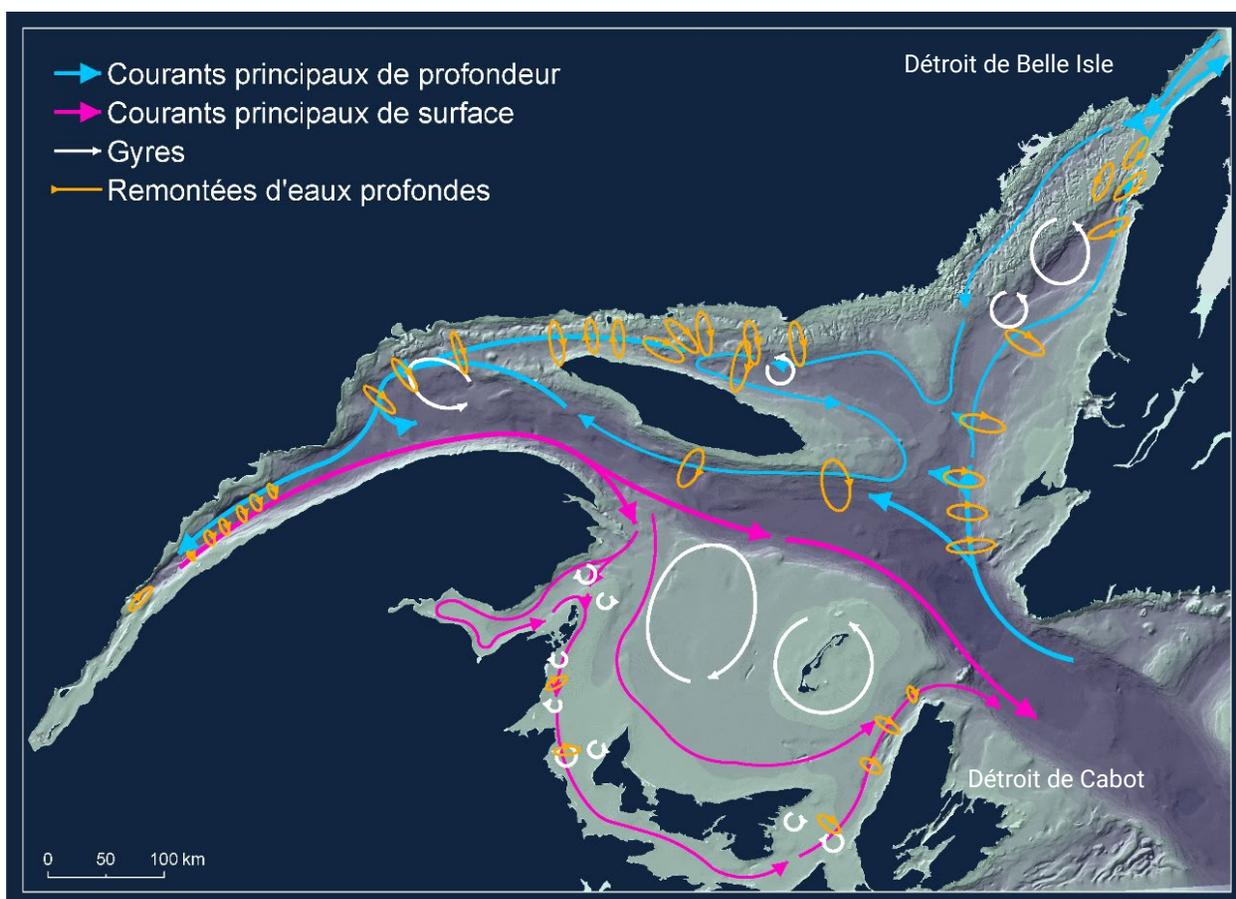
Schéma illustrant la stratification des masses d'eau du Saint-Laurent, leurs propriétés physiques et la courantologie de l'estuaire fluvial au golfe.

Tout le long de la péninsule de la Gaspésie s'installe un courant permanent, nommé courant de Gaspé (figure 8, flèche rouge). L'écoulement des eaux du Saguenay dans l'estuaire est à l'origine de ce dernier. Il poursuit son chemin le long de la péninsule gaspésienne jusqu'à Percé, puis bifurque dans plusieurs directions, y compris la baie des Chaleurs et le plateau madelinien (figure 8, flèche rose). Ce courant est fort avec une vitesse estivale d'environ 30-70 cm/s, expliquant possiblement le courant résiduel vers l'ouest, même à marée montante (Levasseur, 1996).

4.1.5 Golfe et baie des Chaleurs

Après Pointe-des-Monts, le Saint-Laurent voit ses rives s'éloigner et former une mer intérieure nommée « golfe du Saint-Laurent ». À cet endroit, les eaux de surface maintiennent une salinité de 25 à 33 g/L comme celles de l'estuaire maritime. La bathymétrie est caractérisée par la continuité du chenal Laurentien jusqu'au détroit de Cabot ainsi que d'autres chenaux profonds importants autour de l'île d'Anticosti. Un large plateau peu profond (50-100 m) abrite les îles de la Madeleine et s'étend sur le sud-ouest du golfe en marge de la baie des Chaleurs et des provinces maritimes (annexe cartographique, carte 66).

Des résurgences d'eaux profondes se produisent à chaque « cul-de-sac » des chenaux profonds d'Esquimau et d'Anticosti au nord-est du golfe. Les courants marins du golfe sont influencés par les détroits de Belle Isle et de Cabot, le chenal Laurentien ainsi que par l'étendue du golfe, qui contribuent à un fetch élevé, soit une distance sur laquelle le vent souffle sans rencontrer d'obstacles lui permettant de prendre de la force et de générer de fortes vagues. La gyre d'Anticosti, les courants de marée et les tempêtes de vent influencent également la courantologie du golfe (figure 8) (MPO, 2005).



Source : Adaptée de MPO (2005, cite *Atlas of the marine environment and seabed geology of the gulf of St. Lawrence*, Compilation géologique par Heiner Josenhans, compilation numérique par Lisa Peitso et Robin Harvey. Rapport de la Commission géologique du Canada, 2004).

Figure 8.

Principaux courants de l'estuaire maritime et du golfe du Saint-Laurent.

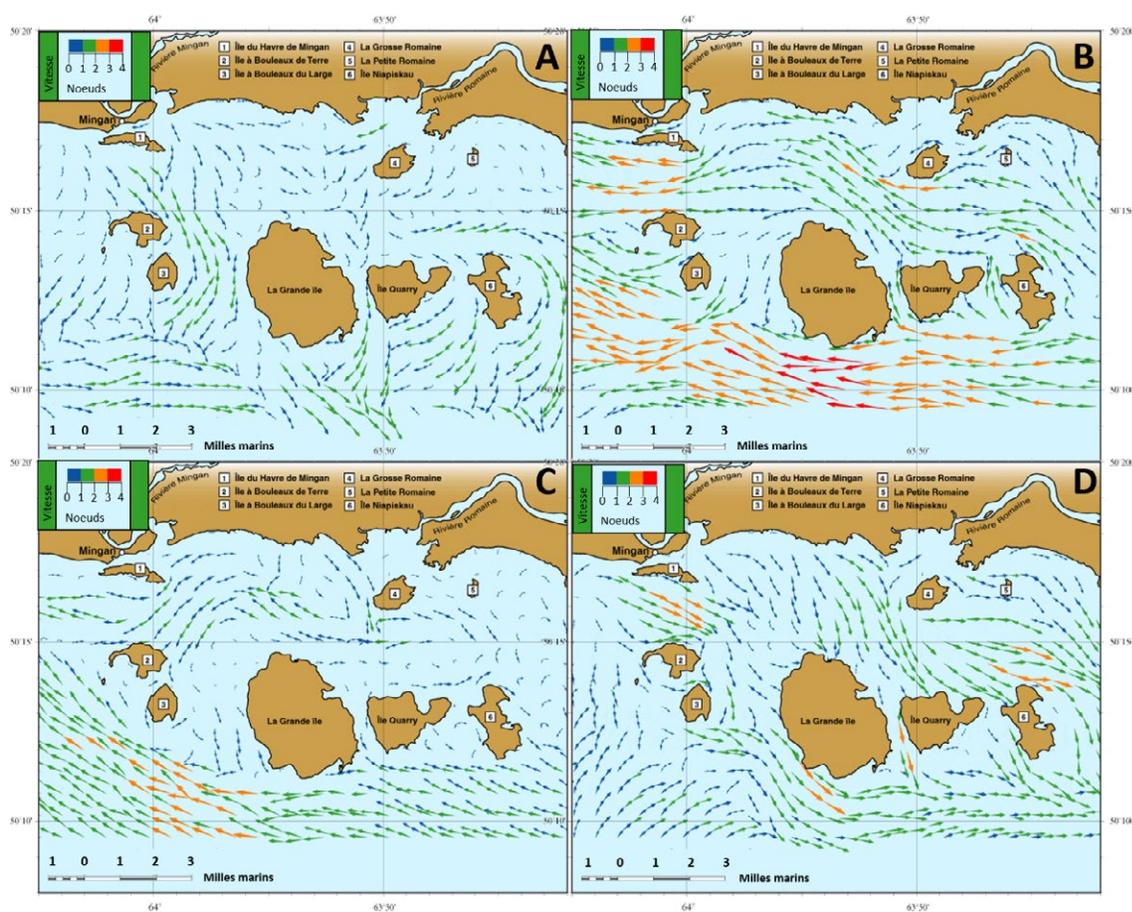
4.2 Enjeux relatifs à l'hydrodynamisme

4.2.1 Courants de marée et marnage

Dans le contexte de la gestion d'un déversement maritime, les courants de marée et le marnage maximal sont deux paramètres importants dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent, ainsi que pour tout le littoral. La compréhension de leur écoulement et des paramètres expliquant leurs variations sera cruciale pour le suivi d'un déversement maritime et la prévision numérique des sites qui pourraient être contaminés par la pollution dérivante. L'onde de marée, qui pénètre dans l'estuaire du Saint-Laurent depuis l'océan Atlantique par le golfe, engendre des fluctuations de courants (fluctuations horizontales) et de niveaux (fluctuations verticales, c.-à-d. marnage) majoritairement de fréquence semi-diurne (deux cycles de marée par jour). Le marnage, c'est-à-dire l'amplitude ou la différence de niveau calculé entre la marée haute et la marée basse, varie d'un jour à l'autre et tout au long de l'année en fonction du cycle lunaire. À 50 km à l'ouest des îles de la Madeleine se trouve un point amphidromique autour duquel se propage l'onde de marée dans le golfe, ainsi l'amplitude moyenne des marées dans l'archipel est la plus faible de tout le Saint-Laurent, soit de 0,6 m (Attention Fragiles, 2010).

Les courants de marée du Saint-Laurent résultent de la propagation d'une onde de marée qui provient de l'océan Atlantique et qui entre dans le golfe par le détroit de Cabot (ECCC, 1996). Ces courants alternatifs (montant/descendant) quotidiens subissent des déviations et des variations de vitesse importantes sur leur parcours jusqu'au lac Saint-Pierre (estuaire fluvial) où l'onde s'estompe. Les archipels, les variations de profondeur, les hauts fonds et le rétrécissement du Saint-Laurent dans l'estuaire sont autant de paramètres géographiques qui provoqueront la déformation et l'amplification de l'onde sur son parcours. La figure 9 montre l'exemple des courants de marée d'un cycle de 10 heures dans l'archipel de Mingan situé dans le golfe du Saint-Laurent.

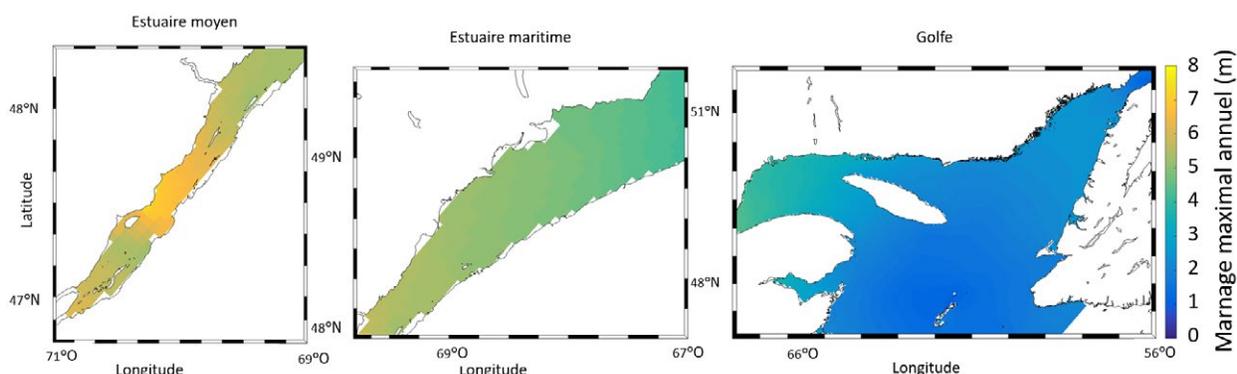
La déformation de l'onde aura aussi pour effet de modifier les niveaux d'eau à différentes intensités entre les régions hydrographiques (figure 10). L'estuaire fluvial et l'estuaire moyen, par exemple, présentent des marnages maximaux annuels supérieurs compte tenu de leur étroitesse par rapport à l'estuaire maritime et au golfe (figure 10). L'estuaire fluvial n'est pas ici représenté, mais connaît des marnages maximaux annuels de l'ordre de 6 m à Québec qui s'atténuent à 2 m à Bécancour, près de l'exutoire du lac Saint-Pierre (MPO, 2020).



Note : Échelle = 1:140 000 [50° N.] (A) 9 h 30 à 10 h 30; (B) 12 h 30 à 13 h 30; (C) 15 h 30 à 16 h 30; (D) 18 h 30 à 19 h 30.
Source : MPO (2017).

Figure 9.

Courants de surface d'un cycle de 10 heures de marée dans le secteur Îles à Bouleaux-Île Niapiskau de l'archipel de Mingan (golfe) pour la période du 20 octobre 2020.



Source : Senneville (2020a).

Figure 10.

Marnage maximal annuel dans l'estuaire moyen, l'estuaire maritime et le golfe du Saint-Laurent.

4.2.2 Couverture de glace

Le régime des glaces pose des défis additionnels dans le contexte d'un déversement maritime. Deux facteurs climatiques principaux influencent la présence de glace, soit la température et les vents dominants. La température de l'eau permet la formation ou la fonte de la glace, tandis que les vents provoquent des schémas de dérive et d'agglomération de la glace. Les courants de marée peuvent aussi modifier les conditions de glace et créer des « bouchons » de glace dans les zones étroites du chenal de navigation. Par exemple, le reflux peut engorger le port de Québec quand des plaques détachées de la banquise côtière font obstacle à la dérive normale des glaces à proximité du port.

Cette couverture de glace modifie les conditions d'écoulement ainsi que les échanges thermiques entre l'atmosphère et les milieux fluviaux et estuariens. La banquise, attachée au littoral, peut agir comme protection contre l'érosion dans le tronçon fluvial. Par contre, tout comme le vent, les vagues et les crues, les glaces peuvent causer de l'érosion (Lalonde et coll., 2003). Sous l'effet de la marée, les glaces dérivantes deviennent un élément abrasif accentuant l'érosion des côtes et perturbant le régime de sédimentation (Frenette et coll. 1989, ARGUS inc., 1996). Le mouvement des glaces est aussi un agent de perturbation de la végétation aquatique (arrachement, dispersion de fragment et de graines de plantes et de macroalgues) créant, par exemple, des formes de dallage dans les marais littoraux (Scrimgeour et coll., 1994; Marie-Victorin 1934, 1995).

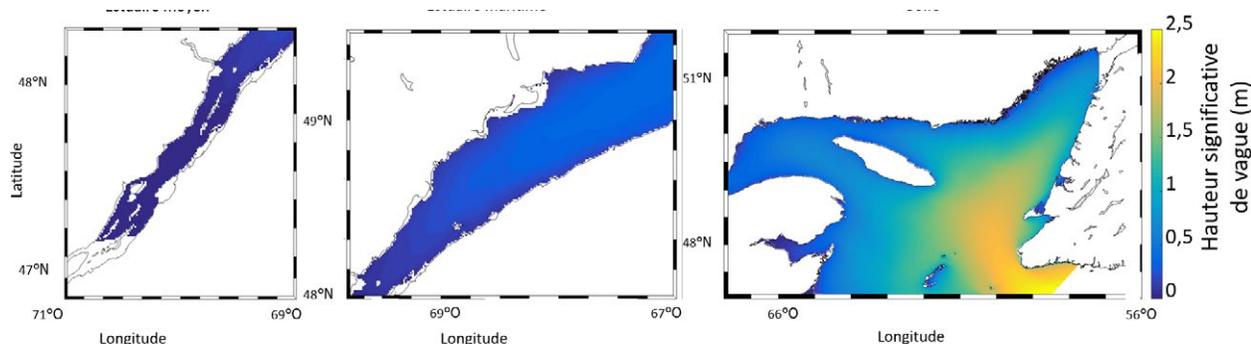
Puisque le point de congélation de l'eau douce est plus élevé (0 °C) que celui de l'eau salée (jusqu'à -1,5 °C), la prise en glace débute dans le tronçon fluvial, puis s'étend vers l'estuaire et enfin au golfe. La première formation de glace dans le tronçon fluvial et l'estuaire se produit généralement en décembre. La formation de nouvelle glace commence dans les régions côtières, puis s'étend vers la mer. Des zones particulièrement étendues de banquises côtières se forment dans le lac Saint-Pierre ainsi qu'autour des îles dans les chenaux non navigables entre Montréal et Sorel. Il existe également des zones où la glace ne se forme pas (appelées polynies), comme à Tadoussac. À cet endroit, c'est la remontée des eaux profondes relativement chaudes (4 °C) à chaque marée montante qui explique cette polynie saisonnière. À partir de mars, la hausse saisonnière des températures amorce le processus de fonte et de décrochage des banquises. Des opérations de déglacage par la Garde côtière canadienne (GCC) auront aussi pour effet de réduire la couverture de glace sur le Saint-Laurent et d'éviter l'inondation des rives peuplées du secteur fluvial.

4.2.3 Vents et vagues

L'action combinée du vent (vitesse, direction et persistance), du fetch, de la marée et de la bathymétrie confère la structure aux vagues. Dans le tronçon fluvial, le batillage provoqué par la vitesse et la forme des navires peut aussi

généraliser d'importantes vagues compte tenu de l'étroitesse du Saint-Laurent à certains endroits. Les vents annuels dominant le Saint-Laurent proviennent principalement du sud-ouest.

Compte tenu de la forme plutôt rectiligne du tronçon fluvial et de l'estuaire, ce sont les vents soufflant dans l'axe longitudinal, soit du nord-est ou du sud-ouest qui provoquent les vagues les plus fortes. La hauteur significative de vagues (hauteur moyenne du tiers des plus grosses vagues observées sur une période d'environ 15 à 30 minutes) est cependant très faible dans l'estuaire par rapport à l'amplitude du marnage déjà discuté (< 0,5 m de vague par rapport à un marnage variant de 2 à 5 m). Cependant, plus le Saint-Laurent s'élargit vers le golfe, plus l'énergie du vent peut s'accumuler dans la masse d'eau et produire des vagues de plus grande ampleur, allant jusqu'à 2,5 m (figure 11). En hiver, le vent du nord-est est canalisé dans le golfe du Saint-Laurent. Le secteur de Québec, dont l'île d'Orléans, est la région la plus touchée par le vent du nord-est en raison de l'effet d'entonnoir découlant du rétrécissement du Saint-Laurent jusqu'à Québec. L'évasement du Saint-Laurent dans les lacs fluviaux du tronçon fluvial permet au vent de prendre de la force. Ainsi les 30 m de longueur du lac Saint-Pierre permettent de générer des vagues de 0,6 m à 1,1 m dans le lac et de près de 2 m dans le chenal durant les tempêtes (Lalonde et coll., 2003).



Source : Senneville (2020a).

Figure 11.

Hauteur de vague significative en hiver (sans effet de marée) de l'estuaire moyen au golfe du Saint-Laurent.

4.3 Milieux naturels littoraux

Les milieux naturels littoraux remplissent de nombreuses fonctions écologiques et sont des habitats pour une multitude d'espèces fauniques et floristiques. Ces milieux sont parmi les plus productifs de la planète et servent de zone de reproduction et de croissance aux poissons et à la faune, mais aussi de haltes pour les oiseaux migrateurs (Comité Zip Côte-Nord du Golfe, 2007; EPA, 2018). Ce sont les premiers habitats touchés par la hausse du niveau marin et l'érosion, mais ils sont surtout vulnérables aux activités humaines, dont l'exploitation des ressources, les altérations physiques des habitats et la pollution (Comité Zip Côte-Nord du Golfe, 2007). Les milieux littoraux sont aussi rarement épargnés par un incident maritime, même lorsqu'un déversement se produit à plusieurs dizaines de kilomètres de la côte ou de la rive (Desjardins et coll., 2018). Il est donc primordial de les localiser et de les connaître afin de les préserver. Les milieux forestiers, les milieux humides, les milieux sableux et les milieux rocheux sont les principaux milieux naturels qui composent le littoral du Saint-Laurent.

Les sous-sections suivantes présenteront les différents milieux naturels par région hydrographique. Comme les régions hydrographiques sont de superficies très différentes, il est préférable de ne pas les comparer, mais plutôt d'évaluer la composition des milieux naturels par région. La proportion de chacun des milieux naturels sera donc évaluée par un pourcentage calculé en fonction de la superficie propice à ce milieu, c'est-à-dire en fonction de la portion terrestre ou aquatique où le milieu naturel est susceptible de se trouver.

4.3.1 Milieux forestiers

Les milieux forestiers assument plusieurs fonctions écologiques : ils stabilisent le sol, régularisent l'écoulement des eaux et emmagasinent le carbone, tout en jouant un rôle dans la purification de l'air. Les forêts québécoises abritent plus de 2 400 espèces d'animaux vertébrés et de plantes vasculaires, dont près de 17 % de ces espèces seraient des espèces à statut (MFFP, 2019f). Plusieurs de ces espèces sont également susceptibles d'utiliser les milieux aquatiques situés à proximité, dont les populations de tortues des bois (*Glyptemys insculpta*), de pygargues à tête blanche (*Haliaeetus leucocephalus*), d'aigles royaux (*Aquila chrysaetos*) et de garrots d'Islande (*Bucephala islandica*).

Les milieux forestiers de la zone d'étude occupent habituellement la marge supérieure du littoral, mais les espèces qu'elles hébergent peuvent tout de même en souffrir à l'occasion d'un déversement. Selon la cartographie de l'utilisation du territoire (MDDELCC, 2017), les milieux forestiers totalisent en tout 4 800 km², ce qui représente 42 % de la superficie terrestre de la zone d'étude (tableau 5; figure 12 et annexe cartographique, cartes 2, 17, 34, 51 et 67). Cette large bande s'explique par la limite d'étude fixée à 2 km de la rive. La plus grande proportion du territoire de la zone d'étude occupée par des milieux forestiers (61 %) se trouve dans l'estuaire moyen.

Tableau 5.
Statistiques descriptives des milieux forestiers par région hydrographique.

Région hydrographique	Superficie terrestre totale (km ²)	Superficie des milieux forestiers (km ²)	Pourcentage d'occupation terrestre (%)
Tronçon fluvial	2 221	250	11
Estuaire fluvial	936	191	20
Estuaire moyen	1 380	843	61
Estuaire maritime	1 097	587	53
Golfe	5 775	2 977	52
Zone d'étude	11 409	4 848	42

Sur les rives du tronçon fluvial, la forêt mixte à dominance de feuillus est dans l'ensemble fragmentée et dégradée en dehors des aires protégées actuelles. L'exploitation forestière historique a modifié la composition de ces forêts pour y favoriser des essences feuillues moins tolérantes aux inondations.

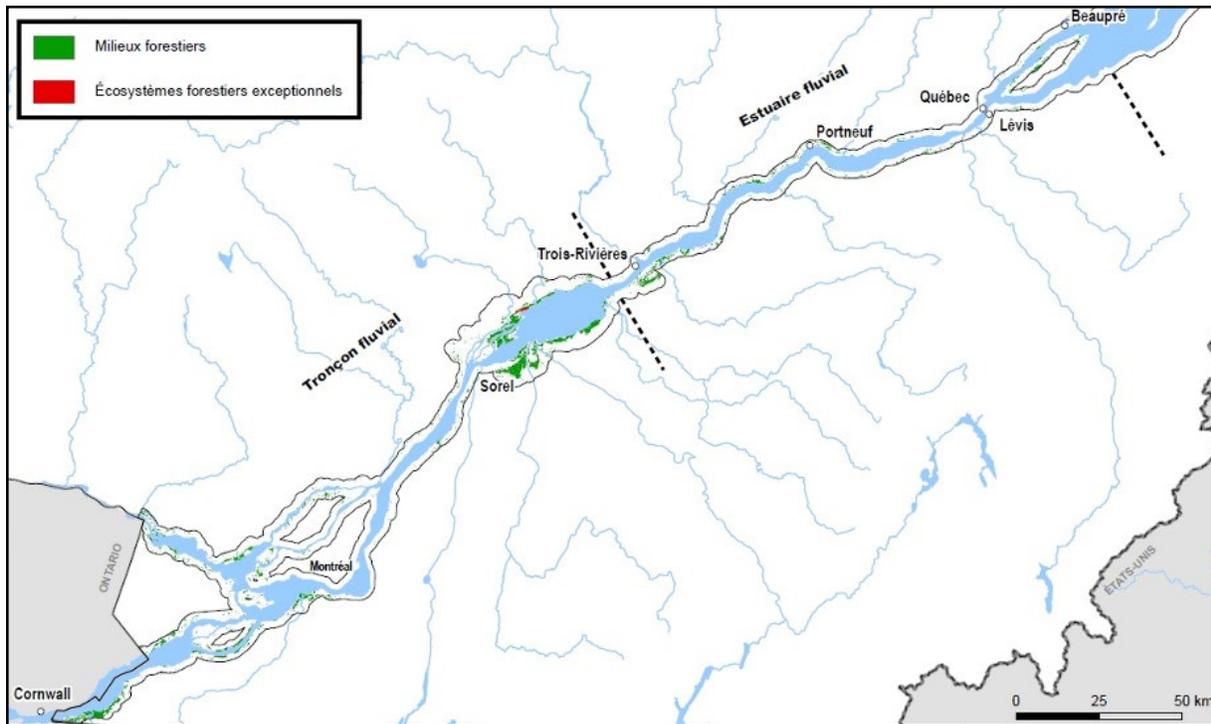
Du côté de l'estuaire et du golfe, les forêts les plus courantes sont les sapinières à épinette blanche, qui sont adaptées aux vents forts et aux conditions climatiques maritimes. Sur les côtes de la Gaspésie et de la Côte-Nord, les forêts sont plus résineuses, soit des sapinières à bouleau blanc et des pessières à épinette noire, par exemple. Lorsque les conditions sont plus rigoureuses, des écosystèmes comme les landes maritimes ou les forêts au port rabougri (krummoltz) contribuent à l'unicité du territoire. Cela donne aussi lieu à une flore arctique alpine, où plusieurs espèces uniques à cet environnement peuvent croître (Jobin et coll., 2019).

Les écosystèmes forestiers exceptionnels (EFE), protégés par la LCPN, sont une composante essentielle au maintien de la diversité des écosystèmes forestiers. Il existe trois catégories d'EFE : la forêt rare, la forêt ancienne et la forêt refuge. Les forêts rares sont des écosystèmes forestiers qui sont restreints soit en matière d'abondance ou de superficie au Québec. La rareté est évaluée à l'échelle du Québec comme à l'échelle régionale. Les forêts anciennes désignent des forêts présentant un degré important de naturalité, soit peu exploitées par l'homme ou encore des peuplements dans lesquels se trouvent de très vieux arbres, mais aussi des arbres sénescents et de gros troncs en décomposition. Il existe peu de forêts anciennes au Québec. Les forêts refuges sont nommées ainsi parce qu'elles hébergent des espèces à statut précaire (voir section 4.6). La présence d'une seule espèce rare peut constituer un motif suffisant pour inscrire une forêt sur cette liste. Il convient de noter que plusieurs des sites qui possèdent les désignations légales d'écosystèmes forestiers exceptionnels ne sont pas inscrits au Registre des aires protégées au Québec (section 4.9), puisque des droits d'exploitation des ressources ont été consentis sur une partie ou sur la totalité de leur superficie. Dans le cadre de ce rapport, seuls les EFE du RAPQ ont été intégrés (tableau 6; figure 12 et annexe cartographique, cartes 2, 17, 34, 51 et 67).

Tableau 6.

Liste et répartition des EFE inscrits au RAPQ de la zone d'étude par région hydrographique.

Région hydrographique	Nom des EFE	Type de forêt	Superficie (km ²)
Tronçon fluvial	Forêt rare du lac Saint-Pierre	Érablière argentée à frêne noir	2
Estuaire fluvial	–	–	0
Estuaire moyen	Forêt ancienne du Cap-Brûlé	Pinède blanche à pin rouge et à épinette rouge	0,7
	Forêt ancienne de Sault-au-Cochon	Bétulaie jaune à sapin et à érable à sucre	0,6
	Forêt ancienne des Hauts-de-la-Grande-Anse	Érablière à bouleau jaune	0,4
	Forêt rare du Cap-Gribane	Chênaie rouge à érable rouge	0,2
Estuaire maritime	Forêt ancienne de l'Anse-à-Moreau	Sapinière à épinette blanche	0,1
	Forêt rare du Lac-Nord-Ouest	Pinède à pin rouge	0,2
Golfe	Forêt refuge du Ruisseau-du-petit-Moulin	Érablière à érable rouge et à sapin	0,3
	Forêt refuge Colline-Makasti	Sapinière à épinette blanche maritime	0,2



Sources de données : Utilisation du territoire (MDDELCC, 2017) et Registre des aires protégées au Québec (MELCC, 2020a).

Figure 12. Répartition des milieux forestiers et des EFE du tronçon fluvial et de l'estuaire fluvial.

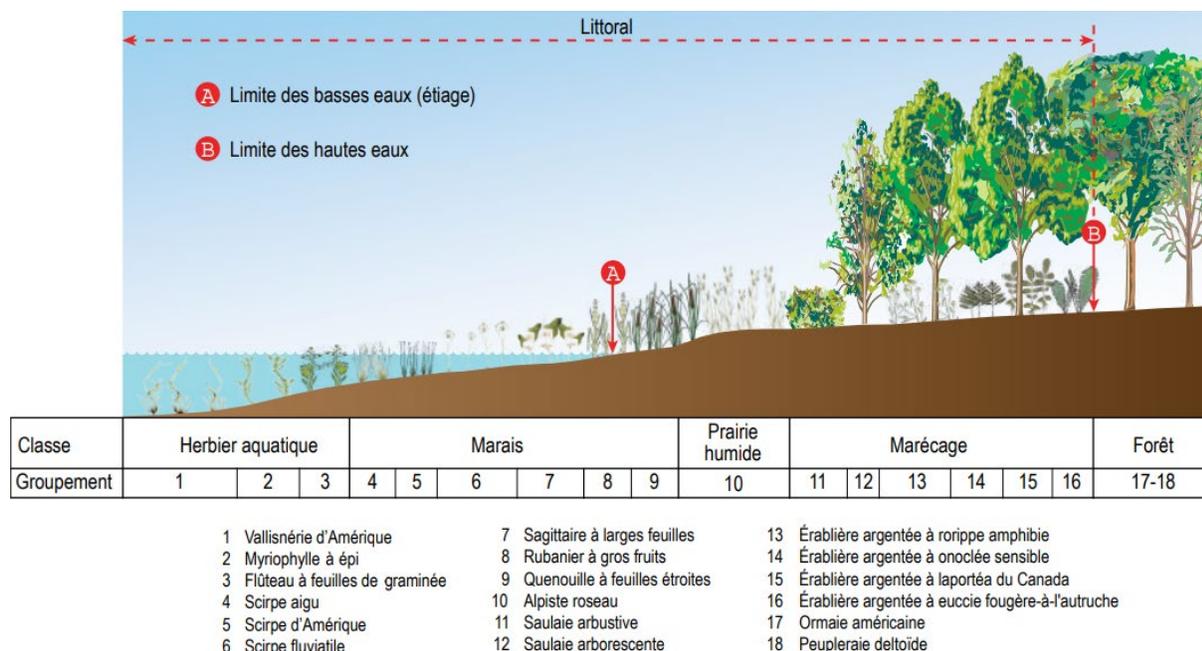
4.3.2 Milieux humides

Les milieux humides représentent un milieu transitoire entre les milieux terrestres et les milieux aquatiques. Le littoral, en milieu fluvial, est généralement composé d'une succession d'habitats allant de l'eau peu profonde jusqu'aux marécages arborescents, en passant par une végétation de plus en plus arbustive composée de plantes hygrophiles⁶ ou tolérant bien les inondations saisonnières ou temporaires (figure 13). Les milieux humides engendrent une variété d'écosystèmes desquels découlent des habitats d'importance pour la reproduction, le refuge ou l'alimentation de nombreuses espèces. D'autres services écosystémiques des milieux humides incluent notamment la protection des rivages contre l'érosion ainsi qu'une grande capacité de stockage et d'épuration de l'eau. À ce titre, les milieux humides bénéficient d'une protection depuis 2017 de la *Loi concernant la conservation des milieux humides et hydriques* (LCMHH) qui vise à freiner la perte des milieux humides et hydriques au Québec, assurer leur conservation et leur utilisation durable en intégrant le principe d'aucune perte nette. Un total de 693 espèces de plantes vasculaires indigènes, dont 9 espèces endémiques, y sont associées (CDPNQ, 2020, voir section 4.5).

La cartographie des milieux humides potentiels du Québec (CMHPQ) peut être visualisée par grands types de milieux humides : eau peu profonde, marais, marécage et tourbière. Cette cartographie peut être consultée par région hydrographique dans l'annexe cartographique (cartes 3, 18, 35, 52 et 68). La superficie totale de milieux humides potentiels dans la zone d'étude est d'environ 2 600 km² (tableau 7). De cette superficie, les tourbières sont les habitats les plus courants dans la zone d'étude, représentant 42 % des milieux humides potentiels et sont principalement réparties dans la région hydrographique du golfe. Les marécages et les marais, quant à eux, représentent respectivement 23 % et 14 % des milieux humides de la zone d'étude. La majorité des marécages, plus

⁶ **Hygrophile** : Ayant une préférence pour les milieux humides.

arborescents, se trouve dans le tronçon fluvial (40%), tandis que les marais, plus herbacés, sont majoritairement observés dans l'estuaire moyen (31%). Bien que les milieux humides soient omniprésents sur le littoral du Saint-Laurent, ils se concentrent dans les régions hydrographiques du golfe (50%) et du tronçon fluvial (21%). La superficie propice aux milieux humides consiste en une combinaison de la superficie terrestre et de l'eau peu profonde, dont la superficie a été calculée pour moins de 10 m de profondeur (tableau 7). En regardant la proportion de la superficie de chaque région hydrographique occupée par des milieux humides, il y a davantage de milieux humides dans le tronçon fluvial, puisque 17% de sa superficie totale est occupée par ces derniers. Il existe toutefois une imprécision liée aux données de la CMHPQ, d'où son appellation de « potentielle ». Ce portrait présente donc une estimation et non une représentation exacte.



Source : Adaptée de MDDEFP (2013).

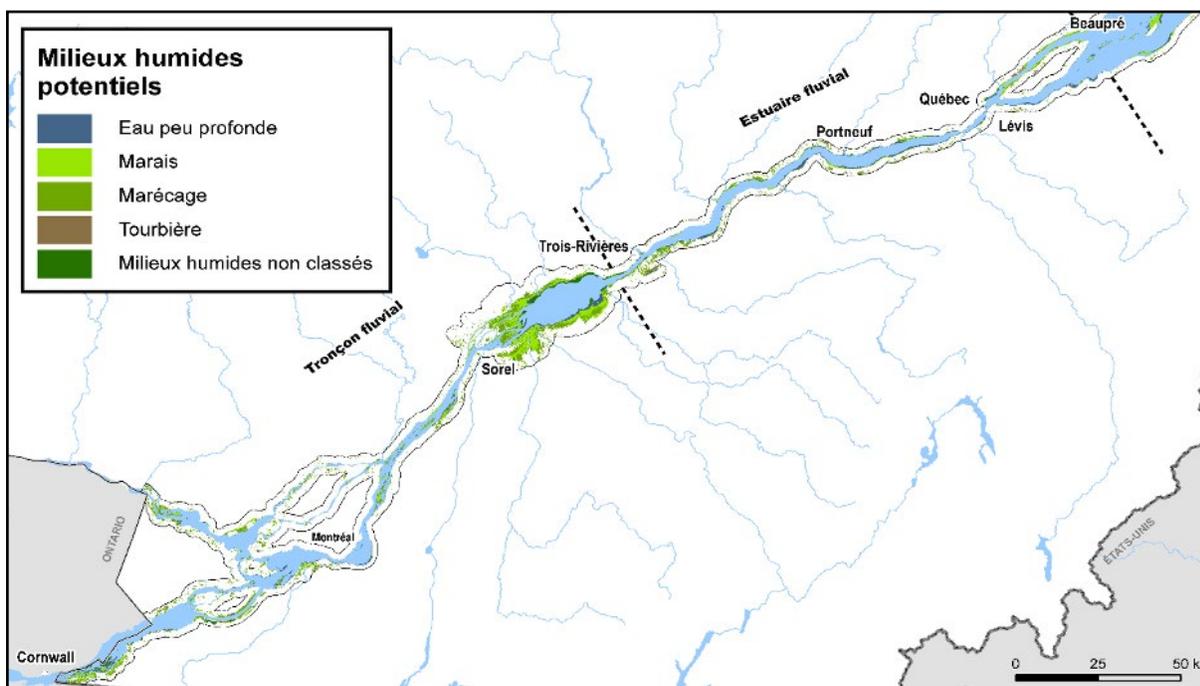
Figure 13. Exemple conceptuel de la succession d'habitats et d'espèces associées sur le littoral en milieu fluvial.

Tableau 7. Statistiques descriptives des milieux humides potentiels par région hydrographique.

Région hydrographique	Superficie terrestre et eau peu profonde (0-10 m) totale (km ²)	Superficie des milieux humides potentiels (km ²)	Pourcentage d'occupation (%)
Tronçon fluvial	3 258	553	17
Estuaire fluvial	1 409	211	15
Estuaire moyen	3 035	368	12
Estuaire maritime	2 074	188	9
Golfe	9 009	1 310	1
Zone d'étude	18 785	2 630	14

Les marais à scirpe d'Amérique (*Schoenoplectus pungens*) sont parmi les écosystèmes importants des milieux humides du tronçon fluvial de l'estuaire fluvial et de l'estuaire moyen. Ils constituent une source essentielle d'alimentation pour l'oie des neiges (*Anser caerulescens*) en migration (Girard, 2009). La superficie des marais à scirpe est estimée à environ 58 km² dans la zone d'étude (soit 3 % des milieux humides), dont près des deux tiers se trouvent dans la région de Cap-Tourmente et Montmagny, près de Québec (Girard, 2009). Pour les milieux humides potentiels de l'estuaire maritime et du golfe, les tourbières ombrotrophes ou bogs (principalement de type maritime) prédominent sur la Côte-Nord (Poisson et coll., 2016). Celles-ci se composent principalement de sphaignes (sphaigne brune [*Sphagnum fuscum*]) ainsi que de plusieurs espèces d'éricacées (cassandre calculé [*Chamaedaphne calyculata*], de thé du labrador [*Rhododendron groenlandicum*]), de plantes herbacées (chicoutai [*Rubus chamaemorus*], de scirpe cespiteux [*Trichophorum cespitosum*]) et d'épinettes noires (*Picea mariana*). Des marais salés et des marécages arbustifs littoraux complètent le paysage.

Les milieux humides sont des milieux riches en biodiversité et dont la récupération à la suite d'un déversement de produits pétroliers peut prendre plusieurs années. À ce titre, ils sont à inclure à la fois dans les indices de sensibilité et de vulnérabilité environnementales (sections 6.2 et 6.3).



Source de données : MELCC (2019a).

Figure 14. Répartition des milieux humides potentiels dans le tronçon fluvial et l'estuaire fluvial.

4.3.3 Milieux sableux

Les côtes et les rives sableuses sont des milieux meubles très dynamiques qui se façonnent au gré des tempêtes et des saisons. Flèche littorale, terrasse de plage, milieu dunaire et tombolo⁷ font partie des habitats formés par l'action des vagues et du vent sur le sable fin. Ces milieux représentent un autre type de milieux naturels transitoires entre le continent et la mer. Ils protègent donc aussi le littoral de l'action directe des vagues et de l'érosion. Un milieu sableux peut être en équilibre, en accumulation de sédiments s'il y a un apport de sédiments plus grand que l'érosion du littoral, ou encore en situation d'érosion si l'inverse se produit. La somme de ces changements constitue le bilan sédimentaire, traduisant la stabilité de la côte ou de la rive (Comité ZIP Côte-Nord du Golfe, 2007).

Pour la zone d'étude, près de 1 500 km du littoral sont occupés par des milieux sableux, soit environ 11 % du littoral du Saint-Laurent (tableau 8). Ces milieux représentent près de 20 % du littoral du tronçon fluvial, de l'estuaire fluvial et de l'estuaire maritime. C'est toutefois le golfe qui possède le plus long linéaire de milieux sableux. Ces résultats sont calculés à partir de données ouvertes d'ECCC pour la classification du rivage.

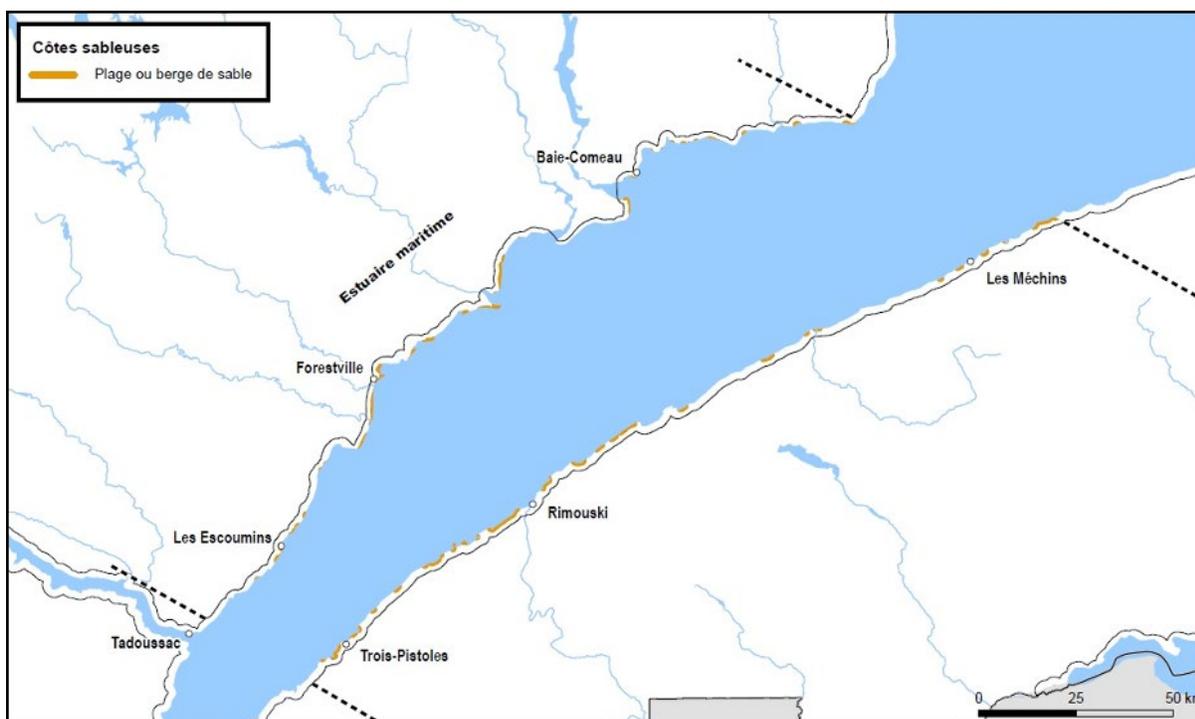
Tableau 8.
Statistiques descriptives du littoral sableux par région hydrographique.

Région hydrographique	Longueur totale du littoral (km)	Longueur de littoral sableux (km)	Pourcentage de littoral sableux (%)
Tronçon fluvial	2 081	419	20
Estuaire fluvial	572	100	18
Estuaire moyen	1 063	124	12
Estuaire maritime	822	186	23
Golfe	9 360	654	7
Zone d'étude	13 898	1 483	11

Les organismes des milieux sableux sont principalement endobenthiques, c'est-à-dire qu'ils vivent enfouis dans le sable. Une mince couche d'eau suffit à leur survie jusqu'au retour de la prochaine marée. Des verres tubicoles, des crabes, plusieurs espèces de bivalves et d'autres invertébrés peuvent s'y trouver. Les oiseaux de rivage profitent des mouvements du sable produits par les vagues pour y capturer ces invertébrés benthiques (Chabot et Rossignol, 2003). Dans ces habitats, certaines plantes caractéristiques peuvent être trouvées, dont l'élyme des sables (*Leymus arenarius*), le caquillier édentulé (*Cakile edentula*) ou encore la gesse maritime (*Lathyrus japonicus*) (Bernatchez et coll., 2008).

Il s'agit aussi d'une zone de fraie pour des espèces de poissons fourrages comme le capelan (*Mallotus villosus*) et l'éperlan qui alimentent le réseau trophique du Saint-Laurent ainsi que les pêcheries. Comme ces milieux représentent seulement 7 % des côtes du golfe, ils sont d'autant plus importants à préserver pour leurs fonctions écologiques importantes. La figure 15 illustre les milieux sableux de l'estuaire maritime (pour les autres régions, consulter l'annexe cartographique, cartes 4, 19, 36, 53 et 69).

⁷ **Tombolo** : Une bande de sédiments qui rattache deux étendues terrestres, souvent une île au continent.



Source de données : ECCC (2018b).

Figure 15.
Répartition des milieux sableux de l'estuaire maritime.

4.3.4 Milieux rocheux

Les côtes et les rives rocheuses forment une transition plutôt abrupte entre l'eau et le littoral. Les algues et la communauté faunique qui vivent dans les zones rocheuses littorales sont donc exposées à des changements extrêmes au fil du ballonnement des marées. Les fissures et les crevasses qui parsèment le littoral rocheux permettent toutefois la formation de cuvettes qui peuvent aussi servir de refuge contre l'exposition aux vents et aux vagues. Le nombre accru des milieux rocheux sur la rive nord du Saint-Laurent à partir de l'estuaire moyen s'explique par l'assise rocheuse du Bouclier canadien et se caractérise par des roches gneissiques (Li et coll., 2019). Sur la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent, l'assise rocheuse des Appalaches se compose de roches sédimentaires (grès, calcaire et argillite) plissées qui sont plus facilement érodées. Selon la classification du rivage d'ECCC, le linéaire du littoral rocheux de la zone d'étude forme près de 6 000 km au total (tableau 9), soit 43 % du linéaire total du littoral. Il comprend des falaises de roches, des rampes rocheuses, des plates-formes rocheuses ou encore des plages ou des berges de blocs (voir le tableau 32, section 6.3.1 pour les définitions) Plus de la moitié des côtes du golfe sont des milieux rocheux, alors qu'ils représentent environ le tiers des côtes de l'estuaire moyen et de l'estuaire maritime (figure 16 et annexe cartographique, cartes 4, 19, 36, 53 et 69).

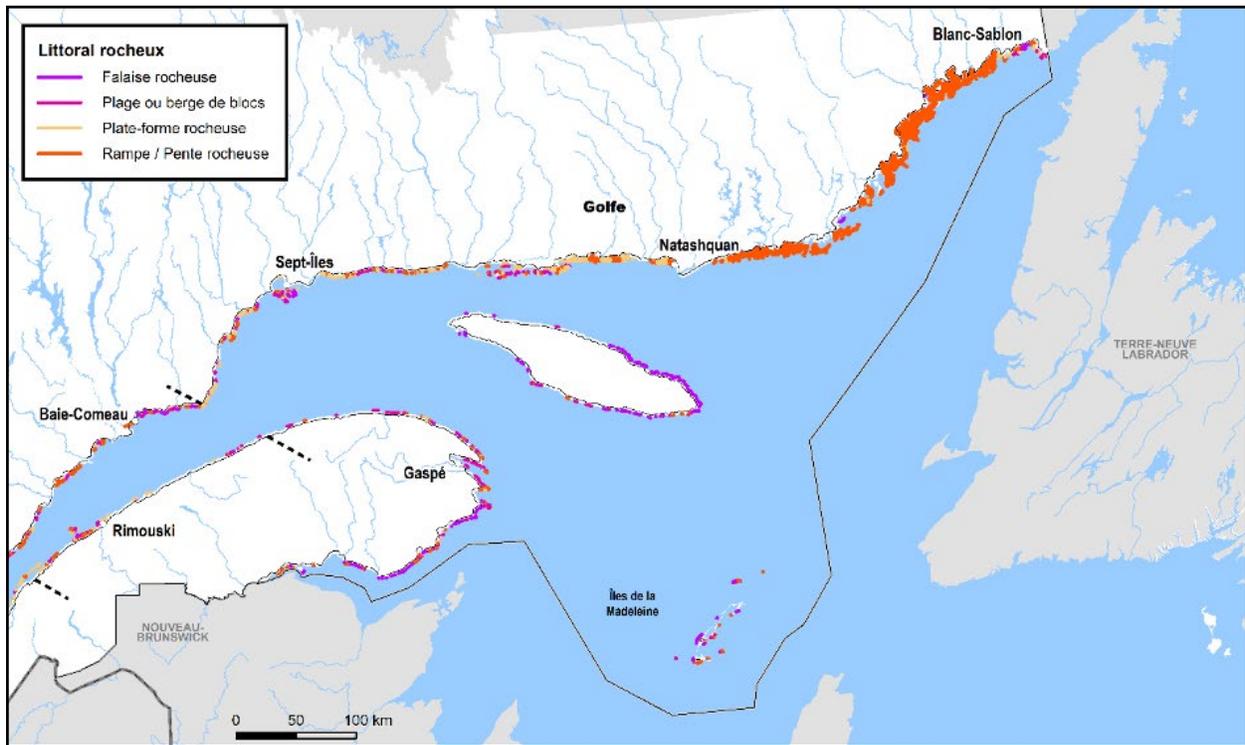
Tableau 9.

Statistiques descriptives du littoral rocheux par région hydrographique.

Région hydrographique	Longueur totale du littoral (km)	Longueur de littoral rocheux (km)	Pourcentage de littoral rocheux (%)
Tronçon fluvial	2 081	51	3
Estuaire fluvial	572	60	10
Estuaire moyen	1 063	409	38
Estuaire maritime	822	268	33
Golfe	9 360	5 151	55
Zone d'étude	13 898	5 939	43

À première vue, les milieux rocheux en bordure du Saint-Laurent peuvent sembler inhospitaliers par leur exposition aux éléments et leur faible quantité de substrat, mais ce milieu naturel a permis la survie au Québec de plusieurs espèces uniques datant de l'époque glaciaire. Cet habitat favorise la croissance de plantes à affinité alpine ou arctique qui sont trouvées aux abords du Saint-Laurent à des latitudes et à des altitudes beaucoup plus basses que dans le reste du Québec ou du Canada (Parcs Canada, 2019). Des espèces endémiques qui ne poussent que sur des escarpements rocheux, comme l'arnica de Griscom (*Arnica griscomii* subsp. *Griscomii*), une plante herbacée vivace, ou encore l'arabette du Québec (*Boechea quebecensis*), une plante herbacée vivace de la famille des brassicacées, s'y trouvent (Tardif et coll., 2016). De même, des plantes moins compétitives peuvent y croître sans se faire déloger par d'autres espèces communes, mais moins adaptées à ce milieu. Parmi les plantes des littoraux rocheux, on note l'astragale austral (*Astragalus australis*), l'arabette de Collins (*Boechea collinsii*), le cranson tridactyle (*Cochlearia tridactylites*) ou encore le drave lancéolée (*Lanceolate draba*) et le drave à graines imbriquées (*Draba pycnosperma*).

Les falaises rocheuses ainsi que les îlots rocheux du Saint-Laurent sont aussi des sites de nidification importants pour les colonies d'oiseaux marins, notamment dans les régions hydrographiques de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. Les oiseaux marins peuvent être durement touchés par un déversement pétrolier, il convient donc d'inventorier ces sites pour être en mesure de les protéger. Les emplacements de ces colonies et des zones d'importance pour les oiseaux sont présentés aux sections 4.8.3 ainsi qu'à la section 4.9 du document.



Source de données : ECCC (2018b).

Figure 16.
Répartition du littoral rocheux de l'estuaire maritime et du golfe du Saint-Laurent.

4.4 Milieux aquatiques peu profonds

La zone côtière submergée, temporairement ou en permanence, et peu profonde (moins de 20 m) représente environ 8 % (près de 11 600 km²) du Saint-Laurent. Il s'agit des zones médiolittorale et infralittorale, soit la « marge » aquatique du Saint-Laurent qui correspond à la zone de battement des marées et celle sous-jacente qui peut être découverte en partie durant les grandes marées. Les milieux aquatiques peu profonds sont hautement vulnérables à un déversement maritime et correspondent à une zone très importante sur le plan des services écosystémiques rendus à notre société. Ce type de littoral abrite en effet une forte biodiversité et contribue à une grande part de la production biologique du Saint-Laurent. Ces écosystèmes offrent en plus une valeur paysagère, économique et une sécurité alimentaire à notre société. Ils participent à la stabilisation du littoral et agissent comme zones tampons, en réduisant ainsi les risques de catastrophes naturelles ou en atténuant les effets des changements climatiques, notamment par leurs contributions à la fixation de carbone par les herbiers marins.

Les lacs fluviaux, les lagunes, les archipels, les baies sont autant d'exemples de milieux aquatiques peu profonds qui peuvent abriter des écosystèmes tels que les herbiers aquatiques d'eau douce ou d'eau salée, les bancs de macroalgues (tels que les laminaires) et les bancs coquilliers (tel que ceux de mye et de moule).

4.4.1 Herbiers aquatiques

Les herbiers aquatiques sont des écosystèmes essentiels à la santé du Saint-Laurent. En plus de représenter une grande partie de la diversité végétale observée dans le Saint-Laurent, ils constituent des habitats nécessaires à plusieurs espèces animales pour achever, en tout ou en partie, leur cycle de vie. Les herbiers aquatiques offrent à plusieurs espèces de poissons des abris, de la nourriture, des sites de reproduction ou des aires d'alevinage.

En retour, les poissons prédateurs comme le grand brochet (*Esox lucius*) et certains oiseaux comme le grand héron (*Ardea herodias*) ou le cormoran à aigrette (*Phalacrocorax auritus*) utilisent ces habitats riches comme garde-manger. D'autres espèces d'oiseaux utilisent ces milieux à certains moments de l'année, comme les oiseaux migrateurs tels que la grande oie des neiges (*Chen caerulescens atlantica*) ou d'autres espèces de sauvagine, pour se nourrir ou s'abriter. Plusieurs communautés d'invertébrés (p. ex., larves d'insectes, crustacés, etc.) et de zooplancton abondent également dans les herbiers aquatiques où ils trouvent des refuges et des zones de reproduction ou d'alimentation. Il s'agit d'habitats exceptionnels où la faune et la flore foisonnent.

Les herbiers aquatiques (surtout submergés) modifient l'hydrodynamisme du Saint-Laurent en influençant la répartition spatiale des courants et des masses d'eau. La croissance des plantes ainsi que la succession des espèces durant l'année ont un effet sur les niveaux d'eau et les schémas d'écoulement (Talbot, 2006). Au lac Saint-Pierre, les plantes peuvent hausser le niveau de l'eau jusqu'à 50 cm en amont et certains chenaux d'écoulement préférentiel (sans plantes) se forment chaque été (Morin, 2001). De plus, les herbiers submergés peuvent modifier la vitesse du courant, briser les vagues, limiter l'érosion, filtrer les matières en suspension ou retenir les sédiments.

Diverses pressions agissent sur les herbiers aquatiques. Pensons notamment à l'artificialisation des berges, à l'agriculture ou à la navigation de plaisance ou commerciale. Étant donné leur importance pour de nombreuses espèces animales et par la diversité végétale qu'ils créent, les herbiers aquatiques constituent des milieux à protéger dans le Saint-Laurent. Le type de déversement (huiles, pétroles bruts, etc.), l'étendue de l'incident, l'exposition aux vagues, le degré de contamination des sédiments, la période de l'année et la sensibilité interspécifique végétale sont les principaux facteurs qui déterminent la gravité des conséquences d'un incident maritime sur les herbiers aquatiques (Michel et Rutherford, 2013). Même si les plantes peuvent récupérer rapidement, parfois en une seule saison de croissance, il n'en demeure pas moins qu'un incident maritime peut réduire la superficie des herbiers aquatiques et avoir des conséquences majeures pour le cycle de vie de plusieurs espèces animales qui les utilisent.

Les cartes présentées dans ce document offrent quelques exemples utilisant des données modélisées ou des relevés réels de la végétation. Le choix a été fait de ne pas combiner les sources de données dans une même couche d'information, puisque plusieurs années séparent les études et qu'elles ne représentent pas nécessairement la même zone dans le Saint-Laurent.

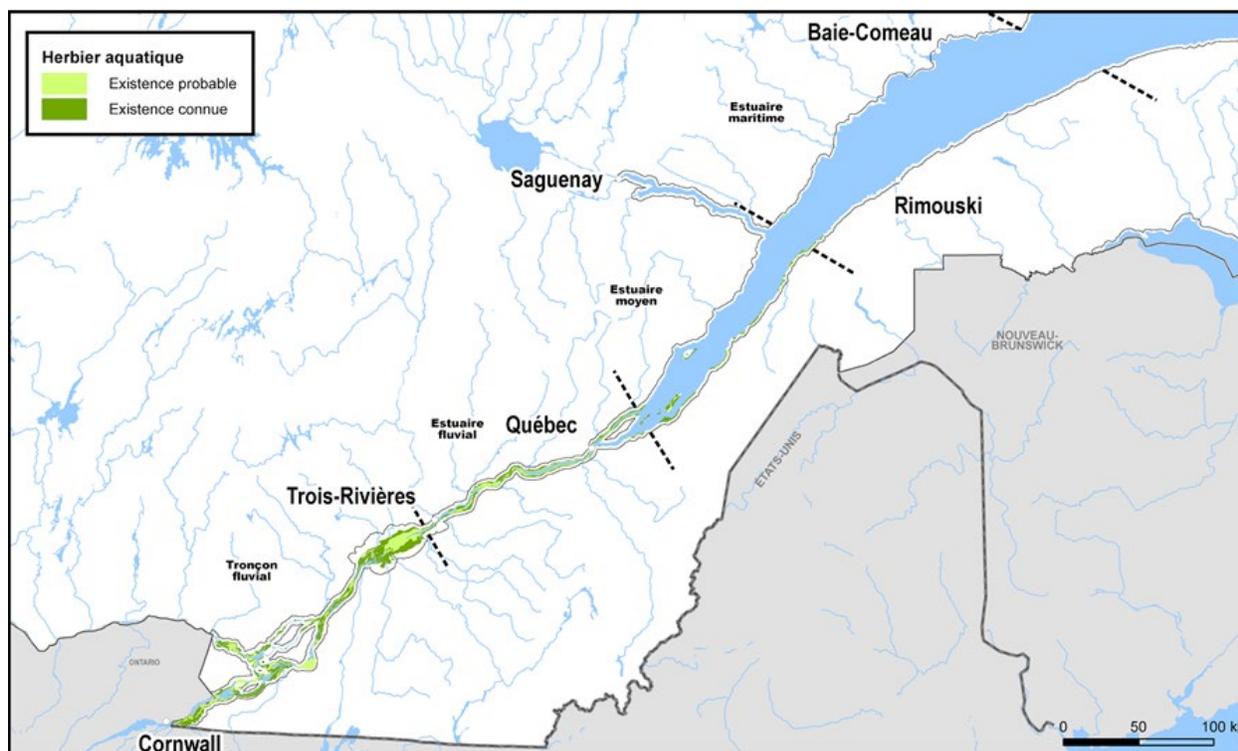
La première source d'information représente les herbiers aquatiques du tronçon fluvial à l'estuaire maritime inventoriés en 1975, distinguant l'existence probable et connue des plantes (figure 17; Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent, 1975). Environ 1 150 km² d'herbiers ont été répertoriés, dont la majorité, 71 %, se situe dans le tronçon fluvial. De ces 1 150 km², 70 % correspondent à une superficie de plantes connue à l'époque. Comparés à la superficie de zones propices à l'établissement d'herbiers aquatiques (0 à 10 m de profondeur), les herbiers recensés en 1975 recouvrent 79 % du tronçon fluvial propice, 48 % de l'estuaire fluvial et 6 % de l'estuaire moyen.

La seconde source d'information est plus récente (1997), mais sur une aire géographique plus restreinte, et comprend trois classes de densité de plantes, soit très dense, moyennement dense et peu dense (une partie du tronçon fluvial, entre Montréal et le lac Saint-Pierre, figure 18; Côté, 2003). Près de 45 km² d'herbiers ont été intégrés, exclusivement dans le tronçon fluvial. Jusqu'à 54 % de cette superficie était couverte d'herbiers denses (catégories A+ et A dans Côté, 2003), 26 % d'herbiers moyennement denses (catégories B) et le reste (20 %) contenait des herbiers peu denses (catégories C, rare ou P).

Une troisième source d'information représente une modélisation du biovolume végétal pour une petite portion dans le chenal sud de l'île d'Orléans (données modélisées par Biobase de Navico, mais modifiées en quatre classes de biovolume, soit < 5 %, 5 à 33 %, 34 à 66 % et 67 à 100 %; figure 19). Plus le biovolume est élevé, plus les plantes aquatiques occupent un grand espace dans la colonne d'eau.

Finalement, la dernière source d'information présentée illustre un ensemble de plus de 4 500 points où des relevés végétaux ont été effectués dans le cadre des inventaires ichtyologiques menés de 1990 à 2019, avec les mêmes classes de densité présentées précédemment, mais incluant des relevés sans plantes (dans l'annexe cartographique uniquement). Comme pour les autres sources, la majorité des données se trouve dans le tronçon fluvial.

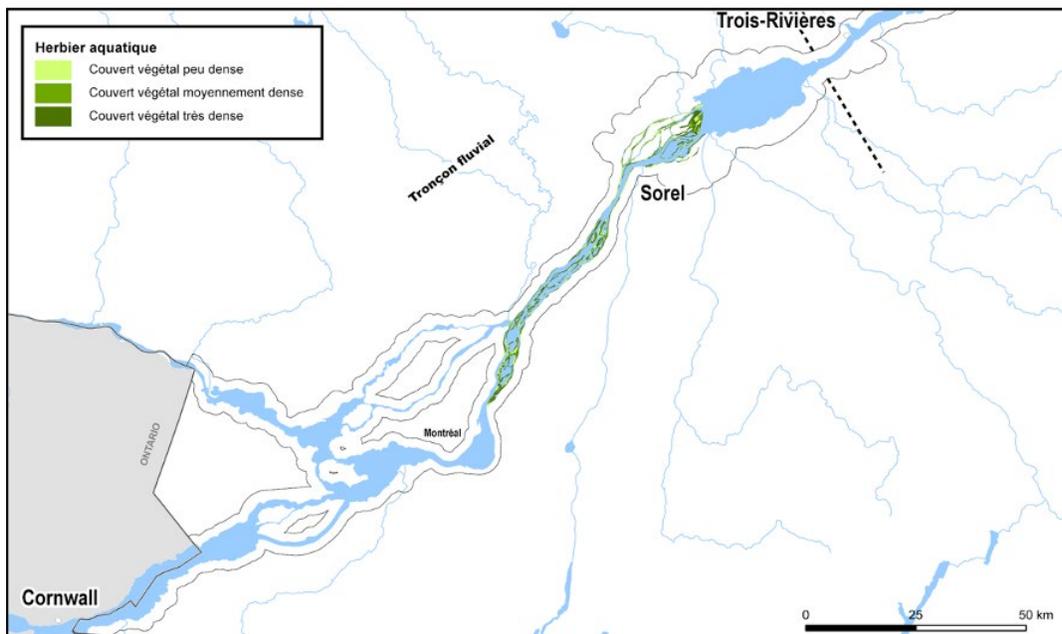
Ces données montrent l'apport que peuvent fournir les estimations ponctuelles de la végétation aquatique et seront très utiles si les représentations cartographiques sont éventuellement développées à l'échelle des espèces les plus abondantes comme la vallisnérie d'Amérique (*Vallisneria americana*), plusieurs potamots (p. ex., *Potamogeton pectinatus*, *P. perfoliatus*, *P. richardsonii*), l'élodée du Canada (*Elodea canadensis*) ou l'hétéranthère litigieuse (*Heteranthera dubia*). Cependant, un travail d'intégration devra être fait pour définir une manière de considérer l'évolution des plantes aux échelles intra-annuelle et interannuelle. De plus, comme les inventaires ichtyologiques sont rarement réalisés dans les herbiers très denses, cette catégorie est sous-représentée dans cette couche d'information. Ainsi, 37% des relevés ne comportaient aucune plante, 25% avaient peu de plantes, 24% avaient un couvert moyennement dense et seulement 14% affichaient une forte densité végétale. D'autres sources de données seront intégrées au portrait au cours des prochains mois (voir l'annexe A).



Source de données : Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent (1975).

Figure 17.

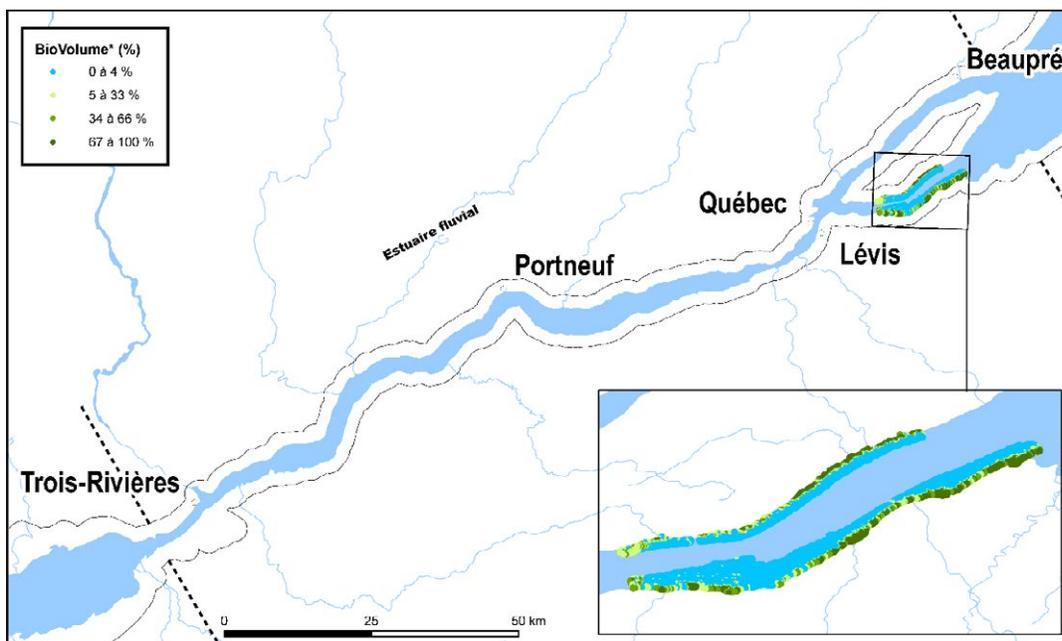
Répartition des herbiers aquatiques entre le tronçon fluvial et l'estuaire maritime selon des observations effectuées en 1975.



Source de données : Côté (2003).

Figure 18.

Répartition des herbiers aquatiques dans le tronçon fluvial, entre Montréal et le lac Saint-Pierre, selon des relevés effectués en 1997 et pour lesquels une modélisation a été effectuée.



Note : Le biovolume végétal a été modélisé par Biobase de Navico à partir de relevés sonar effectués par le Groupe BC2 pour le compte du MFFP.
Source de données : MFFP (2020c).

Figure 19.

Répartition du biovolume végétal dans une portion du chenal sud de l'île d'Orléans de l'estuaire fluvial, en 2019.

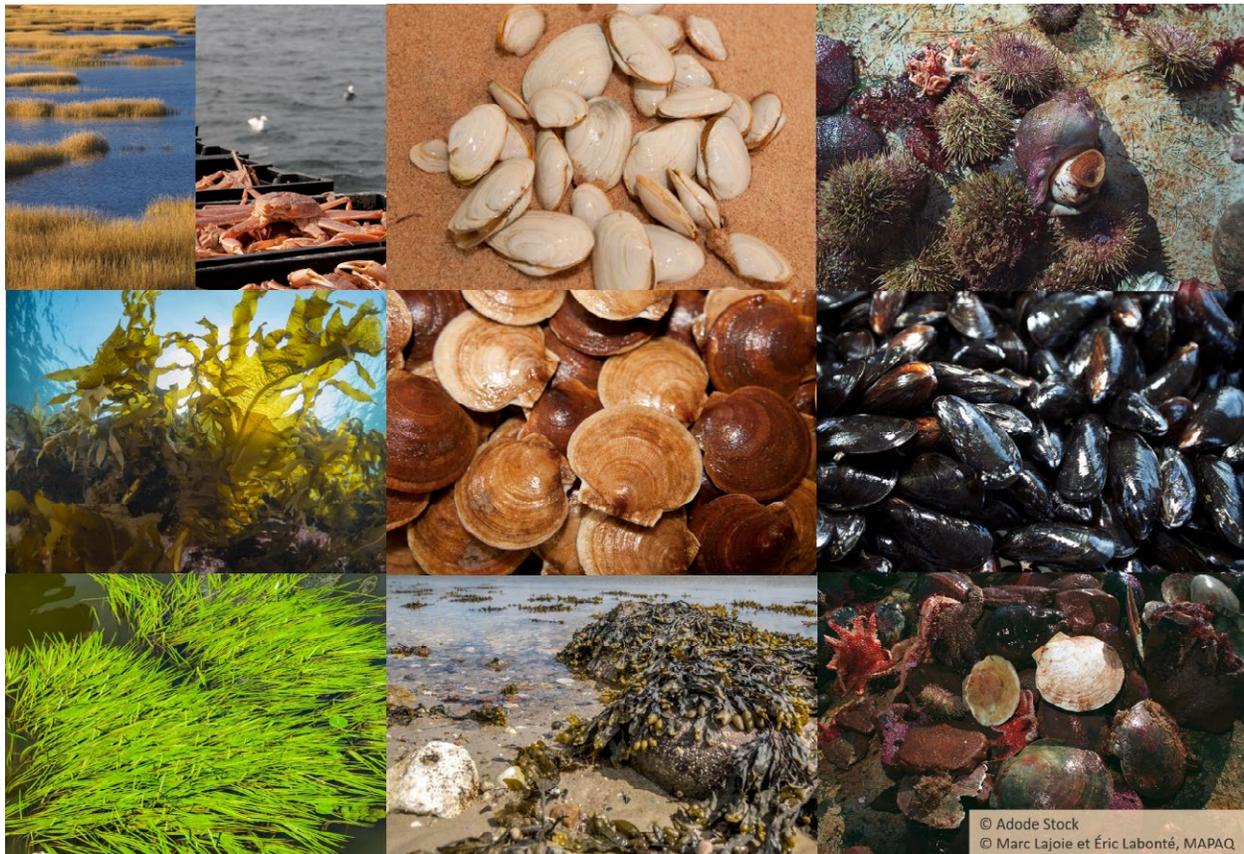
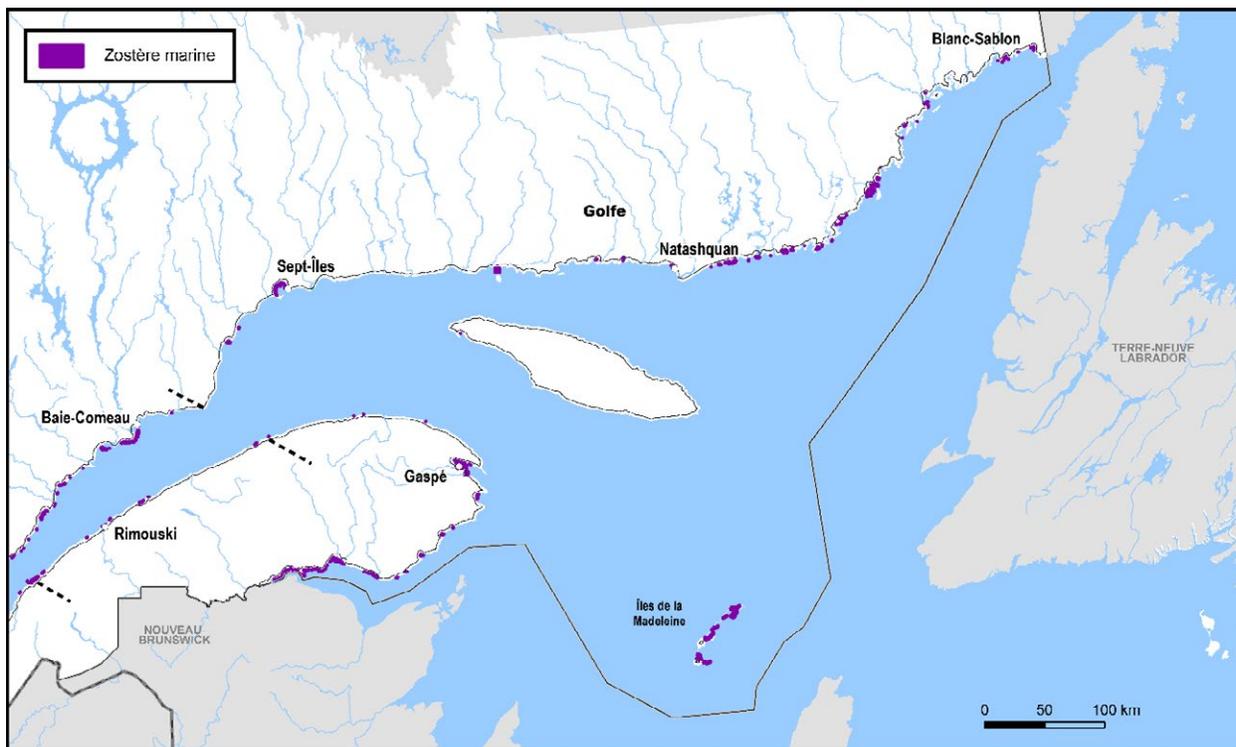


Figure 20.

Représentation partielle de la végétation et de la faune benthique des milieux aquatiques peu profonds du Saint-Laurent.

Du côté de l'estuaire maritime et du golfe, deux espèces dominent les herbiers aquatiques dans les milieux meubles : la spartine alterniflore (*Spartina alterniflora*) et la zostère marine (figure 20). Elles constituent des habitats sous-marins importants dans la zone salée du Saint-Laurent (Chabot et Rossignol, 2003) et forment des peuplements dans les milieux calmes, sur un substrat de vase ou de sable. Les deux espèces produisent des rhizomes qui s'enfoncent et consolident le substrat. Dans les milieux meubles, il s'agit d'un des rares points d'ancrage au-dessus du fond. La spartine alterniflore vit seulement dans la zone intertidale et forme des herbiers émergés (Chabot et Rossignol, 2003) qui favorisent la sédimentation et servent de brise-vague. La zostère marine, quant à elle, forme de véritables prairies sous-marines (figure 21) qui servent d'abris, de lieux de reproduction ou d'alimentation à plusieurs espèces marines. Dans le Saint-Laurent, la zostère marine pousse généralement dans moins de 2 m d'eau (CREGIM, 2016). La zostère a besoin d'eau claire pour croître, donc elle est sensible à la baisse de lumière entraînée par l'augmentation de la turbidité de l'eau. La mise à jour de la cartographie des écosystèmes végétaux du littoral, y compris de la zostère, fait l'objet d'un projet d'envergure, mené par le Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières de l'UQAR, le MELCC et le MPO, qui a débuté en 2016 et prendra fin en 2021.



Source de données : MPO (2019a).

Figure 21.

Répartition de la zostère marine dans l'estuaire maritime et le golfe du Saint-Laurent selon une revue de la littérature de 1987 à 2009.

4.4.2 Bancs de macroalgues

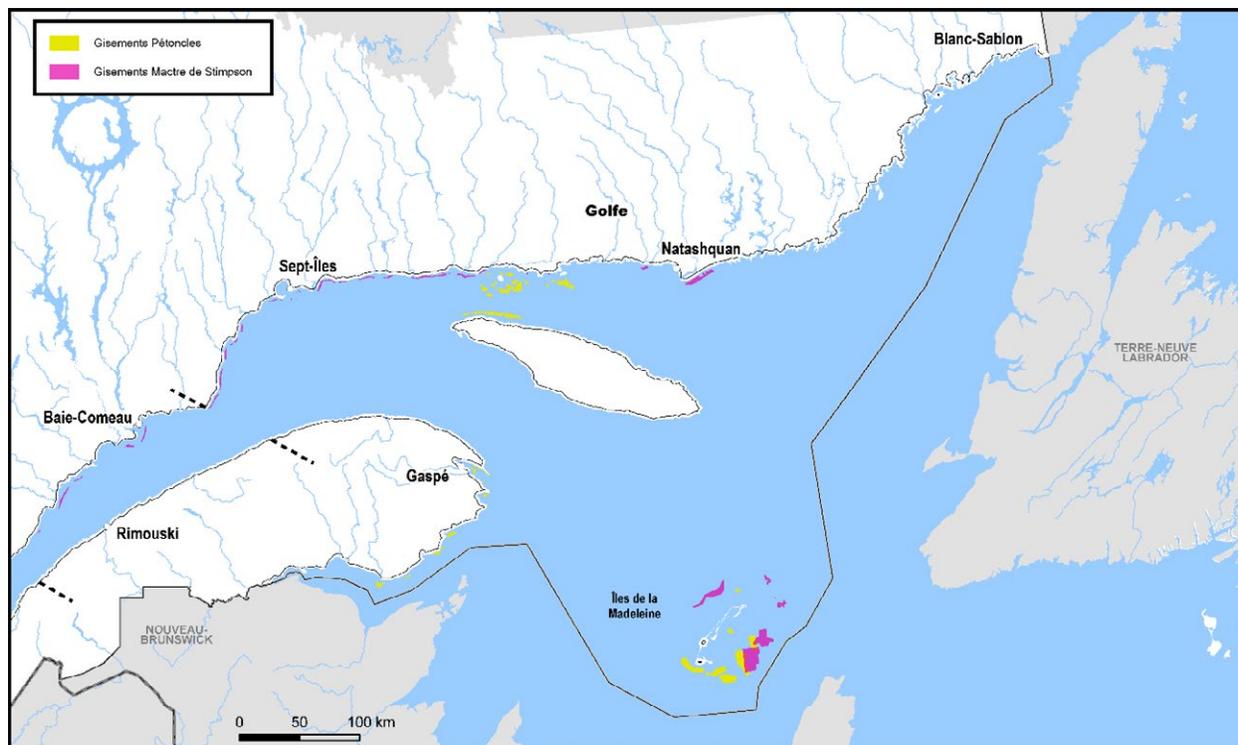
Le Saint-Laurent abrite de vastes étendues d'herbiers, de marais et de peuplements monospécifiques (Cardinal, 1990; Chabot et Rossignol, 2003; Tamigneaux et Johnson, 2016). Ces végétaux colonisent les milieux médiolittoraux et infralittoraux (Chabot et Rossignol, 2003; Merzouk, 2016; Tamigneaux et Johnson, 2016; Desjardins et coll., 2018). Le Saint-Laurent compte 240 espèces de macroalgues le long du littoral québécois (Chabot et Rossignol, 2003). Ces bancs se situent généralement à des profondeurs inférieures à 20 m où ils trouvent suffisamment de lumière pour la photosynthèse et un substrat stable et rocheux auquel se fixer (Tamigneaux et Johnson, 2016). Ainsi, avec ses côtes rocheuses, l'estuaire maritime et le golfe du Saint-Laurent abritent de nombreux bancs d'algues qui jouent un rôle essentiel dans le fonctionnement de l'écosystème. Dans la zone ballotée par les marées ou les courants littoraux, les espèces d'algues qui sont munies de crampons ou de disques peuvent se fixer sur les substrats rocheux et les autres substrats solides, formant ainsi des thalles qui complexifient la structure de l'habitat, favorisant du même coup la microfaune qui s'y loge et l'implantation d'une macrofaune. Les littoraux rocheux du Saint-Laurent sont largement dominés par les Fucacées dans la zone intertidale et par les Laminariacés et les Alariées dans la zone infralittorale (figure 20; Chabot et Rossignol, 2003).

Les bancs de laminaires et les algueraies offrent des services écosystémiques analogues à ceux décrits pour les herbiers aquatiques (section 4.4.1). Leur apport le plus évident est leur contribution à la production primaire locale qui les place à la base du réseau alimentaire. Ces bancs sont aussi des habitats essentiels aux écosystèmes littoraux qui abritent une grande variété de poissons et d'invertébrés. Leur présence atténue l'effet des tempêtes qui peut être dévastateur en ce qui a trait à l'érosion des berges. Évidemment, leur position et leur sédentarité benthique les exposent à un risque élevé de contamination par contact direct en cas d'incident maritime. Enfin, il convient de noter que la vulnérabilité des plantes et des algues marines varie en fonction de l'espèce (Desjardins et coll., 2018).

4.4.3 Bancs coquilliers

Les zones littorales et infralittorales du Saint-Laurent abritent une diversité de bancs coquilliers qui fait partie du patrimoine naturel et culturel du Québec. Les mollusques du littoral de l'estuaire moyen, de l'estuaire maritime et du golfe comptent 179 espèces de bivalves, 118 espèces de gastéropodes et 10 espèces de céphalopodes (Chabot et Rossignol, 2003). Certains vivent sur le substrat (épibenthique) comme les moules bleues (*Mytilus edulis*; figure 20) dont les individus sont munis d'un système d'ancrage (Chabot et Rossignol, 2003; Nozair et Bérubé, 2003). D'autres vivent enfouis dans les sédiments (endobenthiques) comme les myes communes (*Mya arenaria*; figure 20). Plusieurs espèces y sont récoltées, de manière récréative, culturelle (cueillette) ou commerciale depuis le littoral ou encore en embarcation lorsqu'elles se trouvent en profondeur (figure 22) et qu'elles forment des gisements commerciaux comme les pétoncles géants et d'Islande (*Placopecten magellanicus* et *Chlamys islandica*; figure 20) ainsi que les mactres de Stimpson (*Mactromeris polynyma*). Ces invertébrés servent aussi de nourriture au réseau trophique du Saint-Laurent. Parmi cette diversité (figure 22), on trouve également la mye tronquée (*Mya truncata*), la petite macoma (*Macoma baltica*), le couteau droit (*Ensis directus*), le buccin commun (*Buccinum undatum*; figure 20), la palourde de l'Atlantique (*Spisula solidissima*), la mactre d'Amérique (*Spisula solidissima*) et l'huître d'Amérique (*Crassostrea virginica*). Ces invertébrés benthiques se trouvent à différents étages du littoral en raison de la compétition interspécifique et des ressources essentielles propres à chacune des espèces.

L'étage médiolittoral et les organismes qui s'y trouvent seraient plus touchés par l'exposition à une nappe de pétrole que l'étage infralittoral (Kaas, 1980; Lewis et Pryor, 2013; Desjardins et coll., 2018). Il existe de nombreuses lacunes quant aux connaissances sur les effets directs d'une exposition à un polluant liés à l'écologie et à la biologie des espèces d'invertébrés du Saint-Laurent (Gouvernement du Québec, 2015). Un travail important a toutefois été effectué par Desjardins et ses collaborateurs (2018) concernant la vulnérabilité des différentes espèces du milieu marin à une exposition directe à un déversement d'hydrocarbures.



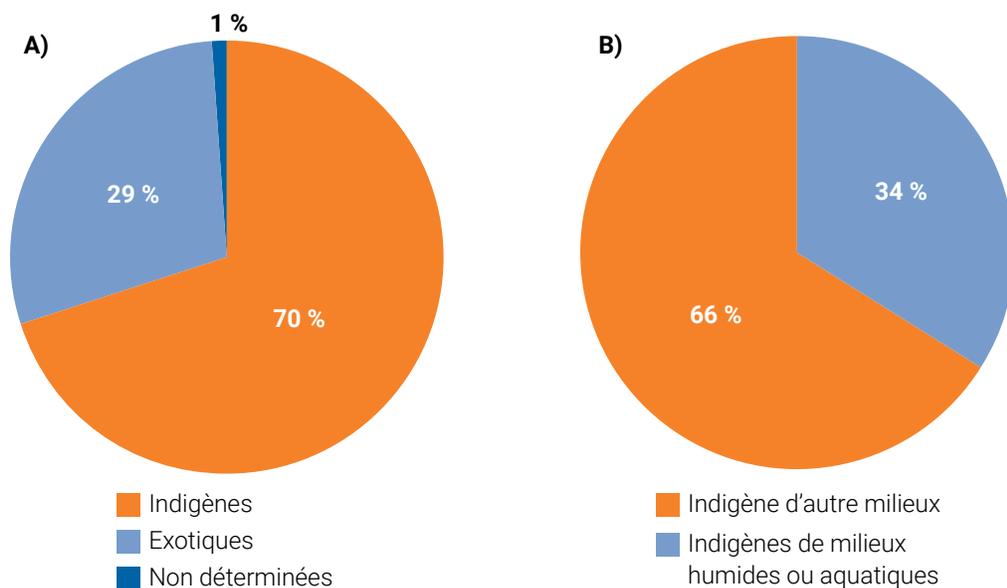
Source de données : MPO (2019b, c).

Figure 22.

Répartition des gisements de pétoncles géants, de pétoncles d'Islande et de mactres de Stimpson dans l'estuaire maritime et le golfe du Saint-Laurent.

4.5 Flore

Tous les milieux naturels littoraux et aquatiques peu profonds possèdent une richesse floristique importante. Le Québec jouit d'une flore vasculaire diversifiée comportant 2 915 espèces, dont 2 047 espèces sont indigènes, c'est-à-dire des espèces croissant naturellement au Québec (Brouillet et coll., 2010; figure 23A). De ce grand ensemble d'espèces vasculaires au Québec, 741 espèces, dont 693 sont indigènes, requièrent un habitat humide ou aquatique peu profond pour leur survie (MELCC, 2020b). Ces espèces sont dites « obligées » ou « facultatives » des milieux humides (MDDELCC, 2014). Cela implique donc qu'environ 34 % des espèces vasculaires indigènes du Québec dépendent de milieux humides ou aquatiques peu profonds pour leur survie (figure 23B).



Source de données : MELCC (2020b).

Figure 23.

A) Proportion d'espèces floristiques indigènes et exotiques au Québec; B) Proportion d'espèces de milieux humides (obligées ou facultatives) indigènes du Québec.

Vingt-et-une espèces floristiques endémiques, c'est-à-dire qu'elles ne se trouvent nulle part ailleurs dans le monde, sont établies dans la zone d'étude, soit 78 % de celles présentes au Québec (tableau 10). Cette caractéristique leur confère une valeur de conservation inestimable, puisque leur perte signifie l'extinction définitive d'éléments de la biodiversité mondiale. En tant qu'écosystème aquatique peu profond, le Saint-Laurent contribue remarquablement à la diversité végétale du Québec. L'endémisme des espèces répertoriées au Québec est caractérisé par trois types d'étendue, soit exclusif au Québec, exclusif au Canada ou alors exclusif à l'Amérique du Nord (Canada-États-Unis). Neuf de ces espèces floristiques endémiques vivent en milieux humides (tableau 10, figures 24 et 25). Parmi celles-ci, trois d'entre elles ne se trouvent qu'au Québec, quatre qu'au Canada et deux sont multinationales (Canada-États-Unis) (MELCC 2020b).

En complément, les plantes invasculaires indigènes, représentées par les algues, les mousses et les hépatiques, sont beaucoup plus nombreuses et estimées à 4 000 espèces (MDDELCC, 2014). Elles restent toutefois moins bien répertoriées que les plantes vasculaires, composées d'arbres, d'arbustes et de plantes herbacées.

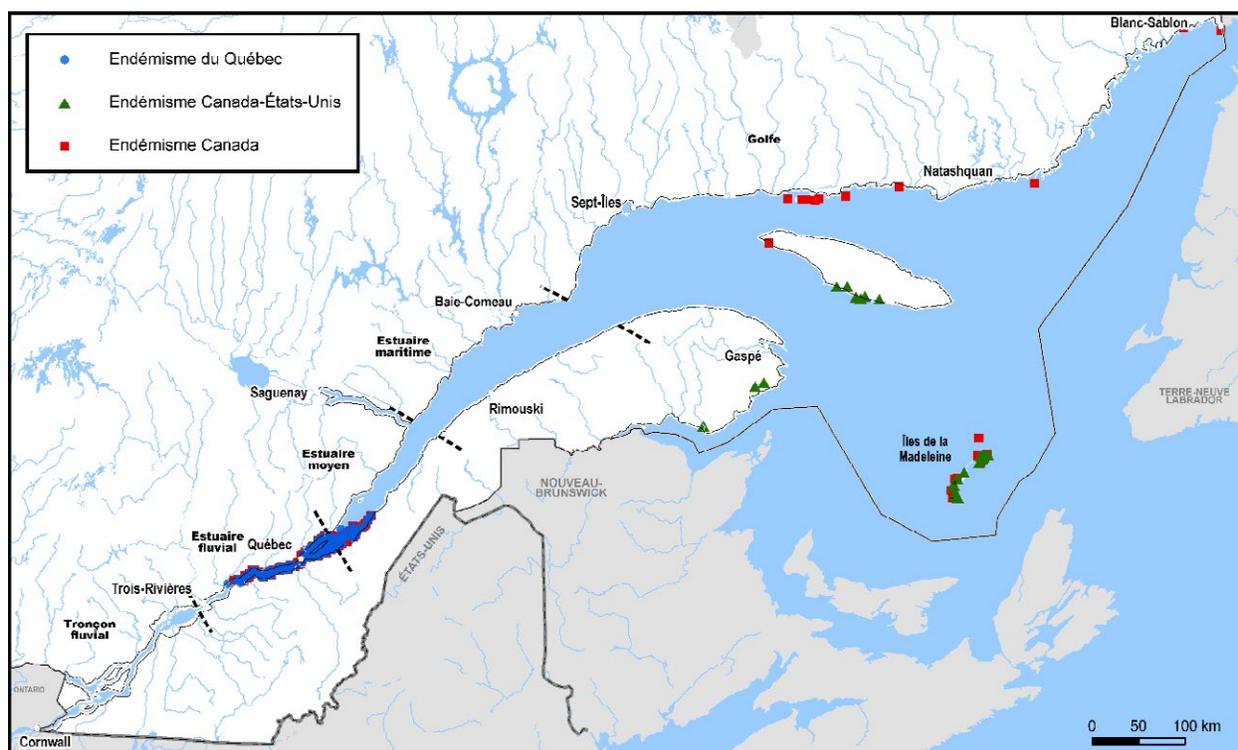
Tableau 10.

Liste des espèces endémiques végétales établies dans la zone d'étude.

Nom commun	Nom scientifique	Statut LEMV	Type d'endémisme	Étendue de l'endémisme	Milieus humides
Arabette du Québec	<i>Boechea quebecensis</i>	Menacée	Golfe du Saint-Laurent	Exclusive au Québec	-
Sabline des grèves	<i>Sabulina litorea</i>	Susceptible	Golfe du Saint-Laurent	Exclusive au Québec	-
Aubépine du Canada	<i>Crataegus canadensis</i>	Susceptible	Tronçon fluvial, basses terres du Saint-Laurent	Exclusive au Québec	-
Carex à épis regroupés	<i>Carex deweyana</i> var. <i>collectanea</i>	Retirée	Golfe du Saint-Laurent	Exclusive au Québec	-
Cicutaire de Victorin	<i>Cicuta maculata</i> var. <i>victorinii</i>	Menacée	Estuaire du Saint-Laurent	Exclusive au Québec	Obligée
Gentiane de Victorin	<i>Gentianopsis virgata</i> subsp. <i>victorinii</i>	Menacée	Estuaire du Saint-Laurent	Exclusive au Québec	Obligée
Isoète du Saint-Laurent	<i>Isoetes laurentiana</i>	Non suivie	Estuaire du Saint-Laurent	Exclusive au Québec	Obligée
Arnica de Griscom	<i>Arnica griscomii</i> subsp. <i>griscomii</i>	Menacée	Golfe du Saint-Laurent	Canada	-
Astragale de Fernald	<i>Astragalus robbinsii</i> var. <i>fernaldii</i>	Menacée	Golfe du Saint-Laurent	Canada	-
Drave à graines imbriquées	<i>Draba pycnosperma</i>	Menacée	Golfe du Saint-Laurent	Canada	-
Pissenlit du golfe du Saint-Laurent	<i>Taraxacum laurentianum</i>	Susceptible	Golfe du Saint-Laurent	Canada	-
Cypripède à pétales plats	<i>Cypripedium parviflorum</i> var. <i>planipetalum</i>	Retirée	Golfe du Saint-Laurent	Canada	-
Aster du golfe Saint-Laurent	<i>Symphyotrichum laurentianum</i>	Menacée	Golfe du Saint-Laurent	Canada	Facultative
Cranson tridactyle	<i>Cochlearia tridactylites</i>	Susceptible	Golfe du Saint-Laurent	Canada	Facultative
Zizanie naine	<i>Zizania aquatica</i> var. <i>brevis</i>	Retirée	Estuaire du Saint-Laurent	Canada	Obligée
Épilobe à graines nues	<i>Epilobium ciliatum</i> subsp. <i>ciliatum</i> var. <i>ecomosum</i>	Retirée	Estuaire du Saint-Laurent	Canada	Obligée
Pissenlit à lobes larges	<i>Taraxacum latilobum</i>	Susceptible	Golfe du Saint-Laurent	Canada-États-Unis	-
Aster d'Anticosti	<i>Symphyotrichum anticostense</i>	Menacée	Golfe du Saint-Laurent	Canada-États-Unis	Facultative

Nom commun	Nom scientifique	Statut LEMV	Type d'endémisme	Étendue de l'endémisme	Milieus humides
Bident différent	<i>Bidens heterodoxa</i>	Susceptible	Golfe du Saint-Laurent	Canada–États-Unis	Obligée
Antennaire décorative	<i>Antennaria pulcherrima subsp. eucosma</i>	Retirée	Golfe du Saint-Laurent	À déterminer	–
Genévrier des îles de la Madeleine	<i>Juniperus communis</i> var. <i>megistocarpa</i>	Retirée	Golfe du Saint-Laurent	À déterminer	–

Source : MELCC (2020b).



Source de données : MELCC (2020b).

Figure 24.

Répartition des neuf espèces endémiques végétales de milieux humides établies dans la zone d'étude.

Les herbiers aquatiques (section 4.4.1) et les milieux humides (étangs, marais, marécages et tourbières; section 4.3.2) du Saint-Laurent abritent une végétation abondante et diversifiée. Certaines espèces dominent les paysages et sont bien réparties dans la zone d'étude, alors que d'autres sont rares et localisées (voir espèces floristiques à statut précaire; section 4.6).



Figure 25. Représentation des espèces floristiques endémiques de milieux humides établies dans la zone d'étude.

4.6 Espèces à statut : floristiques et fauniques

Au Québec, les espèces fauniques et leurs habitats bénéficient d'une protection légale en vertu de la *Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune*. La *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables* ajoute la protection de la flore comme enjeux de conservation de la biodiversité du Québec. De plus, à la suite de l'adoption de la LEMV, le CDPNQ a été créé en 1988. Ayant pour mission de recueillir, de consigner, d'analyser et de diffuser l'information sur les éléments de la biodiversité, le système de gestion de données du CDPNQ comprend plus de 12 500 occurrences dont la plupart concernent des espèces en situation précaire. Parmi celles-ci, 508 plantes et 169 animaux vertébrés et invertébrés (CDPNQ, 2020) sont dénombrés. Les données d'occurrence regroupent différentes observations et les résumet sous forme de surface, tandis que les points d'observation représentent les observations individuelles pour chaque instance. Les données du CDPNQ permettent d'établir les priorités de conservation souvent en fonction d'une analyse des menaces guettant chacune des espèces. Depuis 2014, le CDPNQ est géré conjointement par le MFFP et le MELCC.

Environ 11 % des espèces vasculaires du Québec sont en situation précaire, soit 315 espèces (figure 26A) (MELCC, 2020b). La zone d'étude contient environ 64% de ces espèces, soit 197. Parmi ces dernières, environ 28 % vivent en milieux humides ou aquatiques peu profonds (figure 26B).

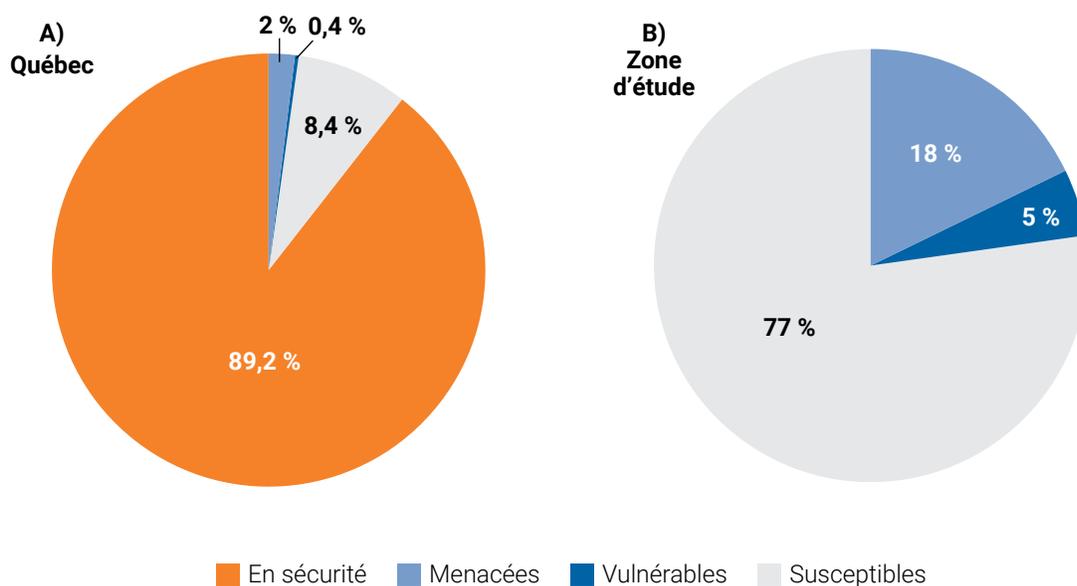


Figure 26.

Proportion des statuts des espèces floristiques (CDPNQ) : A) Espèces floristiques du Québec (total de 2 915); B) Espèces floristiques à statut précaire dans la zone d'étude (total de 315).

Dans le contexte de la gestion d'incidents maritimes, il est pertinent de trier les occurrences de cette base de données de manière à ne conserver que celles de haute précision de localisation (moins de 150 m). Aussi, bien qu'elles soient importantes pour la conservation, les observations historiques, extirpées ou non retrouvées au cours d'un inventaire récent ont été exclues de l'analyse. Ainsi, une fois ce tri effectué, il apparaît que la zone d'étude inclut les observations de 154 espèces floristiques à statut, dont 33 menacées, 8 vulnérables et 113 susceptibles d'être désignées comme menacées ou vulnérables. Il est important de noter que la plupart des occurrences floristiques occupent une superficie de moins de 1 km². Le tableau 11 présente la liste des espèces floristiques menacées ou vulnérables selon le tri.

Tableau 11.

Liste des espèces floristiques menacées ou vulnérables dans la zone d'étude et actuellement incluses dans la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables* du Québec (précision < 150 m; exclusion des occurrences historiques, extirpées ou non retrouvées).

Nom commun	Nom scientifique	Statut selon la LEP (Canada)
Espèces floristiques menacées selon la LEMV (Québec)		
Arabette du Québec	<i>Boechera quebecensis</i>	Non inscrite
Arisème dragon	<i>Arisaema dracontium</i>	Préoccupante
Aristide à rameaux basilaires	<i>Aristida basiramea</i>	En voie de disparition
Arnica de Griscom	<i>Arnica griscomii</i> subsp. <i>griscomii</i>	Menacée
Aster à rameaux étalés	<i>Eurybia divaricata</i>	Menacée

Nom commun	Nom scientifique	Statut selon la LEP (Canada)
Aster d'Anticosti	<i>Symphyotrichum anticostense</i>	Menacée
Aster du golfe Saint-Laurent	<i>Symphyotrichum laurentianum</i>	Menacée
Astragale de Fernald	<i>Astragalus robbinsii</i> var. <i>fernaldii</i>	Préoccupante
Carex des glaces	<i>Carex glacialis</i> – p09	Non inscrite
Carex faux-lupulina	<i>Carex lupuliformis</i>	En voie de disparition
Carmantine d'Amérique	<i>Justicia americana</i>	Menacée
Chardon écailleux	<i>Cirsium scariosum</i> var. <i>scariosum</i>	Non inscrite
Cicutaire de Victorin	<i>Cicuta maculata</i> var. <i>victorinii</i>	Préoccupante
Corème de Conrad	<i>Corema conradii</i>	Non inscrite
Cypripède œuf-de-passereau	<i>Cypripedium passerinum</i>	Non inscrite
Drave à graines imbriquées	<i>Draba pycnosperma</i>	Non inscrite
Ériocaulon de Parker	<i>Eriocaulon parkeri</i>	Non inscrite
Gaylussaquier de Bigelow	<i>Gaylussacia bigeloviana</i>	Non inscrite
Gentiane de Macoun, population de la Gaspésie	<i>Gentianopsis virgata</i> subsp. <i>macounii</i> – p11	Menacée
Gentiane de Victorin	<i>Gentianopsis virgata</i> subsp. <i>victorinii</i>	Menacée
Ginseng à cinq folioles	<i>Panax quinquefolius</i>	En voie de disparition
Lézardelle penchée	<i>Saururus cernuus</i>	Non inscrite
Listère du Sud	<i>Neottia bifolia</i>	Non inscrite
Myosotis printanier	<i>Myosotis verna</i>	Non inscrite
Orge des prés	<i>Hordeum brachyantherum</i> subsp. <i>brachyantherum</i>	Non inscrite
Orme liège	<i>Ulmus thomasii</i>	Non inscrite
Pelléade à stipe pourpre	<i>Pellaea atropurpurea</i>	Non inscrite
Podophylle pelté	<i>Podophyllum peltatum</i>	Non inscrite
Ptérospore à fleurs d'andromède	<i>Pterospora andromedea</i>	Non inscrite
Sagittaire spongieuse	<i>Sagittaria montevidensis</i> subsp. <i>Spongiosa</i>	Non inscrite
Séneçon fausse-cymbalaire	<i>Packera heterophylla</i>	Non inscrite
Vergerette de Provancher	<i>Erigeron philadelphicus</i> var. <i>provancheri</i>	Préoccupante
Verveine simple	<i>Verbena simplex</i>	Non inscrite

Nom commun	Nom scientifique	Statut selon la LEP (Canada)
Espèces floristiques vulnérables selon la LEMV (Québec)		
Ail des bois	<i>Allium tricoccum</i>	Non inscrite
Aster à feuilles de linair	<i>Lonactis linariifolia</i>	Non inscrite
Conopholis d'Amérique	<i>Conopholis americana</i>	Non inscrite
Cypripède tête-de-bélier	<i>Cypripedium arietinum</i>	Non inscrite
Érable noir	<i>Acer nigrum</i>	Non inscrite
Floerkée fausse-proserpinie	<i>Floerkea proserpinacoides</i>	Non inscrite
Goodyérie pubescente	<i>Goodyera pubescens</i>	Non inscrite
Valériane des tourbières	<i>Valeriana uliginosa</i>	Non inscrite

Note : Le statut à l'échelle fédéral (*Loi sur les espèces en péril*) est également indiqué. Les espèces susceptibles d'être désignées et candidates se trouvent à l'annexe A (tableau A1).

Sources de données : MELCC (2020b) et Gouvernement du Canada (2020b).

La répartition des espèces floristiques ou fauniques à statut est présentée dans la figure 27 ainsi que dans l'annexe cartographique (cartes 8, 24, 40, 58 et 73). La majorité des données proviennent du tronçon fluvial, un secteur sous l'influence de plusieurs pressions anthropiques (tableau 12). Les polygones du CDPNQ couvrent 81 % du tronçon fluvial, 12 % de l'estuaire fluvial et 7 % de l'estuaire moyen, contre seulement 1 % de l'estuaire maritime et du golfe.

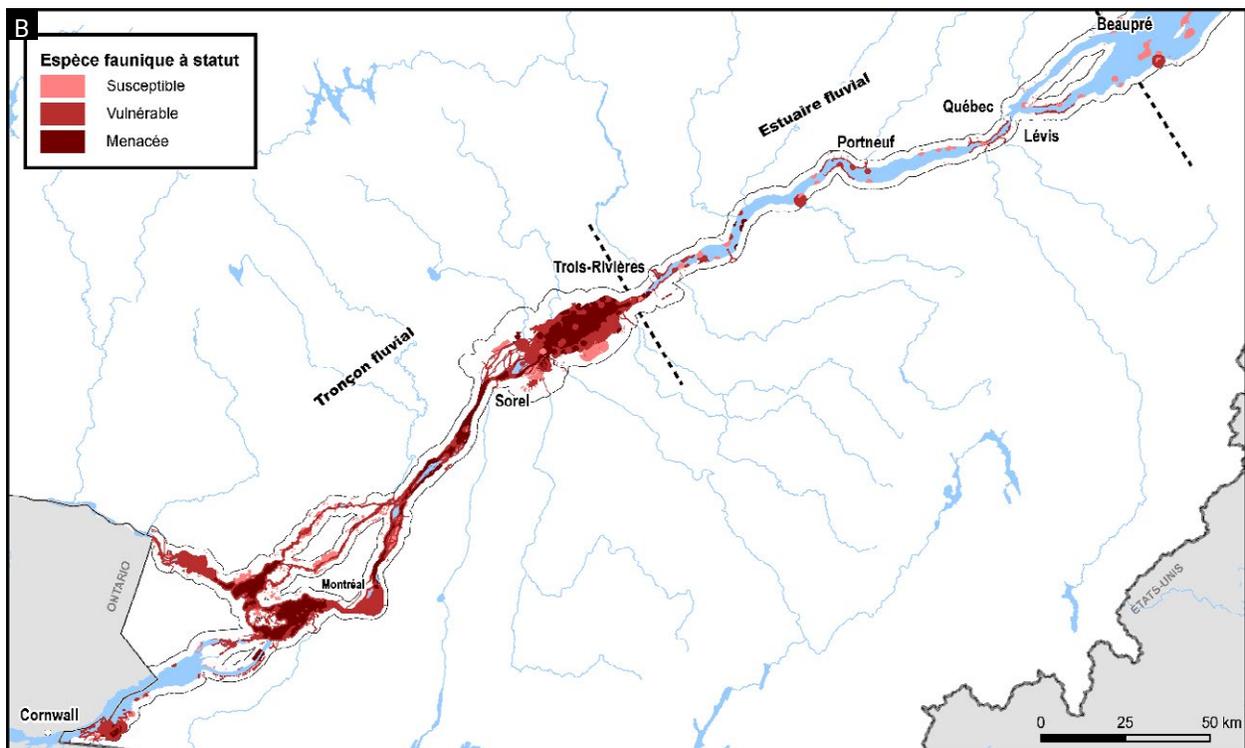
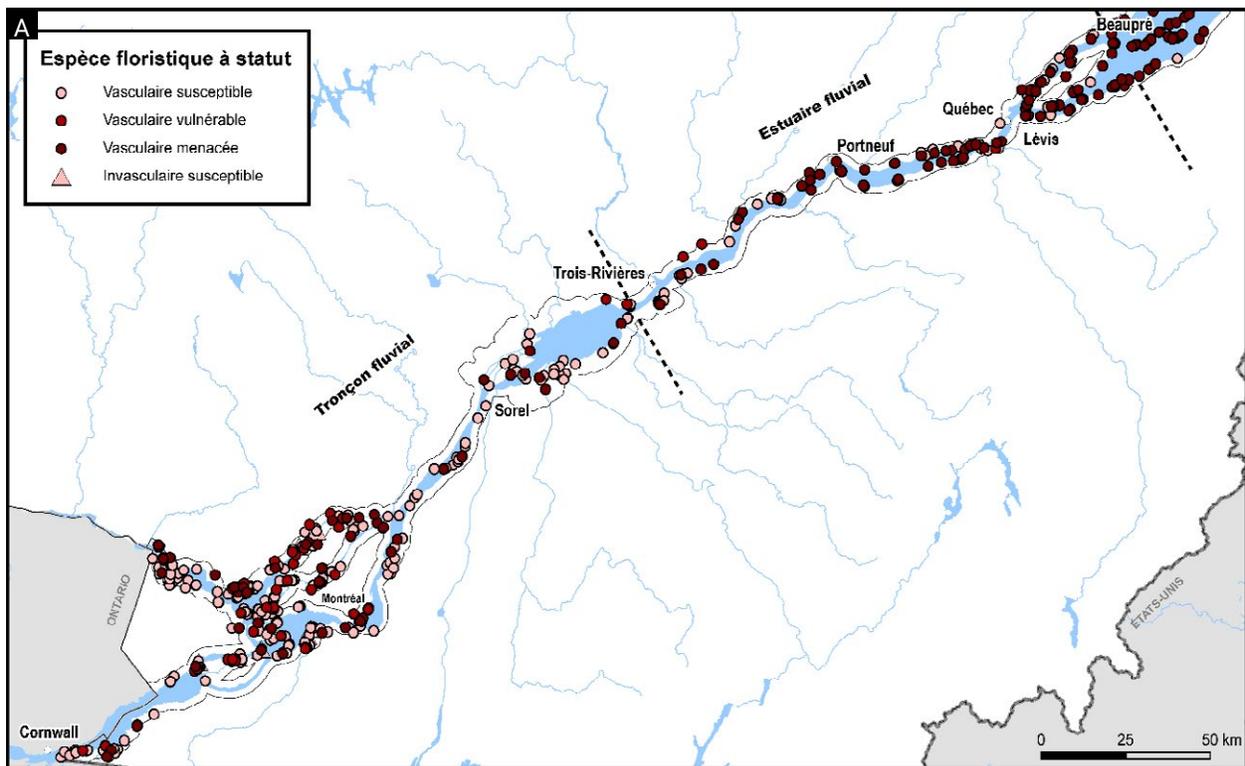
Il y a dans la zone d'étude 115 espèces fauniques à statut, dont 17 menacées, 16 vulnérables et 82 susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables (figure 28). Les espèces fauniques menacées représentent 12 % des occurrences utilisées, tandis que les espèces vulnérables et susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables comptent respectivement pour 32 % et 56 %. Le tableau 13 présente la liste des espèces fauniques avec le statut d'espèces vulnérables ou menacées.

Tableau 12.

Statistiques descriptives des occurrences fauniques et floristiques en provenance du CDPNQ par région hydrographique.

Régions hydrographiques	Nombre d'occurrences	Superficie totale des régions hydrologiques (km ²)	Superficie des polygones (km ²)	Pourcentage couvert par les polygones (%)
Tronçon fluvial	563	3 400	2 754	81
Estuaire fluvial	144	1 571	194	12
Estuaire moyen	131	4 906	363	7
Estuaire maritime	51	11 081	116	1
Golfe	228	137 716	1 060	1
Total	1 117	158 674	4 487	3

Note : La zone typiquement couverte par le MFFP à l'échelle du Saint-Laurent comprend le tronçon et l'estuaire fluvial. Il est donc normal que les données soient surreprésentées dans ces régions hydrographiques.



Sources de données : CDPNQ (2020) et MFFP (2020a).

Figure 27.

Répartition des espèces A) floristique à statut; et B) faunique à statut pour le tronçon fluvial et l'estuaire fluvial du Saint-Laurent (polygones créés à partir des occurrences du CDPNQ).

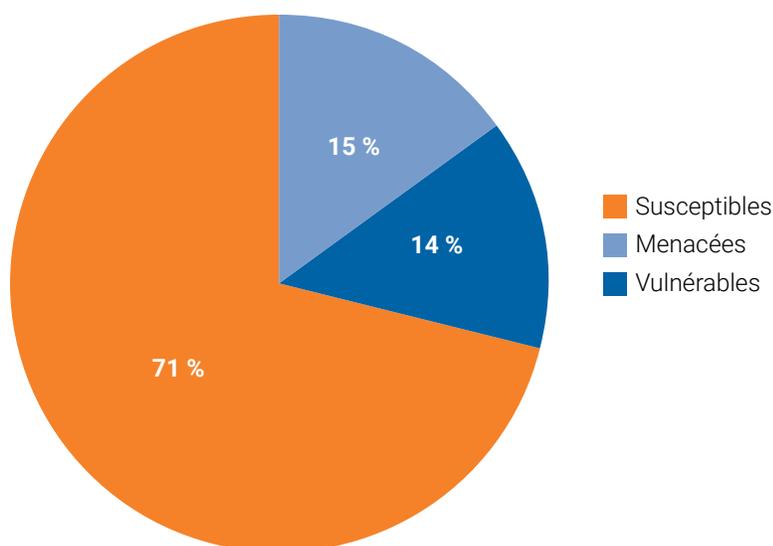


Figure 28. Proportion des 115 espèces fauniques sous la protection de la LEMV en fonction de leur statut (CDPNQ).

Tableau 13.

Liste des espèces fauniques menacées et vulnérables occupant la zone d'étude et actuellement incluses dans la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables* du Québec.

Nom commun	Nom scientifique	Statut selon la LEP (Canada)
Espèces fauniques menacées selon la LEMV (Québec)		
Béluga, population de l'estuaire du Saint-Laurent	<i>Delphinapterus leucas</i>	En voie de disparition
Chevalier cuivré	<i>Moxostoma hubbsi</i>	En voie de disparition
Dard de sable	<i>Ammocrypta pellucida</i>	Menacée
Grèbe esclavon	<i>Podiceps auritus</i>	En voie de disparition
Lamproie du Nord	<i>Ichthyomyzon fossor</i>	Préoccupante
Paruline azurée	<i>Setophaga cerulea</i>	En voie de disparition
Pic à tête rouge	<i>Melanerpes erythrocephalus</i>	Menacée
Pie-grièche migratrice	<i>Lanius ludovicianus</i>	Non inscrite
Pluvier siffleur	<i>Charadrius melodus</i>	En voie de disparition
Râle jaune	<i>Coturnicops noveboracensis</i>	Préoccupante
Satyre fauve des Maritimes	<i>Coenonympha nipisiquit</i>	En voie de disparition
Sterne caspienne	<i>Hydroprogne caspia</i>	Non en péril
Sterne de Dougall	<i>Sterna dougallii</i>	En voie de disparition

Nom commun	Nom scientifique	Statut selon la LEP (Canada)
Tortue luth	<i>Dermochelys coriacea</i>	Non active
Tortue molle à épines	<i>Apalone spinifera</i>	En voie de disparition
Tortue mouchetée	<i>Emydoidea blandingii</i>	Menacée
Tortue musquée	<i>Sternotherus odoratus</i>	Préoccupante
Espèces fauniques vulnérables selon la LEMV (Québec)		
Aigle royal	<i>Aquila chrysaetos</i>	Non en péril
Alose savoureuse	<i>Alosa sapidissima</i>	Non inscrite
Arlequin plongeur, population de l'Est	<i>Histrionicus histrionicus</i> pop. 1	Préoccupante
Chevalier de rivière	<i>Moxostoma carinatum</i>	Préoccupante
Éperlan arc-en-ciel, population du sud de l'estuaire du Saint-Laurent	<i>Osmerus mordax</i> pop. 1	Non inscrite
Faucon pèlerin <i>anatum</i>	<i>Falco peregrinus anatum</i>	Préoccupante
Fouille-roche gris	<i>Percina copelandi</i>	Préoccupante
Garrot d'Islande, population de l'Est	<i>Bucephala islandica</i> pop. 1	Préoccupante
Grive de Bicknell	<i>Catharus bicknelli</i>	Menacée
Méné d'herbe	<i>Notropis bifrenatus</i>	Préoccupante
Ours blanc	<i>Ursus maritimus</i>	Préoccupante
Petit blongios	<i>Ixobrychus exilis</i>	Menacée
Pygargue à tête blanche	<i>Haliaeetus leucocephalus</i>	Non en péril
Rainette faux-grillon de l'Ouest	<i>Pseudacris triseriata</i>	Menacée
Tortue des bois	<i>Glyptemys insculpta</i>	Menacée
Tortue géographique	<i>Graptemys geographica</i>	Préoccupante

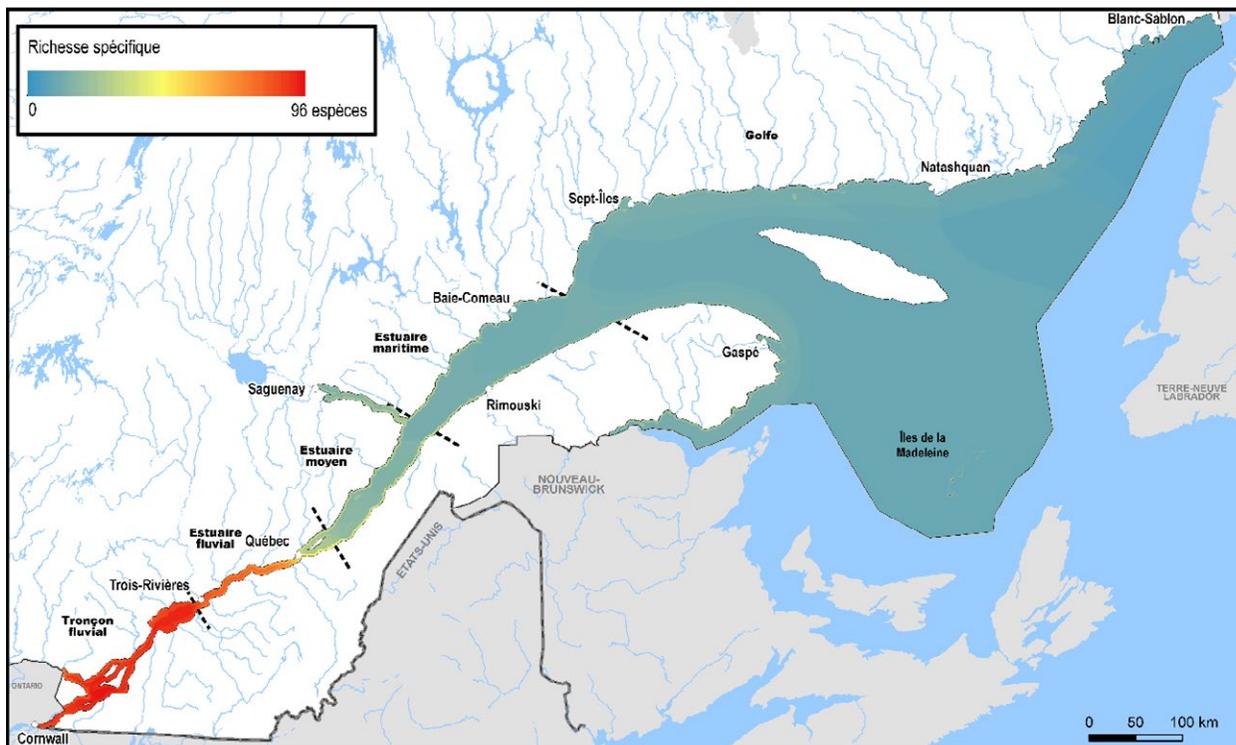
Note : Le statut à l'échelle fédérale (LEP) est également indiqué. Les espèces susceptibles et candidates se trouvent dans l'annexe A (tableau A2).

Sources de données : MFFP (2020d) et Gouvernement du Canada (2020b).

4.7 Richesse spécifique des poissons d'eau douce

Au Québec, 118 espèces de poissons d'eau douce sont répertoriées, y compris les espèces anadromes et catadromes. La grande majorité de ces espèces fréquentent les eaux de la zone d'étude. Le portrait de la richesse spécifique des poissons d'eau douce est basé sur la répartition biogéographique des espèces et adapté, lorsque possible, par des occurrences (figure 29). Les aires de répartition des espèces sont ainsi superposées pour obtenir une carte de la richesse spécifique en utilisant une grille de 10 km². Un maximum de 96 espèces différentes a été répertorié dans un pixel unique de la grille. La richesse spécifique des poissons dans le Saint-Laurent s'explique par l'hétérogénéité des habitats aquatiques (p. ex., lacs fluviaux, tronçons géomorphologiquement distincts entre les rives nord et sud, composition des masses d'eau, chenaux, rapides, etc.) et par ses connexions avec les Grands Lacs, l'océan Atlantique et ses nombreux tributaires (Mingelbier et coll., 2016; Foubert et coll., 2018). Cette richesse spécifique est illustrée par un gradient de couleur allant du bleu (aucune espèce ou quelques-unes) au rouge (un maximum d'espèces) (figure 29). La richesse spécifique la plus grande se trouve dans le tronçon fluvial, entre la

limite fluviale ouest du territoire québécois et le lac Saint-Pierre. Entre Trois-Rivières et la ville de Québec, la richesse spécifique demeure grande, mais moins qu'en amont. En aval de la ville de Québec, la richesse spécifique des poissons d'eau douce est moindre et se concentre dans les zones littorales et les embouchures de rivières, ce qui est cohérent avec l'augmentation de la salinité à partir de la pointe est de l'île d'Orléans.



Note : Les zones les plus rouges correspondent aux zones où la richesse spécifique est la plus grande.

Source de données : MFFP (2019g).

Figure 29.

Richesse spécifique des poissons d'eau douce et des espèces de poissons migratrices.

4.8 Habitats d'importance faunique

Tous les endroits nécessaires à la réalisation du cycle vital d'une espèce peuvent être considérés comme des habitats d'importance pour elle. Pour achever leur cycle de vie, les animaux doivent disposer de divers habitats permettant de répondre à leurs besoins de base, soit s'alimenter, grandir, se reproduire, s'abriter et se reposer et, nécessairement, se déplacer librement entre ces différents habitats. Comme les besoins en habitat d'une même espèce varient au cours du temps, il est important que ceux-ci soient accessibles et bien connectés grâce à des routes migratoires.

4.8.1 Poissons d'eau douce

Il existe de nombreuses sources d'information sur les habitats des poissons d'eau douce du Saint-Laurent, y compris les espèces anadromes et catadromes : des observations provenant de travaux sur le terrain, des captures provenant de divers engins de pêche, des descriptions physico-chimiques d'habitats, des inventaires standardisés récurrents ou, plus récemment, des simulations d'habitats à partir de modèles numériques. Plusieurs de ces travaux ont été effectués par le MFFP. Ces données sont d'une grande utilité pour cibler les habitats d'importance pour les poissons ainsi que les habitats plus sensibles aux perturbations. Elles servent aussi à produire divers diagnostics sur l'état de santé des populations de poissons et de leurs habitats, des analyses de risques, etc.

Les données concernant les poissons d'eau douce et leurs habitats, sous la responsabilité du gouvernement du Québec, sont de natures diverses et peuvent être regroupées dans trois grandes catégories : les données d'occurrences, les descriptions physiques et les résultats de modèles d'habitats.

Les données d'occurrences de poissons proviennent de diverses sources. Les pêches expérimentales fournissent une indication sur la présence-absence (ou l'abondance) d'une espèce pour un temps donné et un lieu précis. Certaines observations historiques sur le terrain remontent jusqu'au début du 20^e siècle, d'autres proviennent d'inventaires récurrents sur les différents secteurs du tronçon fluvial comme le Réseau de suivi ichtyologique (RSI, depuis 1995), ou dans l'estuaire (fluvial et moyen) comme le Réseau d'inventaire des poissons de l'estuaire (RIPE, depuis 2006). Lorsque ces occurrences sont utilisées en grand nombre dans des analyses, classées par espèce (ou par guildes) et éventuellement par stade de vie, il devient possible de délimiter des habitats de vie correspondant à des activités particulières telles que les zones de frayères ou d'alevinage ou encore des milieux de vie favorables aux adultes.

Les campagnes d'échantillonnage spécialisées des habitats décrivent quant à elles diverses variables physiques, chimiques ou biologiques. Ces variables correspondent classiquement, mais pas exclusivement, à la vitesse du courant, à la profondeur, à la végétation et au substrat. Selon les projets et les besoins particuliers, d'autres variables peuvent être ajoutées comme des mesures de pente, de température, d'oxygène, de turbidité (ou lumière disponible au fond de la colonne d'eau), de phytoplancton et de zooplancton ou encore de concentrations en nutriments ou en contaminants. Ces campagnes d'échantillonnage peuvent être synchronisées avec des pêches ou encore réalisées séparément et orientées en fonction du résultat de certaines pêches. Récemment, le MFFP a ajouté des prélèvements d'eau dans sa batterie d'échantillonnage dans le but d'analyser la teneur en ADN environnemental (ADNe) afin d'identifier les espèces fréquentant les milieux aquatiques (Mingelbier et coll., 2019).

En couplant les occurrences avec une description précise des variables d'habitats physiques, chimiques ou biologiques, des modèles prédictifs (qualitatifs ou statistiques) peuvent alors être développés. Lorsqu'ils sont significatifs et fiables, ces modèles permettent de projeter des cartes d'habitats potentiels d'une espèce dans diverses conditions physiques et sur un grand domaine d'étude. Avec ces techniques, il devient alors possible de reconstituer des séries historiques d'habitats ou encore de prédire des potentiels d'habitats pour des conditions futures déterminées par l'utilisateur.

Dans le présent rapport, trois grands types d'habitats importants pour les poissons ont été sélectionnés : 1) les frayères; 2) les aires d'alevinage ou nourriceries; et 3) les fosses profondes. La ZTM a aussi été désignée comme une région importante pour la production primaire et secondaire dans le Saint-Laurent.

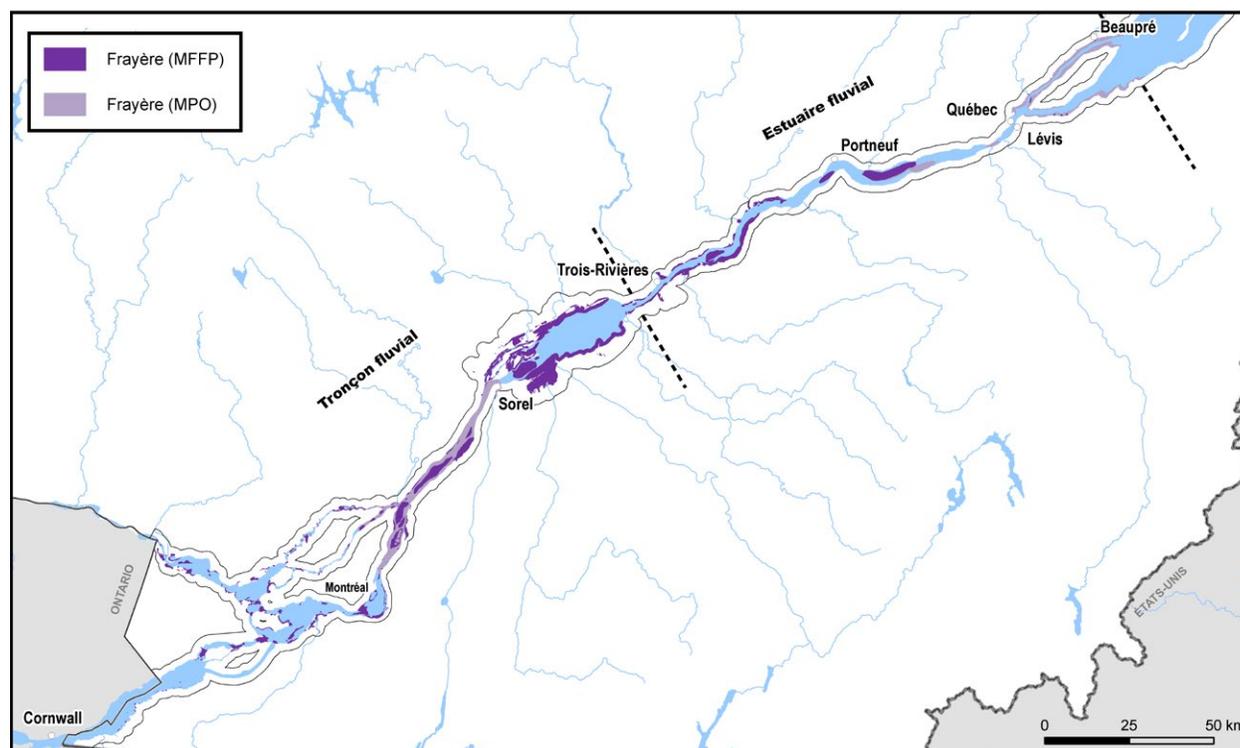
Zones de frayères et aires d'alevinage

Le cycle vital débute dans des sites propices à la reproduction, les frayères, que les poissons rejoignent en effectuant parfois de très longues migrations. Les poissons investissent généralement beaucoup d'énergie pour trouver les frayères qui leur conviennent, car elles sont indispensables au maintien de leurs populations. Les caractéristiques des frayères sont très variées : certaines espèces recherchent la végétation des zones inondées au printemps, d'autres préfèrent des hauts fonds de gravier nettoyés par les vagues, certaines frayent dans très peu d'eau, ou encore recherchent des eaux libres à fort courant. Les poissons fréquentent les frayères de quelques jours à quelques semaines par année durant des périodes variant d'une espèce à l'autre, par exemple : le grand brochet (*Esox lucius*) et la perchaude (*Perca flavescens*) en avril, les dorés jaunes et noirs (*Sander vitreus* et *S. canadensis*) en avril-mai, les achigans à grande bouche et à petite bouche (*Micropterus salmoides* et *M. dolomieu*) en mai-juin, les cyprinidés en mai-août et les salmonidés en septembre-décembre, la lotte (*Lota lota*) et le poulamon atlantique (*Microgadus tomcod*) en hiver. Cela signifie donc que le Saint-Laurent supporte des activités liées à la reproduction qui s'échelonnent sur une grande partie de l'année (principalement au printemps, en été et en hiver). Même s'il faut éviter de perturber les activités des poissons tout au long de l'année, il faut porter une attention particulière durant leur période de reproduction, car le recrutement annuel et éventuellement la survie d'une population ou d'une espèce peuvent être compromis à la suite d'une perturbation à cette étape du cycle de vie. De plus, si les habitats de fraie sont peu nombreux et altérés, il se peut que les poissons soient forcés de les délaisser, ce qui peut compromettre leur équilibre et influencer l'abondance de leurs populations.

Comme les jeunes stades de poissons sont particulièrement fragiles et exposés à de forts taux de mortalité émanant de causes naturelles ou anthropiques, les habitats d'alevinage ont aussi été définis comme des enjeux

importants à considérer en cas d'incidents maritimes dans le Saint-Laurent. Ces habitats sont souvent localisés en marge des frayères pour fournir des abris et de la nourriture aux larves fraîchement écloses. Il est primordial que les frayères et les aires d'alevinage soient connectées pour assurer les meilleures conditions de survie aux jeunes de l'année (Mingelbier et coll., 2008; Foubert et coll., 2020).

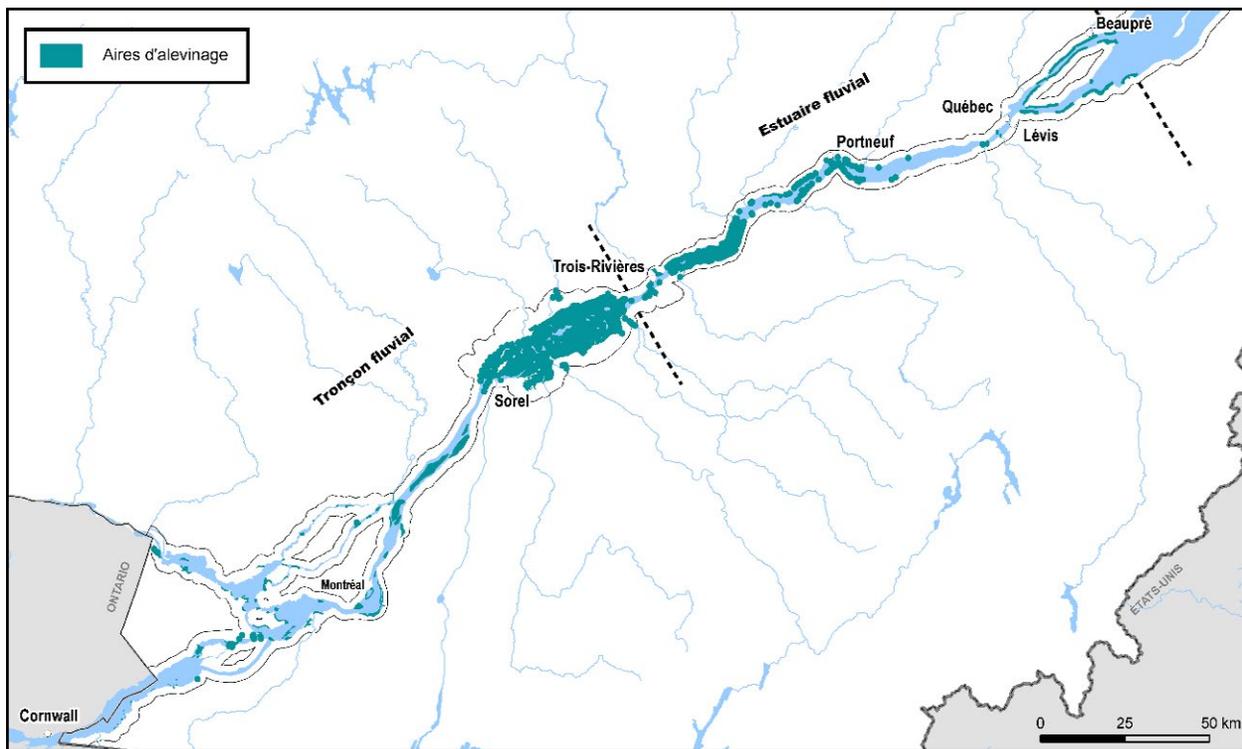
Les bases de données géomatiques illustrant les frayères et les aires d'alevinage regroupent de nombreuses sources d'information, dont les principales sont issues de l'*Atlas préliminaire de Mingelbier et Leclerc* (2001), qui rassemblait lui-même 141 références. Une vingtaine d'autres références ont été ajoutées pour enrichir ces deux couches d'information (voir l'annexe A pour plus de détails sur les sources, les années, les espèces et les secteurs). Toutes les données proviennent d'observations réalisées sur le terrain de 1974 à 2019. Elles comprennent des polygones d'habitats et des points. Ces derniers ont été transformés en pixels de 10 × 10 m. Ils reflètent des habitats connus où les activités de fraie ou d'alevinage ont été observées ainsi que des habitats potentiels jugés favorables aux activités de fraie ou d'alevinage (figures 30 et 31). Il s'agit donc d'une image partielle de la réalité, car il est fort possible que des frayères où des habitats d'alevinage existent ailleurs. Les frayères réelles et potentielles ont été regroupées dans la même couche d'information (figure 30), sans distinguer les espèces de poissons (mais en considérant les données pour 71 espèces) ou les périodes de l'année où les activités de fraie ont lieu. La couche sur les habitats d'alevinage contient une majorité (97,7 %) d'observations sur des jeunes de l'année (0+) et quelques-unes (2,3 %) sur des aires fréquentées par des larves, des alevins et des juvéniles (figure 31) et contient les données pour au moins 49 espèces. Environ 1 853 km² de frayères et 430 km² d'aires d'alevinage ont été inventoriés, dont la majorité se situe dans le tronçon fluvial du Saint-Laurent (tableaux 14 et 15). La zone typiquement couverte par le MFFP à l'échelle du Saint-Laurent comprend le tronçon et l'estuaire fluvial. Il est donc normal que les données soient surreprésentées dans ces régions pour plusieurs types d'habitats.



Sources de données : Frayère MFFP : Alliance Environnement GDG Conseil-Daniel Arbour & Associés (n. d.); Massé (1974); Bouchard (1976); Benoit et coll. (1988); MEF (1994); Société de la faune et des parcs du Québec (2000); Mingelbier et Leclerc (2001); Mailhot et Morrissette (2012a et b); ministère des Ressources naturelles (MRN) (2013); Valiquette et coll. (2016); L'Italien (2017); Bernatchez et coll. (2019); MFFP (2013, 2019b et 2020a) et Frayère MPO (2019d, e, f, g et h).

Figure 30.

Répartition connue des frayères dans le tronçon fluvial et l'estuaire fluvial du Saint-Laurent pour les poissons d'eau douce du Québec.



Sources de données : MEF (1994), Consultants en environnement ARGUS inc. (2001); Mingelbier et Leclerc (2001); Comité ZIP des Seigneuries (2010); MRN (2013); DGFa 04-17 (2019a); DGFa 04-17 (2019b) et DGFa 05-06-13-16 (2020).

Figure 31. Répartition connue des aires d'alevinage dans le tronçon fluvial et l'estuaire fluvial du Saint-Laurent pour les poissons d'eau douce du Québec.

Tableau 14.

Statistiques descriptives des occurrences et de certains habitats pour les poissons d'eau douce du Québec par région hydrographique.

Régions hydrographiques	Occurrence poissons (Divers projets)		Frayères – Occurrences		Frères – Surfariques	Aires d'alevinage – Occurrences		Aires d'alevinage – Surfariques	Fosses profondes	Rivières à saumon	
	Nombre	%	Nombre	%	km ²	Nombre	%	km ²	km ²	Nombre	%
Tronçon fluvial	2 991	66	459	93	1 347	2 192	74	331	10	0	0
Estuaire fluvial	978	22	14	3	506	788	26	95	100	1	1
Estuaire moyen	551	12	21	4	< 1	non évalué	-	3	44	7	7
Estuaire maritime	non évalué	-	1	< 1	non évalué	non évalué	-	non évalué	non évalué	12	11
Golfe	non évalué	-	non évalué	-	non évalué	non évalué	-	non évalué	non évalué	85	81
Total	4 520	100	495	100	1 853	2 980	100	429	154	105	100

Note : Dans certains cas, les types d'habitats n'ont pas été évalués dans une région donnée. La zone typiquement couverte par le MFFP à l'échelle du Saint-Laurent comprend le tronçon et l'estuaire fluvial. Il est donc normal que les données soient surreprésentées dans ces régions pour plusieurs types d'habitats.

Tableau 15.

Statistiques descriptives des habitats d'importance pour les poissons d'eau douce du Québec selon la proportion (en %) de l'aire couverte par région hydrographique.

Régions hydrographiques	Frères	Aires d'alevinage	Fosses profondes
Tronçon fluvial	40	10	1
Estuaire fluvial	32	6	16
Estuaire moyen	< 1	< 1	incomplet
Estuaire maritime	non évalué	non évalué	non évalué
Golfe	non évalué	non évalué	non évalué

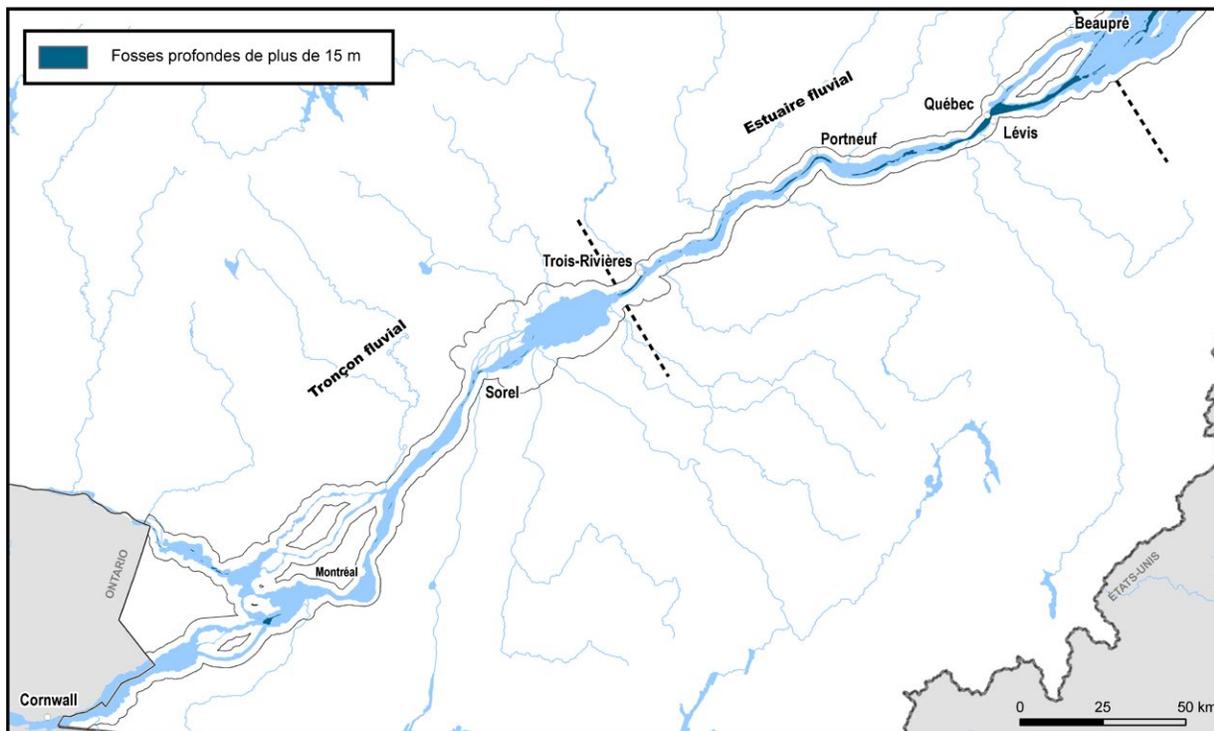
Note : Les calculs ont été faits en utilisant la superficie totale des régions hydrographiques pour les frères et les aires d'alevinage, car certaines sont situées en zones inondables. Pour les fosses profondes, la superficie des portions aquatiques des régions hydrographiques a été utilisée.

Dans certains cas, les types d'habitats n'ont pas été évalués dans une région donnée. La zone typiquement couverte par le MFFP à l'échelle du Saint-Laurent comprend le tronçon et l'estuaire fluvial. Il est donc normal que les habitats soient surreprésentés dans ces régions pour plusieurs types d'habitats.

Fosses profondes de plus de 15 m

Les missions de chalutage dans les habitats profonds du tronçon et de l'estuaire fluvial du Saint-Laurent ont démontré que les communautés de poissons sont particulièrement abondantes et riches dans les fosses profondes naturelles (de la Chenelière et coll., 2015; Mingelbier et coll., 2019). Les fosses naturelles jouent un rôle important dans le développement des jeunes poissons de plusieurs espèces. Par exemple, les juvéniles d'esturgeon jaune, de barbue de rivière (*Ictalurus punctatus*) et d'alose savoureuse y ont été observés. Comme elles sont fréquentes entre Montréal et Québec, les fosses jouent un rôle de refuge ou de repos durant les migrations (moins de dérangement, plus faible courant) pour plusieurs espèces de poissons et d'habitats d'alimentation (sédimentation accrue). Les inventaires au chalut ont également capturé des esturgeons jaunes de grande taille et aussi des lottes, presque absentes des autres inventaires du MFFP et dont le cycle de vie est très peu documenté dans le Saint-Laurent.

Des données de bathymétrie entre le lac des Deux Montagnes et l'île aux Coudres, produites par le Service météorologique du Canada d'ECCC (modélisé selon un faible niveau estival en amont de Trois-Rivières de l'ordre de 8 000 m³/s à Sorel et marée basse pour la portion en aval de Trois-Rivières), ont permis de cartographier les milieux les plus profonds dans la portion d'eau douce du Saint-Laurent (tronçon fluvial, estuaire fluvial et une partie de l'estuaire moyen). Comme le chenal de navigation garantit une colonne d'eau de 11,3 m, il a été choisi d'afficher les sites dont la profondeur était de 15 m ou plus (figure 32). Éventuellement, des fosses intermédiaires d'une profondeur de 10 à 15 m pourraient être incluses. Dans les eaux douces, les fosses naturelles les plus profondes apparaissent dans les lacs Saint-François et Saint-Louis (plus de 25 m), au lac des Deux Montagnes (47 m), quelques fois au-delà de 17 m entre le port de Montréal et Sorel, au port de Trois-Rivières (21 m), devant Portneuf (32 m) ainsi qu'aux ponts de Québec et au large du port de Québec (58 m). Les données en aval de l'île aux Coudres n'ont pas été représentées parce que les profondeurs de l'estuaire moyen, de l'estuaire maritime et du golfe sont très majoritairement supérieures à 15 m (tableau 4, annexe cartographique, cartes 33, 50 et 66). Au total, environ 154 km² de fosses profondes ont été répertoriés, surtout dans l'estuaire fluvial et l'estuaire moyen du Saint-Laurent (tableau 14). La proportion du territoire d'étude couverte par des fosses profondes est représentée par région hydrographique dans le tableau 15.



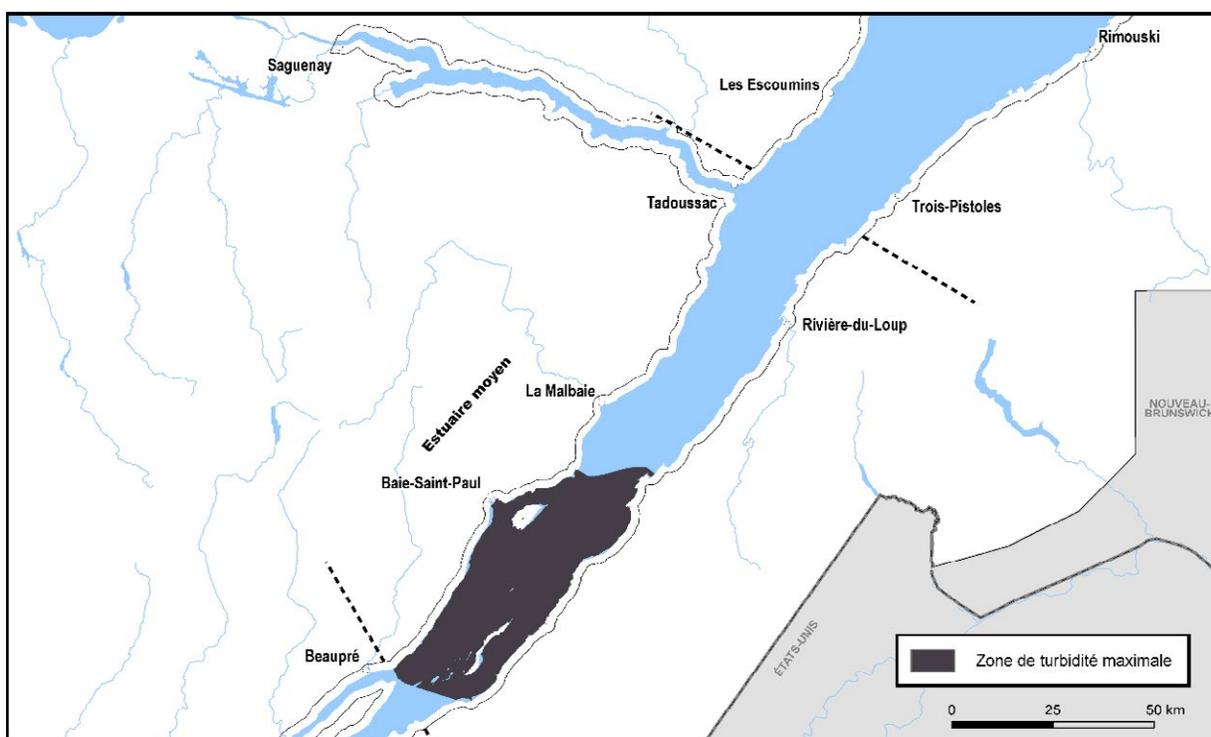
Source de donnée : MFFP (2019h).

Figure 32.

Répartition des fosses profondes de plus de 15 m dans le tronçon fluvial et l'estuaire fluvial du Saint-Laurent.

Zone de turbidité maximale

La zone de turbidité maximale (ZTM) est située dans l'estuaire moyen du Saint-Laurent entre l'île d'Orléans et Tadoussac (Simons et coll., 2010) (figure 33). Elle couvre 1 453 km², ce qui correspond à 93% de la superficie de l'estuaire moyen. La ZTM est un écosystème très dynamique et hétérogène, caractérisé par de forts gradients de salinité, de température et de matières en suspension. La circulation hydrodynamique estuarienne renforce une accumulation importante de matière en suspension et la rétention du plancton, ce qui confère à cette région du Saint-Laurent une forte productivité biologique. Le réseau trophique planctonique de la ZTM est organisé longitudinalement avec dans sa première partie une production primaire élevée et une advection d'algues d'eau douce provenant de l'amont. Cette production primaire soutient une grande abondance de zooplancton qui nourrit les prédateurs invertébrés et les larves de poissons sur toute la longueur de la ZTM. Celle-ci constitue donc une pouponnière et un habitat essentiel important pour de nombreuses espèces de poissons, comme l'éperlan arc-en-ciel, le poulamon atlantique, l'esturgeon noir, l'aloise savoureuse, le hareng atlantique (*Clupea harengus*) et, depuis son rétablissement, le bar rayé.



Sources de données : Simons et coll. (2010) et Morissette et coll. (2016).

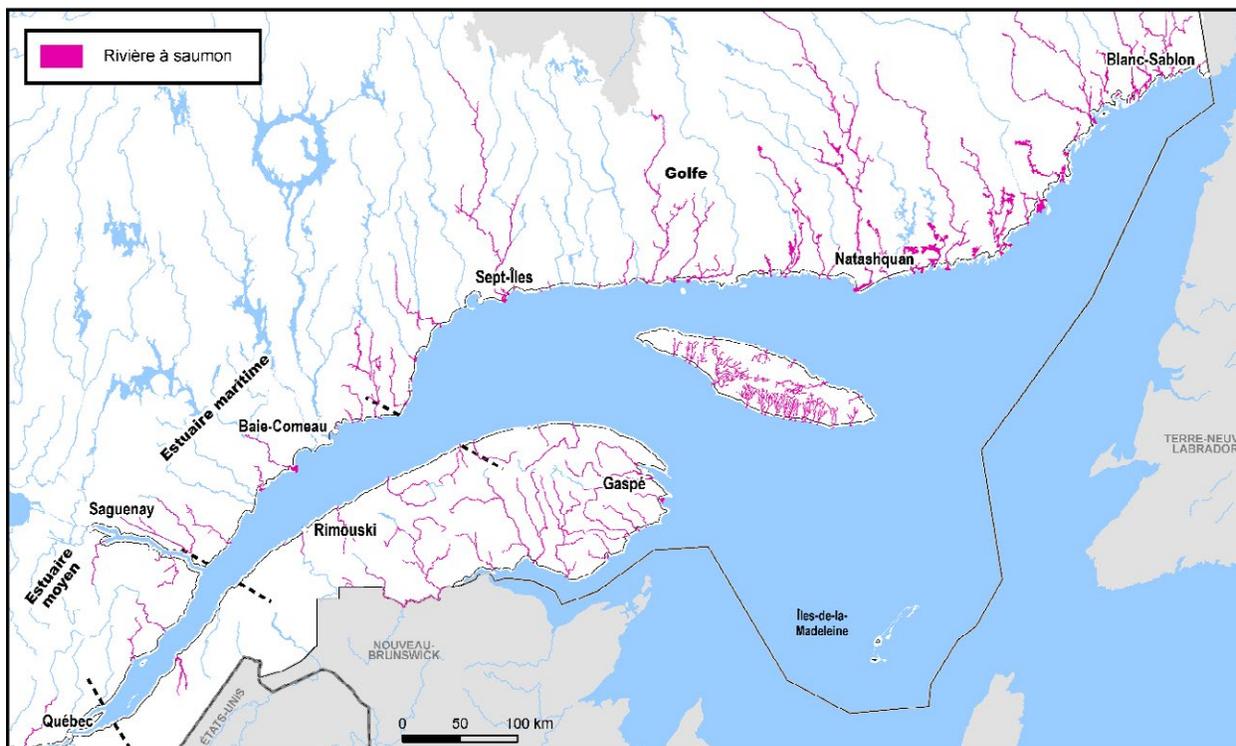
Figure 33.

Localisation de la ZTM dans l'estuaire moyen du Saint-Laurent.

Rivières à saumon

Les rivières à saumon sont définies et soumises à des règles strictes (Gouvernement du Canada, 2018a). Au total, 105 embouchures de rivières à saumon sont répertoriées au Québec (figure 34). La grande majorité de ces rivières se jettent dans le golfe du Saint-Laurent (81 %, tableau 14). Sur le Saint-Laurent, la rivière à saumon la plus au sud, donc la plus en amont, est la rivière Jacques-Cartier. Historiquement, les saumons fréquentaient plusieurs rivières du sud du Québec, mais les pressions anthropiques et la dégradation des habitats les ont fait disparaître. Plusieurs efforts d'ensemencement ont été faits au cours des dernières décennies pour tenter de maintenir à un certain niveau les stocks de cette espèce qui présente un fort potentiel économique. En cas d'incident maritime, il importe de savoir

si une rivière à saumon est située dans le secteur et si le polluant risque de remonter dans la rivière par l'effet de la marée montante. Les saumons sont plus à risque durant les périodes de dévalaison (descente des jeunes saumons vers la mer, au printemps) et de montaison (retour des adultes dans les rivières pour la reproduction, à l'automne).



Source de données : MFFP (2020c).

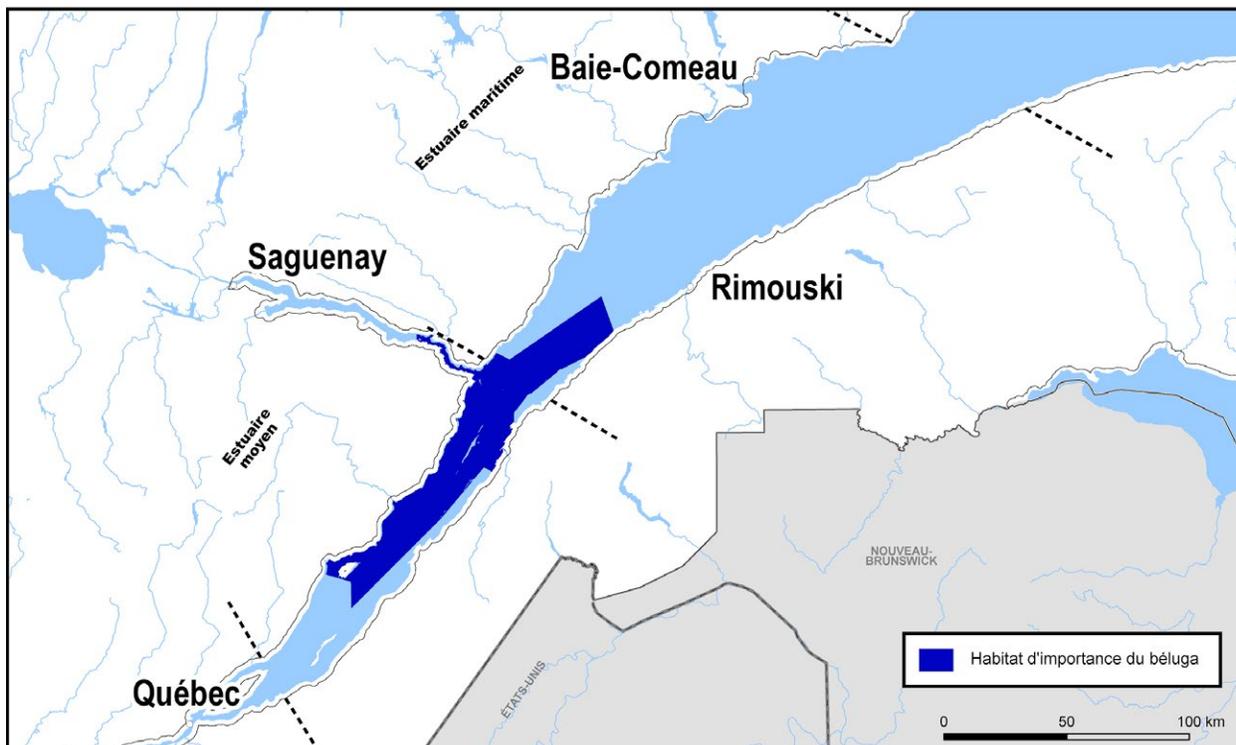
Figure 34. Répartition des rivières à saumon telle qu'elle est définie à l'annexe VI du *Règlement de pêche du Québec*.

4.8.2 Mammifères marins

Béluga

La population de bélugas du Saint-Laurent constitue une des trois populations qui fréquentent les eaux québécoises, les deux autres étant celles de l'est de la baie d'Hudson et de la baie d'Ungava. La population du Saint-Laurent est désignée comme menacée par la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables* du Québec, entre autres, en raison de son aire de répartition restreinte, située à la limite sud de la répartition mondiale de l'espèce et isolée géographiquement des aires de répartition des autres populations de bélugas des eaux froides de l'hémisphère Nord (MPO, 2019j). Les habitats d'importance pour la population de bélugas sont principalement situés dans les estuaires moyen et maritime du Saint-Laurent (figure 35), mais s'étendent au-delà de leur limite. Ils font aussi une incursion dans le fjord du Saguenay sur une trentaine de kilomètres. Ce vaste polygone de 4 326 km² représente l'ensemble des habitats d'importance de l'espèce, qui comprend notamment le parc marin du Saguenay—Saint-Laurent (PMSSL). Il comprend aussi l'habitat essentiel désigné par le MPO qui correspond à l'aire de répartition estivale des groupes composés d'adultes accompagnés de nouveau-nés et de juvéniles. Cet habitat essentiel

désigné par le MPO assure le maintien des fonctions de mise bas, d'allaitement, d'alimentation, d'élevage des jeunes, de socialisation et de migration (MPO, 2019j). En outre, cette aire est importante pour la reproduction et la croissance de plusieurs espèces de proies du béluga comme le hareng atlantique, le capelan, l'éperlan arc-en-ciel et le lançon d'Amérique (*Ammodytes americanus*).



Sources de données : MPO (2018) et MPO (2019k) dans de la Chenelière (2020).

Figure 35.

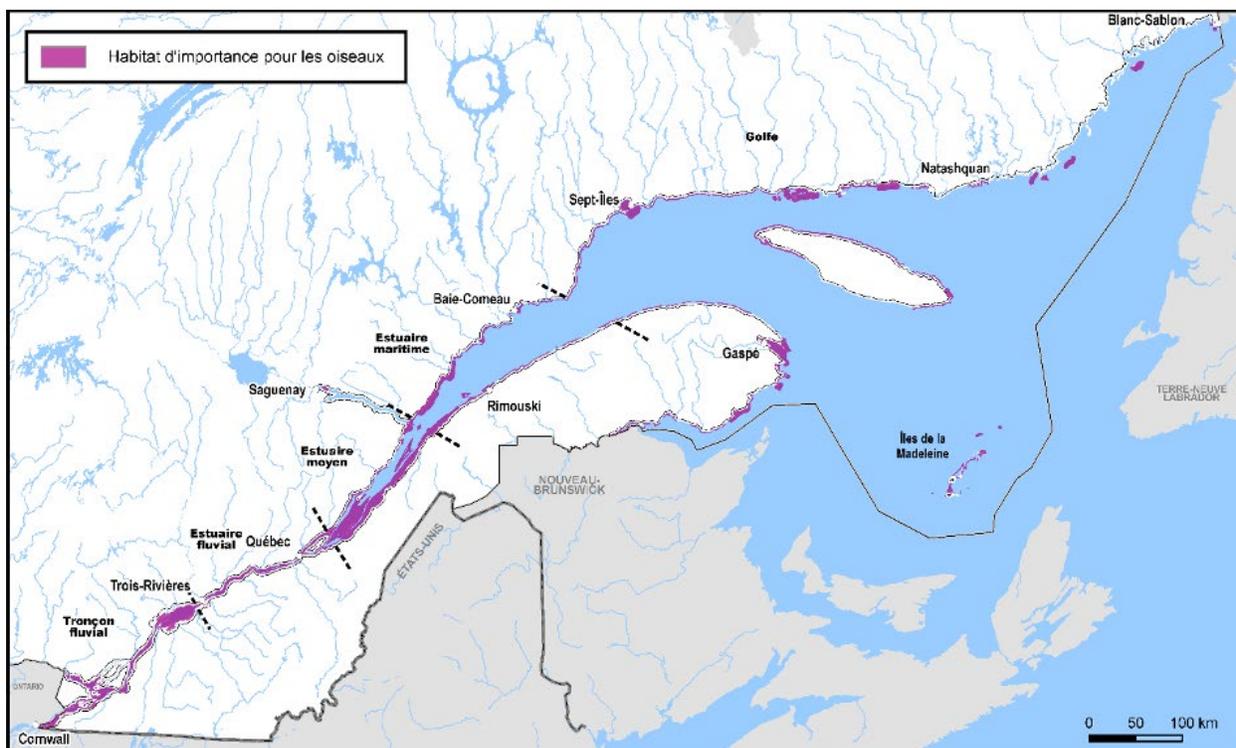
Répartition des habitats d'importance pour le béluga dans l'estuaire moyen et l'estuaire maritime, y compris l'habitat essentiel désigné par le MPO.

Autres espèces de mammifères marins

Bien qu'aucune carte ne soit présentée dans le contexte de ce portrait, 16 espèces de mammifères marins fréquentent les eaux salées du Saint-Laurent saisonnièrement ou en permanence, principalement à partir de la limite entre l'estuaire moyen et l'estuaire maritime vers l'aval. Parmi elles, trois espèces sont considérées en voie de disparition par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, soit, en plus du béluga, la baleine bleue (*Balaenoptera musculus*) et la baleine noire de l'Atlantique Nord (*Eubalaena glacialis*) (OGSL, 2020). Le béluga, le phoque commun (*Phoca vitulina*) et le phoque gris (*Halichorus grypus*) sont toutefois les seules espèces de mammifères marins présentes à l'année dans le Saint-Laurent. Par contre, on y répertorie plusieurs habitats d'importance pour d'autres mammifères marins pour, par exemple, leur alimentation et leur migration. Afin de réduire les risques durant les migrations et ceux associés aux collisions avec les navires ou aux empêtements dans les engins de pêche, certaines restrictions associées à des secteurs précis du Saint-Laurent entrent en vigueur pour la navigation ou les activités de pêche lorsque certaines espèces sont observées. Les mammifères marins, tout comme certains poissons, sont aussi vulnérables au dérangement sonore occasionné par la navigation commerciale et de plaisance.

4.8.3 Oiseaux

Les habitats d'importance pour l'avifaune dans la zone d'étude couvrent une vaste partie du tronçon fluvial, de l'estuaire fluvial et de tout le littoral du Saint-Laurent (figure 36). Ces habitats sont, pour la plupart, reliés à une portion terrestre du Saint-Laurent. Conséquemment, peu d'habitats se trouvent en zones strictement marines comme le milieu du golfe du Saint-Laurent. Cela résulte des connaissances acquises grâce à de nombreuses données répertoriées, de 1950 à 2015, sur les habitats d'importance de plusieurs espèces d'oiseaux, sans distinguer les espèces. Un peu plus des trois quarts des données correspondent aux aires de concentration d'oiseaux aquatiques (ACOA). Les habitats de reproduction représentent 7% des données. En ordre d'importance, les autres éléments cartographiés sont les héronnières, les îles et les presqu'îles colonisées, les aires de migration, les ZICO, les habitats des espèces menacées ou vulnérables, les sites fauniques d'intérêt, les colonies d'oiseaux en falaise et les aires d'hivernage. Les différents habitats d'importance pour les oiseaux ne sont pas exposés aux mêmes niveaux de risques en cas d'incidents maritimes et leur exposition peut varier selon la période de l'année. Par exemple, certains habitats peuvent être utilisés durant la période de mue par certaines espèces, ce qui les rendrait plus vulnérables étant donné leur incapacité temporaire à voler. D'autres habitats aquatiques sont utilisés par des oiseaux plongeurs. Par ailleurs, les habitats littoraux au niveau de l'eau risquent aussi d'être touchés par un incident maritime. Environ 8 234 km² d'habitats d'importance pour les oiseaux ont été inventoriés, surtout dans le golfe du Saint-Laurent (tableau 16). En regard des superficies respectives des régions hydrographiques de la zone d'étude (tableau 1), il est estimé que les habitats d'importance pour les oiseaux couvrent 42% du tronçon fluvial, 34% de l'estuaire fluvial, 39% de l'estuaire moyen, 10% de l'estuaire maritime et 2% du golfe.



Sources de données : Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent (1975), MEF (1994), MFFP (2015) et Oiseaux Canada (2015).

Figure 36.

Répartition des habitats d'importance pour les oiseaux dans la zone d'étude.

Tableau 16.

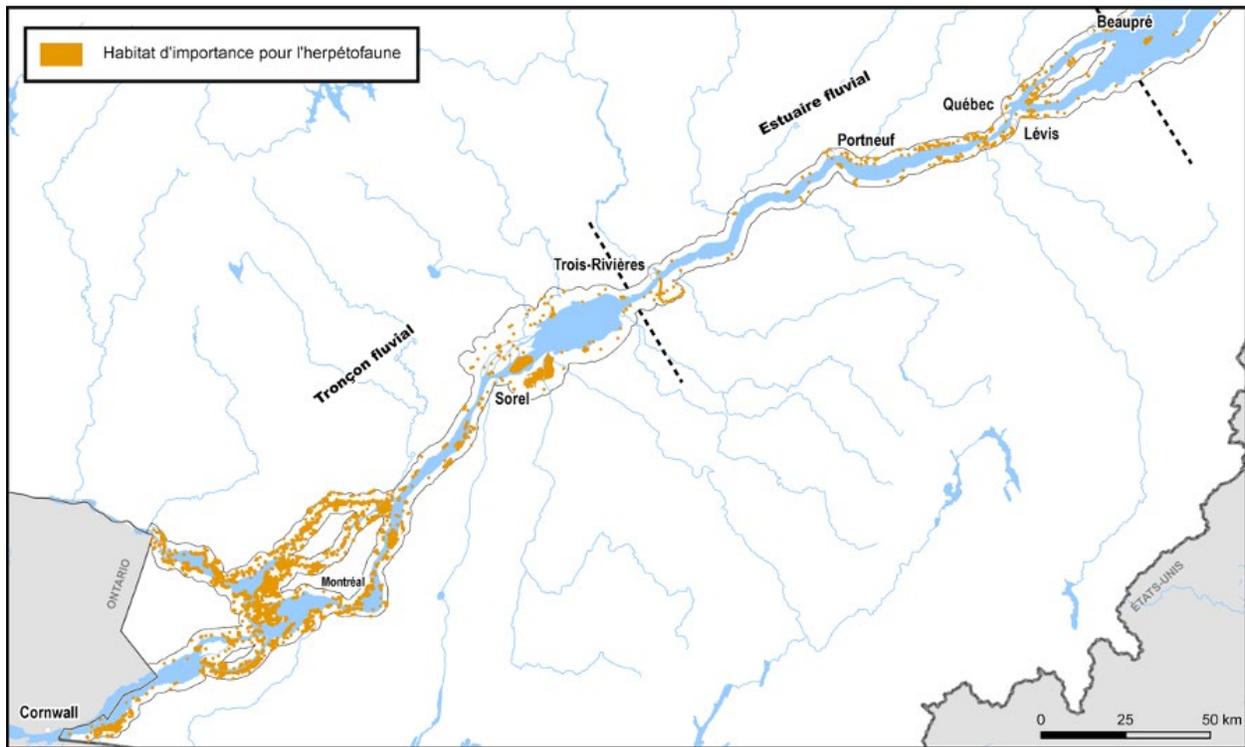
Statistiques descriptives des habitats d'importance pour les oiseaux et l'herpétofaune au Québec par région hydrographique.

Régions hydrographiques	Superficie de la région hydrographique (km ²)	Oiseaux		Herpétofaune	
		Superficie couverte par les habitats d'intérêt (km ²)	%	Nombre d'occurrences	%
Tronçon fluvial	3 400	1 431	42	24 944	88
Estuaire fluvial	1 571	536	34	1 549	5
Estuaire moyen	4 906	1 915	39	1 246	4
Estuaire maritime	11 081	1 095	10	355	1
Golfe	137 716	3 257	2	106	< 1
Total	158 674	8 234	5	28 200	100

Note : La zone du Saint-Laurent typiquement couverte par le MFFP comprend le tronçon et l'estuaire fluvial. Il est donc possible que les données soient surreprésentées dans ces régions, surtout pour l'herpétofaune.

4.8.4 Herpétofaune

L'ensemble des cartes sur l'herpétofaune présente les observations répertoriées de 1950 à 2020 sur les amphibiens et les reptiles du Saint-Laurent, y compris sa zone inondable et une bordure terrestre de 2 km (figure 37). Ces occurrences proviennent de la banque d'observations de la BORAQ. Il s'agit, pour la plupart, d'espèces terrestres, donc moins à risque dans le contexte d'incident maritime, mais dont le domaine vital est assez restreint. Pour l'exercice, chaque point d'occurrence est représenté par un carré de 10 m de côté, et ce, sans distinguer les espèces. Cependant, à elles seules, la couleuvre brune (*Storeria dekayi*), la tortue géographique (*Graptemys geographica*; espèce vulnérable), la couleuvre rayée (*Thamnophis sirtalis*) et la rainette faux-grillon de l'Ouest (*Pseudacris triseriata*; espèce vulnérable), représentent 70 % des occurrences de la BORAQ. Le tronçon fluvial regroupe 88 % des données d'observations (tableau 6). La concentration d'occurrences est particulièrement élevée en amont de Repentigny, le sud de la province étant généralement plus riche quant à ces espèces. De plus, plusieurs efforts sont consacrés aux espèces à statut, ce qui augmente leur fréquence de détection comparativement à d'autres espèces.



Sources de données : MEF (1994) et MFFP (2019d).

Figure 37.

Répartition des habitats d'importance pour l'herpétofaune dans le tronçon fluvial et l'estuaire fluvial du Saint-Laurent.

4.9 Aires protégées littorales et marines

Les milieux naturels protégés désignés sous différentes législations ou réglementations ont pour but de conserver la biodiversité d'un territoire ainsi que les processus écologiques qui y sont associés. Ceux-ci incluent plusieurs types d'habitats, dont des endroits fréquentés par des espèces protégées, des habitats rares, des lieux uniques que le Québec a intérêt à conserver. Quatre sources d'information complémentaire ont été consultées pour le présent exercice :

- le Registre des aires protégées au Québec, qui est la source de données officielle du gouvernement du Québec quant aux territoires reconnus comme aires protégées, car ils répondent à l'ensemble des critères internationaux dans ce domaine;
- la couche de données des « territoires importants » pour la conservation (hors RAPQ) qui répertorie des territoires présentant un intérêt pour la conservation et pour lesquels des engagements administratifs ou légaux attestent l'intention du gouvernement du Québec d'en prioriser l'affectation aux fins d'aires protégées;
- le Répertoire des sites de conservation volontaire du Québec (conservation sur les terres privées);
- la base de données canadienne sur les aires protégées et de conservation.

Le Saint-Laurent ne bénéficie pas encore d'un réseau étendu d'aires marines protégées (AMP). Actuellement, environ 1,3 % ($\approx 1\,959\text{ km}^2$) de la portion québécoise du Saint-Laurent est dotée de cette protection. Trois AMP se partagent cette superficie, soit le PMSSL, la réserve aquatique de l'estuaire de la rivière Bonaventure et la réserve aquatique projetée de Manicouagan. Ces trois sites représentent près de 30 % de la superficie des territoires inscrits au RAPQ dans la zone d'étude. Le PMSSL est géré conjointement par les gouvernements du Canada (Agence Parcs Canada) et du Québec (MFFP, Secteur parc, figure 38). D'autres AMP sont en cours de désignation. Par exemple, le Banc-des-Américains est le premier projet découlant de l'Accord Canada-Québec relatif au projet conjoint d'aire marine protégée qui a été conclu le 4 mars 2019. Le statut permanent du gouvernement fédéral, soit la zone de protection marine, est déjà en vigueur, tandis que le statut du Québec, soit la réserve aquatique projetée, est en voie de désignation. C'est pourquoi ce territoire est actuellement comptabilisé dans les « territoires importants » pour la conservation.

Depuis l'annonce en 2018 de l'Entente de collaboration Canada-Québec pour l'établissement d'un réseau d'aires marines protégées au Québec, des efforts majeurs sont déployés pour la création d'un réseau représentatif d'AMP couvrant au moins 10 % de la superficie marine du Québec. Le Québec s'est engagé à atteindre la cible d'ici la fin de l'année 2020, tel qu'il y a souscrit dans le cadre du Protocole international de Nagoya sur la biodiversité. Dans un communiqué de presse paru le 16 septembre 2020, le MELCC indiquait son intention de créer des réserves de territoire aux fins d'aires protégées (RTFAP) dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent. Ces RTFAP ont pour but d'assurer la protection de ces territoires jusqu'à ce qu'un statut légal de protection puisse leur être accordé en vertu de la *Loi sur la conservation du patrimoine naturel* ou de la *Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune*. Les territoires couvrent $13\,181\text{ km}^2$, ce qui vise à rehausser la proportion d'AMP à 10,4 % sur le territoire québécois. Enfin, un autre projet conjoint, en étroite collaboration avec la communauté, est actuellement à l'étude aux îles de la Madeleine.

Le RAPQ répertorie actuellement 32 désignations juridiques ou administratives d'aires protégées. Pour être inscrit au RAPQ, un territoire doit répondre à la définition d'une aire protégée au sens de l'UICN. Sur les 32 désignations reconnues dans le RAPQ, la zone d'étude en contient 15 (tableau 17). La moitié des aires protégées inscrites au RAPQ dans la zone d'étude sont des habitats fauniques (55 %). Ces habitats fauniques sont à 61 % des ACOA. Les ACOA sont des sites à surveiller, particulièrement durant les migrations printanières et automnales. Néanmoins, il faut garder à l'esprit que beaucoup d'ACOA sont des aires d'alimentation situées dans des milieux humides. Ce sont donc des milieux végétalisés qu'il est difficile de rétablir en cas de déversement pétrolier.

La zone d'étude inclut aussi plusieurs territoires figurant dans la couche de données des « territoires importants » pour la conservation. Les habitats d'espèces floristiques menacées ou vulnérables qui s'y trouvent ne sont pas inscrits au RAPQ, car ces derniers ne sont pas soustraits au jalonnement ou alors sont situés dans les limites de titres miniers, gaziers ou pétroliers consentis. S'ajoutent à ces territoires qui devraient à moyen terme être inscrits au RAPQ des milieux naturels protégés de tenure privée répertoriés par le RMN.

Tableau 17.

Statistiques descriptives des milieux naturels protégés dans la zone d'étude reconnus comme aires protégées et inscrits au RAPQ ou figurant dans la couche des « territoires importants » pour la conservation.

Désignations des aires protégées	Nombre d'aires désignées	Superficie (km ²)	% Relatif
A) Registre des aires protégées au Québec			
Écosystème forestier exceptionnel	9	5	< 1
Habitat d'une espèce floristique menacée ou vulnérable	18	4	< 1
Habitat faunique	757	3 665	55
Milieu naturel de conservation volontaire	90	48	< 1
Parc marin	1	1 246	19
Parc national du Québec	8	333	5
Parc national et réserve de parc national du Canada	2	223	3
Refuge biologique	16	11	< 1
Refuge d'oiseaux migrateurs	24	408	5
Refuge faunique	8	20	< 1
Réserve aquatique	2	706	11
Réserve de biodiversité	3	301	5
Réserve écologique	12	54	< 1
Réserve nationale de faune	8	49	< 1
Réserve naturelle reconnue	51	17	< 1
B) « Territoires importants » pour la conservation			
Habitat d'une espèce floristique menacée ou vulnérable	17	14	< 1
Projet conjoint d'aire marine protégée Canada/Québec	9	8 087	74
Projet de réserve de biodiversité	3	730	7
Projet de réserve écologique	3	2	< 1
Territoire mis en réserve aux fins de parc national	1	2 061	19

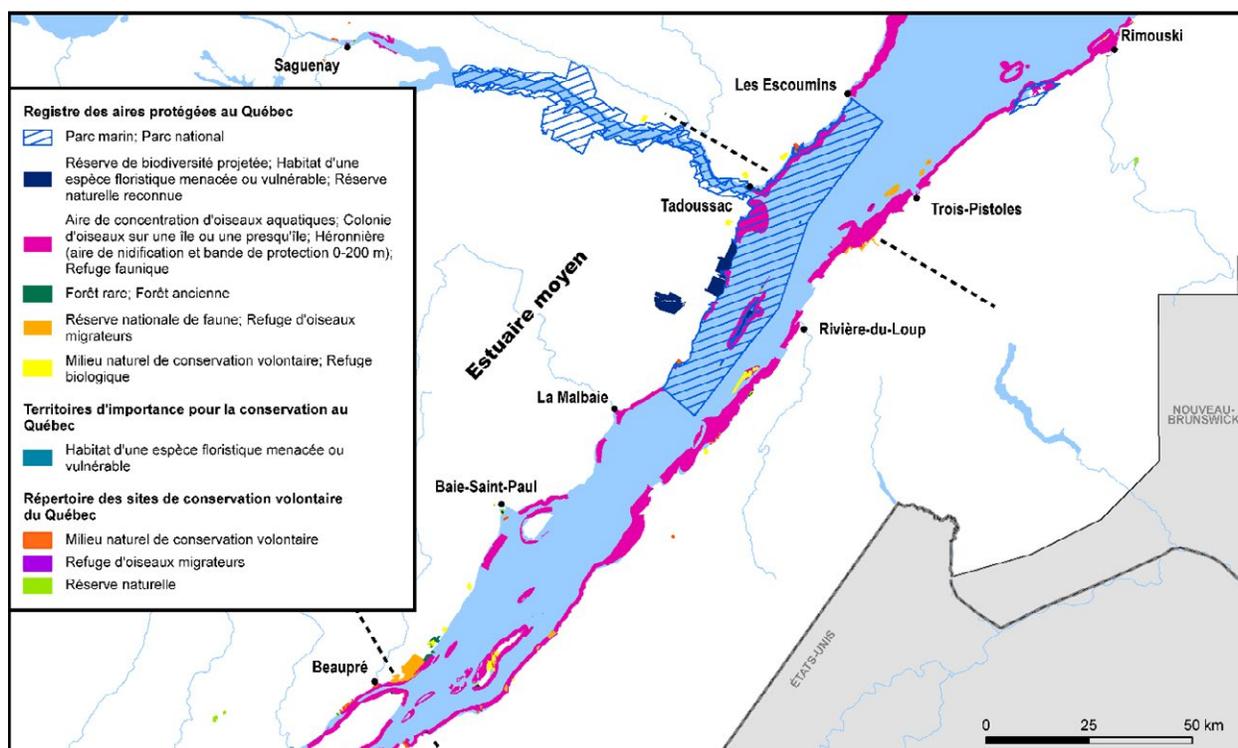
Note : Le pourcentage relatif calculé ne tient pas compte de la superposition des désignations qui peuvent s'appliquer à une même portion de territoire. Le cumulatif est donc supérieur à la superficie en réalité protégée dans la zone.

Généralement, les milieux naturels protégés répertoriés couvrent près de 11 % de la zone d'étude (tableau 18). Les territoires reconnus comme aires protégées représentent près de 39 % (6 635 km²) de cette superficie protégée dans la zone d'étude. Les « territoires importants » pour la conservation représentent pour leur part 64 % (10 894 km²) de cette superficie et comprennent notamment les refuges marins du golfe du Saint-Laurent qui devraient devenir, à terme, des AMP. Enfin, les aires de protection sur les terres privées très localisées représentent une couverture de 0,6 % (106 km²). La figure 38 présente la diversité des désignations analysées dans ce portrait.

Tableau 18.

Statistiques descriptives des milieux naturels protégés inscrits au RAPQ, figurant dans la couche des « territoires importants » pour la conservation et dans le RMN (sans superposition des désignations pouvant s'appliquer à un même territoire).

Région hydrographique	Superficie totale (km ²)	Superficie protégée (km ²)	Superficie relative (%)
Tronçon fluvial	3 400	729	21
Estuaire fluvial	1 571	327	21
Estuaire moyen	4 906	1 738	35
Estuaire maritime	11 081	1 566	14
Golfe	137 716	12 736	9
Zone d'étude	158 674	17 096	11



Sources de données : MELCC (2019c) et RMN (2019).

Figure 38.

Répartition des milieux naturels protégés de l'estuaire moyen du Saint-Laurent.

5.0 Pressions naturelles et anthropiques dans le Saint-Laurent



Le mandat de l'équipe ACE est de maintenir à jour les connaissances sur les enjeux environnementaux pertinents dans un contexte d'un déversement maritime, de combler les lacunes pour ces dernières et de développer des indices qui permettent d'interpréter ce volume important de connaissances dans un contexte d'intervention et de rétablissement. Ces enjeux environnementaux subissent diverses pressions et ces dernières méritent donc d'être connues et quantifiées de manière à en extraire des variations temporelles naturelles ou anthropiques. En effet, selon les pressions déjà exercées sur un habitat donné, celui-ci peut ne pas être en mesure de récupérer ou peut récupérer plus difficilement à la suite d'une pression supplémentaire émanant d'un incident maritime et qui dégradera encore plus le milieu. Il peut ainsi y avoir un effet cumulatif (additif ou multiplicatif) des pressions et le point de non-retour risque d'être atteint. En répertoriant les sites qui subissent déjà d'autres types de pressions, il sera possible de mieux gérer l'effet potentiel, voire cumulatif d'un incident maritime sur les habitats qui auront été jugés importants ou essentiels pour la faune ou la flore établie dans les écosystèmes du Saint-Laurent. Il sera alors possible de mieux orienter les décisions gouvernementales prises à la suite d'un incident maritime et donc la gestion des conséquences associées aux pressions déjà exercées sur le milieu et selon le type de milieu.

Les grands systèmes fluviaux du monde sont utilisés pour les activités humaines et le Saint-Laurent n'y échappe pas. Le Saint-Laurent est très dynamique et subit de nombreuses pressions. Situé au cœur de la région la plus peuplée du pays, il est exposé à de nombreuses perturbations depuis 150 ans. En dépit des efforts déployés depuis les années 1980, le Saint-Laurent demeure exposé, notamment à l'agriculture intensive et aux empiètements anthropiques dans la zone inondable, au dragage d'entretien du chenal de navigation ou des installations portuaires et à la régularisation de son débit. À cela s'ajoutent de nouveaux enjeux de pressions comme les changements climatiques, les espèces envahissantes et les contaminants classiques et d'intérêt émergent.

Pour répertorier les secteurs les plus touchés du Saint-Laurent, il faut d'abord inventorier les pressions susceptibles de nuire aux organismes vivants (faune et flore) établis dans le Saint-Laurent et ensuite les quantifier sur une grille spatiale. Une liste non exhaustive de types de pressions et de conséquences possibles sur les habitats du Saint-Laurent est présentée dans le tableau 19. Le portrait quantifie sur une grille spatiale les pressions exercées par les EAE. D'autres pressions s'ajouteront lors de la mise à jour du portrait.

Tableau 19.

Liste non exhaustive des types de pressions potentiellement exercées dans le Saint-Laurent et des conséquences possibles pour les habitats ou les espèces qui y vivent.

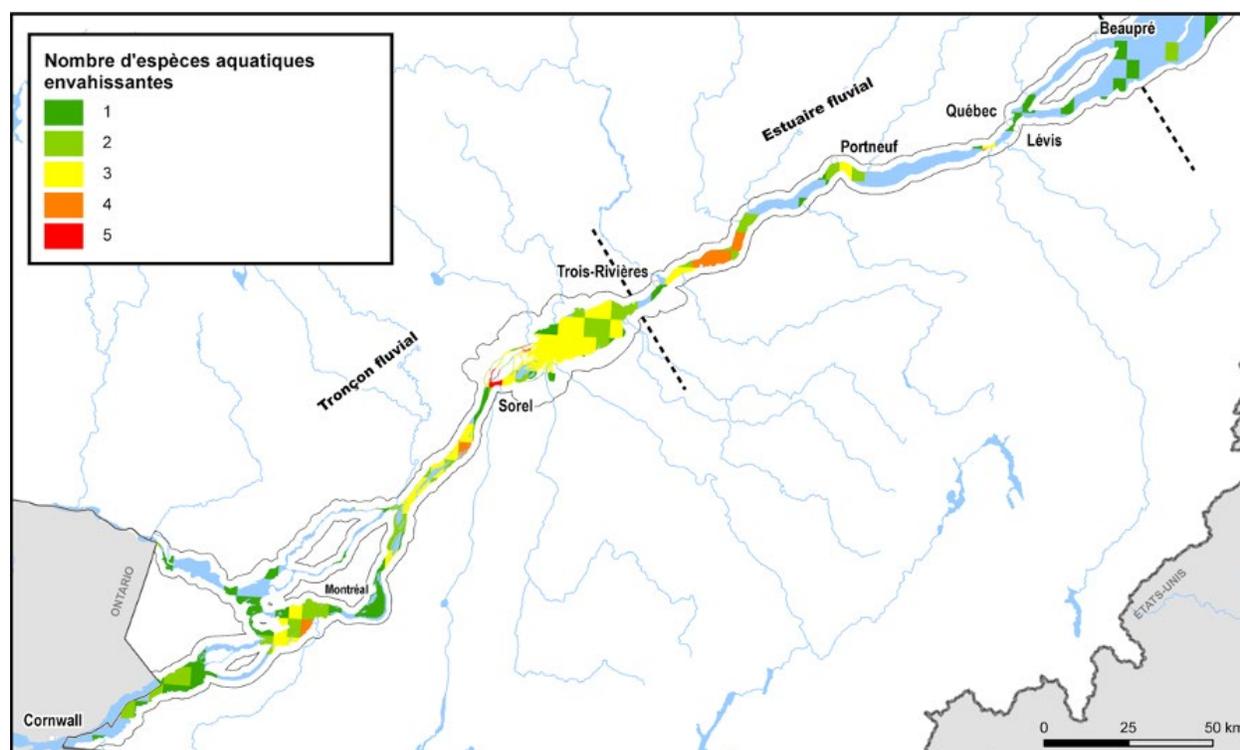
Types de pressions	Conséquences possibles
<p>Physiques (qui modifient visiblement les habitats)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Agriculture • Artificialisation des berges, empiètements, remblais • Barrages, turbines, régularisation du débit ou des niveaux d'eau • Érosion, ruissellement • Industrialisation, urbanisation • Voie navigable, dragage <p>Chimiques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contaminants classiques et d'intérêt émergent • Source de pollutions diverses (eaux usées, eaux de ballast, rejets opérationnels et accidentels, contamination historique des sédiments, etc.) <p>Biologiques</p> <ul style="list-style-type: none"> • Algues toxiques • Contamination bactérienne • Espèces envahissantes • Maladies de la faune • Pollution biologique par les rejets d'eau (rejets organiques, eaux usées, eaux de ballast, etc.) <p>Autres</p> <ul style="list-style-type: none"> • Changements climatiques • Navigation commerciale et de plaisance (collision, pollution lumineuse, etc.) • Pêche commerciale et récréative • Pollution sonore (navigation, dragage, construction, câble sous-marin, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Perturbations des habitats • Pertes d'habitats en matière de superficie et de qualité • Perte d'un libre accès, fragmentation, mouvements limités, perte de connectivité • ↓ du succès de reproduction • ↓ de la croissance • ↓ de l'immunité contre les maladies • ↑ des taux de mortalité (effets directs ou indirects) • ↓ de la marge de manœuvre pour s'adapter aux changements climatiques et aux autres menaces • ↑ des pressions cumulées • Modifications des fonctions de l'écosystème et des voies de transferts d'énergie • Modification de l'aire de répartition et risque d'isolement de populations (causés par exemple par des changements climatiques, modification de la salinité, présence des EAE, etc.)

5.1 Espèces aquatiques envahissantes fauniques

Une espèce aquatique envahissante (EAE) faunique est définie comme étant un animal introduit dans un milieu autre que son aire de répartition naturelle, ayant la capacité de s'y établir avec succès et dont la propagation a des conséquences écologiques et socioéconomiques importantes. Les espèces considérées comme des EAE possèdent des attributs communs favorisant leur établissement et leur propagation dans un nouvel environnement (c.-à-d. la reproduction et la survie des jeunes stades et des adultes dans un nouvel habitat ou une nouvelle région autre que leur aire historique de répartition). Les effets des EAE sur les écosystèmes sont souvent majeurs et irréversibles, constituant une menace réelle pour la biodiversité, notamment pour les espèces menacées, vulnérables ou susceptibles de l'être, ainsi que pour l'intégrité et la qualité des écosystèmes aquatiques. En plus de la biodiversité, plusieurs domaines d'activité socioéconomiques d'importance comme les pêcheries récréatives, commerciales et de subsistance, ainsi que plusieurs activités récréotouristiques peuvent être touchées négativement par les EAE, et

celles-ci peuvent causer des pertes de revenus ou engendrer des dépenses importantes et récurrentes (prévention ou éradication) (tiré presque intégralement de Paradis, 2018).

Pour les besoins du portrait, le nombre d'EAE détectées dans le tronçon fluvial et l'estuaire fluvial, n'incluant pas les EAE végétales, de 1983 à 2019 est représenté par cinq couleurs sur les cartes (figure 39), allant du vert (peu nombreuses) au rouge (très nombreuses). Pour l'exercice, la zone d'étude a été divisée avec une grille dont les unités couvrent environ 20 km². Notons qu'il est impossible de distinguer une vraie absence d'observations d'EAE à un endroit donné et d'une absence de suivi. L'absence de détection d'EAE doit donc être interprétée avec précaution. Par ailleurs, le nombre d'EAE détectées tient compte des espèces qui ont été échantillonnées durant une saison donnée, mais qui ne se sont pas nécessairement maintenues dans le temps. Par exemple, quelques observations de poissons tropicaux d'aquarium sont incluses sur les cartes, même s'il est peu probable que les individus aient survécu. De plus, l'exemple de l'incursion momentanée sur quelques années de la petite corbeille d'Asie (*Corbicula fluminea*), à proximité de Bécancour, suivie de sa disparition subséquente, rappelle l'importance des facteurs environnementaux favorables à l'espèce envahissante pour l'implantation d'une population pérenne (Castaneda et coll., 2018).



Note : Le nombre d'espèces observées dans des parcelles d'environ 20 km² est représenté.

Sources de données : Castaneda et coll. (2018), MFFP (2019e) et Morissette (2020).

Figure 39.

Répartition des EAE dans le tronçon fluvial et l'estuaire fluvial du Saint-Laurent.

Depuis 1983, le suivi des détections a permis de déceler une augmentation d'EAE dans le tronçon fluvial et l'estuaire fluvial. Les périodes de 1985 à 1995 et de 2015 à 2020 sont caractérisées par une détection accrue de nouvelles EAE. Ces périodes correspondent, entre autres, à la détection des moules zébrées et quagga (*Dreissena polymorpha* et *D. bugensis*, 1989 et 1992), de la tanche (*Tinca tinca*, 1991), du gardon rouge (*Scardinius erythrophthalmus*, 1990) et du gobie à taches noires (*Neogobius melanostomus*, 1997). La deuxième vague d'introduction a été marquée par l'arrivée du cladocère épineux (*Bythotrephes longimanus*, 2014), de la carpe de roseau (*Ctenopharyngodon idella*, 2016) et de la puce d'eau en hameçon (*Cercopagis pengoi*, 2019) (tiré presque intégralement de la fiche d'indicateur des EAE, produite pour le Rapport sur l'état des ressources en eau et des écosystèmes aquatiques, à paraître).

Depuis 2016, le Programme québécois de lutte contre les carpes asiatiques et les autres EAE permet au MFFP de développer son expertise et de favoriser la détection hâtive d'espèces envahissantes dans les eaux douces du Québec (MFFP, 2020e).

La plupart des introductions d'EAE sont liées aux activités humaines comme la navigation commerciale et de plaisance (transport d'EAE dans les eaux de ballast ou les viviers), l'aquaculture, l'aquariophilie, le relâchement intentionnel de spécimens par compassion ou pour des raisons spirituelles, les activités de pêche sportive ou commerciale et le commerce des poissons-appâts. Les vecteurs de propagation découlant des activités anthropiques confèrent aux EAE une capacité de dispersion dépassant leurs capacités naturelles (tiré presque intégralement de Paradis, 2018). Le Saint-Laurent est la principale porte d'entrée de la navigation commerciale vers le bassin des Grands Lacs qui constitue le cœur commercial de l'est de l'Amérique du Nord. La construction de la voie maritime et de son système d'écluses permet aux navires internationaux de pénétrer profondément dans le continent, jusqu'aux grands ports en eau douce situés sur le pourtour des Grands Lacs. Conséquemment, ces ouvrages ont multiplié les possibilités d'établissement pour les EAE.

En cas d'incident maritime, les EAE constituent, au même titre que les pressions anthropiques, une couche d'information à considérer sur les effets négatifs qui se ressentent déjà dans le système. De plus, une zone avec une forte concentration d'EAE pourrait être considérée dans le cadre de la gestion des conséquences d'un incident maritime, par exemple en dirigeant l'incident maritime vers cette zone pour tenter de protéger d'autres zones à fort potentiel d'intérêt (p. ex., forte valeur patrimoniale, haute biodiversité, habitats essentiels pour des espèces à statut, etc.).

6.0 Développement d'outils d'aide à la décision

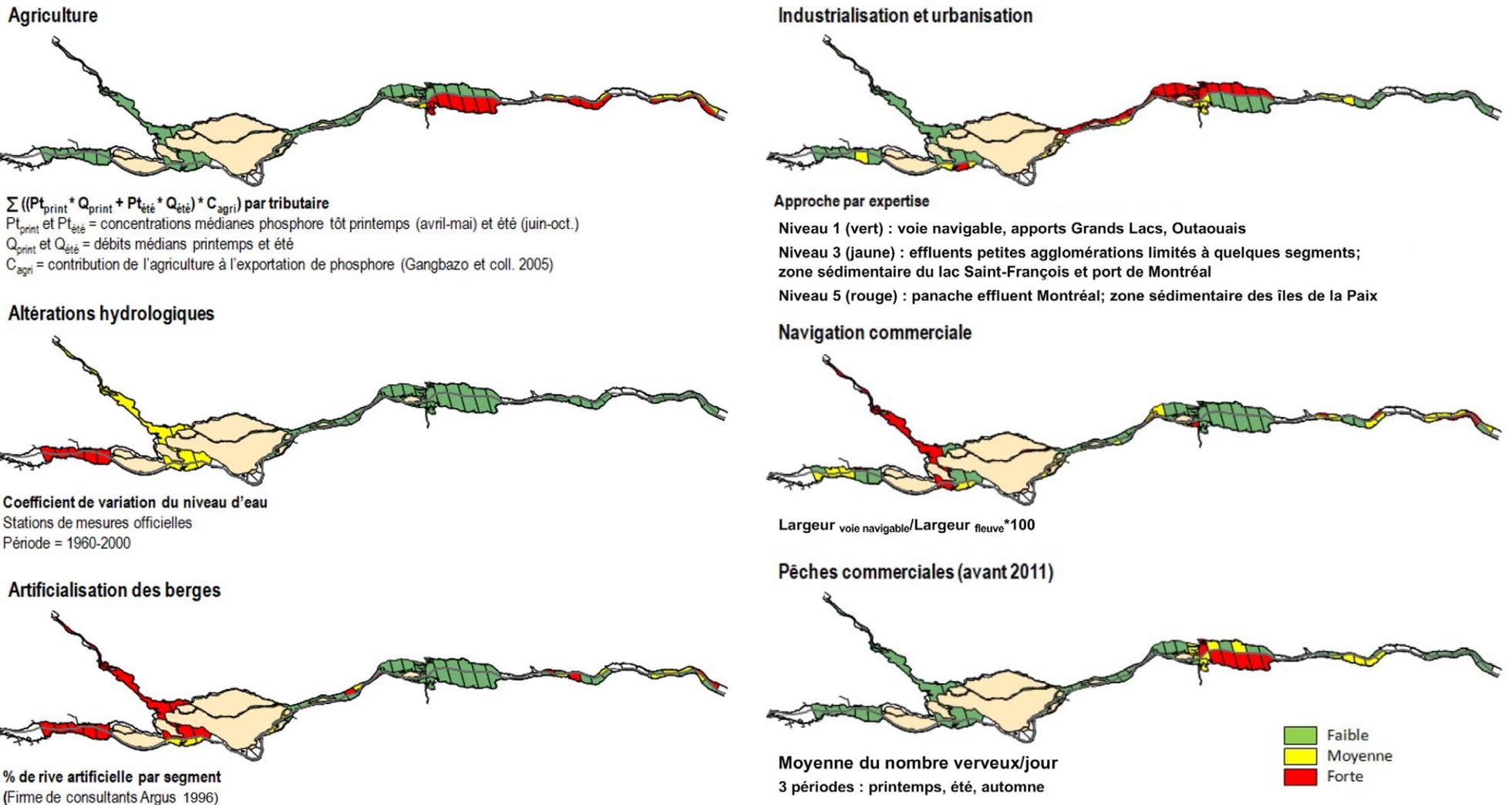
Afin de faciliter la prise de décision, les cartographies sous forme d'indices de pressions, de sensibilité ou de vulnérabilité permettent d'intégrer une quantité importante de données et de les synthétiser dans un outil d'aide de décision. Tel que le décrit la procédure POLMAR-terre (Le Berre, 2014), qui précise l'utilité de développer des outils d'aide à la décision : « Si la plupart des données utiles existent, elles ne sont pas toujours, ni en totalité, disponibles et directement mobilisables en situation de crise. De plus, leur caractère hétérogène, lié à la grande diversité de leurs sources et de leurs formats, ne facilite ni leur communication ni leur analyse ». L'idée est donc de créer un « outil cartographique qui regroupe toutes ces données sous une forme cohérente et qui permet ainsi aux autorités responsables d'avoir une vision synthétique des enjeux en présence, vision indispensable pour établir des priorités d'intervention ».

La section 6 présente trois exemples d'indices en cours de développement qui pourront être intégrés dans l'outil cartographique d'aide à la décision, soit un indice de pressions anthropiques sur les poissons d'eau douce, un indice de vulnérabilité morphosédimentaire du littoral et un indice de sensibilité du patrimoine naturel aux déversements d'hydrocarbures.

6.1 Indice des pressions anthropiques sur les poissons d'eau douce

Comme les pressions anthropiques varient fortement le long du Saint-Laurent, les poissons ne sont pas exposés aux mêmes effets cumulés d'une région hydrographique à une autre. En 2012, le MFFP a ainsi procédé à une étude sur les répercussions de ces pressions anthropiques dans le tronçon fluvial et une grande portion de l'estuaire fluvial, jusqu'à la hauteur de Donnacona (Mingelbier et coll., 2012), dont le contenu est encore d'actualité en 2020.

Parmi les pressions susceptibles de perturber les poissons, six d'entre elles ont été sélectionnées pour lesquelles il était possible de calculer un indice permettant de les quantifier : l'agriculture, les altérations hydrologiques, l'artificialisation des berges, l'industrialisation et l'urbanisation, la navigation commerciale et les pêches commerciales. Pour cartographier ces pressions, des indices ont été calculés dans des polygones de 5 km de côté sur les rives nord et sud du Saint-Laurent, le long du tronçon fluvial et d'une portion de l'estuaire fluvial, en s'étendant de part et d'autre des rives jusqu'au chenal de navigation (voir les équations dans la figure 40). Comme chaque pression a un indice unique avec des unités non comparables entre elles, les valeurs calculées des indices ont été classées ensuite en trois cotes d'intensité correspondant à des niveaux de pression faibles, moyens ou forts. Lorsqu'un calcul ne pouvait être effectué par manque de données, le polygone était affiché en blanc. À partir de ces calculs, un indice des pressions anthropiques cumulées (IPC) a été testé, correspondant à la somme des cotes des cinq pressions par polygones (figure 41).

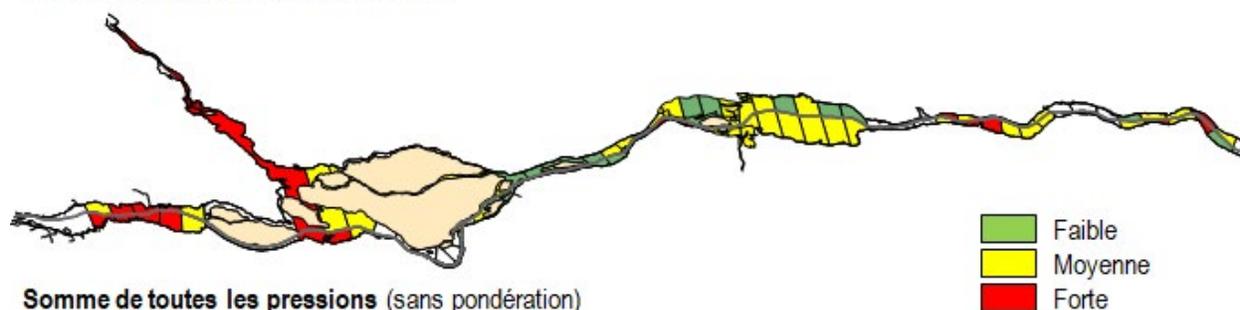


Note : Les polygones sont délimités par les lignes noires transversales. Les polygones blancs représentent des endroits où il n'a pas été possible de calculer les indices.
Source : Adaptée de Mingelbier et coll. (2012).

Figure 40.

Cartographie des indices de pressions simplifiés en trois classes d'intensité (faible en vert, moyenne en jaune et forte en rouge) pour six pressions potentielles (agriculture, altérations hydrologiques, artificialisation des berges, industrialisation et urbanisation, navigation commerciale et pêches commerciales), dans des polygones de 5 km de côté s'étendant jusqu'au chenal de navigation (ligne grise au centre), le long du tronçon fluvial et d'une portion de l'estuaire fluvial du Saint-Laurent.

Indice des pressions cumulées



Note : Les polygones sont délimités par les lignes noires transversales. Les polygones blancs représentent des endroits où il n'a pas été possible de calculer les indices.

Source : Mingelbier et coll. (2012).

Figure 41.

Cartographie d'un indice des pressions cumulées (IPC) additivement et exprimé en trois classes d'intensité (faible en vert, moyenne en jaune et forte en rouge), dans des polygones de 5 km de côté s'étendant jusqu'au chenal de navigation (ligne grise au centre), le long du tronçon fluvial et d'une portion de l'estuaire fluvial du Saint-Laurent.

La cartographie des six pressions pour lesquelles des indices ont été calculés révèle la vulnérabilité parfois élevée des habitats aquatiques de ces régions hydrographiques du Saint-Laurent. Ainsi, sans présenter une liste exhaustive des effets et des conséquences possibles sur les habitats aquatiques, les paragraphes suivants en font ressortir quelques-uns.

L'agriculture intensive sur de vastes superficies, particulièrement les cultures annuelles, couplées au ruissellement, à l'érosion ainsi qu'à d'autres modifications dans le tracé historique des cours d'eau, a dégradé la qualité de l'eau et le régime hydrologique de nombreux tributaires du Saint-Laurent en augmentant la charge en nutriments, en sédiments et en pesticides. Les fortes concentrations de nutriments dans l'eau de la rive sud du lac Saint-Pierre ont engendré des déséquilibres importants dans les habitats de reproduction et de croissance de la perchaude (Hudon et coll., 2011, 2018; de la Chenelière et coll., 2014). La superficie du territoire utilisée pour l'agriculture exerce également des pressions sur les habitats en nuisant directement à leur disponibilité et à leur qualité. Ainsi, l'empiètement des cultures annuelles sur la zone inondable du lac Saint-Pierre fait que la perchaude, le grand brochet ou le maskinongé (*Esox masquinongy*) peuvent perdre au printemps jusqu'à 75 % de la surface de leurs habitats de fraie selon le scénario (Mingelbier et coll., 2008; Foubert et coll., 2020). Il faut cependant noter que plusieurs efforts sont déployés pour réduire les effets de l'agriculture autour du lac Saint-Pierre ainsi que dans d'autres secteurs (p. ex., adaptation de l'agriculture au contexte particulier du littoral du lac Saint-Pierre, création de bassins sur les terres agricoles dont les baux viennent à échéance et servent d'habitats pour la faune).

Ensemble, les eaux rejetées par les villes de Montréal, Laval, Québec, Longueuil, Trois-Rivières et Salaberry-de-Valleyfield représentent environ 60 % du débit total des eaux usées de la province. Malgré les traitements d'épuration des eaux usées, celles rejetées dans le fleuve Saint-Laurent (environ 100 m³/s à Montréal) contiennent encore de nombreux contaminants chimiques potentiellement toxiques, notamment des produits pharmaceutiques encore actifs, des retardateurs de flammes ou des microplastiques. Par exemple, les œstrogènes sont reconnus pour réduire la capacité reproductive de certains poissons mâles vivant dans le panache des eaux usées de la Communauté urbaine de Montréal (Aravindakshan et coll., 2004), et les antidépresseurs perturbent l'activité cérébrale et l'attraction sexuelle des poissons (Lajeunesse et coll., 2011). C'est vraisemblablement le cas ailleurs dans le Saint-Laurent, à proximité d'autres agglomérations. D'ailleurs, il est possible de suivre certains de ces panaches sur plusieurs dizaines de kilomètres. Les rejets d'eaux usées non traitées, quoique généralement de courte durée, sont encore fréquents. Finalement, malgré de nombreuses normes, il est possible de suspecter que certains rejets en

provenance des zones industrialisées établies en bordure du Saint-Laurent aient des effets locaux plus ou moins persistants sur la qualité de l'eau. De plus, une contamination historique des sédiments datant d'avant la mise en place de normes peut encore perturber le milieu durant des événements de brassage des sédiments, par exemple.

Une autre pression majeure est la fragmentation du paysage qui a des répercussions majeures sur les poissons en leur coupant l'accès à leurs habitats vitaux. L'artificialisation des berges, l'urbanisation, les barrages ou les obstacles divers et les altérations hydrologiques rompent la connectivité et occasionnent de nombreuses pertes d'habitats. Les poissons, qu'ils effectuent de petites ou de grandes migrations, utilisent divers types d'habitats pour achever leur cycle de vie. Le maintien du libre passage entre tous ces habitats réduit les risques d'extinction locale. De plus, la structure génétique des stocks de poissons souligne l'existence de plusieurs barrières au flux génique autres que les barrages, telles que les panaches des tributaires et l'absence d'habitat sur de longues distances. C'est notamment le cas pour la perchaude (Leclerc et coll., 2008).

La vision des pressions dans ce rapport représente un état des connaissances disponibles en 2010. La situation a assurément évolué depuis. Cependant, une première étape importante a été franchie avec l'évaluation et la cartographie de six pressions importantes agissant sur les poissons et leurs habitats dans le tronçon fluvial et l'estuaire fluvial du Saint-Laurent. Ce travail permet également de répertorier les secteurs les plus touchés. Ces données sont pertinentes dans le contexte de gestion d'un incident maritime en offrant un outil d'aide à la décision. Par exemple, des efforts dirigés pourraient être appliqués à des milieux déjà fortement sous pressions, car la moindre perturbation supplémentaire, comme un incident maritime, peut avoir un effet additif ou multiplicatif rendant la réhabilitation du milieu difficile ou impossible. Dans une autre situation, il pourrait être nécessaire de favoriser un secteur au détriment d'un autre, et connaître les pressions qu'il subit déjà peut s'avérer nécessaire. Il convient également d'évaluer des approches qui se concentrent davantage à mettre en lumière non pas les pressions, mais les particularités des écosystèmes à protéger.

6.2 Distinction entre sensibilité et vulnérabilité

Il est important de définir quelques termes importants pour assurer une bonne compréhension des outils d'aide à la décision en cours de développement au CEGRIM, soit un indice de vulnérabilité morphosédimentaire du littoral et un indice de sensibilité du patrimoine naturel aux déversements d'hydrocarbures.

D'abord, l'évaluation de la sensibilité est une mesure de la capacité de réponse au stress, c'est-à-dire aux écarts de conditions environnementales à laquelle l'espèce est habituellement exposée (Zacharias et Gregr, 2005). Par exemple, un des indices les plus communs pour mesurer la toxicité dans les organismes vivants est la concentration à laquelle plus de 50% des individus meurent à la suite de l'exposition (concentration létale médiane ou CL_{50}). Dans le cas d'un déversement pétrolier, l'évaluation de la toxicité de chaque type de produit pour chacune des espèces qui risquent d'être exposées serait d'une immense complexité, sans considérer les synergies entre polluants qui augmenteraient davantage la complexité de cette évaluation. Il serait toutefois possible de mesurer la toxicité du mélange de polluants, de l'eau ou des sédiments contaminés (MDDELCC, 2015). Au cours d'un déversement maritime, la majorité des organismes exposés sont englueés. Ils subiront donc une forte exposition de longue durée à une concentration élevée de contaminants. Ainsi, il est généralement admis que tous les organismes seront sensibles à une exposition directe à une pollution marine tel un déversement maritime (Desjardins et coll., 2018).

Le concept de vulnérabilité combine trois éléments, soit la sensibilité décrite ci-dessus, le potentiel d'exposition (probabilité d'être exposé à la pollution) et la résilience (potentiel de rétablissement des habitats ou des organismes touchés) (Desjardins et coll., 2018). Puisque tous les habitats et organismes sont sensibles à un déversement maritime, c'est plutôt l'exposition et la résilience qui définiront la vulnérabilité des écosystèmes du Saint-Laurent. Par exemple, une espèce floristique vivant sur une paroi rocheuse est peu encline à interagir avec une nappe de pétrole (faible exposition, faible vulnérabilité), contrairement aux herbiers aquatiques composant la zone intertidale (forte exposition, forte vulnérabilité). Aussi, une communauté d'organismes benthiques ayant une forte capacité de renouvellement ou de recolonisation pourrait se remettre plus facilement à la suite du nettoyage d'une zone contaminée (forte résilience, faible vulnérabilité).

Le développement d'outils d'aide à la décision du CEGRIM s'inspire de ces deux concepts de sensibilité et de vulnérabilité. Ces outils intègrent et synthétisent les connaissances relatives aux écosystèmes du Saint-Laurent. Ils permettent de déterminer les enjeux les plus importants (sensibles ou vulnérables) et leur localisation. Les atlas de sensibilité de la disposition POLMAR-terre française (Le Berre et coll., 2009, 2011, 2012) ainsi que la méthode de « Cartographie de la vulnérabilité des côtes aux pollutions maritimes accidentelles » de l'IEPCA et IOGP (2016) ont largement inspiré ces analyses préliminaires.

Ces indices sont représentés sur les cartes tactiques, telles qu'elles sont décrites à la section 2.3, puisqu'elles sont destinées aux gestionnaires régionaux dont le rôle est de planifier des opérations de nettoyage et de protection des sites sensibles. Deux zones pilotes ont été choisies pour présenter ces résultats préliminaires. L'une se situe en milieu fluvial (eau douce), au lac Saint-Pierre, et l'autre en milieu marin (eau salée), dans la baie de Sept-Îles. Ces régions ont été choisies principalement pour la grande disponibilité de données environnementales, floristiques et fauniques.

Le lac Saint-Pierre, réserve de la biosphère de l'UNESCO, est un environnement exceptionnel qui est témoin chaque jour d'une foule d'activités humaines. Ce site a été inscrit en 1998 sur la liste des sites protégés par la Convention de Ramsar⁸ (Ramsar, 2020), démontrant la nature unique de cette zone de milieux humides d'importance internationale. Il abrite deux ZICO, mettant en lumière l'habitat privilégié qu'il constitue pour les oiseaux migrateurs. Ces statuts à reconnaissance internationale illustrent la nature exceptionnelle de ce secteur pilote. Il est composé d'un archipel de plus de 100 îles, de plusieurs baies et représente le plus grand lac fluvial du Saint-Laurent, avec une très vaste zone d'inondation et de très importantes haltes migratoires pour la sauvagine. Il est d'une richesse sur le plan biologique, mais aussi économique, pour les Québécois, tel que l'illustre bien la section 6.1.

La zone pilote de la baie de Sept-Îles est un exemple de développement durable combinant une utilisation humaine intensive, étant donné le site d'un des plus importants ports du Canada, dont l'environnement est riche en biodiversité. L'Institut nordique de recherche en environnement et en santé au travail (INREST) en a d'ailleurs fait un observatoire environnemental (INREST, 2019). La baie est abritée des aléas du golfe du Saint-Laurent par un archipel composé de sept îles. Plusieurs îles de l'archipel abritent d'importantes colonies d'oiseaux et la baie entière constitue une ZICO. D'importants herbiers de zostère marine couvrent le littoral de la baie et abritent une faune diversifiée, tandis que plusieurs espèces de mammifères marins fréquentent ces eaux productives.

6.3 Indice de vulnérabilité morphosédimentaire

L'indice de vulnérabilité morphosédimentaire (IVM) est inspiré de l'ESI (Environmental Sensitivity Index), une méthode intégrée dans un système d'information spatial qui permet de décrire la vulnérabilité du littoral à un déversement de pétrole. Cet indice a été appliqué pour la première fois par Gundlach et Hayes (1978) et a ensuite été utilisé partout dans le monde. Il faut noter que son nom d'origine ne distingue pas les termes sensibilité et vulnérabilité et peut donc porter à confusion. Pour cette raison, l'indice développé dans ce rapport et inspiré de l'ESI sera nommé l'indice de vulnérabilité morphosédimentaire.

L'IVM se base sur deux variables principales, soit la granulométrie et l'exposition du littoral. Le type de granulométrie influence la capacité d'enfouissement du pétrole, tandis que l'exposition se rapporte à l'énergie déployée par les vagues, le vent et la marée qui contribue à l'autonettoyage du littoral. Plus le classement IVM est élevé, plus le littoral est vulnérable à un déversement pétrolier. La méthodologie utilisée pour construire l'IVM a été entièrement décrite par la NOAA (Petersen et coll., 2019).

⁸ **Ramsar** : Convention internationale signée à Ramsar (Syrie) en 1971, relative à la conservation et à la préservation des milieux humides, particulièrement en tant qu'habitats des oiseaux aquatiques.

Afin d'évaluer la granulométrie, les types de substrats du littoral sont classés selon leur perméabilité et leur temps de résilience. Cette «classification du rivage» correspond à celle fournie par ECCC aux intervenants à l'occasion d'un déversement dans la technique d'évaluation et de restauration des rives (TERR) (ECCC, 2018a). Plus le pétrole a tendance à s'enfouir et à rester sur le site, ou encore plus celui-ci est difficile à nettoyer, plus la cote est élevée, indiquant que cette zone est plus vulnérable à un déversement. La valeur biologique des habitats littoraux est aussi prise en compte dans le calcul de la vulnérabilité. Ainsi, les habitats les plus vulnérables sont fréquentés par de nombreuses espèces et prennent davantage de temps à se remettre d'une perturbation. Par exemple, les marais et autres herbiers possèdent une haute valeur écologique et peuvent prendre des dizaines d'années avant d'être réhabilités (Petersen et coll., 2019).

La mesure de l'exposition du littoral représente une évaluation de l'énergie des vagues, du vent et des marées, donc de l'énergie hydrodynamique. Lorsque cette énergie est haute, la rétention des produits pétroliers est plus faible, puisque la plage est rapidement nettoyée par les vagues et le pétrole est transporté vers les zones calmes ou encore fragmenté par les mouvements. Ces zones exposées sont donc considérées comme moins vulnérables. Pour le calcul de l'IVM, le littoral est soit abrité, soit exposé, il n'y a pas de notion intermédiaire. Les courants, lorsque suffisamment forts, déplacent aussi les nappes d'huile ou, au contraire, les enfouissent rapidement grâce au flux du sable ou du gravier. Ces substrats, plus mobiles, sont souvent moins riches en faune benthique, puisqu'ils ne leur offrent pas d'abri stable. À moins de grands changements dans le découpage et l'orientation du littoral, il ne devrait pas contenir de sections exposées juste à côté de sections abritées (Petersen et coll., 2019).

En combinant la granulométrie et l'exposition du littoral, l'IVM est structuré en 10 catégories, allant de peu vulnérable à très vulnérable. Certains ouvrages suggèrent toutefois de réduire le nombre de classes afin de simplifier l'interprétation des résultats durant la consultation de la carte par les unités d'intervenants en cas d'urgence (IPIECA et IOGP, 2016; Le Berre et coll., 2009). Une carte avec cinq classes différentes, par exemple, est plus synthétique, plus simple et plus intuitive à utiliser.

6.3.1 Évaluation de la granulométrie : typologie des faciès littoraux du Saint-Laurent

La figure 42 présente les grandes catégories de substrats ou de faciès littoraux composant le littoral du Saint-Laurent. Pour chacun de ces substrats, l'IVM varie en fonction de l'exposition au vent, aux vagues et à la marée. Tout d'abord, il convient de bien décrire les différents substrats qui le composent ainsi que la diversité des espèces qui les fréquentent, pour ensuite préciser la cote IVM pour chacun d'entre eux (tableau 20).



Source : Photos archivées du MELCC.

Figure 42.
Représentation des différents types de substrats composant le littoral du Saint-Laurent.

Tableau 20.

Description des différents types de substrats composant le littoral du Saint-Laurent et cotes IVM associées.

Nom	Description	Cote IVM	
		Exposé	Abrité
Plate-forme rocheuse	Une plate-forme rocheuse possède une rive pratiquement à l'horizontale (moins de 5°). Des fissures et des crevasses peuvent abriter des espèces résistantes ⁹ .	1	7
Rampe rocheuse	La rampe rocheuse est inclinée de 5 à 35°. Des fissures et des crevasses peuvent abriter des espèces résistantes.	1	7
Falaise rocheuse	Une falaise est inclinée à plus de 35°. Sa vulnérabilité équivaut à une côte rocheuse.	1	7

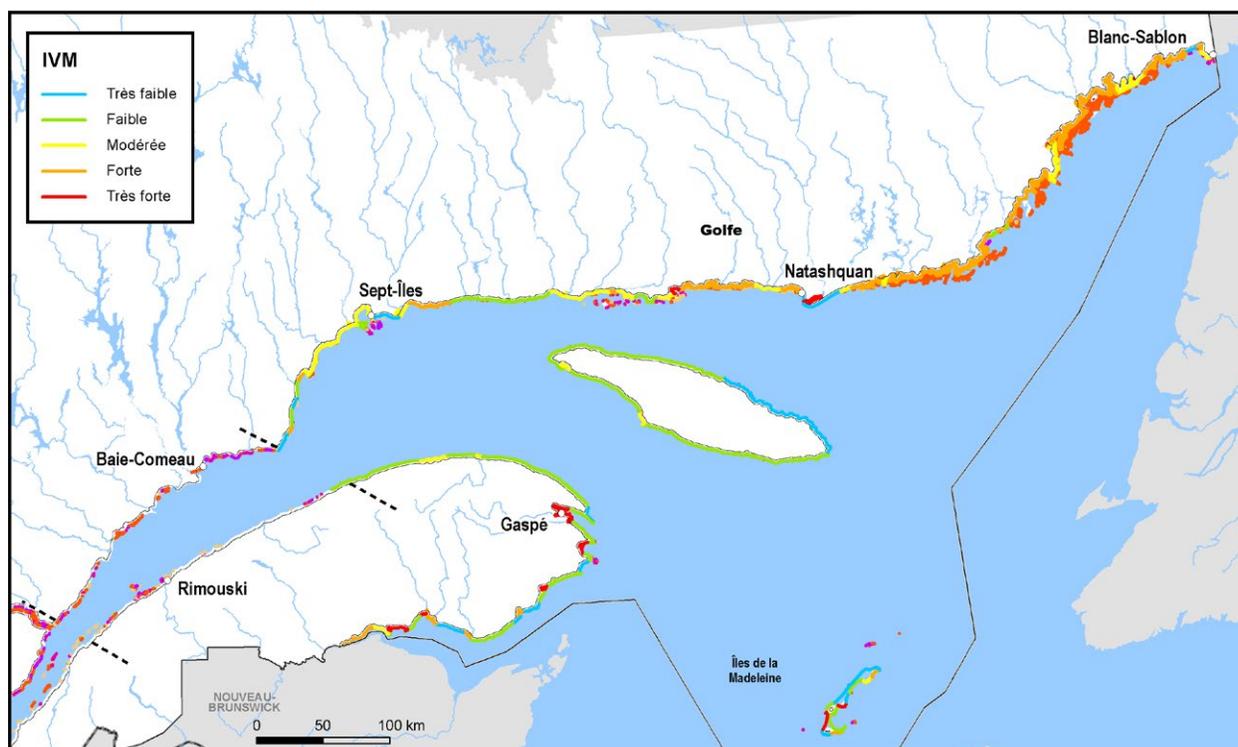
⁹ **Espèces résistantes** : Espèces qui résistent à des variations importantes dans leur environnement. Dans l'infralittoral, les espèces résistent par exemple à des variations importantes de température, de salinité et à des périodes prolongées d'immersion et d'émersion. Ces espèces sont souvent, du même coup, plus résistantes à une exposition aux hydrocarbures.

Nom	Description	Cote IVM	
		Exposé	Abrité
Falaise de sable	Une falaise est inclinée à plus de 35°. Sa vulnérabilité équivaut à une côte de sable.	3	8
Falaise de sédiments mixtes	Une falaise est inclinée à plus de 35°. Sa vulnérabilité équivaut à une côte de sédiments mixtes.	4	10
Structure anthropique imperméable	Une structure artificielle est construite de sorte que le pétrole ne peut pas pénétrer dans ces matériaux, comme un mur de béton, de l'asphalte ou du métal. Les fissures et les crevasses peuvent permettre la colonisation par des espèces résistantes, l'état de la structure est aussi important pour déterminer si elle est bien imperméable en cas de déversement.	1	7
Structure anthropique perméable	Une structure artificielle est construite de telle sorte qu'elle laisse pénétrer l'eau par des crevasses à l'intérieur des matériaux, qui doivent ensuite être remplacés ou nettoyés adéquatement. Un enrochement ou un quai de bois par exemple.	5	8
Plage de galets	Une plage est une surface en pente abrupte ou légère (de 5 à 35°) composée de sédiments meubles de 64 et 256 mm de diamètre. Les espèces animales fréquentent davantage les zones abritées ainsi que la partie inférieure de la zone intertidale de ces habitats.	5	8
Plage de cailloux	Une plage est une surface en pente abrupte ou légère (de 5 à 35°) composée de sédiments meubles de 4 à 64 mm de diamètre. Les espèces animales fréquentent davantage les zones abritées ainsi que la partie inférieure de la zone intertidale de ces habitats.	5	8
Plage de sédiments mixtes	Une plage est une surface en pente abrupte ou légère (de 5 à 35°) composée de sédiments de différentes tailles. Il s'agit toujours de sédiments grossiers (sable avec granules, cailloux ou galets). Les espèces animales fréquentent davantage les zones abritées ainsi que la partie inférieure de la zone intertidale de ces habitats.	4	8
Plage de sable	Une plage est une surface en pente abrupte ou légère (de 5 à 35°) composée de sédiments meubles de moins de 2 mm de diamètre. Les espèces animales fréquentent davantage les zones abritées ainsi que la partie inférieure de la zone intertidale de ces habitats.	3	8
Vasière	Une vasière est une zone élargie et faiblement inclinée composée de boue, de limon (de 0,0625 à 0,004 mm de diamètre) ou d'argile (de très petits sédiments de moins de 0,004 mm de diamètre). Elle inclut souvent une quantité importante de matière organique et constitue un habitat important pour les invertébrés et une aire d'alimentation pour les oiseaux.	6	9
Rive végétalisée	Une rive végétalisée comporte une bordure recouverte par des végétaux durant la saison de croissance. Elle peut être appelée « marais » si elle est couverte régulièrement d'eau ou en cas d'onde de tempête ou de période de crue. Selon l'emplacement, des termes plus généraux comme « milieu humide » sont également utilisés. Ces habitats sont tous très riches sur le plan biologique, car les rives végétalisées servent d'habitat à la faune, dont les oiseaux migrateurs, par exemple.	10	10

Source : Adapté de ECCC (2018a).

6.3.2 Méthode

En 2015, le MELCC a réalisé un projet visant l'intégration de connaissances écologiques pour aider à la prise de décision dans le cas d'urgences environnementales (Le Rouzès et Bazoge, 2015). La cartographie d'un IVM attribué aux segments littoraux a été proposée pour le golfe du Saint-Laurent. Cette cartographie peut être utile d'un point de vue stratégique, soit pour cibler les secteurs qui, par exemple, sont particulièrement vulnérables (figure 43). Ces résultats ne sont toutefois disponibles que pour une partie de la zone d'étude et les segments littoraux proposés ne sont pas suffisamment détaillés pour produire des cartes tactiques. Ils ont cependant inspiré la méthodologie pour l'estimation de l'IVM dans les deux zones pilotes.



Source de données : Le Rouzès et Bazoge (2015).

Figure 43.

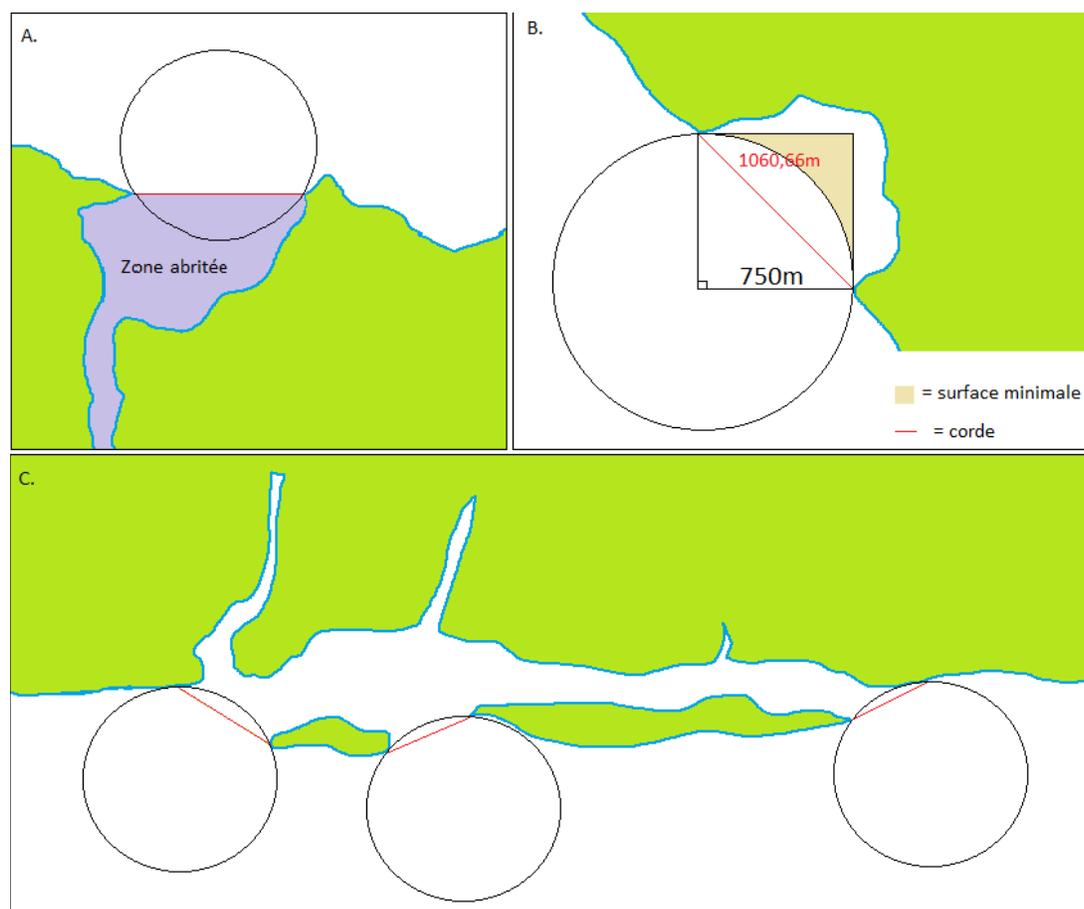
Carte stratégique présentant l'IVM de la zone intertidale supérieure pour le golfe du Saint-Laurent.

Pour les cartes tactiques des deux zones pilotes, la cartographie de la classification du rivage produite par ECCC (Sergy, 2008) a été utilisée comme base de connaissances. Cette base de données à l'échelle de 1 :50 000 a été précisée en la rapportant sur la ligne de rive selon la BDTQ au 1 :20 000 (Gouvernement du Québec, 1999). Pour les changements de substrats, les points de rupture de chaque segment ont été validés par des images LiDAR (*Light Detection and Ranging*) et Google Earth.

La méthode de Cairns (2012) a été préconisée pour évaluer le degré d'exposition aux vagues et à la marée du littoral utilisé pour l'IVM. Cette méthode distingue un littoral abrité d'un littoral exposé par l'utilisation d'un cercle de 1,5 km de diamètre. Apposé sur une carte, le cercle doit pouvoir fermer la baie en deux points le long du littoral pour que celui-ci soit considéré comme abrité (figure 44A). Toutes les îles dont la taille est supérieure à un cercle de 150 m de rayon sont considérées comme suffisamment grandes pour avoir une influence sur l'exposition du littoral avoisinant. Celles-ci sont donc considérées dans la délimitation de la zone abritée. Pour qu'un littoral ait

un effet protecteur efficace pour la baie, celle-ci ne doit pas être trop petite ou présenter une ouverture trop large. L'aire minimale pour l'inclusion de la baie est de 0,12071 km² et l'angle maximal de fermeture de la baie est de 90° (figure 44B) (Bédard, 2009). Afin de construire la zone abritée autour d'un archipel comme les îles de Sorel, il faut ajouter plusieurs cercles pour fermer tous les côtés de l'archipel (figure 44C).

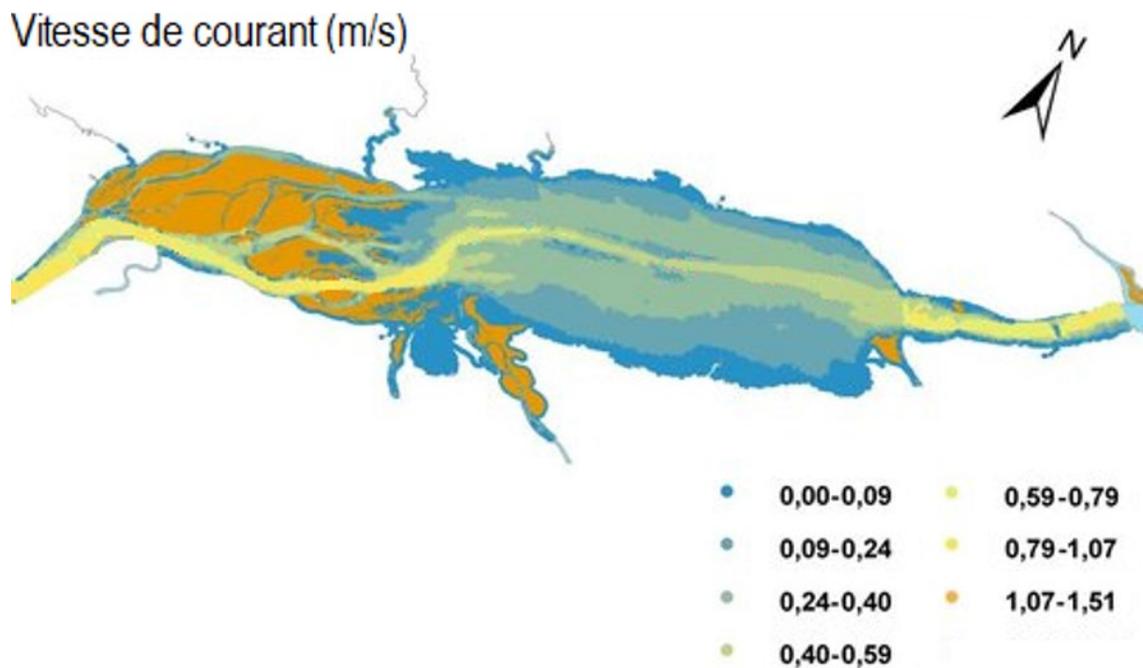
Pour la zone pilote du lac Saint-Pierre, lorsque le chenal maritime devient plus étroit que 1,5 km, comme c'est le cas dans l'archipel des îles de Sorel, la courantologie a été utilisée pour déterminer les zones les plus exposées aux vagues et aux courants du fleuve, avec le qualificatif « exposé » (figure 45). Les autres embranchements de l'archipel, où la vitesse du courant est inférieure, sont qualifiés « abrités » et délimités en fonction de la méthodologie de Cairns. Ces zones accumulent donc les particules contaminées à cause de leur faible caractère « autonettoyant ».



Sources : Adaptée de Bédard (2009) et Cairns (2012).

Figure 44.

Représentation de la méthode de Cairns pour le calcul de l'exposition du littoral. A) Un cercle de 1,5 km de diamètre est approché de la côte jusqu'à ce qu'il y ait contact entre 2 points qui ferment la baie. B) Pour qu'une baie soit prise en compte, elle doit minimalement avoir l'aire représentée par le coin du carré de 1,5 km de côté (0,12071 km²), et l'angle de fermeture de la baie doit être de 90°. C) La zone abritée dans le cas d'un archipel doit comporter plusieurs cercles pour fermer la zone.

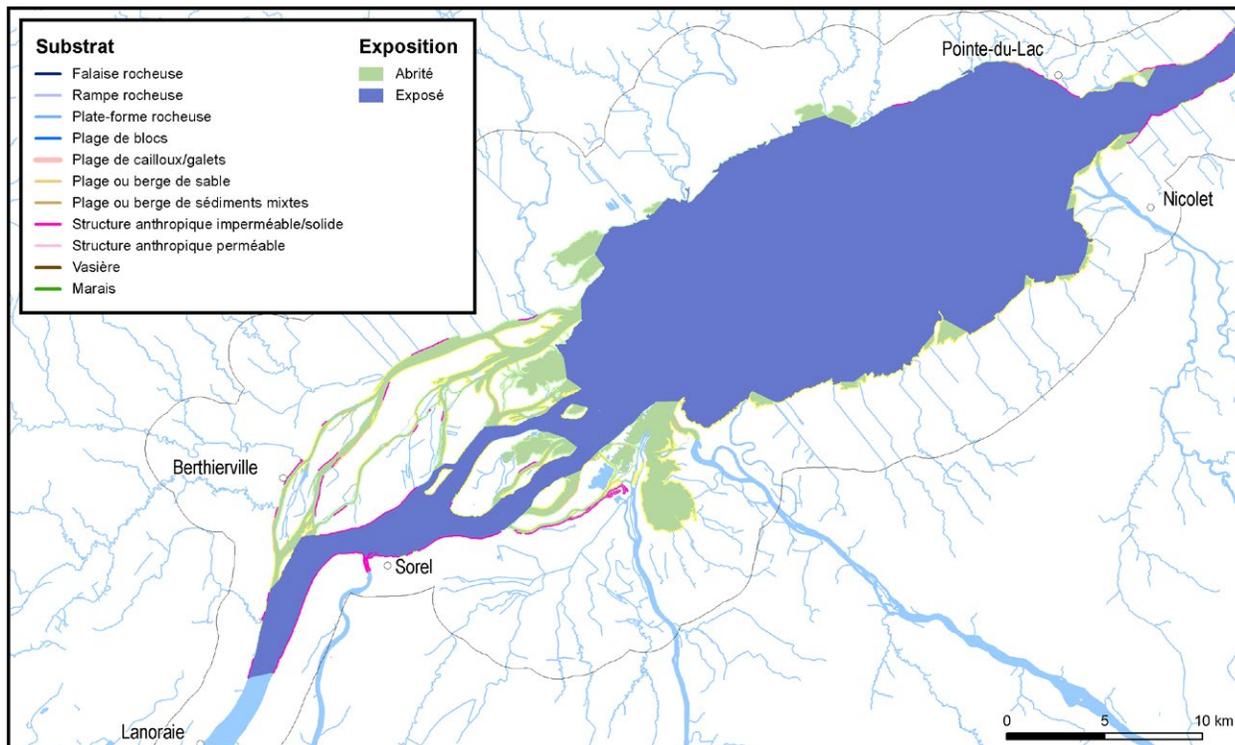


Source : Adaptée de de la Chenelière (2015).

Figure 45.

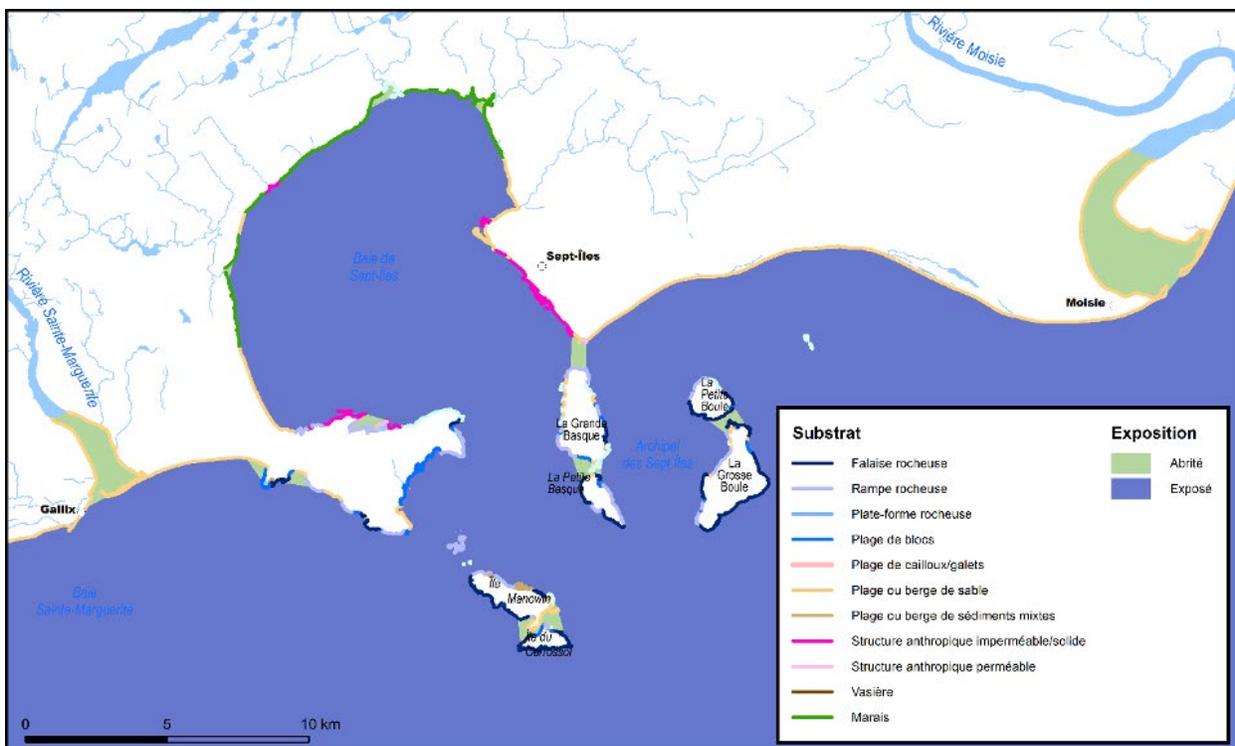
Courantologie (exprimée par la vitesse de courant) ayant permis de déterminer les zones à plus fort courant de l'archipel du lac Saint-Pierre. Les zones à plus fort courant sont considérées comme exposées.

Les figures 46 et 47 représentent les différentes composantes de l'IMV dans les deux zones pilotes du projet et illustrent la difficulté d'interprétation que représente un grand nombre de classes de substrat par les intervenants sur le terrain. Les zones exposées ou abritées sont présentées sous forme de polygone, alors que les types de substrats sont présentés linéairement sur la ligne de rive de la BDTQ au 1 :20 000. Chaque type de substrat possède une cote différente selon son degré d'exposition. Ces éléments combinés permettent de constituer l'IVM.



Sources de données : Ligne de berge : BDTQ (MRNF, 2013) et substrat : ECCC (2018b).

Figure 46.
Cartographie des différents critères constituant l'IVM pour la zone pilote du lac Saint-Pierre.



Sources de données : Exposition : adaptée de Cairns (2012); ligne de berge : BDTQ (MRNF, 2013) et substrat : ECCC (2018b).

Figure 47.
Cartographie des différents critères constituant l'IVM pour la zone pilote de la baie de Sept-Îles.

Comme mentionné précédemment, afin de faciliter le travail des utilisateurs, le résultat de l'IVM est réparti en 5 classes plutôt que 10. Les données de substrat et d'exposition permettent de délimiter les cinq classes qui sont présentées dans le tableau 21. La classe 1 rassemble les 2 premières cotes, soit des zones jugées peu vulnérables. Dans tous les cas, il s'agit du littoral exposé dont la perméabilité est jugée faible, puisqu'il s'agit d'un littoral rocheux ou de structures imperméables. La classe 2 rassemble les cotes 3 et 4 de l'IVM qui sont des littoraux sableux ou à sédiments mixtes et qui sont estimés comme étant exposés et possédant un faible potentiel d'enfouissement. La classe 3 regroupe le littoral exposé à fort potentiel d'enfouissement ou encore à fort potentiel biologique, qui comprend les plages de blocs, de cailloux ou de galets, les structures anthropiques perméables ou encore les vasières exposées. La classe 4 comprend le littoral abrité avec un couvert végétal faible à modéré, tandis que la classe 5, soit la catégorie la plus élevée, regroupe le littoral végétalisé, les milieux humides et les vasières abritées.

Tableau 21.

Cote IVM et regroupements correspondants proposés.

Cote IVM	Substrat	Exposition	Regroupement en 5 classes
1	Littoral rocheux	Exposé	1. Peu vulnérable; littoral exposé à perméabilité très faible
1	Structure anthropique imperméable	Exposé	
1	Falaise rocheuse	Exposé	
2	Plate-forme rocheuse	Exposé	
3	Littoral sableux	Exposé	2. Littoral exposé à faible potentiel d'enfouissement
4	Littoral de sédiments mixtes	Exposé	
5	Plage de blocs	Exposé	3. Littoral exposé à fort potentiel d'enfouissement ou à fort potentiel biologique
5	Plage de cailloux/galets	Exposé	
5	Structure anthropique perméable	Exposé	
6	Vasière	Exposé	
7	Littoral rocheux	Abrité	4. Littoral abrité au couvert végétal faible à modéré
7	Structure anthropique imperméable	Abrité	
7	Plate-forme rocheuse	Abrité	
7	Falaise rocheuse	Abrité	
8	Littoral sableux	Abrité	
8	Côte de sédiments mixtes	Abrité	
8	Plage de blocs	Abrité	
8	Plage de cailloux/galets	Abrité	
8	Structure anthropique perméable	Abrité	
9	Vasière	Abrité	
10	Marais	Exposé	5. Très vulnérable; littoral végétalisé
10	Marais	Abrité	

Source : Adapté de Le Rouzès et Bazoges (2015).

6.3.3 Analyses préliminaires

Zone pilote : lac Saint-Pierre

La figure 48 présente les résultats préliminaires de l'IVM pour la zone pilote du lac Saint-Pierre. La vulnérabilité est plus élevée pour l'archipel du lac Saint-Pierre ainsi que pour la rive nord du lac. En effet, le substrat de toute la rive nord est un marais, ce qui lui donne la cote maximale de 5 peu importe qu'il soit abrité ou exposé. L'archipel comporte aussi, sur ses berges, de nombreuses zones végétalisées intérieures, dont celles de l'île de Grâce, de l'île Plate et de la Grande île. La plus grande portion de la rive sud du lac Saint-Pierre est caractérisée par des milieux sableux, dont l'exposition varie en fonction des différentes baies, ce qui fait varier le résultat de l'IMV de la classe 2 et à la classe 4. Cet indice a été calculé sur la zone en période d'étiage, ce qui est un fait important à considérer, puisqu'il s'agit d'une zone où un déversement de polluant pourrait avoir des répercussions bien différentes en période de crue printanière. Étant donné la nature végétalisée et l'utilisation à des fins agricoles de la plus grande portion de ce territoire, toute la zone inondable serait vulnérable en cas de déversement en période de crue. Il serait aussi important de noter que, pour la rive sud du lac, la vulnérabilité pourrait être aussi plus élevée à cause de munitions non explosées, ce qui limiterait de beaucoup la rapidité et la capacité d'intervention. La Défense nationale y a effectué des tirs expérimentaux durant 50 ans sur 160 km² situés au sud du chenal de navigation commerciale du Saint-Laurent, près de la ville de Nicolet (Roberge, 2020). Une autre caractéristique des résultats présentés pour le lac Saint-Pierre sont les nombreuses structures anthropiques imperméables. Celles-ci bordent principalement les villes de Trois-Rivières et de Sorel ainsi que la municipalité de Saint-Ignace-de-Loyola. Ces ouvrages de protection ont majoritairement été installés avant la fin du programme fédéral de protection des berges, en 1998, afin de contrer les effets du batillage sur les rivages (Bergeron, 2018). L'IVM dans cette zone dépendrait donc aussi de la qualité de ces ouvrages qui peuvent créer une fausse impression de sécurité en cas de désuétude, puisqu'ils deviennent alors perméables.

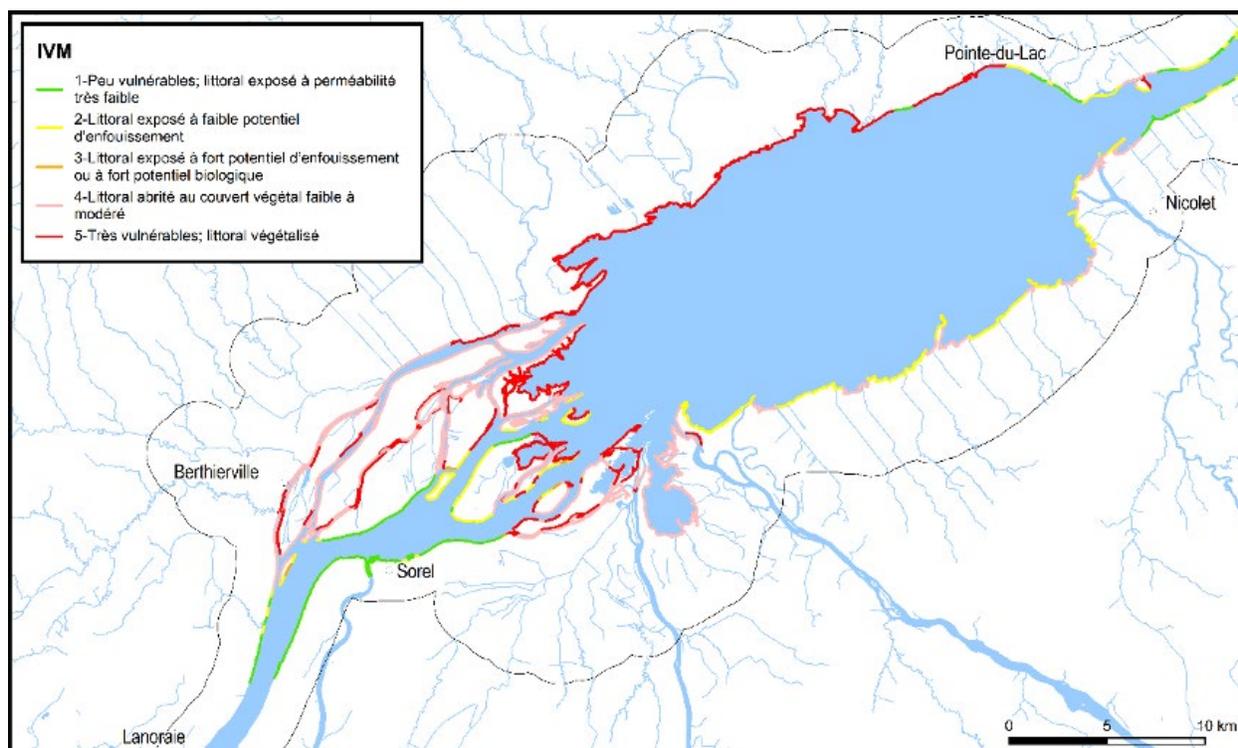


Figure 48.

Carte tactique préliminaire de l'IVM pour la zone pilote du lac Saint-Pierre.

Zone pilote : baie de Sept-Îles

La figure 49 illustre les résultats préliminaires de l'IVM pour la zone pilote de la baie de Sept-Îles. Les zones les plus vulnérables selon cet indice se situent au fond de la baie de Sept-Îles, où se trouve le littoral végétalisé. Les embouchures des rivières Moisie (à l'est de Sept-Îles) et Sainte-Marguerite (à l'ouest de Sept-Îles) sont également vulnérables étant donné la zone abritée où des polluants déversés pourraient venir s'engouffrer durant la marée montante. Les petites zones abritées, à cause de la proximité entre les îles ou encore entre l'île La Grande-Basque et le continent, l'embouchure de la rivière des Rapides, la baie de Pointe-Noire et l'anse de la Grande-Coulée sont également des zones considérées comme vulnérables. Les autres types de substrats pour la région de Sept-Îles sont surtout des littoraux sableux exposés ainsi que des littoraux rocheux exposés. La vulnérabilité de ces substrats est considérée comme plutôt faible. La côte située à la hauteur du centre-ville de Sept-Îles possède une vulnérabilité faible à un déversement étant donné l'installation d'une structure anthropique imperméable tout du long de cette section.

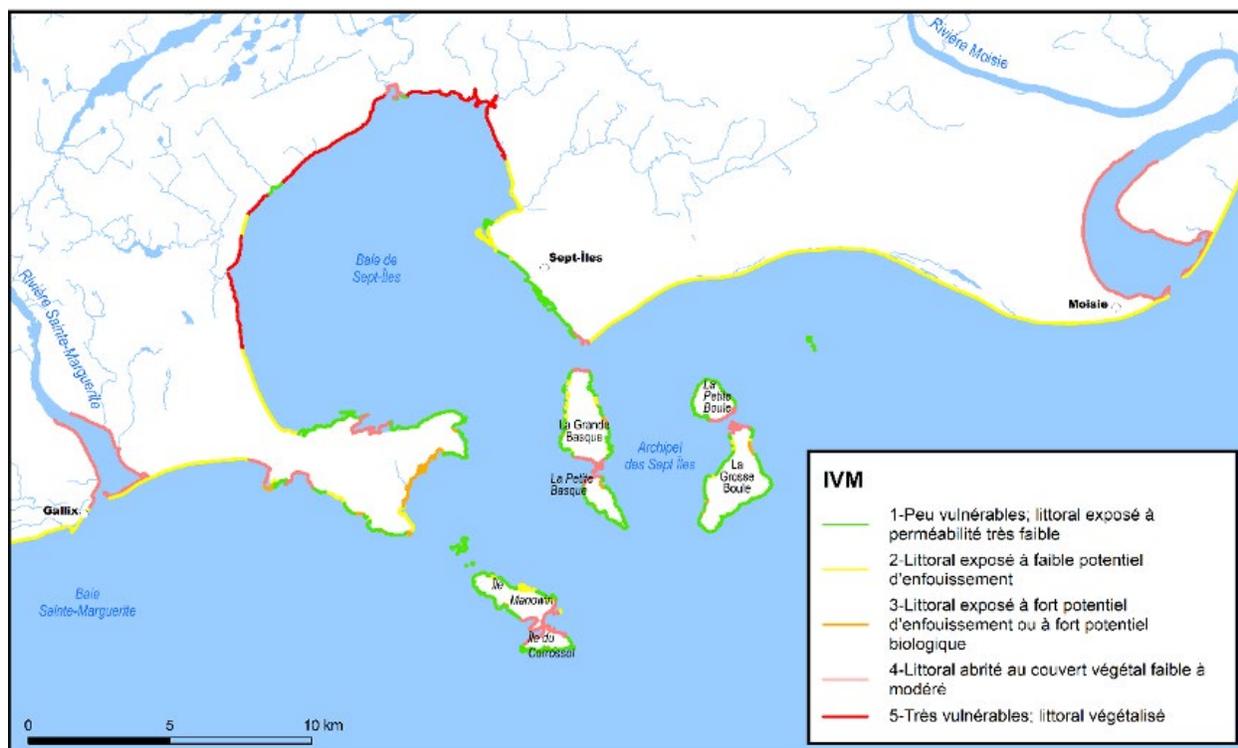


Figure 49.

Carte tactique préliminaire de l'IVM pour la zone pilote de la baie de Sept-Îles.

Limites d'interprétation

L'IVM est plus représentatif du comportement des hydrocarbures classiques et n'est pas adapté aux pétroles lourds. En effet, lorsque le pétrole est très visqueux, il est très difficile à nettoyer, même sur des falaises de roc exposées. Il faut donc aussi prendre en compte certaines caractéristiques du polluant dans l'interprétation de l'IVM, dont sa nature, sa viscosité et son adhérence en cas de déversement (Lemaire et Pelletier, 2015; Le Berre et coll., 2011).

La mesure de l'exposition calculée par la méthode de Cairns n'est pas adaptée à une zone où l'influence des vagues et des marées est minimale, et où la majorité de l'exposition sur la berge est soumise à un fort batillage, comme c'est le cas pour le tronçon fluvial. De plus, bien que la zone d'inondation du tronçon fluvial ait été prise en compte, cette zone très végétalisée et agricole devrait faire l'objet d'acquisitions de connaissances sur les effets potentiels que pourrait avoir un déversement majeur en période de crue. Ainsi, des données plus récentes de végétation et de courantologie sont nécessaires pour bien comprendre l'étendue des effets potentiels d'un déversement.

6.4 Indice du patrimoine naturel

La cartographie des enjeux environnementaux du patrimoine naturel doit inclure les espèces, les habitats et les ressources naturelles sensibles à un déversement maritime. L'IEPCA et IOGP (2016) spécifie que les données suivantes sont essentielles à la détermination des enjeux relatifs à la protection de la biodiversité :

- les sites protégés et les sites importants en matière de biodiversité;
- les différents types d'habitats et d'écosystèmes littoraux;
- les espèces à statut précaire ou menacées.

Les figures 50 et 51 illustrent la difficulté d'interprétation que peut représenter une grande quantité d'information disponible dans une même zone et donc rendre difficile la priorisation des enjeux. Dans certains cas, les sites utilisés par les espèces les plus sensibles sont simplement localisés à partir de pictogrammes. Cette méthode est employée dans les atlas de type IVM (NOAA, 2019; Environnement Canada, 2015), mais ne permet pas de hiérarchiser les enjeux. Puisque l'IVM ne couvre pas cette notion de biodiversité et que les pictogrammes ne pallient qu'une portion du besoin, il est important d'évaluer d'autres méthodes qui permettent la désignation et la hiérarchisation des sites sensibles en matière de protection de la biodiversité.

Certaines méthodes sont proposées à cet effet dans le guide des bonnes pratiques internationales de l'IEPCA et IOGP (2016). D'autres sont inventoriées dans Le Berre et coll. (2011) depuis les atlas du POLMAR-terre en France. Il en ressort que plusieurs indices sont employés pour décrire la sensibilité écologique des écosystèmes littoraux. Leur mise en œuvre dépend toutefois du type et du degré de précision des données disponibles relatives à la thématique.

6.4.1 Méthode

Pour intégrer les données environnementales sous forme d'indice, l'indice du patrimoine naturel (IPN) a été retenu comme modèle et a été adapté aux réalités propres du Saint-Laurent (Le Berre et coll., 2009, 2011, 2012; Poupon, 2007). Cette première itération dans le développement de l'indice implique une réflexion approfondie qui requiert davantage de contenu d'experts afin d'attribuer différents degrés d'importance à chaque couche ou à la sélection des couches à intégrer (voir section 7.3.3).

Néanmoins, l'IPN permet d'évaluer l'intérêt écologique, patrimonial et scientifique accordé aux écosystèmes. C'est un outil stratégique qui permet d'évaluer le risque environnemental à petite échelle. Il consiste à superposer les dispositifs de protection, de gestion et d'inventaires appliqués aux sites naturels en fonction de leur importance paysagère, de leur représentativité, de leur rareté et de leur sensibilité. La note finale attribuée à un site dépend du nombre de couches de données qui s'y superposent. Ce principe de superposition a d'ailleurs été testé pour le calcul des effets cumulés des pressions anthropiques sur l'environnement présentés à la section 6.1 (Mingelbier et coll., 2012). Un indice similaire a aussi déjà été calculé pour la caractérisation du littoral du golfe du Saint-Laurent (Le Rouzes et Bazoge, 2015).

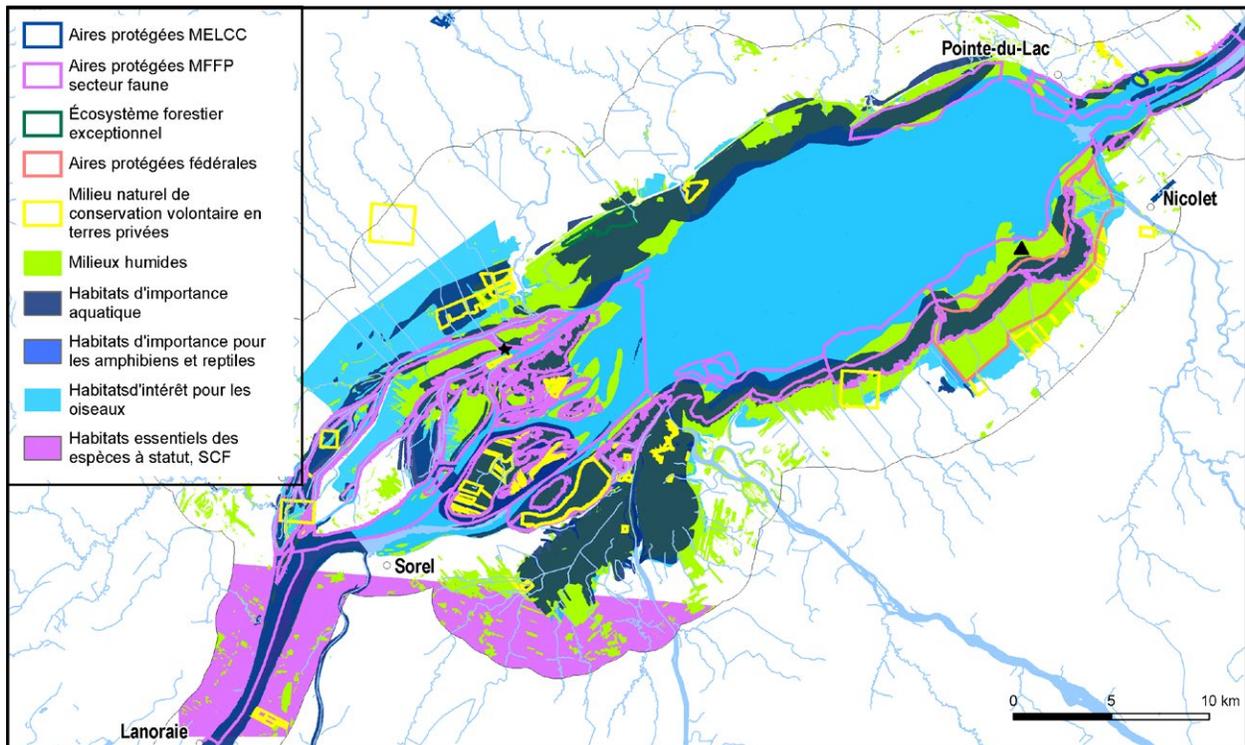
Pour le calcul de l'IPN, les données d'occurrences d'espèces à statut précaire ont d'abord été triées suivant certains critères (tableau 22, colonne « Sélection »). Ces données ont aussi été restructurées, pour la zone pilote du lac Saint-Pierre, de manière à les décliner par classe qui correspond chacune à une couche de données distincte pouvant être superposée, donc additionnée, dans l'indice (tableau 22, colonne « Classification »). Une analyse matricielle a été privilégiée, c'est-à-dire que chaque couche vectorielle de données cartographiques polygonales a été convertie en une matrice de 10 m × 10 m. Les valeurs de chaque cellule des différentes couches sont soit booléennes (0-1), pour représenter la présence ou l'absence connue, ou un entier, qui détermine le cumul d'occurrences superposées (tableau 22).

Tableau 22.

Format et sélection des données utilisées dans le calcul de l'IPN des deux zones pilotes.

Zone pilote	Couches de données	Format	Classification	Sélection
Lac Saint-Pierre	Registre des aires protégées	Entier	Aucune	Aucune
	Habitats essentiels des espèces à statut (SCF)	Booléen	Aucune	Aucune
	Occurrences fauniques et floristiques d'espèces à statut précaire (CDPNQ)	Entier	Oiseaux	Occurrences ayant une qualité excellente à existante (A, B, C, D, E) et une localisation dont la précision est de moins de 150 m d'incertitude (S)
		Entier	Poissons	
		Entier	Végétation	
		Booléen	Bivalves	
		Booléen	Reptiles et amphibiens	
	Milieus humides	Booléen	Aucune	Aucune
	Habitats d'intérêt pour les oiseaux (y compris les ZICO)	Booléen	Aucune	Aucune
	Habitats aquatiques d'importance : frayère, zone d'alevinage et fosses profondes	Booléen	Aucune	Aucune
Habitats d'intérêt pour les amphibiens et les reptiles	Booléen	Aucune	Aucune	
Baie de Sept-Îles	Registre des aires protégées	Entier	Aucune	Aucune
	Territoires d'importance pour la conservation	Booléen	Aucune	Aucune
	Occurrences fauniques et floristiques d'espèces à statut précaire (CDPNQ)	Booléen	Aucune	Occurrences ayant une qualité excellente à existante (A, B, C, D, E) et une localisation dont la précision est de moins de 150 m d'incertitude (S)
	Milieus humides	Booléen	Aucune	Aucune
	ZICO	Booléen	Aucune	Aucune
	Zostère marine	Booléen	Aucune	Aucune
	Aires de reproduction de la lompe	Booléen	Aucune	Aucune

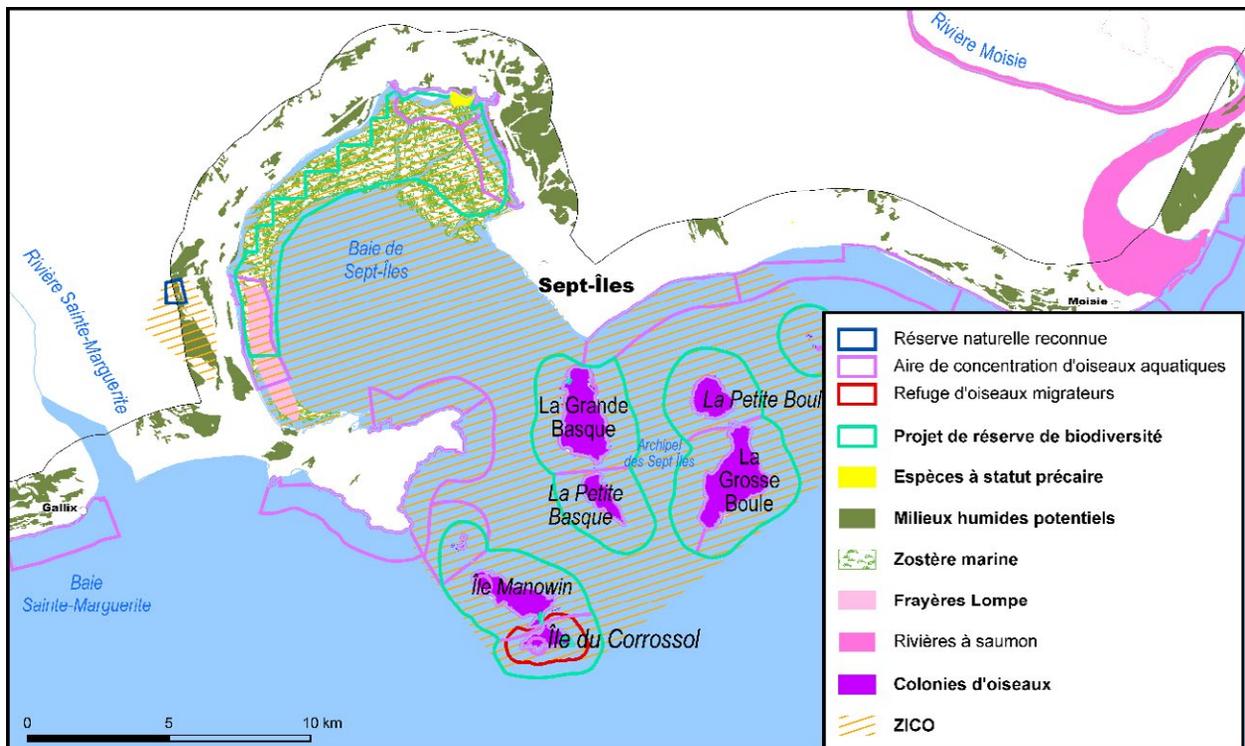
L'avantage d'une analyse matricielle est aussi de réduire la distorsion associée à la nature de certains jeux de données comme la couche des habitats essentiels d'espèces à statut du SCF observés en aval de Sorel dans les figures 50 et 53.



Sources de données : Voir tableaux 3 et 22.

Figure 50.

Données cartographiques disponibles pour le calcul de l'IPN couvrant la zone pilote du lac Saint-Pierre.



Sources de données : Voir tableaux 3 et 22.

Figure 51.

Données cartographiques disponibles pour le calcul de l'IPN couvrant la zone pilote de la baie de Sept-Îles.

Les résultats de l'analyse de superposition, c'est-à-dire la somme des couches se retrouvant dans un pixel donné, sont présentés sous forme de cartes stratégiques et tactiques en fonction de l'échelle d'interprétation. Le format de l'échelle suit le modèle proposé par les atlas du POLMAR (Le Berre et coll., 2009, 2011, 2012).

Cartes stratégiques (figure 52) : Classification manuelle en quatre catégories sur les données non normalisées.

- **0** : aucune superposition
- **3** : 1 à 3 superpositions
- **6** : 4 à 6 superpositions
- **≥ 7** : 7 superpositions ou plus

Dans cette approche, il est possible d'intégrer l'ensemble des données jugées pertinentes et importantes présentées dans les figures 50 et 51 (ensemble des données) et de hiérarchiser cette information en fonction de la valeur patrimoniale par zone où se superposent des données. Cette approche permet donc d'orienter les décisions stratégiques afin de maximiser la protection de l'environnement, à petite échelle, des secteurs dont la valeur du patrimoine naturel est plus élevée.

Cartes tactiques (figures 53 et 54) : classification manuelle en quatre catégories sur les données brutes (c.-à-d. comme pour les cartes stratégiques) et normalisées en pourcentage par le nombre maximum de superpositions par zone.

- **0** : aucune superposition
- **0,3** : jusqu'à 30 % du nombre maximum de superpositions
- **0,6** : de 30 % à 60 % du nombre maximum de superpositions
- **1** : plus de 60 % du nombre maximum de superpositions

L'avantage de cette normalisation est de permettre la localisation des sites les plus sensibles par zone, peu importe la quantité de données disponibles. Le maximum est représenté par la valeur 1 dans la légende des cartes tactiques une fois les valeurs normalisées.

6.4.2 Analyses préliminaires

Le tronçon fluvial héberge une diversité faunique et floristique importante présentée en partie dans le portrait du patrimoine naturel (voir section 4). De plus, la plus grande concentration de milieux humides s'y trouve et héberge une grande diversité faunique. Plusieurs aires de protection ont d'ailleurs été mises en place pour protéger ce joyau du Saint-Laurent, qui est aussi le secteur qui subit le plus de pressions anthropiques compte tenu du bassin de population qui le jouxte (voir section 6.1). La superposition des couches sélectionnées fait ressortir de la carte stratégique du tronçon fluvial (figure 52) que les lacs fluviaux (lacs Saint-François, Saint-Louis, des Deux Montagnes et Saint-Pierre), le chenal principal du Saint-Laurent entre le lac Saint-Louis et le lac Saint-Pierre ainsi que le secteur de la batture Saint-Pierre comportent une valeur patrimoniale supérieure (zones jaune et rouge) aux secteurs entourant l'archipel des îles de Laval, l'île de Salaberry et la Grande Île. Cependant, il faut faire attention quant à l'interprétation de cartes stratégiques et s'en tenir à leur portée qui vise seulement une analyse à petite échelle.

Les cartes tactiques préliminaires du lac Saint-Pierre et de la baie de Sept-Îles (figures 53 et 54) permettent une analyse plus fine des enjeux environnementaux à l'échelle régionale.

L'analyse de l'IPN pour le lac Saint-Pierre, zone pilote fluviale de l'étude, à partir des données disponibles et sélectionnées, souligne les sites les plus sensibles. Il s'agit de l'archipel de Sorel et des rives sud et nord-est du lac. La haute valeur patrimoniale de ces secteurs est attribuable à plusieurs espèces à statut, aux aires protégées inscrites ou aux habitats d'importance pour les poissons, les oiseaux ou les amphibiens et les reptiles.

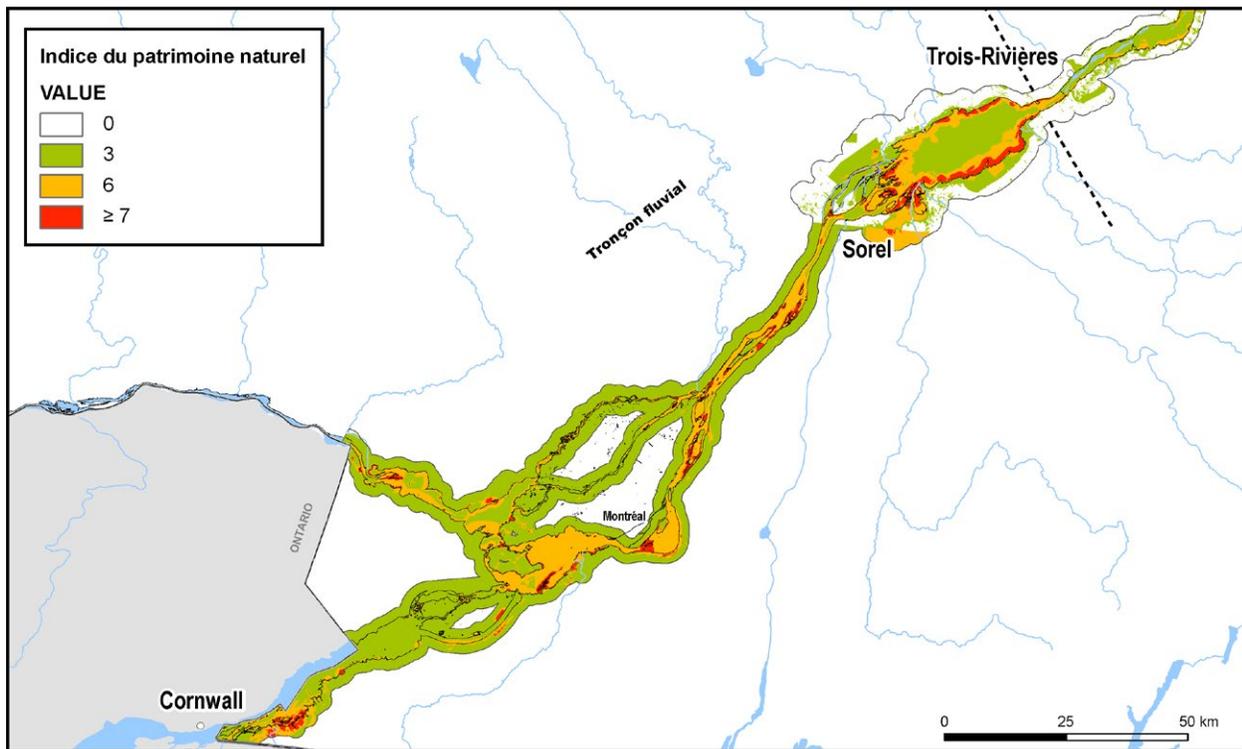
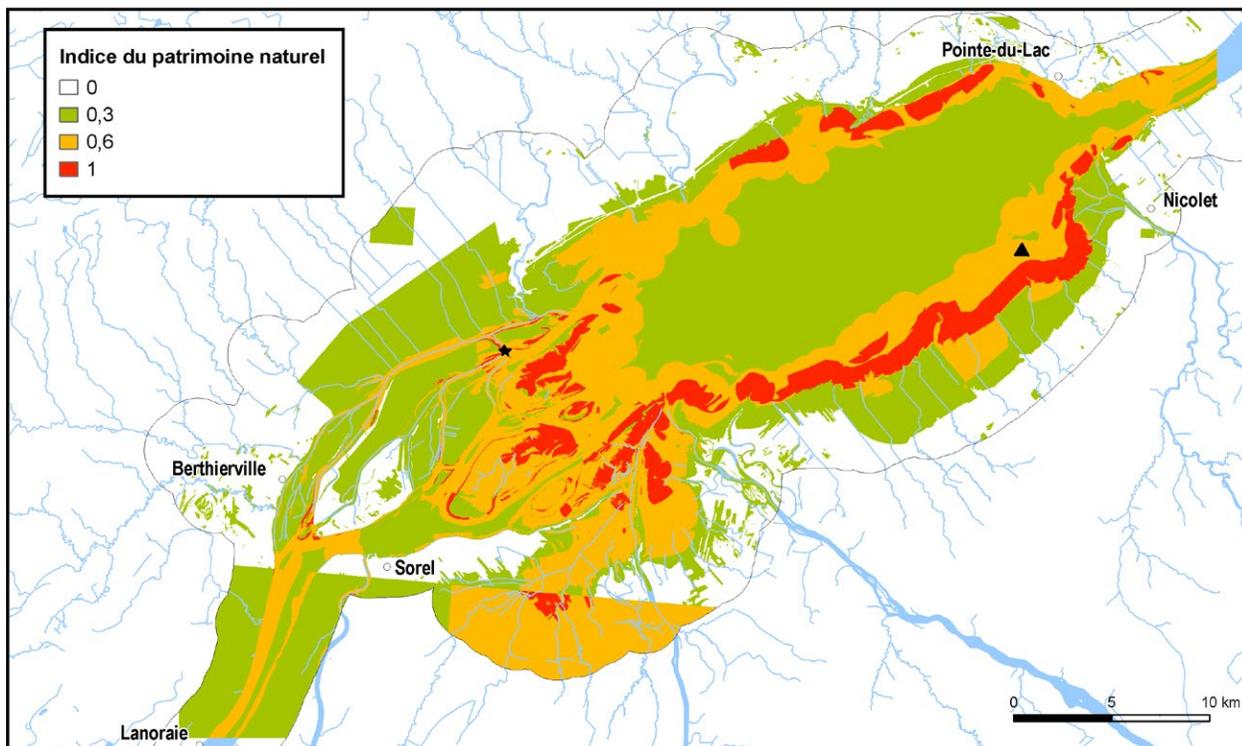


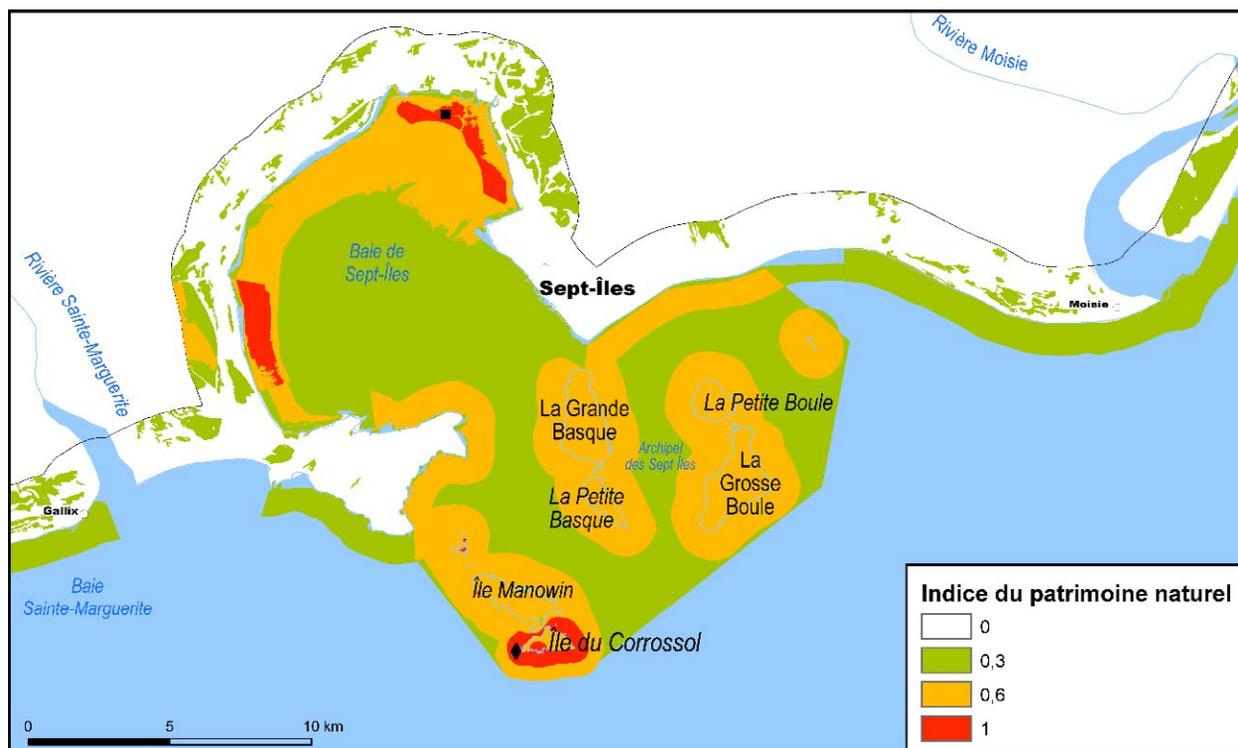
Figure 52.
Carte stratégique préliminaire de l'IPN pour le tronçon fluvial du Saint-Laurent.



Note : L'étoile et le triangle présentent un indice de 0,6 (c.-à-d. > 60% du maximum de superpositions de 11 dans cette zone pilote).

Figure 53.
Carte tactique préliminaire de l'IPN couvrant la zone pilote du lac Saint-Pierre (nombre de superpositions normalisées par la valeur maximale).

La baie de Sept-Îles présente une étendue de valeurs patrimoniales moins vaste que celle du lac Saint-Pierre (maximum de 5 et 11 superpositions, respectivement). Cependant, une fois les valeurs normalisées avec le maximum régional, il est possible de répertorier plus clairement les sites les plus sensibles dans cette zone. Il s'agit des secteurs est et ouest de la baie et de l'île du Corrossol. Zosteriaie, frayères, ZICO, colonies d'oiseaux y sont superposées et leur attribuent un IPN de la plus haute valeur (zones rouges).



Note : Le carré et le losange présentent un indice de 0,6 (c.-à-d. > 60 % du maximum de superpositions de 5 dans cette zone pilote).

Figure 54.

Carte tactique préliminaire de l'IPN couvrant la baie de Sept-Îles.

Il est important de préciser que la carte tactique seule apporte certes une information hiérarchisée, mais pour passer à une étape subséquente, une action à poser par exemple, il faut pouvoir connaître le contenu de l'information pour chaque pixel. Cette information permettra d'orienter les actions en fonction de la nature des sites sensibles de même que leur importance afin de maximiser la protection de l'environnement. Pour illustrer ces propos, les connaissances sous-jacentes à deux mailles de la matrice (10 m × 10 m) de chaque zone pilote ont été détaillées dans les tableaux 23 et 24 (lac Saint-Pierre) et 25 et 26 (baie de Sept-Îles). La carte tactique et les connaissances sont donc essentielles pour bien comprendre les enjeux sous-jacents à une zone prioritaire telle qu'elle est illustrée par ces exemples.

Tableau 23.

Caractéristiques et valeur d'IPN et IPN normalisé d'un pixel de 10 m sur 10 m identifié par un triangle sur la carte tactique du lac Saint-Pierre (figure 53).

Secteur	Réserve mondiale de biosphère
Valeur patrimoniale	10
Valeur patrimoniale normalisée	0,91
Composition du patrimoine naturel	Aires de protection (ACOA du refuge de Nicolet, habitat du rat musqué du lac Saint-Pierre sud-est, refuge d'oiseaux migrateurs de Nicolet)
	Habitat d'importance pour les oiseaux
	Habitat aquatique d'importance
	Milieus humides
	4 espèces de poissons à statut précaire

Tableau 24.

Caractéristiques et valeur d'IPN et IPN normalisé d'un pixel de 10 m sur 10 m identifié par une étoile sur la carte tactique du lac Saint-Pierre (figure 53).

Secteur	Îles de la Girondeau
Valeur patrimoniale	8
Valeur patrimoniale normalisée	0,73
Composition du patrimoine naturel	Aires de protection (ACOA Îles de la Girondeau-Grande Île, habitat du rat musqué fleuve Saint-Laurent, île Girondeau-La traverse)
	Habitat d'importance pour les oiseaux
	Habitat aquatique d'importance
	Milieus humides
	Une espèce d'oiseau à statut précaire
	Deux espèces de poissons à statut précaire

Tableau 25.

Caractéristiques et valeur d'IPN et IPN normalisé d'un pixel de 10 m sur 10 m identifié par un carré sur la carte tactique de la baie de Sept-Îles (figure 54).

Secteur	Littoral nord-est de la baie
Valeur patrimoniale	4
Valeur patrimoniale normalisée	0,80
Composition du patrimoine naturel	Aires de protection (ACOA de la baie de Sept-Îles 4)
	Territoire d'importance (réserve de biodiversité projetée du Marais-de-la-Baie-de-Sept-Îles)
	ZICO
	Zostère

Tableau 26.

Caractéristiques et valeur d'IPN et IPN normalisé d'un pixel de 10 m sur 10 m identifié par un losange sur la carte tactique de la baie de Sept-Îles (figure 54).

Secteur	Île du Corossol
Valeur patrimoniale	5
Valeur patrimoniale normalisée	1
Composition du patrimoine naturel	Aires de protection (ACOA, héronnière et refuge d'oiseaux migrateurs de l'île du Corossol)
	Territoire d'importance (projet de réserve de biosphère de l'archipel de Sept-Îles)
	ZICO

7.0 Lacunes

Le portrait du patrimoine naturel du Saint-Laurent, des enjeux environnementaux qui lui sont associés et des outils d'aide à la décision dans le cas d'un incident maritime devra être mis à jour régulièrement. Actuellement, les connaissances couvrent des secteurs où les données sont incomplètes. Elles sont souvent historiques (p. ex., datant de plusieurs décennies) et ne couvrent pas l'ensemble d'une année, de sorte qu'elles mériteraient d'être actualisées ou complétées. La désignation des connaissances les plus importantes à combler, leur répartition dans la zone d'étude ainsi que leur couverture temporelle sont un objectif essentiel. En ce qui a trait au CEGRIM, la réalisation de cet objectif prendra du temps et nécessitera une mise en commun d'expertises en interne comme en externe.

Puisque l'équipe ACE du CEGRIM souhaite disposer d'une cartographie des écosystèmes littoraux, fluviaux et marins vulnérables aux déversements dans le Saint-Laurent, toutes les données jugées essentielles pour la gestion d'un incident maritime devront être inventoriées, acquises ou mises à jour pour chacune des cinq régions hydrographiques. Afin de guider la suite des travaux du CEGRIM vers cet objectif, les sections subséquentes présentent certaines lacunes à combler et des recommandations sur les façons de combler ces lacunes en fonction des différentes thématiques présentées dans les chapitres précédents.

7.1 Démarche méthodologique

7.1.1 Territoire d'application

La préparation d'un portrait du patrimoine naturel du Saint-Laurent passe obligatoirement par le choix d'un territoire d'application. Ce choix a d'abord été fait au meilleur des connaissances disponibles et selon les mandats propres à l'équipe ACE du CEGRIM. Cette première version du portrait a permis de cibler certaines modifications qui devront être apportées pour raffiner le territoire d'application afin de mieux définir les secteurs présentant le plus de probabilité d'occurrences d'incidents maritimes. Les éléments suivants devront être pris en compte :

- inclure les zones inondables sur l'ensemble du Saint-Laurent;
- adapter les limites de la zone d'étude en retirant les endroits qui ne sont pas exposés directement à l'hydrodynamique du Saint-Laurent et qui ne seraient donc pas touchés par un incident maritime comme les falaises, les zones urbanisées protégées par des infrastructures, etc.;
- déterminer les limites vers l'amont dans le fjord du Saguenay et les autres tributaires principaux du Saint-Laurent comme les premiers obstacles infranchissables, l'influence des marées vers l'intérieur des terres, etc.

7.1.2 Temporalité saisonnière et interannuelle

Au Québec, quatre saisons bien définies apportent leur lot de défis quant à la gestion d'un incident maritime. La crue printanière, la navigation multiusage durant l'été, les tempêtes automnales, la couverture de glace hivernale sont autant d'exemples qui modifient la sensibilité et la vulnérabilité des écosystèmes littoraux, fluviaux et marins du Saint-Laurent. Cet ouvrage ne prend pas en compte les variations saisonnières. Par exemple, les couches des frayères, des zones d'alevinage et de plusieurs habitats d'importance pour divers groupes fauniques pourraient être bonifiées en précisant les mois ou les périodes d'utilisation ou d'activité. En effet, certaines espèces vivent en

permanence sur un territoire, d'autres migrent et occupent temporairement le Saint-Laurent ou son littoral en regard de leur cycle biologique (reproduction, alimentation, halte migratoire, etc.). Certains poissons fraient au printemps, d'autres durant l'hiver. D'autres groupes fauniques, comme les oiseaux ou les mammifères marins, fréquentent certaines zones uniquement durant les migrations.

Il sera crucial d'inclure cette temporalité dans la prochaine phase afin de compléter les outils d'aide à la décision, en gardant à l'esprit que la saisonnalité varie entre le sud et le nord de la zone d'étude. En effet, de la limite sud du Québec dans le lac Saint-François à Blanc-Sablon, les changements annuels dans l'hydrologie du Saint-Laurent, l'effet des vents, des vagues ou de la glace, la météorologie du Québec, les composantes physico-chimiques de l'environnement et l'occupation des écosystèmes littoraux, fluviaux et marins par les espèces floristiques et fauniques varient au cours de l'année. De plus, les variations interannuelles et les prédictions relatives aux changements climatiques seront importantes à prendre en compte pour relativiser les enjeux et les risques inhérents à l'hydrographie du Saint-Laurent. La représentation de la temporalité de l'utilisation des habitats par la faune aidera à la prise de décisions à la suite d'un incident maritime. Enfin, il faut considérer qu'un incident à une période donnée de l'année peut nuire aux habitats qui seront utilisés à une période ultérieure et que la période de récupération peut être longue avant qu'un habitat puisse être réutilisé intégralement.

7.2 Patrimoine naturel du Saint-Laurent

Les connaissances sur le patrimoine naturel du Saint-Laurent sont acquises en continu par le gouvernement du Québec. Ainsi, les couches d'information présentées dans ce document devront être continuellement mises à jour de manière à incorporer les nouvelles données comme une nouvelle frayère ou un nouvel habitat d'importance. De plus, l'inventaire des connaissances et l'intégration des données externes au gouvernement du Québec devront se poursuivre dans la prochaine phase du CEGRIM.

7.2.1 Hydrographie et hydrodynamique

Les zones qui présentent une plus haute sensibilité à la submersion et à l'érosion côtières résultant des niveaux d'eau, des courants et des vagues seront des enjeux importants à considérer. Les processus hydrodynamiques peuvent être simulés avec des modèles numériques, ce qui permet d'accroître leur compréhension et celle de leurs conséquences potentielles sur la modification du biotope (l'habitat). De plus, chaque région hydrographique présente des conditions hydrodynamiques distinctes. Aucun modèle numérique unique incluant les cinq régions hydrographiques n'est encore disponible. Actuellement, c'est plutôt l'agencement des résultats des différents modèles qui assure la couverture du Saint-Laurent, ce qui engendre une variation de la précision (échelle spatiale) pour les prévisions de courants, de vagues ou de marnages entre les différentes régions. L'amélioration de ces modèles numériques et leur intégration dans un modèle plus général sont un défi en soi qui dépend notamment des connaissances océanographiques et écologiques du territoire. Par exemple, une meilleure connaissance de la dynamique des herbiers aquatiques du lac Saint-Pierre et de leurs superficies, qui varient chaque année, est requise afin d'adapter la vitesse d'écoulement dans ce secteur.

Lors de l'élaboration de la prochaine version du portrait, différentes variables environnementales agissant sur l'étalement, l'évaporation, la dispersion et l'émulsification des nappes d'hydrocarbures devraient être intégrées. Pensons notamment aux vents, aux vagues, au couvert de glace (S. L. Ross Environmental Research Ltd., 2011) ainsi qu'à la température, au pH, à l'oxygène dissous ou à la salinité (Lemarchand et Desbiens, 2015). Il sera également important de comprendre les effets et le comportement d'autres matières dangereuses dans les écosystèmes du Saint-Laurent.

7.2.2 Milieux naturels, flore et aires de protection

Les milieux naturels littoraux et aquatiques devront faire l'objet d'une cartographie plus détaillée pour compléter et actualiser les données présentées dans ce rapport. Par exemple, la couverture spatiale de la caractérisation détaillée des milieux humides progresse continuellement. De nombreux EFE sont situés sur des terres privées et ne sont donc pas inscrits au Registre des aires protégées au Québec, mais conservent tout leur intérêt sur le plan écologique. Les milieux rocheux et sableux devraient être évalués à l'aide d'information surfacique et non linéaire. Les herbiers aquatiques d'eau douce et d'eau salée, les bancs de macroalgues et les bancs coquilliers, décrits dans ce rapport comme les principaux milieux naturels aquatiques peu profonds, sont encore mal connus, et ce, tant dans le secteur fluvial que marin.

Aussi, les milieux naturels aquatiques situés à une profondeur plus de 20 m dans le Saint-Laurent devront être mieux caractérisés de manière à pouvoir aborder les enjeux associés à une contamination en profondeur avec, par exemple, des hydrocarbures de haute densité. Le MPO procède actuellement à une cartographie et à une caractérisation des habitats infralittoraux dans certaines zones de l'estuaire maritime, de la baie des Chaleurs et de la Côte-Nord. La cartographie est réalisée en utilisant des photographies aériennes à haute résolution des milieux littoraux et la caractérisation, qui cible les habitats constitués de zostère ou de macroalgues, est réalisée par la prise de vidéos sous-marines à des profondeurs allant jusqu'à 10 m. Ce travail se poursuivra jusqu'en 2022. Le MPO prévoit aussi de poursuivre les inventaires de zostère afin de compléter ceux effectués depuis 2001 (figure 20, Christine Desjardins, communication personnelle, 29 mai 2020).

Sur le plan floristique, une connaissance plus précise de la répartition spatiale des espèces à statut et des espèces endémiques du Québec demeure un enjeu critique qui permettra d'assurer leur protection. Une meilleure connaissance des communautés végétales rares serait aussi pertinente au contexte d'étude. Les données de répartition des espèces floristiques exotiques envahissantes pourraient également être utilisées, en cas de déversement, pour localiser des zones qui subissent déjà des perturbations.

Une base de données regroupant l'ensemble des aires protégées devra consolider l'information qui est actuellement colligée dans différents registres. Quatre bases de données principales ont été mentionnées dans la section 4.9, mais d'autres données importantes existent. Les aires de protection du répertoire des sites de conservation volontaire du Québec du RMN devront être mises à jour. Les aires marines ou terrestres de protection à l'étude devront aussi faire l'objet d'une révision prochainement, compte tenu de l'ambitieuse cible du gouvernement actuel.

Aussi, il importe de noter que les données floristiques ne présentent pas le même niveau de détail pour les différentes régions hydrographiques ou ne couvrent pas l'ensemble du Saint-Laurent (tableau 27).

Tableau 27.

Lacunes spatiales des couches d'information floristique qui apparaissent actuellement dans le portrait du patrimoine naturel du Saint-Laurent.

	Tronçon fluvial	Estuaire fluvial	Estuaire moyen	Estuaire maritime	Golfe
Zone inondable					
Classification du rivage (1:20 000) – milieux naturels					
Milieux humides					
Variables météorologiques (vents, température, etc.) – Info-Climat					
Variation physico-chimiques (température, salinité, turbidité)					
Herbiers aquatiques					
Bancs de macroalgues					
Communautés végétales rares					
Aires de protection marines et côtières					
Espèces floristiques endémiques					
CDPNQ (flore)					
EAE floristique					

Note : Vert : portrait assez complet; jaune : portrait incomplet/très fragmentaire; et rouge : aucun portrait/absence de données/données non accessibles pour le moment.

7.2.3 Faune et habitats d'importance

Le regroupement de l'ensemble des données associées à la faune ou à ses habitats représente un important travail, car l'information n'est pas centralisée. Dans le cadre de ce portrait, il n'a pas été possible d'intégrer l'ensemble des données disponibles. Ainsi, d'autres sources d'information pourront être ajoutées aux couches courantes d'information géographique. Sans s'y limiter, le tableau A3 de l'annexe A présente quelques-unes de ces sources et couches d'information géographique qui pourront être ajoutées dans les versions ultérieures du rapport. Il pourrait s'agir de données relatives à de nouveaux groupes taxinomiques comme les moules d'eau douce ou encore d'ajouts spatiaux (nouveaux secteurs) ou temporels (nouvelles années ou saisons).

Il y a aussi une dimension particulière à considérer pour les données fauniques. La faune étant mobile, les observations à un endroit donné ne sont pas toutes égales dans la mesure où l'animal peut être de passage ou se trouver dans un habitat vital et critique pour l'espèce. La distinction entre ces observations n'est pas facile à faire sans l'expertise liée aux données et, encore plus, en l'absence d'inventaires systématiques dans le temps et l'espace. Le poids des habitats d'importance devrait peut-être jouer un rôle plus grand dans les données que les observations. De plus, certaines bases de données renferment des renseignements qui pourraient être discriminants pour résoudre cette particularité. Il serait donc pertinent de poursuivre les analyses en ce sens.

Utilisation des données historiques à clarifier

Une grande proportion des données utilisées dans cette première version du portrait du patrimoine naturel du Saint-Laurent n'est pas récente. Par exemple, la base de données du CDPNQ regroupe des données historiques datant du 18^e siècle. Plusieurs autres couches d'information faunique contiennent des données collectées en grande partie au cours des grandes campagnes d'échantillonnage des années 1970 à 1990. Notamment, près de 90 % des données sur les frayères surfaciques et 80 % de celles-ci sur les frayères ponctuelles sont antérieures à l'an 2000 (figure A2 de l'annexe A). D'autres données sont plus récentes, comme les données sur les habitats d'importance de l'herpétofaune (plus de 60 % collectées de 2010 à 2019, figure A5 de l'annexe A).

Les données anciennes conservent une grande valeur, car elles révèlent des habitats qui ont déjà existé, qui ont été détruits et dont le potentiel pourrait être restauré. Elles révèlent aussi des habitats qui peuvent exister périodiquement à cause de la variabilité hydrologique qui suit des cycles d'environ 30 ans dans le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent (Mingelbier et coll., 2001). Les cycles hydrologiques impriment notamment une succession temporelle dans la végétation de la zone inondable et modifient cycliquement le potentiel des habitats fauniques et floristiques. Cette dynamique naturelle fait donc évoluer le portrait des habitats dans le Saint-Laurent. Elle est aussi influencée par diverses pressions d'origine anthropique, ce qui complique l'interprétation des limites spatiales et temporelles des habitats d'importance. D'une part, il est important de disposer d'un portrait récent du Saint-Laurent afin d'établir l'équivalent d'un état de référence avant une éventuelle détérioration causée par un incident maritime. D'autre part, il faut assurer de conserver le patrimoine naturel en protégeant ses marges dont les limites varient naturellement (p. ex., l'espace de liberté des cours d'eau, Biron et coll., 2013).

Dans un avenir proche, il sera nécessaire de définir ce qui est considéré comme « données historiques » et de déterminer les limites d'utilisation de ces données dans le contexte d'une évaluation liée à un incident maritime. Le portrait des données anciennes et récentes permettra de cibler certains besoins d'acquisition de connaissances et, ainsi, de mettre à jour les bases de données historiques ou encore de vérifier si les occurrences datant de plusieurs décennies sont encore valides.

Données à valider

Certaines couches d'information comprennent des données qui doivent être validées. Il en est de même pour les habitats probables d'une espèce faunique désignés comme tels à la suite d'une observation sur le terrain et possédant tous les attributs d'un habitat confirmé. C'est notamment le cas de certaines frayères ou zones d'alevinage et de certains herbiers aquatiques. De plus, les habitats modélisés ne font pas toujours l'objet d'une validation sur le

terrain. Ainsi, les futures campagnes d'échantillonnage pourraient servir à vérifier si les habitats potentiels observés ou simulés sont réellement fréquentés par les espèces dont la présence est anticipée. Cependant, l'ampleur de la tâche est considérable et des secteurs clés devront être ciblés.

Couverture spatiale à compléter

Plusieurs lacunes spatiales dans la répartition des données ont été répertoriées dans le cadre de cette première version du portrait. En premier lieu, ces lacunes s'expliquent par la grandeur du Saint-Laurent, dont les habitats et les organismes aquatiques submergés sont techniquement impossibles à échantillonner complètement et de façon synoptique. Certains secteurs ont été privilégiés (p. ex., lac Saint-Pierre) et d'autres sous-échantillonnés (p. ex., estuaire fluvial). Les lacunes sont aussi attribuables aux champs de compétence provinciale qui concernent les poissons d'eau douce et les espèces migratrices, mais pas les espèces de poissons d'eau salée, qui sont de compétence fédérale. Ainsi, les zones d'eau salée du Saint-Laurent sont actuellement sous-représentées dans les bases de données utilisées et mériteraient d'être complétées avec les bases de données provenant du gouvernement fédéral ou, en cas de données manquantes, avec des campagnes d'échantillonnage ciblant des secteurs clés. Puisque dans un contexte d'incident maritime les polygones des habitats d'importance pour plusieurs groupes fauniques sont souvent très vastes, il serait préférable de les diviser par types d'habitats ou d'espèces pour être en mesure de prioriser les interventions. Il arrive aussi que plusieurs occurrences soient présentées sans avoir fait l'objet d'une analyse spatiale. Dans ces cas, il serait pertinent de regrouper les occurrences en aires représentant les habitats d'importance pour chaque groupe faunique. Le tableau 28 illustre les lacunes spatiales pour les différentes couches d'information faunique et qui font actuellement partie du portrait des habitats.

Tableau 28.

Lacunes spatiales des couches d'information faunique du portrait du patrimoine naturel du Saint-Laurent.

	Tronçon fluvial	Estuaire fluvial	Estuaire moyen	Estuaire maritime	Golfe
Diversité des poissons	Vert	Vert	Jaune	Rouge	Rouge
Espèces fauniques endémiques	Jaune	Jaune	Jaune	Rouge	Rouge
Frayère	Jaune	Jaune	Jaune	Rouge	Rouge
Alevinage	Vert	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge
Fosses profondes (> 15 m)	Vert	Vert	Rouge	Rouge	Rouge
Saumon	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert
Invertébrés benthiques	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune
Amphibiens/reptiles	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune
Oiseaux	Vert	Vert	Jaune	Vert	Vert
Mammifères	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge
CDPNQ (faune)	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert
EAE animales	Vert	Vert	Jaune	Rouge	Rouge

Note : Vert : portrait assez complet; jaune : portrait incomplet/fragmentaire; et rouge : aucun portrait/absence de données/données non accessibles.

Données à intégrer

Plusieurs sources d'information ont été répertoriées, mais n'ont pas encore été intégrées au portrait (tableau A3, annexe A). Ces sources pourront l'être prioritairement au cours des prochains mois. De plus, il est vraisemblable, en poursuivant les recherches auprès d'experts gouvernementaux, universitaires ou non gouvernementaux, que d'autres couches d'information pertinente soient disponibles et intégrées. Les propositions suivantes constituent une liste non exhaustive des couches d'information (en tout ou en partie) qui pourraient bonifier le portrait du patrimoine naturel :

- diversité et richesse spécifique par groupe faunique ou floristique (de compétence provinciale) et biodiversité totale du Saint-Laurent, soit l'ensemble des groupes fauniques ou floristiques sur une seule couche d'information;
- données en provenance de divers projets de la Direction de l'expertise sur la faune aquatique du MFFP (p. ex., saumon de l'Atlantique, bar rayé, anguille d'Amérique, alose savoureuse, omble de fontaine anadrome, doré jaune, projets EAE, projets sur les ensemencements, plans de gestion ou divers plans d'action, autres inventaires normalisés ou non, autres projets ponctuels, etc.);
- embouchures productives des rivières;
- fosses intermédiaires de 10 à 15 m de profondeur;
- projets d'ADNe pour dresser un portrait complet de la richesse des communautés de poissons;
- domaines vitaux des espèces répertoriées dans la base de données du CDPNQ.

Limites et biais méthodologiques

Chaque méthode d'échantillonnage présente ses forces, ses faiblesses, ses propres limites et ses biais qu'il est important de connaître pour interpréter correctement les résultats. Sans être exhaustif, le paragraphe qui suit présente quelques exemples de ces situations. Les engins de pêche utilisés peuvent favoriser la capture de certaines espèces ou d'une certaine gamme de tailles de poissons. Aussi, l'effort d'échantillonnage varie parfois en fonction de l'intérêt socioéconomique d'une espèce (p. ex., espèces d'intérêt pour la pêche sportive ou commerciale) et des activités humaines qui se déroulent à proximité (p. ex., étude d'impact liée à un développement portuaire). Des études récentes indiquent que la technique utilisant l'ADNe est très sensible, car elle détecte un plus grand nombre d'espèces, et même des espèces rares ou en situation précaire, que les engins de pêche classiques (filet maillant, seine et chalut) (p. ex., Mingelbier et coll., 2019), ce qui est une grande force pour dresser un portrait de la richesse spécifique de poissons. Cependant, elle détecte aussi parfois des espèces consommées par l'homme ou tropicales qui ne vivent pas dans le Saint-Laurent (p. ex., dans l'effluent de la Communauté urbaine de Montréal). De plus, cette technique permet de cibler uniquement les traces d'ADN d'une espèce et pas nécessairement d'un individu vivant. Le temps de vie et de la vitesse de dégradation des molécules d'ADN varient selon l'environnement, et les molécules dérivent dans le courant, rendant difficile l'interprétation d'un foyer positif d'ADNe. Par conséquent, bien que cette méthode soit performante et prometteuse, il serait prudent de confirmer les résultats avec des pêches spécifiques classiques ou d'autres types de mesures afin de s'assurer de bien interpréter les résultats. Il reste préférable de combiner plusieurs approches pour échantillonner le plus largement et le plus précisément possible la diversité de poissons fréquentant le Saint-Laurent et ayant des formes, des caractéristiques de vie et des préférences d'habitats toutes très variées. Les séries temporelles provenant des inventaires récurrents, tels que ceux du RSI et du RIPE, possèdent une grande valeur scientifique, car elles sont standardisées et couvrent des périodes dont les pressions naturelles et anthropiques ont varié. Toutefois, les techniques récentes apportent un nouvel éclairage qui sera utile pour l'avenir de l'échantillonnage de la communauté de poissons.

7.3 Développement d'outils d'aide à la décision

Les trois indices calculés constituent un premier exercice réalisé avec succès, bien que des améliorations soient déjà prévues. Un important travail pour l'amélioration de ces outils est le développement en continu de ces derniers en collaboration avec les usagers. Des groupes de travail comme le PASL offrent au CEGRIM une tribune privilégiée avec les partenaires fédéraux et les utilisateurs futurs de ces indices, comme la GCC. Urgence-Environnement, les municipalités et les gestionnaires des différents ministères constituant le CEGRIM sont d'autres partenaires d'importance avec qui les outils seront retravaillés dans les versions ultérieures du portrait.

7.3.1 Indice de pressions anthropiques cumulées

Le portrait des pressions anthropiques présenté à la section 6.1 mériterait d'être remis à jour avec les connaissances acquises durant la dernière décennie, car il a été développé avec les données connues en 2010. La cartographie pourrait être élargie en incorporant d'autres pressions, émergentes ou non, comme le niveau de contamination des sédiments, les EAE fauniques et floristiques, les bris de connectivité entre les habitats ou le dérangement causé par le transport maritime. De plus, les différentes pressions pourraient être pondérées selon leurs effets sur les composantes fauniques et floristiques, cela en disposant des connaissances écologiques appropriées et après une réflexion en profondeur. Finalement, certains liens sont à faire avec d'autres projets auxquels le CEGRIM participe, comme le projet du PASL portant sur les effets cumulatifs des activités maritimes.

La représentation des EAE, actuellement incluse dans ce rapport, sera éventuellement ajoutée à cet indice. Cependant, les EAE végétales et la gravité de l'envahissement par l'abondance locale des occurrences ne sont pas prises en compte pour le moment. De plus, il est impossible de distinguer les espèces ayant une population établie de celle qui menace de s'établir (détections ponctuelles encore peu abondantes).

7.3.2 Indice de vulnérabilité morphosédimentaire

Grâce aux travaux réalisés par le Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières de l'UQAR, qui décrivent les cellules hydrodynamiques¹⁰, l'exposition de la côte pourra être décrite en tenant compte des composantes marées, vagues et vents. Ces travaux ont pour principal objectif de mesurer l'érosion du littoral du Saint-Laurent maritime, ce qui est également un indicateur pertinent de l'exposition de la côte. De plus, les travaux de ce laboratoire décrivent avec une précision inégalée l'intégralité de la zone intertidale en incluant des polygones décrivant chaque type de substrat composant la côte et leur proportion. La définition et la délimitation du trait de côte sont aussi très précises (échelle 1 :600). Cela permettra de développer un IVM basé sur les données côtières les plus à jour pour les régions hydrographiques de l'estuaire moyen, de l'estuaire maritime et du golfe du Saint-Laurent.

Pour le tronçon fluvial et l'estuaire fluvial du Saint-Laurent, un projet complémentaire au projet de l'UQAR a été amorcé par l'équipe du Laboratoire de géosciences marines de l'Université Laval. Dans le cadre de ce projet, le littoral sera délimité à l'échelle 1 :600, en plus d'être accompagné de cellules hydrosédimentaires et d'une description qualitative des types de côtes. Toutefois, l'emplacement du processus d'érosion ne correspond pas toujours à la ligne de rivage. Par exemple, lorsqu'une falaise est escarpée, le pied de la falaise, où la ligne de rivage est située, pourrait être d'un substrat différent du haut de celle-ci où se déroule le processus d'érosion. Pour pallier ces différences, les résultats de la ligne de rivage produits par ce projet seront comparés à la ligne de rivage produite par l'ECCE (Sergy, 2008). Pour les zones qui contiennent des données divergentes, un nouveau tracé sera fait à l'aide de photos obliques. Il est aussi envisagé d'attribuer un IVM aux différents étages du littoral, correspondant aux différents moments de marée, comme le propose la méthodologie de la NOAA (Petersen et coll., 2019).

¹⁰ **Cellule hydrodynamique** : Unité au sein de laquelle les processus de mouvement de l'eau sont décrits.

Dans les années à venir, le CEGRIM souhaite donc compléter la cartographie du littoral du Saint-Laurent et travailler en collaboration avec l'UQAR et l'Université Laval à acquérir de nouvelles connaissances relatives à des projets de gestion intégrée des zones côtières.

D'autres éléments sont aussi à prendre en compte pour améliorer l'IVM :

- L'état des structures anthropiques le long du Saint-Laurent devrait être évalué, car une structure désuète pourrait devenir perméable avec le temps. Plusieurs structures, particulièrement dans le tronçon fluvial où l'érosion causée par le batillage constitue une problématique importante, sont reconnues comme ayant été délaissées (Bergeron, 2018; Durocher, 2019);
- Avec les changements climatiques, l'emplacement des lignes de côte et la nature du substrat pourraient changer. Il convient donc de procéder à une mise à jour régulière de l'information avec les experts;
- Pour bien évaluer la vulnérabilité d'une zone, des données sur les ressources biologiques et leur utilisation, qu'elle soit commerciale, récréative ou de subsistance, doivent s'ajouter à l'indice géomorphologique (Jensen et coll., 1998). Des données de ce type sont nécessaires pour que le Québec soit prêt à faire face à un déversement maritime.

7.3.3 Indice du patrimoine naturel

Le choix définitif des couches à intégrer pour cet indice et sa symbolisation (classification, normalisation, pondération) doit être bonifié avec la collaboration de différents experts. Un certain nombre de données géographiques relatives à la faune littorale, fluviale et marine ont pu être recensées. Leur regroupement se poursuit et de nouvelles données permettront d'apporter une précision supplémentaire quant à la sensibilité écologique des écosystèmes littoraux, fluviaux et marins du Saint-Laurent.

7.3.4 Évaluation de la vulnérabilité des composantes biologiques aux déversements d'hydrocarbures

Bien que la sensibilité des habitats et des espèces habitant le Saint-Laurent soit importante, la notion de vulnérabilité sera encore plus pertinente pour déterminer les enjeux environnementaux dans le contexte du travail réalisé (voir section 6.2). Par exemple, la vulnérabilité des composantes biologiques du Saint-Laurent aux déversements d'hydrocarbures a été évaluée pour les espèces d'eaux salées (Desjardins et coll., 2018), où le potentiel d'exposition et la résilience des espèces sont définis, chacun en fonction de quatre critères. Les critères liés au potentiel d'exposition sont : i) l'utilisation de la zone littorale; ii) l'interaction avec la surface; iii) la capacité de déplacement limité; et iv) le potentiel d'agrégation. Ceux liés à la résilience sont : A) le statut de la population; B) le faible potentiel de recolonisation; C) la faible capacité reproductive; et D) l'association avec le sédiment. Cette équipe a ainsi identifié les taxons qui doivent être intégrés prioritairement au processus de planification et d'intervention, et a commencé à fournir des produits cartographiques et des fiches d'enjeux aux intervenants d'urgence. En collaboration avec le Centre d'expertise en analyse environnemental du Québec (CEAEQ) du MELCC, un travail similaire sera effectué selon la même méthodologie pour évaluer la vulnérabilité des espèces d'eaux douces et des oiseaux.

7.3.5 Unité d'analyse pour une approche de gestion

Dans une approche de gestion, il serait avantageux d'utiliser des unités spatiales cohérentes pour regrouper les données du patrimoine naturel du Saint-Laurent. Pour les écosystèmes aquatiques, les unités écologiques aquatiques (UEA) représentent des biotopes particuliers, soit des entités aquatiques dont les priorités et les fonctions sont relativement homogènes et cohérentes. Il serait donc possible d'évaluer à partir des UEA l'habitat potentiel de certaines espèces et ainsi de pallier le manque de données d'inventaires. La cartographie des UEA est actuellement intégrée au Cadre de référence hydrologique du Québec (MELCC, 2021). Les territoires actuels couverts sont principalement localisés dans les tributaires des principales rivières des basses-terres du Saint-Laurent. Les UEA pourront être développées pour le système hydrographique du Saint-Laurent lorsque les données relatives aux modèles numériques et à l'hydrodynamique du Saint-Laurent seront disponibles.

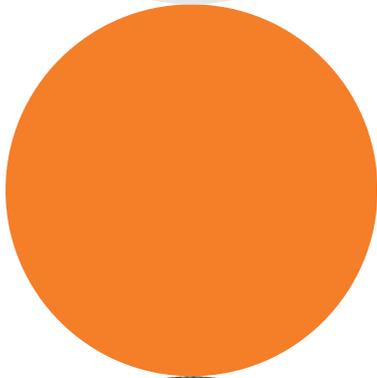
Pour les écosystèmes littoraux, l'unité spatiale d'analyse pourrait être la cellule hydrosédimentaire, en cours de développement par l'UQAR et l'Université Laval, tel qu'elle est décrite ci-dessus. Chaque unité peut constituer une « boîte uniforme » à l'intérieur de laquelle l'habitat est considéré comme homogène.

7.3.6 Accès aux indices au moyen d'un outil numérique

Les cartes stratégiques et tactiques seront éventuellement accessibles grâce à un outil numérique portable et interactif où l'affichage pourrait se faire en fonction de la période précisée (voir section 8.5). Il sera nécessaire de lier des données additionnelles à ces cartes. Ainsi, la détermination de la nature des enjeux environnementaux permettra aux intervenants d'urgence d'orienter leurs actions. Un répertoire d'experts, qui sera produit par le CEGRIM, pourra aussi y être lié de manière à pouvoir rapidement obtenir de l'information complémentaire sur un ou des enjeux ciblés.

7.4 Enjeux socioéconomiques

Il sera important d'intégrer les enjeux socioéconomiques aux enjeux environnementaux (IVM et biodiversité) pour présenter un portrait complet (IPIECA et OGP, 2016; Le Berre et coll., 2009, 2012). À cet effet, une équipe interministérielle du CEGRIM travaille à l'élaboration d'un portrait des connaissances socioéconomiques dont la première version est prévue en 2021.



8.0 Stratégie d'acquisition de nouvelles connaissances et perspectives

La stratégie proposée comprend deux volets, soit l'acquisition de nouvelles connaissances par la création de partenariats ou l'octroi de contrats, et par de nouveaux projets d'échantillonnage. Des projets d'échantillonnage sur le terrain doivent être mis en avant dans les milieux littoraux, fluviaux et marins. Plusieurs partenariats sont déjà établis avec le secteur gouvernemental, académique, industriel et avec certains organismes à but non lucratif afin de consolider les connaissances et les expertises au Québec. Ces liaisons stratégiques permettront d'implanter une stratégie d'acquisition de nouvelles connaissances pour pallier les lacunes mentionnées ci-dessus ainsi que celles qui seront répertoriées au fil des années. Cette stratégie inclura des données échantillonnées *in situ* à partir de navires et de sites terrestres, d'imageries aériennes et satellitaires ainsi que des données extraites de modèles numériques de prédiction avec pour cible l'amélioration de la gestion intégrée d'un incident maritime.

Il est important que les jeux de données soient comparables entre les différentes organisations collaborant au portrait du patrimoine naturel du Saint-Laurent au sein du CEGRIM et de leurs partenaires. La désignation des connaissances prioritaires à acquérir ou à mettre à jour ainsi que les méthodes et les protocoles d'échantillonnage devraient être discutés afin d'assurer une certaine standardisation des différentes initiatives de collectes de données. Par exemple, plusieurs initiatives sont possibles avec le gouvernement fédéral relativement au PASL.

8.1 Données externes au gouvernement provincial

Les propositions suivantes constituent une liste non exhaustive des couches d'information (en tout ou en partie) qui pourraient bonifier le portrait du patrimoine naturel; elles sont produites à l'extérieur du gouvernement provincial et nécessiteront une stratégie d'acquisition sous forme de partenariats ou de contrats :

- diversité ou richesse spécifique de certains groupes fauniques (p. ex., poissons et invertébrés d'eau salée, mammifères marins, certains oiseaux);
- frayères et zones d'alevinage des poissons d'eau salée;
- données hydroclimatiques spatiales ou temporelles (divers indicateurs dérivés de la température, du débit ou du niveau d'eau);
- habitats d'importance pour les moules, les crustacés et d'autres invertébrés d'eau salée;
- habitats d'importance pour l'ensemble des espèces de mammifères marins fréquentant le Saint-Laurent;
- occurrences ponctuelles des bélugas ou d'autres mammifères marins;
- données ponctuelles du suivi des populations d'oiseaux en péril (SOS-POP);
- données physico-chimiques définissant les masses d'eau (salinité, turbidité, conductivité, température, oxygène dissous, matières en suspension, éléments traces, contaminants, nutriments azotés ou phosphorés, etc.).

8.2 Nouvelles connaissances sur le terrain

Des missions océanographiques et des inventaires terrestres ponctuels permettront d'accroître les connaissances et aussi de mettre à jour les données historiques. Il serait intéressant de couvrir les quatre saisons afin de prendre en compte leurs effets sur la désignation de sites sensibles. Le choix des instruments et le développement de nouvelles techniques de mesure seront importants afin d'augmenter la couverture spatiale au cours d'une saison d'échantillonnage. L'instrumentalisation de la voie maritime et de secteurs sensibles à l'aide de mouillages temporaires ou permanents est également une avenue. Elle permettrait d'améliorer la couverture temporelle des paramètres physico-chimiques clés dont les seuils pourraient déclencher des alarmes de pollution ou de changement inattendus.

Les propositions suivantes constituent une liste non exhaustive de travaux qui pourraient être entrepris sur le terrain :

- caractérisation des herbiers aquatiques;
- caractérisation des communautés végétales rares;
- caractérisation des bancs coquilliers importants non commerciaux;
- caractérisation de la répartition des moules, des crustacés et des autres invertébrés d'eau douce et salée;
- caractérisation de la bathymétrie du secteur fluvial hors de la voie navigable;
- validation sur le terrain des habitats probables, c'est-à-dire ayant les caractéristiques intéressantes pour une espèce ou un groupe d'espèces, mais sans qu'il n'y ait eu d'échantillonnages particuliers, de modèles d'habitats;
- validation de données historiques, à savoir si les habitats historiques répertoriés existent encore ou si les espèces identifiées y vivent toujours;
- campagnes d'échantillonnage ciblées sur des espèces ou des groupes floristiques et fauniques;
- caractérisation de l'exposition de la côte au vent et aux vagues pour le calcul de l'IVM.

8.3 Nouvelles connaissances par imagerie aérienne ou satellitaire

L'acquisition d'images aériennes et satellitaires sur le territoire d'étude du CEGRIM pourrait permettre de lancer plusieurs projets d'analyses spatiales. Ainsi, l'imagerie aérienne permet de couvrir rapidement un vaste territoire à l'échelle journalière ou hebdomadaire, et surtout durant une même saison. L'expertise associée à l'analyse environnementale de ces images est en cours de développement avec le Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières de l'UQAR et le Laboratoire de géosciences marines de l'Université Laval pour la caractérisation des écosystèmes littoraux. L'imagerie satellitaire ajoutera aussi une notion temporelle permettant d'évaluer certains changements survenus au cours du temps ou encore à la suite d'un incident maritime. L'équipe de Simon Bélanger (UQAR) travaille avec ce type d'images du Saint-Laurent, soit acquises presque quotidiennement, c'est-à-dire chaque fois que le satellite passe au-dessus du Québec durant son orbite autour de la terre.

Les herbiers aquatiques émergents et submergés sont un enjeu important dont les données sont encore fragmentaires en 2020. Un projet conjoint avec l'ECCC dans le cadre du PASL permettra, à partir de 2021, d'adapter la situation et de définir les besoins sur le terrain et en ce qui a trait aux analyses spatiales ou à la modélisation. Qui plus est, la superficie de ces herbiers fluctue annuellement, ce qui influence l'écoulement dans le tronçon fluvial et l'abondance des habitats qui s'y trouvent. Ainsi, la cartographie des herbiers aquatiques est un bon exemple de l'utilité des images aériennes et satellitaires. Un partenariat a été conclu avec le laboratoire d'Andrea Bertolo de l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) pour développer une méthode simple d'analyse des images satellitaires.

8.4 Modèles numériques

Les prévisions de niveaux d'eau, de courants de surface, de température de surface et de glaces dans le golfe du Saint-Laurent sont des connaissances cruciales pour améliorer l'état de préparation du CEGRIM. Ce type de données permet une analyse prévisionnelle de sites qui pourraient être touchés en cas de dérive de produits polluants. Ces données permettent aussi de déterminer des périodes où les éléments de la nature comme les vents, les crues ou d'autres aléas prédominent. Grâce à des modèles écohydrauliques liant l'écoulement des eaux à des données biologiques, il est aussi possible de cartographier la répartition d'habitats potentiels pour pallier la difficulté des

inventaires sur le terrain. Ces modèles permettent aussi de simuler la répartition future de différentes espèces aquatiques en tenant compte des nouvelles conditions climatiques et hydrologiques associées à des scénarios de changements climatiques.

8.4.1 Modèles de prévisions fluviales et océaniques

Les modèles numériques représentant l'hydrodynamique du Saint-Laurent sont importants pour bien comprendre les schémas d'écoulement saisonniers ou extrêmes. Les modèles océaniques intègrent l'influence du régime tidal et hydrologique du Saint-Laurent ainsi que de ses conditions atmosphériques et glaciaires de surface. La dérive ou l'emprise des glaces, les tourbillons, les polynies, les zones d'étiage et d'inondations saisonnières et extrêmes du Saint-Laurent influencent les organismes vivants, la sécurité des navigateurs et l'étendue d'un déversement potentiel. L'extraction de données prévisionnelles à partir de tels modèles est nécessaire à une meilleure compréhension des processus menant à la désignation des sites les plus sensibles qui varient saisonnièrement et interannuellement, mais aussi dans un contexte de changements climatiques. Des partenaires clés, comme le Laboratoire de physique des océans de Rimouski (UQAR/ISMER) et l'équipe de la Section hydrologie et écohydraulique du Service météorologique du Canada d'ECCC, ont déjà été approchés par le CEGRIM.

Il est important de rappeler qu'en cas de déversement c'est le CNUE (ECCC) qui a le rôle de suivre la nappe de produit déversé et de faire les prévisions de dérives à l'aide de divers modèles numériques (Gouvernement du Canada, 2018b).

8.4.2 Modèles d'habitats

Les modèles d'habitats sont un domaine de recherche très pertinent pour répondre aux mandats de l'équipe d'expertise quant à l'acquisition de connaissances écosystémiques du CEGRIM. Le MFFP est déjà en contact avec divers partenaires universitaires et il serait pertinent de développer de nouveaux projets avec eux ou de créer de nouveaux partenariats pour satisfaire les besoins du CEGRIM.

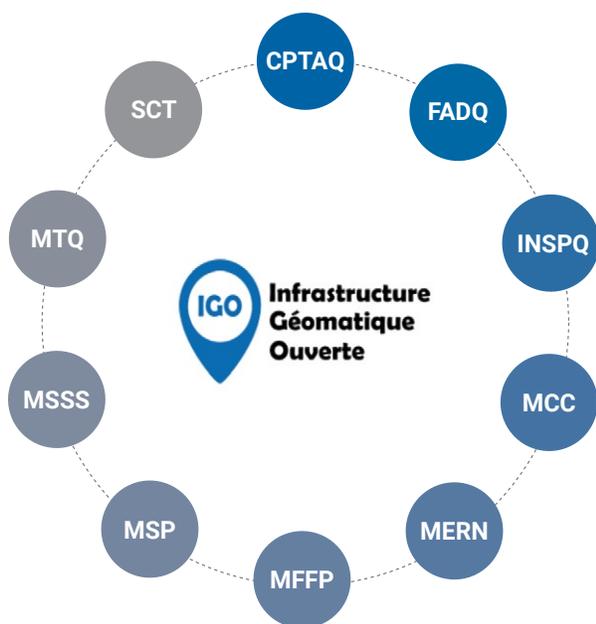
Les propositions suivantes constituent une liste non exhaustive de travaux qui pourraient être entrepris avec les modèles d'habitats :

- modélisations des herbiers aquatiques;
- modélisations d'habitats importants pour les divers groupes fauniques et floristiques; plusieurs jeux de données pourraient être utilisés, y compris de nombreuses données télémétriques, des occurrences ou des caractérisations du milieu;
- évaluation de la connectivité des habitats dans le Saint-Laurent pour diverses espèces de poissons ou d'autres composantes fauniques;
- modélisations de variables physico-chimiques ou climatiques (bathymétrie pour l'ensemble du Saint-Laurent, répartitions les plus fréquentes des masses d'eau, température, salinité, niveau d'eau, etc.);
- intégration de données ponctuelles dans des unités d'analyse (voir section 7.3.5).

8.5 Outil numérique

Une particularité du CEGRIM réside dans le nombre de ministères, de partenaires et de clients impliqués dans la production, l'analyse ou l'utilisation des données. C'est dans ce sens que le centre d'expertise opte pour le développement d'un outil numérique interactif et accessible sur le Web qui peut à la fois être évolutif et personnalisé.

L'infrastructure géomatique ouverte (IGO) est une solution Web gratuite en géomatique. Elle a été conçue grâce à un réseau d'échange regroupant des spécialistes en géomatique provenant de plusieurs ministères et organismes de l'administration publique québécoise (figure 55). L'IGO s'insère bien dans le cadre de la mise en œuvre de la mesure 19 de la Stratégie gouvernementale en technologie de l'information (TI) : Rénover l'État par les TI afin d'utiliser plus souvent le logiciel libre (IGO est le Service en logiciel libre recommandé par le Secrétariat du Conseil du trésor).



Source : MSP (2020a).

Figure 55.

Les différents ministères du gouvernement du Québec qui collaborent à l'IGO.

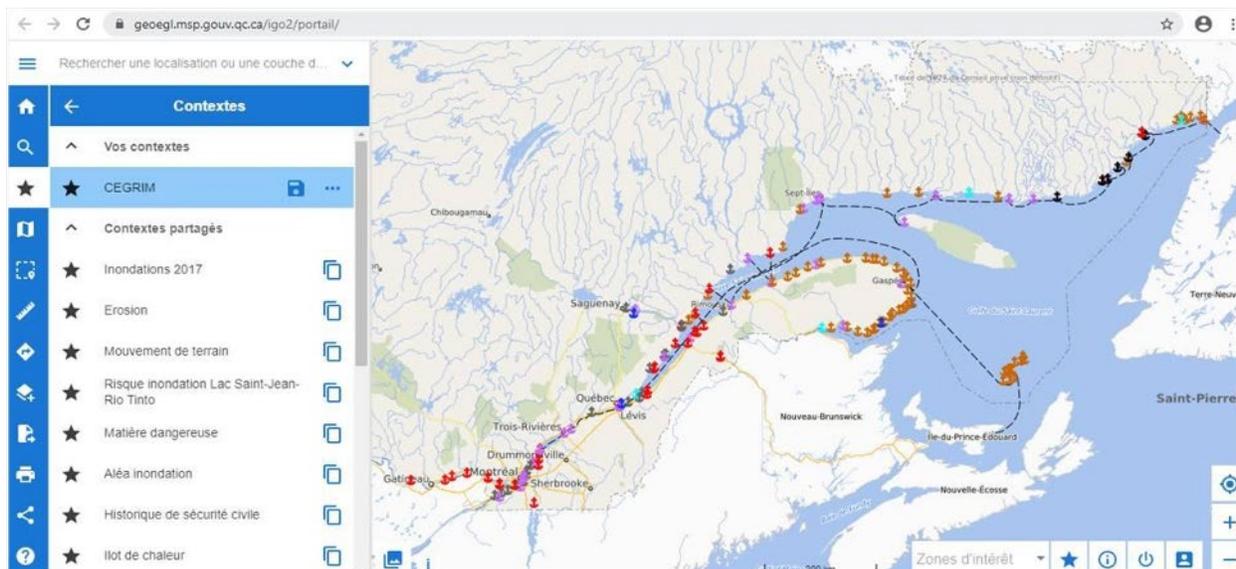
L'IGO permet de tirer profit d'une multitude de données géographiques (patrimoine culturel, territoires agricoles, écoles, casernes d'incendie, villages relais, etc.) grâce à une interface cartographique accessible par un navigateur Web. Toute la communauté géomatique ainsi que les entreprises, les municipalités, les développeurs et même les citoyens peuvent en profiter. La nouvelle version 2.0 de l'IGO (IGO2) permet d'étendre son utilisation à des appareils mobiles et suit maintenant les dernières tendances du Web (p. ex., application adaptative, Application Programming Interface [API], analyse temporelle).

Les internautes de partout dans le monde sont encouragés à contribuer à l'IGO de plusieurs façons en vue de l'améliorer, et ce, au bénéfice de ses utilisateurs. Ainsi, par son développement basé sur un modèle collaboratif (*open source*), il est en constante évolution. L'IGO respecte les standards ouverts internationaux en géomatique et s'appuie sur des logiciels libres de l'industrie. Il est également le premier projet de logiciel à utiliser une licence libre en français produite par le gouvernement du Québec.

8.5.1 Avantages pour le CEGRIM

En utilisant l'IGO pour la représentation spatiale et temporelle des données liées à la gestion des incidents maritimes, le CEGRIM bénéficie d'une application évolutive et personnalisée. Un contexte (une carte) propre au CEGRIM sera développé sur l'interface de l'IGO. Cette solution permettra d'avoir une base de cartographie valide et à jour sur laquelle seront développés les produits cartographiques (figure 56).

Grâce aux services Web cartographiques (qui devraient être produits par les différents producteurs de données pour le CEGRIM), il est possible de faire un lien entre les bases de données de chacun des partenaires et le contexte CEGRIM sur l'IGO afin d'afficher les données sans avoir à s'occuper de les héberger ou de les mettre à jour. Chaque producteur de données demeure ainsi responsable de sa propre donnée.



Source : MSP (2020b).

Figure 56. Interface cartographique du CEGRIM sur IGO2 (y compris les ports et les liaisons maritimes).

L'autre avantage non négligeable est la version mobile IGO2 de l'IGO qui vient tout juste d'être mise en service par le MSP. Cette version vient résoudre les problèmes d'intervention et de prise de décisions des systèmes d'information géographique traditionnels. Il est ainsi possible d'avoir en main la cartographie du CEGRIM en mode mobile et même en mode hors connexion (fonctionnalité prévue prochainement). Cela pourrait être d'une grande utilité pour les interventions *in situ*, que ce soit pour une consultation rapide, une analyse ou une prise de décision dans le cadre d'incidents maritimes.

En outre, la gestion des accès est un point important pour le CEGRIM, vu le nombre d'intervenants pouvant être impliqués. Il est possible d'avoir un accès public, privé ou protégé selon la donnée à afficher, en respectant ainsi les ententes de partage de données avec les producteurs respectifs. Une première version de cet outil devrait être disponible en 2021 et sera améliorée par la suite en continu.

9.0 Références bibliographiques

- ALLARD, L. (2015). *Navigation commerciale sur le Saint-Laurent : entre perspectives économiques et développement durable*, thèse, Université de Sherbrooke, 153 p. [En ligne] [https://www.usherbrooke.ca/environnement/fileadmin/sites/environnement/documents/Essais_2015/Allard_Lauriane_MEnv_2015.pdf] (Consulté le 4 mai 2020).
- ARAVINDAKSHAN, J., V. PAQUET, M. GREGORY, J. DUFRESNE, M. FOURNIER, D. J. MARCOGLIESE et D. CYR (2004). "Consequences of xenoestrogen exposure on male reproductive function in spottail shiners (*Notropis hudsonius*)", *Toxicological Sciences*, 77 : 156-165.
- ARGUS INC. (1996). *Restauration naturelle des rives du Saint-Laurent entre Cornwall et l'île d'Orléans : Guide d'interventions*, Environnement Canada, 150 p.
- ATTENTION FRAGILES (2010). *Autour des Îles : le golfe du Saint-Laurent*, mis à jour le lundi 6 septembre 2010 [En ligne] [<http://www.attentionfragiles.org/fr/decouvrir-les-iles-carte/mer-baies-et-lagunes/17-decouvrir-les-iles-de-la-madeleine/mer-baies-et-lagunes/90-autour-des-ilesle-golfe-du-saint-laurent.html>] (Consulté le 20 octobre 2020).
- BÉDARD, M. C. (2009). *Méthode détaillée sélection habitats protégés et semi-exposés*, rapport non publié, ministère des Pêches et des Océans, Mont-Joli, Québec, 13 p.
- BERGERON, M. (2018). *Érosion des berges du Saint-Laurent : Ottawa sommé d'intervenir*, La Presse [En ligne] [<https://www.lapresse.ca/actualites/environnement/201802/08/01-5153185-erosion-des-berges-du-saint-laurent-ottawa-somme-d-intervenir.php>] (Consulté le 16 janvier 2020).
- BERNATCHEZ, P., C. FRASER, S. FRIESINGER, Y. JOLIVET, S. DUGAS, S. DREJZA et A. MORISSETTE (2008). *Sensibilité des côtes et vulnérabilité des communautés du golfe du Saint-Laurent aux impacts des changements climatiques*, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, UQAR, rapport de recherche remis au Consortium OURANOS et au Fonds d'action pour le changement climatique, 256 p.
- BIRON, P., T. BUFFIN-BÉLANGER, M. LAROQUE, S. DEMERS, T. OLSEN, M.-A. OUELLET, G. CHONÉ, C.-A. CLOUTIER et M. NEEDLEMAN (2013). *Espace de liberté : un cadre de gestion intégrée pour la conservation des cours d'eau dans un contexte de changements climatiques*, 140 p. [En ligne] [<https://www.ouranos.ca/publications/>].
- BOURGAULT, D. (2001). *Circulation and Mixing in the St. Lawrence Estuary*, thèse de doctorat, Department of Atmospheric and Oceanic Sciences and Centre for Climate and Global Change Research, McGill University, Montréal, 127 p.
- BROUILLET, L., F. COURSOL, S. J. MEADES, M. FAVREAU, M. ANIONS, P. BÉLISLE et P. DESMET (2010+). *Base de données des plantes vasculaires du Canada* [En ligne] [<http://data.canadensys.net/vascan/>] (Consulté le 7 mai 2020).
- BUREAU DE LA SÉCURITÉ DES TRANSPORTS (2019). *Sommaire statistique événements de transport maritime en 2018*, 19 p.
- CAIRNS, D. K., J. D. DUTIL, S. PROULX, J. D. MAILHIOT, M.-C. BÉDARD, A. KERVALLA, L. G. GODFREY, E. M. O'BRIEN, S. C. DALEY, E. FOURNIER, J. P. N. TOMIE et S. C. COURTENAY (2012). *An Atlas and classification of Aquatic habitat on the East Coast of Canada, with an evaluation of usage by the America Eel*, Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic sciences, 2986. 103 p.
- CARDINAL, A. (1990). *Répartitions biogéographiques des algues marines benthiques sur les côtes du Québec*, Le Naturaliste canadien, 117 : 167-183.
- CENTRE DE DONNÉES SUR LE PATRIMOINE NATUREL DU QUÉBEC (2020). Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec – Mission [En ligne] [<https://cdpnq.gouv.qc.ca/mission.htm>] (Consulté le 6 mars 2020).
- CENTRE SAINT-LAURENT (1996). *Rapport-Synthèse sur l'état du Saint-Laurent volume 1 : L'écosystème du Saint-Laurent*. Montréal, Coll. « Bilan Saint-Laurent », 736 p.
- CHABOT, R. et A. ROSSIGNOL (2003). *Algues et faune du littoral du Saint-Laurent maritime : Guide d'identification*, Institut des sciences de la mer de Rimouski, Rimouski, MPO (Institut Maurice-Lamontagne), Mont-Joli, 113 p.
- COMITÉ ZIP CÔTE-NORD DU GOLFE (2007). *L'érosion des berges au Québec maritime*, document d'information, 50 p.
- COMTOIS, C. et B. SLACK (2010). *Analyse internationale des stratégies de développement des axes fluvio-maritimes : mieux positionner le système Saint-Laurent*, 248 p. [En ligne] [<http://www.bv.transports.gouv.qc.ca/mono/1109549.pdf>] (Consulté le 22 octobre 2020).

- CONSEIL DU SAINT-LAURENT (2017). *La complexité mouvementée de l'estuaire moyen du Saint-Laurent*, fiche du portrait, Plan de Gestion Intégrée Régional du Conseil du Saint-Laurent, 12 p.
- CONSEIL RÉGIONAL DE L'ENVIRONNEMENT GASPÉSIE-ÎLES-DE-LA-MADELEINE (2016). *Guide d'activités de sensibilisation et d'éducation à la zostère marine*, 18 p. [En ligne] [http://cregim.org/zostere/pdf/a_txtvulsc.pdf] (Consulté le 20 octobre 2020).
- CORPORATION DE GESTION DE LA VOIE MARITIME DU SAINT-LAURENT (2020a). *La Voie maritime du Saint-Laurent – Une voie navigable vitale* [En ligne] [<https://grandslacs-voiemaritime.com/fr/la-voie-maritime/>] (Consulté le 4 mai 2020).
- CORPORATION DE GESTION DE LA VOIE MARITIME DU SAINT-LAURENT (2020b). *Données sur le niveau d'eau et l'environnement* [En ligne] [<https://www.gslw-glym.com//R2/jsp/R2.jsp?language=F&loc=EV00.jsp>] (Consulté le 4 mai 2020).
- DE LA CHENELIÈRE, V., P. BRODEUR et M. MINGELBIER (2014). *Restauration des habitats du lac Saint-Pierre : un prérequis au rétablissement de la perchaude*, *Le Naturaliste canadien*, 138 (2) 50-61.
- DE LA CHENELIÈRE, V., Y. PARADIS, G. RICHARD, F. LECOMTE et M. MINGELBIER (2015). *Les poissons du chenal de navigation et des autres habitats profonds du fleuve Saint-Laurent*, Direction de la faune aquatique, MFFP, 70 p.
- DESJARDINS, C., D. HAMEL, L. LANDRY, P.-M. SCALLON-CHOUINARD et K. CHALUT (2018). *Évaluation de la vulnérabilité de composantes biologiques du Saint-Laurent aux déversements d'hydrocarbures provenant de navires*, document de recherche du Secrétariat canadien de consultation scientifique du MPO, Mont-Joli, Québec, 280 p.
- DUROCHER, C. (2019). *Déception face au refus du ministre des Transports Marc Garneau de répondre à la pétition pour la protection des berges du Saint-Laurent*, *Sorel Tracy Magazine* [En ligne] [<https://www.soreltracy.com/2019/sept/3s5.html>] (Consulté le 16 janvier 2020).
- ENVIRONNEMENT CANADA (2013). *Guide de météo marine nationale*, Environnement Canada, Ottawa, 135 p.
- ENVIRONNEMENT CANADA (2015). *Atlas des zones côtières sensibles de la région de Beaufort*, Environnement Canada, Gatineau, 405 p.
- ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE CANADA (2017). *Urgences environnementales : centre national des urgences environnementales* [En ligne] [<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/programme-urgences-environnementales/centre-national.html>] (Consulté le 29 octobre 2020).
- ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE CANADA (2018a). *La troisième édition du manuel de la technique d'évaluation et de restauration des rives*, rédigé et fourni par Triox Urgences environnementales, Owens Coastal Consultants, Environmental Mapping Ltd, Ottawa, Ontario, 80 p. et annexes.
- ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE CANADA (2018b). *Segmentation du rivage avec la classification par technique d'évaluation et de restauration des rives* [En ligne] [<https://ouvert.canada.ca/data/fr/dataset/deb2db19-1ec7-4465-b2de-dba43fb0f8c0>] (Consulté le 10 février 2020).
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2018). *Why are Wetlands Important?* [En ligne] [<https://www.epa.gov/wetlands/why-are-wetlands-important>] (Consulté le 16 octobre 2019).
- FOUBERT A., F. LECOMTE, P. BRODEUR, C. LE PICHON et M. MINGELBIER (2020). "How intensive agricultural practices and flow regulation are threatening fish spawning habitats and their connectivity in the St. Lawrence River floodplain, Canada", *Landscape Ecology* [En ligne] [<https://doi.org/10.1007/s10980-020-00996-9>] (Consulté en mai 2020).
- FOUBERT, A., F. LECOMTE, P. LEGENDRE et M. CUSSON (2018). "Spatial organisation of fish communities in the St. Lawrence River : a test for longitudinal gradients and spatial heterogeneities in a large river system", *Hydrobiologica*, 809 : 155-173.
- FRENETTE, M., C. BARBEAU, J.-L. VERRETTE (1989). *Aspects quantitatifs dynamiques et qualitatifs des sédiments du Saint-Laurent*, Hydrotech inc., 185 p.
- GANGBAZO G., J. ROY et A. LE PAGE (2005). *Capacité de support des activités agricoles par les rivières : le cas du phosphore total*, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, Direction des politiques en milieu terrestre, 28 p.

- GIRARD, M. (2009). *Impact de la grande oie des neiges sur les marais à scirpe de l'estuaire du Saint-Laurent, Québec*, mémoire de maîtrise en biologie, Université du Québec à Montréal, 61 p. et annexes.
- GOUVERNEMENT DU CANADA (2018a). *Loi sur les Pêches, Règlement de pêche du Québec* (1990). DORS/90-214, ministère de la Justice, 88 p. [En ligne] [<https://lois-laws.justice.gc.ca/PDF/SOR-90-214.pdf>] (Consulté le 15 mai 2020).
- GOUVERNEMENT DU CANADA (2018b). *Urgences environnementales : recherche en sciences et en technologie – Avis d'experts basés sur la science* [En ligne] [<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/programme-urgences-environnementales/recherche-sciences-technologie.html>] (Consulté le 25 février 2020).
- GOUVERNEMENT DU CANADA (2020a). *Loi de 1994 sur la convention concernant les oiseaux migrateurs*, L.C. 1994, ch. 22 [En ligne] [<https://laws-lois.justice.gc.ca/fra/lois/m-7.01/TexteCompleet.html>] (Consulté le 9 mars 2020).
- GOUVERNEMENT DU CANADA (2020b). *Loi sur les espèces en péril*, L.C. 2002, ch. 29 [En ligne] [<https://laws-lois.justice.gc.ca/fra/lois/s-15.3/>] (Consulté le 9 mars 2020).
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (1999). *Base de données topographiques du Québec à l'échelle 1 :20 000 – Normes de production*, Version 1.0. Dépôt légal, 4^e trimestre 1999, Bibliothèque nationale du Québec, 330 p.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (2015). *Évaluations environnementales stratégiques sur les hydrocarbures, Synthèse des connaissances et plan d'acquisition des connaissances additionnelles*, 121 p. [En ligne] [<https://mern.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/Hydrocarbures.pdf>] (Consulté le 23 mai 2020).
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (2019a). *Aires protégées au Québec – Contexte, constats et enjeux pour l'avenir* (suite) [En ligne] [https://www.environnement.gouv.qc.ca/biodiversite/aires_protegees/contexte/index.htm] (Consulté le 1^{er} juillet 2019).
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (2019b). *Les aires protégées au Québec* [En ligne] [http://www.environnement.gouv.qc.ca/biodiversite/aires_protegees/aires_quebec.htm#def] (Consulté le 1^{er} juillet 2019).
- GUNLACH E. R. et M. O. HAYES (1978). "Vulnerability of coastal environments to oil spill impacts", *Marine technology society Journal*, 12 (4) : 18-27.
- HUDON, C., A. CATTANEO, A.-M. TOURVILLE-POIRIER, P. BRODEUR, P. DUMONT, Y. MAILHOT, J.-P. AMYOT, S.-P. DESPATIE et Y. DE LAFONTAINE (2011). "Oligotrophication from wetland euration alters the riverine trophic network and carrying capacity for fish", *Aquatic Sciences*, 74 : 495-511.
- HUDON, C., M. JEAN et G. LÉTOURNEAU (2018). "Temporal (1970-2016) changes in human pressures and wetland response in the St. Lawrence River (Québec, Canada)", *Science of The Total Environment*, 643 : 1137-1151.
- HUDON, C., A. PATOINE, A. ARMELIN (2003). *Water temperature variability in the St. Lawrence River near Montreal*, Report submitted to the International Joint Commission Lake Ontario-St. Lawrence Study Technical Working Group on the Environment, March 2003.
- INSTITUT NORDIQUE DE RECHERCHE EN ENVIRONNEMENT ET EN SANTÉ AU TRAVAIL (2019). *Rapport global sur l'Observatoire environnemental de la baie de Sept-Îles*, Vol. 1., 794 p. [En ligne] [<https://inrest.ca/wp-content/uploads/2021/04/Livre-COMPLET-INREST.pdf>] (Consulté le 23 mai 2020).
- INTERNATIONAL PETROLEUM INDUSTRY ENVIRONMENTAL CONSERVATION ASSOCIATION et INTERNATIONAL ASSOCIATION OF OIL AND GAS PRODUCERS (2016). *Sensitivity mapping for oil spill response*, IPIECA-IOGP Good Practice Guide Series, Oil Spill Response Joint Industry Project, IOGP Report (2012) 477 revised [En ligne] [<https://www.iecea.org/resources/good-practice/sensitivity-mapping-for-oil-spill-response/>] (Consulté le 20 janvier 2020).
- JENSEN J. R., J. N. HALLS et J. MICHEL (1998). *A Systems Approach to Environmental Sensitivity Index Mapping for Oil Spill Contingency Planning and Respons*, Photogrammetric, engineering and remote sensing Journal, 64 (10) : 1003-1014.
- JOBIN, B., L. GRATTON et P. DESAUTEL (2019). *Atlas des milieux côtiers d'intérêt pour la conservation dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent*, Rapport méthodologique, ECCC et MELCC, PASL, Québec, 92 p. et annexes.
- KAAS, R. (1980). *Les conséquences de l'échouement de l'Amoco Cadiz sur les peuplements algaux exploitables*, Rev. trav. Inst. pêches marit., 44(2) : 157-194.

- LAJEUNESSE, A., C. GAGNON, F. GAGNÉ, S. LOUIS, P. ČEJKA et S. SAUVÉ (2011). *Distribution of antidepressants and their metabolites in brook trout exposed to municipal wastewaters before and after ozone treatment – Evidence of biological effects*, Chemosphere, doi :10.1016/j.chemosphere.2010.12.02.
- LALONDE, S, B. CUSSON, D LONGPRÉ (2003). *État des connaissances sur la végétation de la rive sud du lac Saint-Pierre*, Direction de la protection de l'environnement Environnement Canada – Région du Québec, N° de catalogue En154-6/2003F ISBN 0-662-88562-7, 160 p.
- LA VIOLETTE, N., D. FOURNIER, P. DUMONT et Y MAILHOT (2003). *Caractérisation des communautés de poissons et développement d'un indice d'intégrité biotique pour le fleuve Saint-Laurent, 1995-1997*, Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de la recherche sur la faune, 237 p.
- LE BERRE, I. (2014). *Atlas de sensibilité POLMAR-Terre*, Disposition spécifique POLMAR-Terre de l'ORSEC départementale et zonale, Littoral, environnement, télédétection, géomatique (LETG)-Brest Géomer/CEDRE/Cerema, 20 p.
- LE BERRE, I., L. DAVID, T. CHIRON et L. NOGUES (2009). *Atlas de sensibilité du littoral aux pollutions marines*, plan ORSEC du département du Calvados, annexe technique du PSS POLMAR-Terre, Mission Inter-services de la Mer Et du Littoral (MIMEL) – DREAL de Basse-Normandie/GEOMER UMR6554 CNRS LETG, IUEMUBO, Brest, 54 p.
- LE BERRE, I., L. DAVID et J. LOUZE (2012). *Atlas de sensibilité du littoral aux pollutions marines*, dispositif opérationnel ORSEC départemental de La Réunion. Annexe technique du dispositif spécifique Polmar-Terre, Rapport Technique LETG – Brest Géomer/DEAL de La Réunion/Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER), 63 p.
- LE BERRE, I., M. RASSIM-HARIZ, L. DAVID et L. NOGUES (2011). *Des indices pour hiérarchiser la sensibilité du littoral aux pollutions marines par les hydrocarbures : l'exemple normand*, *Norois*, 219|2011, 27 p. [En ligne] [<http://journals.openedition.org/norois/3607>] (Consulté le 20 février 2020).
- LECLERC, E., Y. MAILHOT, M. MINGLEBIER, L. BERNATCHEZ (2008). *The landscape genetics of yellow perch (Perca flavescens) in a large fluvial ecosystem*, *Molecular Ecology*, 17 : 1702-1717.
- LEMAIRE, N. et É. PELLETIER (2015). *Un modèle de risques écologiques pour prioriser les méthodes d'intervention en cas de déversement pétrolier sur les littoraux du golfe du Saint-Laurent*, Chaire de recherche du Canada en écotoxicologie marine, Institut des sciences de la mer de Rimouski (ISMER), UQAR, 133 p.
- LEMARCHAND, K. et I. DESBIENS (2015). *Revue des connaissances sur les capacités potentielles de dégradation des hydrocarbures dans l'estuaire maritime et le golfe du Saint-Laurent par les communautés bactériennes indigènes*, MDDELCC, Rapport GENV32, Québec, 31 p.
- LE ROUZÈS, A. et A. BAZOGE (2015). *Une connaissance écologique intégrée pour soutenir la prise de décision : application au golfe du Saint-Laurent en support à la question des urgences environnementales*, rapport technique du MDDELCC, Québec, 57 p.
- LEVASSEUR, C. (1996). *Biologie marine, application aux eaux du Saint-Laurent*, Centre spécialisé des pêches et Centre collégial de développement de matériel didactique, Montréal, 247 p.
- LEWIS, M. et R. PRYOR (2013). *Toxicities of oils, dispersants and dispersed oils to algae and aquatic plants : Review and database value to resource sustainability*, *Environ. Pollut.*, 180 : 345-367.
- LI, T., J.-P. DUCRUC, M.-J. CÔTÉ, D. BELLAVANCE et F. POISSON (2019). *Les provinces naturelles : première fenêtre sur l'écologie du Québec*, MELCC, Direction de la connaissance écologique, Québec, 24 p.
- MARIE-VICTORIN, Fr. (1934). *Le fleuve Saint-Laurent, milieu biologique pour les plantes vasculaires*, Transactions of the Royal Society of Canada, Section V, Series III, volume 28 : 1-17.
- MARIE-VICTORIN, Fr. (1995). *Flore laurentienne*, 3^e édition mise à jour et annotée par Luc Brouillet et Isabelle Goulet, Presses de l'université de Montréal, Montréal, 1083 p.
- MERZOUK, A. (2016). *État des connaissances des herbiers marins et portrait des ressources algales sur les côtes du Québec*, rapport final, Merinov, Gaspé, v + 137 p.
- MICHEL, J. et N. RUTHERFORD (2013). *Oil spills in marshes : Planning and response considerations*, NOAA, Seattle, Washington, 126 p.

- MINGELBIER, M., P. BRODEUR et J. MORIN (2008). "Spatially explicit model predicting the spawning habitat and early stage mortality of Northern pike (*Esox lucius*) in a large system : the St. Lawrence River between 1960 and 2000", *Hydrobiologia*, 601 : 55-69.
- MINGELBIER M., C. GRANT, G. CÔTÉ et D. DESCHAMPS (2019). *Caractérisation des communautés de poissons et de leurs habitats dans les zones portuaires et le chenal de navigation du Saint-Laurent – Analyse des données de la période 2007 à 2018*, DEFA, MFFP, 105 p.
- MINGELBIER, M. et J. LECLERC (2001). *Preliminary atlas of fish habitat in the fluvial St. Lawrence River*, affiche présentée à la 8th Annual International Conference on the St. Lawrence River Ecosystem, Cornwall, Ontario.
- MINGELBIER, M., F. LECOMTE et J. J. DODSON (2001). *Climate change and abundance cycles of two sympatric populations of smelt (*Osmerus mordax*) in the middle estuary of the St. Lawrence River, Canada*, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 58 : 2048-2058.
- MINGELBIER M., Y. PARADIS, P. BRODEUR, V. DE LA CHENELIÈRE, F. LECOMTE, D. HATIN et G. VERREAULT (2016). *Gestion des poissons d'eau douce et migrateurs dans le Saint-Laurent : mandats, enjeux et perspectives*, *Le Naturaliste canadien*, 140 : 74-90.
- MINGELBIER M., Y. REYJOL, P. BRODEUR, C. CÔTÉ, P. DUMONT, F. LECOMTE, Y. MAILHOT, Y. PARADIS, G. RICHARD et N. VACHON (2012). *Un géant sous pression*, MRNF, affiche présentée à l'Atelier de la Faune aquatique, hiver 2012.
- MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES NATURELLES (2016). *Géobase du réseau hydrographique du Québec – Guide de l'utilisateur*, gouvernement du Québec, Québec, 94 p.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (2019a). *Cartographie des milieux humides potentiels du Québec : Document de référence et structure physique des données*, gouvernement du Québec, Québec, 26 p. [En ligne] [<https://www.donneesquebec.ca/recherche/fr/dataset/milieux-humides-potentiels>] (Consulté le 10 mai 2020).
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (2020a). *Registre des aires protégées au Québec* [En ligne] [<https://www.donneesquebec.ca/recherche/fr/dataset/aires-protgees-au-quebec>] (Consulté le 30 mai 2020).
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (2020b). *Informations fournies pour le rapport en 2020 par le MELCC*, Direction de la protection des espèces et des milieux naturels, gouvernement du Québec, Québec.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (2021). *Cadre de référence hydrologique du Québec : guide de l'utilisateur – version 1.0.*, gouvernement du Québec, Québec, 25 p.
- MINISTÈRE DE LA SÉCURITÉ PUBLIQUE (2019). *Intervenir par une action concertée*, document d'orientation à l'horizon 2021, Centre d'expertise en gestion des risques d'incidents maritimes, gouvernement du Québec, Québec [En ligne] [https://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite_civile/cegrim/cegrim_orientation_horizon_2021.pdf] (Consulté le 12 mai 2020).
- MINISTÈRE DE LA SÉCURITÉ PUBLIQUE (2020a). *Infrastructure géomatique ouverte* [En ligne] [https://github.com/infra-geo-ouverte/site-web/blob/gh-pages/_pages/Documentation/20191015_IGO_g%C3%A9n%C3%A9rique.pdf] (Consulté le 15 mai 2020).
- MINISTÈRE DE LA SÉCURITÉ PUBLIQUE (2020b). *Infrastructure géomatique ouverte* [En ligne] [<https://geoegl.msp.gouv.qc.ca/igo2/portail/>] (Consulté le 15 mai 2020).
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2015). *Habitats fauniques du Québec* [shp], version 2015, 1 :20 000, gouvernement du Québec, Québec.
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2019a). *Plan stratégique 2019-2023*, Direction des communications, gouvernement du Québec, Québec, 42 p. [En ligne] [<https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/forets-faune-parcs/publications-adm/plan-strategique/PS-MFFP-2019-2023.pdf>] (Consulté le 15 janvier 2020).
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2019c). *Gros plan sur la faune – Cadre légal*, [En ligne] [<https://mffp.gouv.qc.ca/faune/habitats-fauniques/cadre-legal.jsp>] (Consulté le 17 février 2020).

- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2019f). *La biodiversité du milieu forestier* [En ligne] [<https://mffp.gouv.qc.ca/forets/quebec/quebec-milieu-biodiversite.jsp>] (Consultée le 19 mai 2020).
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2020d). *Liste des espèces désignées comme menacées ou vulnérables au Québec* [En ligne] [<https://mffp.gouv.qc.ca/la-faune/especes/liste-especes-vulnerables/>] (Consulté le 15 mai 2020).
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2020e). *Carpes asiatiques – Le MFFP met en place le Programme québécois de lutte contre les carpes asiatiques* [En ligne] [<https://mffp.gouv.qc.ca/carpes-asiatiques-programme-quebecois-de-lutte/>] (Consulté le 25 mars 2020).
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE (2013). *Base de données topographiques du Québec, données du SIG* [ArcMap, ESRI Canada], gouvernement du Québec, Québec.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (2004). *Stratégie québécoise sur la diversité biologique 2004-2007 : pour la mise en œuvre au Québec de la Convention sur la diversité biologique des Nations Unies*, gouvernement du Québec, Québec, 111 p. [En ligne] [<https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/base-de-donnees-des-zones-inondables>] (Consulté le 15 avril 2020).
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2013). *Le lac Saint-Pierre : Un joyau à restaurer*, gouvernement du Québec, Québec, 34 p.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (2014). *Rapport sur l'état de l'eau et des écosystèmes aquatiques du Québec*, gouvernement du Québec, Québec [En ligne] [<http://www.environnement.gouv.qc.ca/rapportsurleau/portrait-Qc-aquatique-eau-nord-sud-est-ouest.htm#saint-laurent>] (Consulté le 4 mai 2020).
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (2015). *Tragédie ferroviaire de Lac-Mégantic – Évaluation de la toxicité des sédiments de la rivière Chaudière pour deux organismes benthiques*, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, gouvernement du Québec, Québec, 14 p.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (2016). *Structure physique des données*, Registre des aires protégées, gouvernement du Québec, Québec, 11 p.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES et ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE CANADA (2016). *Recommandations pour la gestion des matières en suspension (MES) lors des activités de dragage*, gouvernement du Québec, Québec, 64 p. et annexes [En ligne] [http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/publications/diverses/Registre_de_dragage/Recommandations_dragage.pdf] (Consulté le 22 mai 2020).
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (2018a). *Base de données des zones inondables (BDZI)*, Données, gouvernement du Québec, Québec [En ligne] [<https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/base-de-donnees-des-zones-inondables/resource/8801a977-523e-4365-bdb0-163a34fc6614>] (Consulté le 12 mars 2020).
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (2018b). *Atlas des territoires d'intérêts pour la conservation dans les Basses-terres du Saint-Laurent*, Méthodologie d'identification des milieux aquatiques, gouvernement du Québec, Québec, 42 p. [En ligne] [http://www.crecq.qc.ca/upload/tmp/rendez-vous_atlas/rdv_atlas_aqua_27mars2018.pdf] (Consulté le 20 mai 2020).
- MORIN, J. (2001). *Modélisation des facteurs abiotiques de l'écosystème fluvial du lac Saint-François, fleuve Saint-Laurent*, Université du Québec, Institut national de recherche scientifique – Eau, thèse de doctorat en Sciences de l'eau, 73 p.
- MORIN, J. et A. BOUCHARD (2001). *Les bases de la modélisation du tronçon Montréal–Trois-Rivières*, Rapport scientifique SMC Québec – Section Hydrologie RS-100, Environnement Canada, Sainte-Foy, Québec, 57 p.

- MORIN, J., O. CHAMPOUX, M. MINGELBIER, J. A. BECHARA, Y. SECRETAN, M. JEAN et J.-J. FRENETTE (2003). *Emergence of New Explanatory Variables for 2D Habitat Modelling in Large Rivers : The St. Lawrence Experience*, Canadian Water Resources Journal, Vol.28, No. 2, 2003 : 249-272.
- NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (2019). *Environmental Sensitivity Index Maps and Data* [En ligne] [<https://response.restoration.noaa.gov/resources/environmental-sensitivity-index-esi-maps>] (Consulté le 22 mai 2020).
- NEDELLEC, M. (2005). *Atlas Polmar de sensibilité du Finistère*, Brest : CEDRE, 35 p. [En ligne] [https://doc.cedre.fr/index.php?lvl=notice_display&id=333] (Consulté le 24 janvier 2020).
- NOZÈRES, C. et M. BÉRUBÉ (2003). *Guide d'identification d'espèces marines du Saint-Laurent*, Institut Maurice-Lamontagne, Pêches et Océans Canada, Mont-Joli.
- OISEAUX CANADA (N. D.) *Zones importantes pour la conservation des oiseaux et de la biodiversité au Canada*, [En ligne] [<https://www.ibacanada.com/index.jsp?lanNATg=fr>] (Consulté le 17 février 2020).
- ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ÉDUCATION, LA SCIENCE ET LA CULTURE (1972). *Convention concernant la protection du patrimoine mondial, culturel et naturel* [En ligne] [<https://whc.unesco.org/fr/conventiontexte/>] (Consulté le 10 juin 2020).
- OBSERVATOIRE GLOBAL DU SAINT-LAURENT (2020). *Réseau d'observation de mammifères marins – Espèces* [En ligne] [<https://ogsl.ca/fr/biodiversite/mammiferes-marins/romm/especes>] (Consulté le 16 mars 2020).
- ORGANISATION MARITIME INTERNATIONALE (2020). *Présentation de Organisation maritime internationale* [En ligne] [<http://www.imo.org/fr/About/Pages/default.aspx>] (Consulté le 15 avril 2020).
- OUELLET, M.-C. (1999). *Le Saint-Laurent, un fleuve à découvrir*, Les Éditions de l'homme, Montréal, 138 p.
- PARADIS, Y. (2018). *Suivi de l'état du Saint-Laurent – Les espèces animales aquatiques envahissantes du fleuve Saint-Laurent : bilan de la situation en eau douce*, MFFP, Québec [En ligne] [<https://www.planstlaurent.qc.ca/suivi-de-letat/les-fiches-de-suivi/les-especes-aquatiques-envahissantes-du-fleuve-saint-laurent-bilan-de-la-situation-en-eau-douce/>] (Consulté le 12 mars 2020).
- PARCS CANADA (2019). *Parc national Forillon : végétation* [En ligne] [<https://www.pc.gc.ca/fr/pn-np/qc/forillon/decouvrir-discover/vegetation>] (Consulté le 21 avril 2020).
- PÊCHES ET OCÉANS CANADA (2005). *Le golfe du Saint-Laurent, un écosystème unique, Plateforme pour la gestion intégrée du Saint-Laurent*, rapport de la Direction des Océans et des Pêches, MPO, FS 104-2/2005, N° Cat. 0-602-69499-6, 32 p.
- PÊCHES ET OCÉANS CANADA (2017). *Atlas des courants de marée dans l'archipel de Mingan – Golfe du Saint-Laurent 2017-2047*, Direction des sciences pélagiques et écosystémiques et Service hydrographique du Canada, Pêches et Océans Canada, région du Québec, 2017 [En ligne] [<https://ogsl.ca/fr/atlas-des-courants-de-maree-application/>] (Consulté le 20 octobre 2020).
- PÊCHES ET OCÉANS CANADA (2019i). *Protection du milieu marin visé par l'Entente de collaboration Canada-Québec* [En ligne] [<https://www.dfo-mpo.gc.ca/oceans/canada-quebec-agreement-entente/index-fra.html>] (Consulté le 14 février 2020).
- PÊCHES ET OCÉANS CANADA (2019j). *Béluga – population de l'estuaire du Saint-Laurent* [En ligne] [<https://www.dfo-mpo.gc.ca/species-especes/profiles-profil/belugaStLa-fra.html>] (Consulté le 18 mars 2020).
- PÊCHES ET OCÉANS CANADA (2020). *Table des marées 2020, Québec (Lauzon) (n° 3250)* [En ligne] [https://www.marees.gc.ca/fra/donnees/tableau/2020/wlev_ref/3250/] (Consulté le 30 mai 2020).
- PETERSON, J., D. M. NELSON, T. MARCELLA, J. MICHEL, M. ATKINSON, M. WHITE, C. BORING, L. SZATHMARY et J. WEAVER (2019). *Environmental Sensitivity Index Guidelines*, Version 4.0, NOAA Technical Memorandum NOS OR&R 52, 114 p. et annexes.
- PLAN D'ACTION SAINT-LAURENT (2012). *Le Saint-Laurent* [En ligne] [<https://www.planstlaurent.qc.ca/fleuve-saint-laurent/>] (Consulté le 12 mai 2020).
- POISSON, F., L. COUILLARD et M.-J. CÔTÉ (2016). *Atlas de la biodiversité du Québec nordique : Démarche méthodologique*, MDDELCC, Direction de l'expertise en biodiversité, 107 p.

- PORT DE MONTRÉAL (2020). *Le port de Montréal* [En ligne] [<https://www.port-montreal.com/fr/niveaux-eau-a-propos.html>] (Consulté le 14 avril 2020).
- POUPON, E. (2007). *Recommandations et assistance technique dans le cadre de la révision des plans Polmar-Mer*, rapport du Centre de documentation de recherche et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux, Brest, 12 p. et annexes.
- RAMSAR (2020). *Les zones humides d'importance internationale* (les Sites Ramsar) [En ligne] [<https://www.ramsar.org/fr/a-propos/les-zones-humides-dimportance-internationale-les-sites-ramsar>] (Consulté le 29 juin 2020).
- ROBERGE, J. (2020). *Défense nationale : 20 000 obus seront retirés du lac Saint-Pierre*, Radio-Canada [En ligne] [<https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1742488/bureau-audiences-environnement-audiences-publicques-obus-lac-st-pierre-defense-nationale>] (Consulté le 22 octobre 2020).
- SAUCIER, F. J. et J. CHASSÉ (2000). "Tidal circulation and buoyancy effects in the St. Lawrence Estuary", *Atmosphere-Ocean*, vol. 38 (4) : 505-556.
- SAUCIER, F. J., F. ROY, S. SENNEVILLE, G. SMITH, D. LEFAIVRE, B. ZACKARDJIAN et J. F. DUMAIS (2009). « Modélisation de la circulation dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent en réponse aux variations du débit d'eau douce et des vents », *Revue des sciences de l'eau*, 22 (2) : 159-176.
- SCRIMGEOUR, G. J., T. D. PROWSE, J. M. CULP, P. A. CHAMBERS (1994). *Ecological effects of river ice break-up : a review and perspectives*, *Freshwater Biology*, 32 : 261-275.
- S. L. ROSS ENVIRONMENTAL RESEARCH LTD (2011). *Devenir et comportement des déversements de pétrole : modélisation appuyant l'évaluation environnementale*, réalisé par Corridor Ressources pour le site d'exploration de la zone prometteuse d'Old Harry, 49 p. [En ligne] [<https://www.cnlopb.ca/wp-content/uploads/corridorresinc/oilspillfr.pdf>] (Consulté le 11 février 2020).
- SOCIÉTÉ DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE DU SAINT-LAURENT (2015). *Retombées économiques* [En ligne] [<http://www.st-laurent.org/bim/connaitre-lindustrie-maritime/economie/retombees-economiques>] (Consulté le 20 mars 2020).
- SOCIÉTÉ DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE DU SAINT-LAURENT et MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC (2012). *Étude de l'impact économique de l'industrie maritime au Québec*, rapport final des Conseillers ADEC inc. pour la SODES et Transports Québec, 76 p.
- ST-ONGE DROUIN, S. (2010). *Dispersion lagrangienne dans l'estuaire moyen du Saint-Laurent*, mémoire, Rimouski, Québec, UQAR, Institut des sciences de la mer de Rimouski, 139 p.
- TALBOT, A. (2006). *Enjeux de la disponibilité de l'eau pour le fleuve Saint-Laurent – Synthèse environnementale*, Environnement Canada, Montréal, 215 p.
- TAMIGNEAUX, É. et L. E. JONHSON (2016). *Les macroalgues du Saint-Laurent : une composante essentielle d'un écosystème marin unique et une ressource naturelle précieuse dans un contexte de changement global*, *Le Naturaliste canadien*, 140 (2) 62-73 [En ligne] [<https://doi.org/10.7202/1036505ar>] (Consulté le 15 mai 2020).
- TARDIF, B., G. LAVOIE et Y. LACHANCE (2005). *Atlas de la biodiversité du Québec : Les espèces menacées ou vulnérables*, MELCC et MFFP, gouvernement du Québec, Québec, 60 p.
- TARDIF, B., B. TREMBLAY, G. JOLICOEUR et J. LABRECQUE (2016). *Les plantes vasculaires en situation précaire au Québec*, Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec, MDDELCC, Direction de l'expertise en biodiversité, gouvernement du Québec, Québec, 420 p.
- VILLENEUVE, S. (2001). « Les répercussions environnementales de la navigation commerciale sur le Saint-Laurent », *Le Naturaliste canadien*, 125(2), p. 49-67.
- ZACHARIAS, M. et J. GREGR (2005). "Sensitivity and Vulnerability in Marine Environments : an Approach to Identifying Vulnerable Marine Areas", *Conservation biology*, 19(1) 86-97.

10.0 Références cartographiques

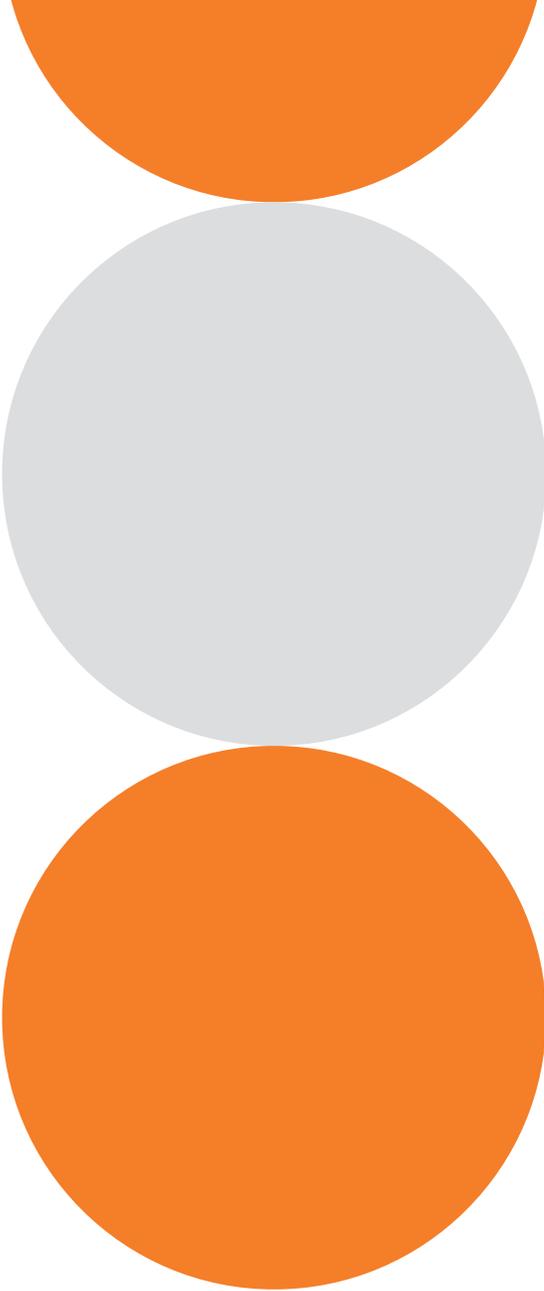
- ALLIANCE ENVIRONNEMENT GDC CONSEIL-DANIEL ARBOUR ET ASSOCIÉS (N. D.) *Frayère PLIO* adapté de Lavoie et Talbot (1984) [document cartographique], 1 :340 000, Alliance Environnement GDG Conseil-Daniel Arbour & Associés, Trois-Rivières, Québec.
- ARGUS INC. (2001). *Mise en valeur du littoral de l'agglomération de la Capitale nationale du Québec : élaboration d'un cadre d'analyse régional*, Commission de la Capitale nationale, Québec, 54 p. + annexes.
- BENOIT, J., J.-C. BOURGEOIS, S. DESJARDINS et J. PICARD (1988). *Plan de conservation et de mise en valeur des habitats et de la faune de la région du lac Saint-Pierre*, ministère des Loisirs, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Directions régionales de Montréal et de Trois-Rivières, X + 126 p.
- BERNATCHEZ, S., E. VALIQUETTE, N. VACHON, P. BRODEUR, C. CÔTÉ, D. HATIN, L. L'ITALIEN et Y. PARADIS (2019). *Lake Sturgeon (Acipenser fulvescens) spawning sites in the St. Lawrence river system, Québec, Canada*, MFFP, Québec. Affiche présentée au Annual Meeting North America Sturgeon and Paddlefish Society, Manitoba, Canada, September 2019.
- BOUCHARD, D. (1976). *Localisation des frayères des principales espèces de poissons d'intérêt sportif et commercial, dans le fleuve Saint-Laurent (Phase 1)*, Québec, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de la recherche biologique, Montréal, 175 p. + annexes.
- CALDERON, I. (1996). *Caractérisation de la végétation et de la faune ichtyenne de la baie de Sept-Îles*, Corporation de protection de l'environnement de Sept-Îles pour MPO, 26 p. + 5 annexes.
- CASTANEDA, R., E. CVETANOVSKA, K. HAMELIN, A. SIMARD et A. RICCIARDI (2018). "Distribution, abundance and condition of an invasive bivalve (*Corbicula fluminea*) along an artificial thermal gradient in the St. Lawrence River", *Aquatic Invasions*, 13 : 379-392.
- CENTRE DE DONNÉES SUR LE PATRIMOINE NATUREL DU QUÉBEC (2020). Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec, Extractions du système de données pour le territoire d'étude du CEGRIM le 10 mars 2020, données du SIG [ArcMap, ESRICanada]. MELCC, MFFP, Québec (Québec).
- CHAMPOUX, O. (2019). Envoi d'une couche d'information géographique (Services hydrologiques nationaux), Données de profondeur pour un débit moyen autour de 9 500 cms [TIFF], V1932-1998, 1 :20 000, Environnement Canada, Gatineau, courriel envoyé à Yves Paradis, yves.paradis@mffp.gouv.qc.ca, 16 décembre 2019.
- CONSEIL DE GOUVERNANCE DE L'EAU DES BASSINS VERSANTS DE LA RIVIÈRE SAINT-FRANÇOIS (2015). *Amélioration de l'accès à des sites de reproduction pour la perchaude (Perca Flavescens) du lac Saint-Pierre et de ses tributaires*, Sherbrooke, 45 p. et 14 annexes.
- COMITÉ D'ÉTUDE SUR LE FLEUVE SAINT-LAURENT (1975). *Études biologiques*, Annexe cartographique au vol. 1, Dimension environnement Ltée, Montréal, 1413 p.
- COMITÉ ZIP DES SEIGNEURIES (2010). *Atlas des habitats du chevalier cuivré (Moxostoma hubbsi)*, 2^e édition, Joliette, vii + 67 p.
- CÔTÉ, P.-O. (2016). *Inventaire de ménés d'herbe et caractérisation d'habitats dans l'aire de répartition actuelle et potentielle de l'espèce dans la vallée de l'Outaouais – lac des Deux-Montagnes*, rapport d'expertise du Groupe Synergis réalisé pour MPO, 28 p. + 4 annexes (Habitat NOBI 2015-2016).
- CÔTÉ, S. (2003). *Cartographie de la végétation aquatique submergée dans le fleuve Saint-Laurent entre le port de Montréal et le début du lac Saint-Pierre – Influence des fluctuations du niveau d'eau*, mémoire de maîtrise, Institut national de la recherche scientifique (INRS-Eau), Sainte-Foy, Québec, 165 p.
- DE LA CHENELIÈRE, V. Envoi du fichier de forme *Sites d'intérêt écologique dans l'estuaire* (Site d'intérêt écologique [shp]). 3 décembre 2018. MPO, Mont-Joli. Disponible : Protection du milieu marin visé par l'Entente de collaboration Canada-Québec [En ligne] [<https://www.dfo-mpo.gc.ca/oceans/canada-quebec-agreement-entente/index-fra.html>], courriel envoyé à Tiphonie Rivière, tiphonie.riviere@mffp.gouv.qc.ca, 24 janvier 2020.
- DESJARDINS, C. Envoi du fichier de forme *Bancs de mye commune de l'estuaire maritime* [shp]. MPO, Mont-Joli, courriel envoyé à Joannie Ferland, joannie.ferland@environnement.gouv.qc.ca, 22 juin 2020.

- DGFa 04-17 (2019a). Base de données *Poisson Fleuve* [shp], V.26 mars 2019, 1 :20 000, DGFa 04-17, Trois-Rivières.
- DGFa 04-17 (2019b). Base de données *Historique partiel* [shp], V.11 décembre 2019, 1 :20 000, DGFa 04-17, Trois-Rivières.
- DGFa 05-06-13-16 (2020). Base de données *Frayères* [FGDB], V.2020, 1 :20 000, DGFa 05-06-13-16, Longueuil.
- DIRECTION DE L'EXPERTISE SUR LA FAUNE AQUATIQUE (2012 à 2017). Base de données *Seine juvénile Bar rayé 2012-2017* [fichiers Excel], V.2020, MFFP, Québec (Seine juvénile Bar rayé 2012-2017).
- DIRECTION DE L'EXPERTISE SUR LA FAUNE AQUATIQUE (2016) [fichier Excel] MFFP, Québec (Opération roseau 2016).
- DIRECTION DE L'EXPERTISE SUR LA FAUNE AQUATIQUE (2017 à 2019) [fichiers Excel], MFFP, Québec, (Point ADNe).
- DIRECTION DE L'EXPERTISE EN BIODIVERSITÉ (2019). *Guide d'utilisation du Cadre écologique de référence du Québec*, MELCC, Québec, 24 p.
- ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE CANADA et MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (2018). *Cartographie de l'occupation du sol des basses-terres du Saint-Laurent, env. 2014, Plan d'action Saint-Laurent*, Québec, 49 p.
- GAUTHIER, B. (1980). *Les limites phytogéographiques du Saint-Laurent*, Herbar Louis-Marie, Québec, 103 p.
- GOVERNEMENT DU CANADA (2019). *Aménagement de frayères : Pont Samuel-De Champlain – Projet rapides de Vaudreuil*, Infrastructure Canada [En ligne] [<https://www.infrastructure.gc.ca/nbsl-npsl/vaudreuil-fra.html>] (Consulté le 10 février 2020).
- GRAVEL, Y. et L. LÉVESQUE (1977). *Localisation et cartographie de zones d'herbiers du fleuve Saint-Laurent*, Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent, Québec, 160 p.
- GROUPE DRYADE (1983). *Végétation aquatique et riveraine du lac Saint-Louis et du bassin de La Prairie*, Le Groupe Dryade pour la vice-présidence environnement, Hydro-Québec, le Secrétariat Archipel et le MLCP, 2 volumes avec cartes.
- GUNLACH, E. R. et M. O. HAYES (1978). "Vulnerability of Coastal Environments to Oil Spill Impacts", *Marine Technology Society Journal*, 12 (4) : 18-27.
- KENCHINGTON, E., L. BEAZLEY, C. LIRETTE, F.J. MURILLO, J. GUIJARRO, V. WAREHAM, K. GILKINSON, M. KOEN ALONSO, H. BENOÎT, H. BOURDAGES, B. SAINTE-MARIE, M. TREBLE, et T. SIFERD (2016). *Delineation of Coral and Sponge Significant Benthic Areas in Eastern Canada Using Kernel Density Analyses and Species Distribution Models*, DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2016/093, vi + 178 p.
- LA HAYE, M., S. DESLOGES, C. CÔTÉ, A. RICE, S. PHILIPS JUNIOR, J. DEER, B. GIROUX, K. DE CLERK et P. DUMONT (2004). *Recherche et caractérisation des frayères d'esturgeon jaune (Acipenser fulvescens) dans la partie amont des rapides de Lachine, fleuve Saint-Laurent, en 2003*, ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Direction de l'aménagement de la faune de Montréal, de Laval et de la Montérégie, Québec, 48 p.
- LAMOUREUX, J.-P. (1982). *Études des herbiers submergés du lac Saint-Louis et du bassin de La Prairie*, rapport technique présenté à la Direction environnement d'Hydro-Québec, Dimension environnement, Québec, 106 p.
- LÉTOURNEAU, G. (1996). *Cartographie des marais, marécages et herbiers aquatiques le long du Saint-Laurent par télédétection aéroportée*, Centre Saint-Laurent, Conservation de l'environnement, Environnement Canada, Montréal, 101 p.
- L'ITALIEN, L. (2017). *Frayère d'esturgeon noir* [shp], V.2017, 1 50 000, DGFa 03-12, Québec.
- MAILHOT, Y. et R. MORRISSETTE (2012a). *Atlas des frayères potentielles ou confirmées et de certains autres sites d'intérêt dans les rivières de la plaine du Saint-Laurent* [shp], V.20 juin 2012, 1 :400 000, MFFP, DGFa 04-17, Trois-Rivières.
- MAILHOT, Y. et R. MORRISSETTE (2012b). *Atlas des habitats fauniques critiques et des exploitations halieutiques d'importance dans le fleuve Saint-Laurent et l'aval des tributaires à privilégier pour les interventions en cas d'urgence maritime environnementale* [shp], V.2013, 1 :400 000, DGFa 04-17, Trois-Rivières.
- MASSÉ, G. (1974). *Frayères à poissons d'eau chaude du couloir fluvial, entre Montréal et le lac Saint-Pierre*, Service de l'aménagement de la faune, ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, province de Québec, 20 p.

- MASSICOTTE, P., A. BERTOLO, P. BRODEUR, C. HUDON, M. MINGELBIER et P. MAGNAN (2015). "Influence of the aquatic vegetation landscape on larval fish abundance", *Journal of Great Lakes*, Volume 41 : 873-880.
- MINGELBIER, M. et J. LECLERC (2001). *Preliminary atlas of fish habitat in the fluvial St. Lawrence River*, affiche présentée à la 8th Annual International Conference on the St. Lawrence River Ecosystem, Cornwall (Ontario).
- MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES NATURELLES ET MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (2018). Géobase du réseau hydrographique du Québec, données du SIG [ArcMap, ESRICanada], MERN et MELCC, gouvernement du Québec, Québec.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE (1994). *Cartographie des sites d'intérêt et des sites protégés et fiches synthèses descriptives des sites d'intérêt faunique*, juillet 1994, MEF, Direction régionale de la Montérégie, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, gouvernement du Québec, Québec, 89 fiches.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (2015). *Suivi rivière (1989-2015)* [fichier Access], MELCC, gouvernement du Québec, Québec.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (2019b). *Cartographie des milieux humides potentiels*, données du SIG [ArcMap, ESRICanada], MELCC, gouvernement du Québec, Québec.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (2019c). *Registre des aires protégées au Québec*, données du SIG [ArcMap, ESRICanada], MELCC, gouvernement du Québec, Québec.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (2020b). *Informations fournies pour le rapport en 2020 par le MELCC*, Direction de la protection des espèces et des milieux naturels, gouvernement du Québec, Québec.
- MINISTÈRE DE LA SÉCURITÉ PUBLIQUE, CENTRE D'EXPERTISE HYDRIQUE DU QUÉBEC ET MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES (2015). *Base de données sur les zones inondables*, données du SIG [ArcMap, ESRICanada], MSP, CEHQ et MRN, gouvernement du Québec, Québec.
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2013). *Frayère de Shooner* [shp], V. 25 mars 2013, 1 :400 000, DGFa 04-17, gouvernement du Québec, Trois-Rivières.
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2015). *Habitats fauniques du Québec* [shp], Version 2015, 1 :20 000, gouvernement du Québec, Québec (couche Hafa_2015).
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2016). *Inventaire et caractérisation des habitats potentiels du méné d'herbe dans la rivière des Outaouais*, rapport d'activités, Direction de la gestion de la faune de l'Outaouais, Secteur des opérations régionales, gouvernement du Québec, Québec, 10 p. et 14 annexes (Habitat NOBI 2015-2016).
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2019b). Géobase-Faune – Hab_aqua_part_p, Hab_aqua_part_s, SFL_p et SFL_s [FGDB], V2020-05-06, MFFP, gouvernement du Québec, Québec (frayère uniquement).
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2019d). Géobase-Faune – Amph_rept_loc_p [FGDB], V2019-11-19, MFFP, gouvernement du Québec, Québec.
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2019e). Géobase-Faune – EEE_Faune_p [FGDB], V2019-11-19, MFFP, gouvernement du Québec, Québec.
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2019g). *Biodiversité des poissons d'eau douce* [shp] 2019, 1 :5 000 000, DEFA, gouvernement du Québec, Québec.
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2019h). *Fosse profonde* [shp], V.2019-06-12, 1 :500 000, DEFA, gouvernement du Québec, Québec.
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2019i). Géobase-Faune – Crustaces_loc_p [FGDB], V2019-11-19, MFFP, gouvernement du Québec, Québec.
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2019j). Géobase-Faune – Avifaune_loc_p [FGDB], V2019-11-19, MFFP, gouvernement du Québec, Québec (SOS pop).
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2019k). Géobase-Faune – Petits_mamm_hab_P et Petits_mamm_loc_p [FGDB], V2019-11-19, MFFP, gouvernement du Québec, Québec.

- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2020a). Géobase-Faune – CDPNQ_faune_s [FGDB], V2020-02-26, 1 :14 000 000, MFFP, gouvernement du Québec, Québec.
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2020b). Géobase-Faune – Saumon_RPQ_s [FGDB], V2020-05-06, MFFP, gouvernement du Québec, Québec.
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2020c). *Biovolume végétal* [shp], V. 2020, 1 : 20 000, DEFA, gouvernement du Québec, Québec.
- MINISTÈRE DES LOISIRS, DE LA CHASSE ET DE LA PÊCHE (1987). *Végétation des terres humides – Lac Saint-Pierre*, gouvernement du Québec, Québec.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES (2013). *Habitats essentiels* [shp], 2^e trimestre, 1 :170 000, Direction de l'expertise Énergie-Faune-Forêt-Mines-Territoire de la Mauricie et du Centre-du-Québec, gouvernement du Québec, Québec.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE (2013). *Base de données topographiques du Québec*, données de SIG [ArcMap, ESRI Canada], MRNF, gouvernement du Québec, Québec.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (2017). *Cartographie de l'utilisation du territoire du Québec*, données du SIG [ArcMap, ESRI Canada], ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, gouvernement du Québec, Québec.
- MORIN, J. et A. BOUCHARD (2001). *Les bases de la modélisation du tronçon Montréal–Trois-Rivières*, Rapport scientifique SMC Québec, Section Hydrologie RS-100, Environnement Canada, Sainte-Foy, 57 p.
- MORISSETTE, O. (2020). *Coordonnées géographiques de la carpe de roseau capturé par un pêcheur commercial à Contrecoeur* (2 avril 2020), courriel envoyé à Rémy Pouliot, remy.pouliot@mffp.gouv.qc.ca, 2 avril 2020.
- MORISSETTE, O., LECOMTE, F., VERREAULT, G., LEGAULT, M. et P. SIROIS (2016). "Fully Equipped to Succeed : Migratory Contingents Seen as an Intrinsic Potential for Striped Bass to Exploit a Heterogeneous Environment Early in Life", *Estuaries and Coasts*, 39, 571-582.
- PAQUETTE, L. (2019). « Caractérisation de l'herbier de zostère marine », dans *Rapport global sur l'Observatoire environnemental de Sept-Îles* (vol. 1), sous la direction de Julie Carrière. p. 453-488. Publication de l'Institut nordique de recherche en environnement et en santé au travail [En ligne] [https://inrest.ca/wp-content/uploads/2020/01/rapport_global_volume_1.pdf] (Consulté le 10 juin 2020).
- PARENT, S. et P. BRUNEL (1976). *Aires et périodes de fraye du capelan (Mallotus villosus) dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent*, Direction des communications, ministère de l'Industrie et du Commerce, Québec, 46 p.
- PÊCHES ET OCÉANS CANADA (2019a). *Inventaire de la zostère marine dans la Baie James, la Baie des Chaleurs, l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent* [shp], 11 septembre 2019, MPO, Mont-Joli [En ligne] [<https://ouvert.canada.ca/data/fr/dataset/c9ab948f-5009-4dbc-9129-2f6e373f17f6>] (Consulté le 31 mai 2020).
- PÊCHES ET OCÉANS CANADA (2019b). *Gisement de pétoncle* [shp], 20 septembre 2019, MPO, Mont-Joli [En ligne] [<https://ouvert.canada.ca/data/fr/dataset/82e082be-8f04-4273-830a-8aea63319f07>] (Consulté le 10 juin 2020).
- PÊCHES ET OCÉANS CANADA (2019c). *Gisement de mactre de Stimpson* [shp] 20 septembre 2019, MPO, Mont-Joli [En ligne] [<https://ouvert.canada.ca/data/fr/dataset/8bb29ee0-6cd8-4dd4-abe0-afe8682a69d9>] (Consulté le 10 juin 2020).
- PÊCHES ET OCÉANS CANADA (2019d). *Aire de reproduction de l'alose savoureuse* [shp], 16 avril 2019, MPO, Mont-Joli [En ligne] [<https://ouvert.canada.ca/data/fr/dataset/a0817db6-42cb-4fa2-a601-48246c812e94>] (Consulté le 15 décembre 2019).
- PÊCHES ET OCÉANS CANADA (2019e). *Sites d'importance pour l'esturgeon jaune (frayère uniquement)* [shp], 20 septembre 2019, MPO, Mont-Joli [En ligne] [<https://ouvert.canada.ca/data/fr/dataset/0db67020-7521-4356-bd53-3132cb7804a3>] (Consulté le 15 décembre 2019).
- PÊCHES ET OCÉANS CANADA (2019f). *Sites d'importance pour l'esturgeon noir (frayère uniquement)* [shp], 16 avril 2019, MPO, Mont-Joli [En ligne] [<https://ouvert.canada.ca/data/fr/dataset/bfa19b1c-a248-4dc6-b497-327a8937a07b>] (Consulté le 15 décembre 2019).

- PÊCHES ET OCÉANS CANADA (2019g). *Aire de reproduction et d'alimentation de l'éperlan (frayère uniquement)* [shp] 16 avril 2019 MPO, Mont-Joli [En ligne] [<https://ouvert.canada.ca/data/fr/dataset/9ddb6ff-4314-47d8-ac0f-8d2f7278edcf>] (Consulté le 15 décembre 2019).
- PÊCHES ET OCÉANS CANADA (2019h). *Habitat essentiel des espèces aquatiques en péril (frayère uniquement)* [shp], 16 avril 2019, MPO, Mont-Joli [En ligne] [<https://ouvert.canada.ca/data/fr/dataset/db177a8c-5d7d-49eb-8290-31e6a45d786c>] (Consulté le 15 décembre 2019).
- PÊCHES ET OCÉANS CANADA (2019k). *Habitat essentiel du béluga* [shp], 20 septembre 2019, MPO, Mont-Joli [En ligne] *Habitat essentiel du béluga dans le Saguenay et l'estuaire du Saint-Laurent* [<https://ouvert.canada.ca/data/fr/dataset/fdfef550-b94c-466c-9dcb-24c297c00e3e>] (Consultée le 10 décembre 2019).
- RÉPERTOIRE DES SITES DE CONSERVATION VOLONTAIRE DU QUÉBEC (2019). *Répertoire des sites de conservation volontaire du Québec* [shp], données extraites le 27 mai 2019 pour le projet PASL sur l'Atlas des milieux de conservations des Basses Terres du Saint-Laurent.
- RÉSEAU DE SUIVI ICTHYOLOGIQUE (2001-2019) [fichier Excel] MFFP, Québec (Point RSI).
- SENNEVILLE, S. (2020a). Envoi d'une couche d'information géographique (*Marnage maximal annuel et température de surface saisonnière*) (modèle océanique régional – MOR-GSL5KM) et hauteur des vagues significatives saisonnières (WaveWatchIII-MOR) de 2016 [PNG] Physique des Océans – Laboratoire de Rimouski (POLR), Québec, courriel envoyé à Joannie Ferland, joannie.ferland@environnement.gouv.qc.ca, 18 mars 2020.
- SENNEVILLE, S. (2020b). Envoi d'une couche d'information géographique (*Cycle de marée du 30 juin 2016 sur une période de 18 h dans la baie de Sept-Îles*) NEMO (CMC-GSL500) [PNG] Physique des Océans – Laboratoire de Rimouski (POLR), Québec, courriel envoyé à Joannie Ferland, joannie.ferland@environnement.gouv.qc.ca, 18 mars 2020.
- SERGY, G. (2008). *The Shoreline Classification Scheme for SCAT and Oil Spill Response in Canada*, Proceedings of the 31st Arctic and Marine Oil Spill Program Technical Seminar, Environment Canada, Ottawa, Ontario, p. 811-819.
- SERVICE HYDROGRAPHIQUE DU CANADA (2020). *Cellules bathymétriques destinés à des fins autres que la navigation* (NONNA-100) du Service Hydrographique du Canada [En ligne] [<https://open.canada.ca/data/en/dataset/d3881c4c-650d-4070-bf9b-1e00aabf0a1d>] (Consulté le 20 février 2019).
- SHOONER, G. et ASSOCIÉS INC (1974). *Localisation des sites de reproduction des principales espèces de poissons du fleuve Saint-Laurent* (Cornwall-Montmagny).
- SIMONS, R. D., S. G. MONISMITH, F. J. SAUCIER, L. E. JOHNSON et G. WINKLER (2010). "Modelling stratification and baroclinic flow in the estuarine transition zone of the St. Lawrence estuary", *Atmosphere-Ocean*, 48 : 132-146.
- SOCIÉTÉ DE LA FAUNE ET DES PARCS DU QUÉBEC (2000). *Atlas des habitats critiques connus ou d'intérêt particulier pour les poissons du fleuve Saint-Laurent entre le port de Montréal et l'île aux Coudres*, Direction du développement de la faune, 23 cartes.
- TROTTIER, S. et P. GOUDREAU (2015). *Évaluation des stocks de mactre de Stimpson (Mactromeris polynyma) des eaux côtières du Québec en 2014*, Secrétariat canadien de consultation scientifique, MP, document de recherche, ix + 72 p.
- UNIVERSITÉ LAVAL (1990 à 1995). *Atlas environnemental du Saint-Laurent*, Département de géographie, CSL d'Environnement Canada, Montréal, 12 planches.
- VALIQUETTE, E., M. LEGAULT et V. HARVEY (2016). *État référence de la faune aquatique et de ses habitats dans le secteur du pont de l'île d'Orléans : Rapport final, première partie – Description physique et inventaires biologiques*, MFFP, Direction générale de la gestion de la faune et des habitats, DEFA, Québec, xxviii + 199 p.



Portrait du patrimoine naturel du Saint-Laurent

Vers des outils d'aide à la gestion
des risques d'incidents maritimes

Annexes

Annexe A. Renseignements complémentaires

Annexe B. Fiches projets

Annexe C. Annexe cartographique du patrimoine naturel
du Saint-Laurent



Annexe A : Renseignements complémentaires

Répartition des données géoréférencées

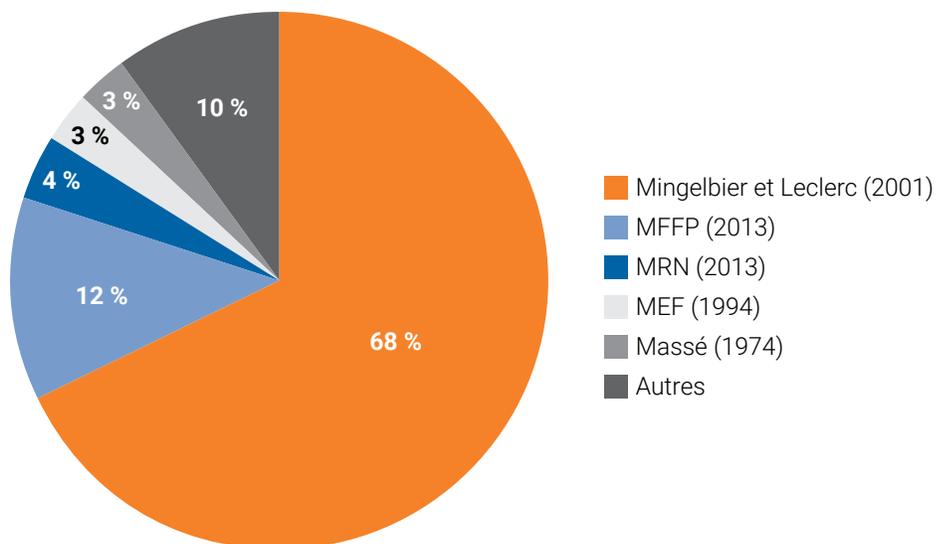


Figure A1.
Répartition (en %) des principales données de frayère selon les différentes sources.

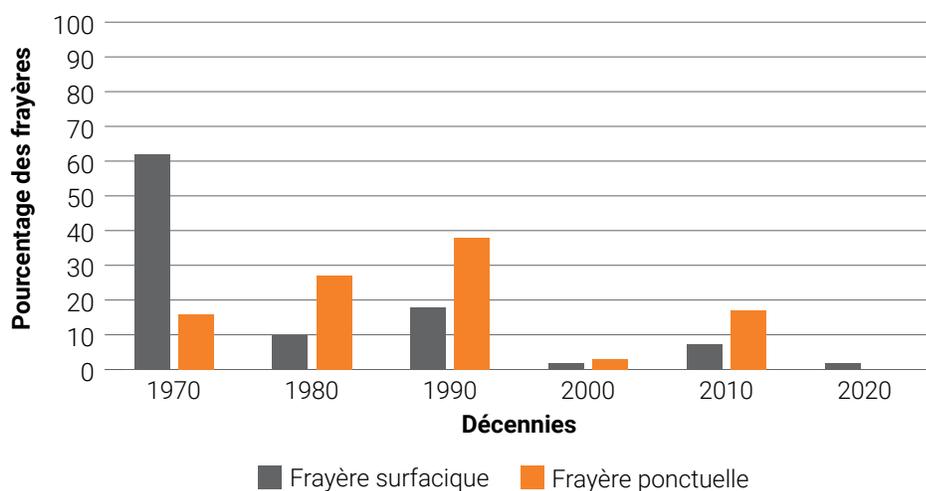


Figure A2.
Répartition (en %) du recensement des frayères ponctuelles et surfaciques selon les décennies.

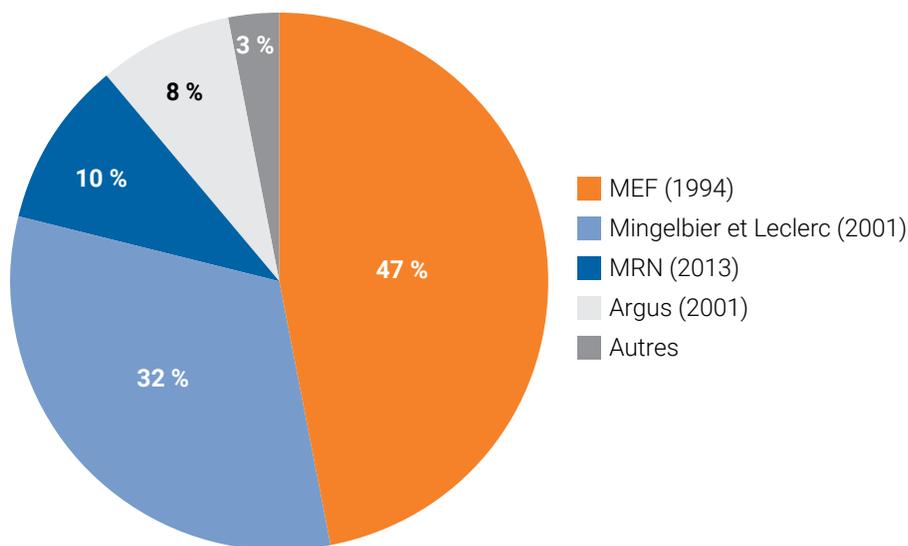


Figure A3. Répartition (en %) des données d'aire d'alevinage surfacique selon les différentes sources.

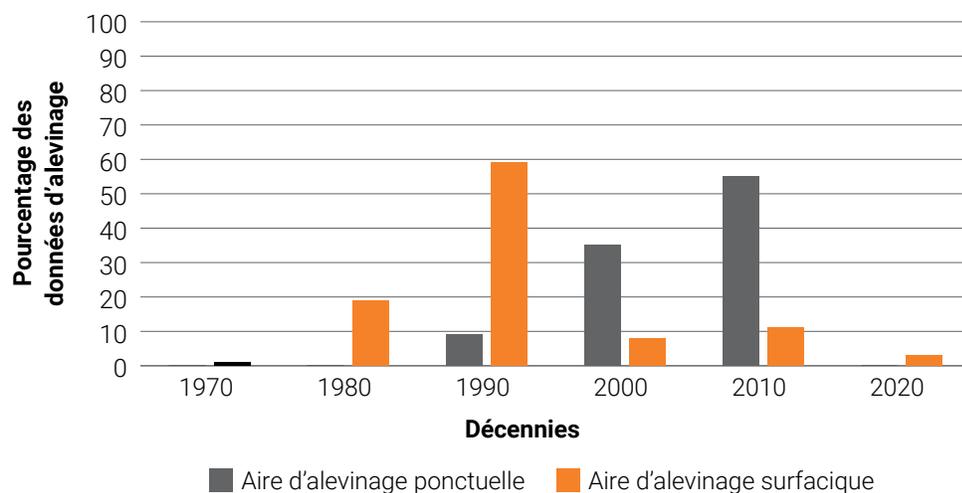


Figure A4. Répartition (en %) du recensement des données d'alevinage ponctuelles et surfaciques selon les décennies.

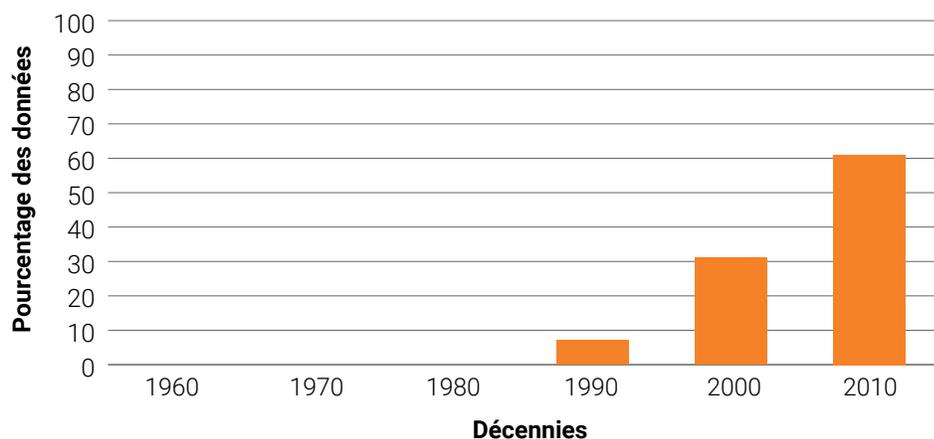


Figure A5. Répartition des données d’amphibiens et de reptiles tant ponctuelles que surfaciques selon les décennies.

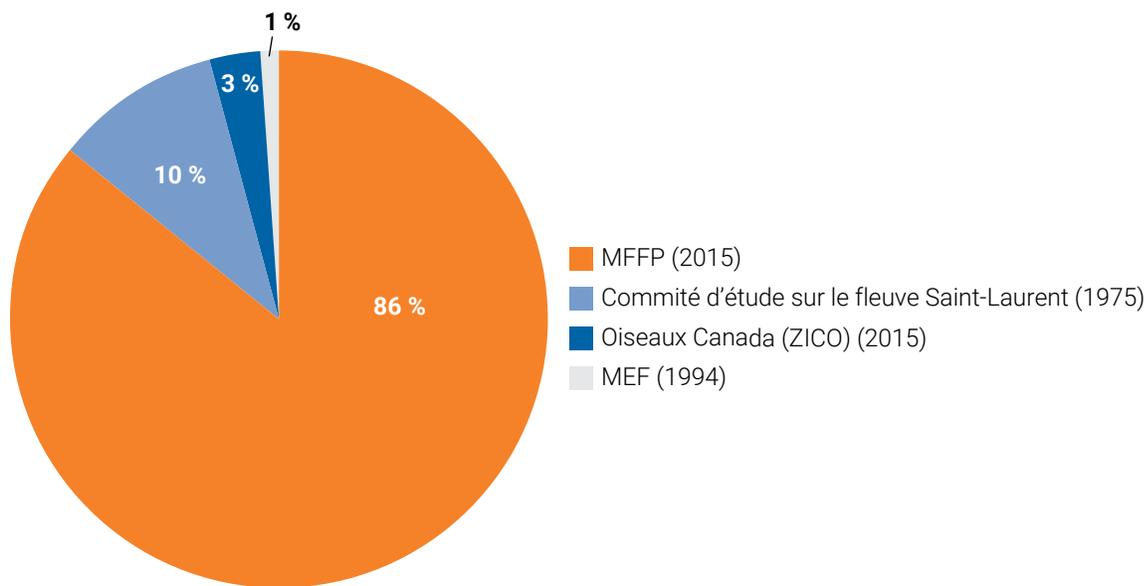


Figure A6. Répartition (en %) des données d’habitat pour les oiseaux selon les différentes sources.

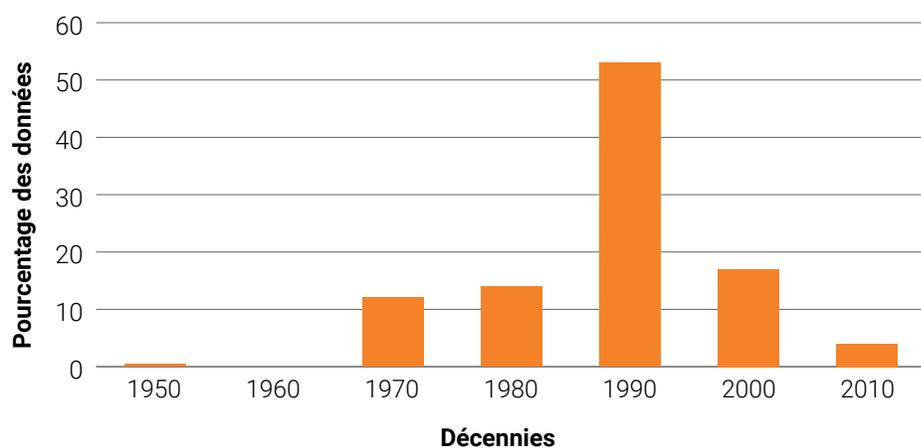


Figure A7.
Répartition (en %) des données d'habitat d'oiseaux selon les décennies.

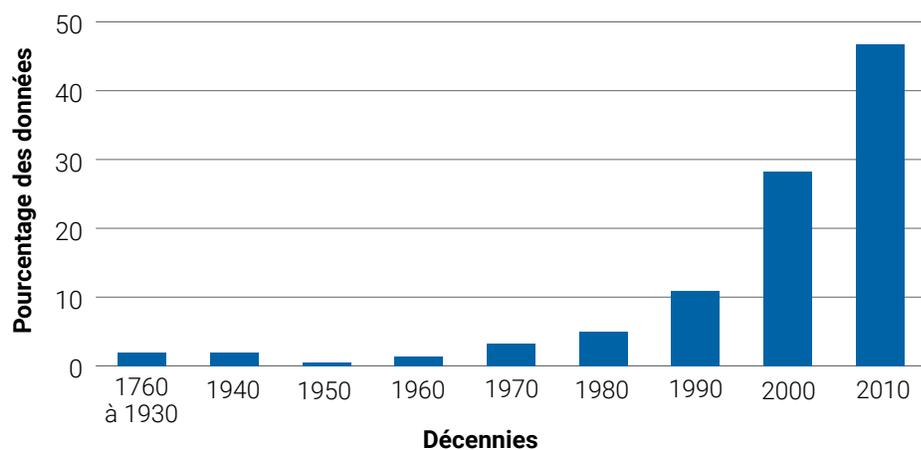


Figure A8.
Répartition (en %) des données du CDPNQ selon les décennies de la date d'observation.

Espèces à statut

Tableau A1.

Les espèces floristiques à statut précaire de la zone d'étude.

Nom commun	Nom latin	Statut selon la Loi sur les espèces en péril (Canada)
Espèces menacées selon la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables (Québec)		
Arabette du Québec	<i>Boechera quebecensis</i>	Non inscrite
Arisème dragon	<i>Arisaema dracontium</i>	Préoccupante
Aristide à rameaux basilaires	<i>Aristida basiramea</i>	En voie de disparition
Arnica de Griscom	<i>Arnica griscomii</i> subsp. <i>griscomii</i>	Menacée
Aster à rameaux étalés	<i>Eurybia divaricata</i>	Menacée
Aster d'Anticosti	<i>Symphyotrichum anticostense</i>	Menacée
Aster du golfe du Saint-Laurent	<i>Symphyotrichum laurentianum</i>	Menacée
Astragale de Fernald	<i>Astragalus robbinsii</i> var. <i>fernaldii</i>	Préoccupante
Carex des glaces	<i>Carex glacialis</i> – p09	Non inscrite
Carex faux-lupulina	<i>Carex lupuliformis</i>	En voie de disparition
Carmantine d'Amérique	<i>Justicia americana</i>	Menacée
Chardon écaillé	<i>Cirsium scariosum</i> var. <i>scariosum</i>	Non inscrite
Cicutaire de Victorin	<i>Cicuta maculata</i> var. <i>victorinii</i>	Préoccupante
Corème de Conrad	<i>Corema conradii</i>	Non inscrite
Cypripède œuf-de-passereau	<i>Cypripedium passerinum</i>	Non inscrite
Drave à graines imbriquées	<i>Draba pycnosperma</i>	Non inscrite
Ériocaulon de Parker	<i>Eriocaulon parkeri</i>	Non inscrite
Gaylussaquier de Bigelow	<i>Gaylussacia bigeloviana</i>	Non inscrite
Gentiane de Macoun, pop de la Gaspésie	<i>Gentianopsis virgata</i> subsp. <i>macounii</i>	Menacée
Gentiane de Victorin	<i>Gentianopsis virgata</i> subsp. <i>victorinii</i>	Menacée
Ginseng à cinq folioles	<i>Panax quinquefolius</i>	En voie de disparition
Lézardelle penchée	<i>Saururus cernuus</i>	Non inscrite
Listère du Sud	<i>Neottia bifolia</i>	Non inscrite
Myosotis printanier	<i>Myosotis verna</i>	Non inscrite
Orge des prés	<i>Hordeum brachyantherum</i> subsp. <i>brachyantherum</i>	Non inscrite
Orme liège	<i>Ulmus thomasii</i>	Non inscrite

Nom commun	Nom latin	Statut selon la Loi sur les espèces en péril (Canada)
Pelléade à stipe pourpre	<i>Pellaea atropurpurea</i>	Non inscrite
Podophylle pelté	<i>Podophyllum peltatum</i>	Non inscrite
Ptérospore à fleurs d'andromède	<i>Pterospora andromedea</i>	Non inscrite
Sagittaire spongieuse	<i>Sagittaria montevidensis</i> subsp. <i>spongiosa</i>	Non inscrite
Séneçon fausse-cymbalaire	<i>Packera heterophylla</i>	Non inscrite
Vergerette de Provancher	<i>Erigeron philadelphicus</i> var. <i>provancheri</i>	Préoccupante
Verveine simple	<i>Verbena simplex</i>	Non inscrite

Espèces vulnérables selon la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables (Québec)

Ail des bois	<i>Allium tricoccum</i>	Non inscrite
Aster à feuilles de linair	<i>Ionactis linariifolia</i>	Non inscrite
Conopholis d'Amérique	<i>Conopholis americana</i>	Non inscrite
Cypripède tête-de-bélier	<i>Cypripedium arietinum</i>	Non inscrite
Érable noir	<i>Acer nigrum</i>	Non inscrite
Floerkée fausse-proserpinie	<i>Floerkea proserpinacoides</i>	Non inscrite
Goodyérie pubescente	<i>Goodyera pubescens</i>	Non inscrite
Valériane des tourbières	<i>Valeriana uliginosa</i>	Non inscrite

Espèces susceptibles d'être désignées selon la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables (Québec)

Aigremoine pubescente	<i>Agrimonia pubescens</i>	Non inscrite
Amélanchier gracieux	<i>Amelanchier amabilis</i>	Non inscrite
Arabette de Collins	<i>Boechera collinsii</i>	Non inscrite
Arabette lisse	<i>Borodinia laevigata</i>	Non inscrite
Armoracie des étangs	<i>Rorippa aquatica</i>	Non inscrite
Asclépiade très grande	<i>Asclepias exaltata</i>	Non inscrite
Aster de Pringle	<i>Symphyotrichum pilosum</i> var. <i>pringlei</i>	Non inscrite
Aster subulé	<i>Symphyotrichum subulatum</i> var. <i>subulatum</i>	Non en péril
Astragale austral	<i>Astragalus australis</i> var. <i>glabriusculus</i>	Non inscrite
Athyrie à sores denses	<i>Homalosorus pycnocarpus</i>	Non inscrite
Aubépine de Schuette	<i>Crataegus schuettei</i> var. <i>schuettei</i>	Non inscrite
Aubépine dilatée	<i>Crataegus coccinioides</i>	Non inscrite
Aubépine ergot-de-coq	<i>Crataegus crus-galli</i> var. <i>crus-galli</i>	Non inscrite
Aubépine suborbiculaire	<i>Crataegus suborbiculata</i>	Non inscrite

Nom commun	Nom latin	Statut selon la Loi sur les espèces en péril (Canada)
Aulne tendre	<i>Alnus serrulata</i>	Non inscrite
Bermudienne à feuilles étroites	<i>Sisyrinchium angustifolium</i>	Non inscrite
Bident différent	<i>Bidens heterodoxa</i>	Non inscrite
Botryche à segments spatulés	<i>Botrychium spathulatum</i>	Non inscrite
Botryche ascendant	<i>Botrychium ascendens</i>	Non inscrite
Botryche du Michigan	<i>Botrychium michiganense</i>	Non inscrite
Botryche pâle	<i>Botrychium pallidum</i>	Non inscrite
Braya délicat	<i>Braya humilis</i> subsp. <i>humilis</i>	Non inscrite
Brome pubescent	<i>Bromus pubescens</i>	Non inscrite
Calypso d'Amérique	<i>Calypso bulbosa</i> var. <i>americana</i>	Non inscrite
Cardamine bulbeuse	<i>Cardamine bulbosa</i>	Non inscrite
Carex à tiges faibles	<i>Carex laxiculmis</i> var. <i>laxiculmis</i>	Non inscrite
Carex argenté	<i>Carex argyrantha</i>	Non inscrite
Carex de Mühlenberg	<i>Carex muehlenbergii</i> var. <i>muehlenbergii</i>	Non inscrite
Carex de Sartwell	<i>Carex sartwellii</i>	Non inscrite
Carex de Swan	<i>Carex swanii</i>	Non inscrite
Carex dense	<i>Carex cumulata</i>	Non inscrite
Carex dérangent	<i>Carex molesta</i>	Non inscrite
Carex épineux	<i>Carex echinodes</i>	Non inscrite
Carex folliculé	<i>Carex folliculata</i>	Non inscrite
Carex joli	<i>Carex formosa</i>	Non inscrite
Carex massette	<i>Carex typhina</i>	Non inscrite
Carex porte-tête	<i>Carex cephalophora</i>	Non inscrite
Caryer ovale	<i>Carya ovata</i> var. <i>ovata</i>	Non inscrite
Céanothe d'Amérique	<i>Ceanothus americanus</i>	Non inscrite
Céraiste penché	<i>Cerastium nutans</i> var. <i>nutans</i>	Non inscrite
Chêne bicolore	<i>Quercus bicolor</i>	Non inscrite
Claytonie de Virginie	<i>Claytonia virginica</i>	Non inscrite
Corallorhize de Vreeland	<i>Corallorhiza striata</i> var. <i>vreelandii</i>	Non inscrite
Corallorhize striée	<i>Corallorhiza striata</i> var. <i>striata</i>	Non inscrite
Cranson tridactyle	<i>Cochlearia tridactylites</i>	Non inscrite

Nom commun	Nom latin	Statut selon la Loi sur les espèces en péril (Canada)
Cypripède royal	<i>Cypripedium reginae</i>	Non inscrite
Desmodie nudiflore	<i>Hylodesmum nudiflorum</i>	Non inscrite
Desmodie paniculée	<i>Desmodium paniculatum</i> var. <i>paniculatum</i>	Non inscrite
Doradille ambulante	<i>Asplenium rhizophyllum</i>	Non inscrite
Doradille ébène	<i>Asplenium platyneuron</i>	Non inscrite
Échinochloé de Walter	<i>Echinochloa walteri</i>	Non inscrite
Éléocharide à deux étamines	<i>Eleocharis diandra</i>	Non inscrite
Éléocharide des estuaires	<i>Eleocharis aestuum</i>	Non inscrite
Élyme velu	<i>Elymus villosus</i>	Non inscrite
Fétuque de Baffin	<i>Festuca baffinensis</i>	Non inscrite
Fétuque de Frederiksen	<i>Festuca frederikseniae</i>	Non inscrite
Gaura bisannuel	<i>Oenothera gaura</i>	Non inscrite
Gentiane fausse-amarelle	<i>Gentianella propinqua</i> subsp. <i>propinqua</i>	Non inscrite
Géranium maculé	<i>Geranium maculatum</i>	Non inscrite
Iris de Sshreve	<i>Iris virginica</i> var. <i>shrevei</i>	Non inscrite
Jonc longistyle	<i>Juncus longistylis</i>	Non inscrite
Liparis à feuilles de lis	<i>Liparis liliifolia</i>	En voie de disparition
Listère boréale	<i>Neottia borealis</i>	Non inscrite
Lysimaque hybride	<i>Lysimachia hybrida</i>	Non inscrite
Millepertuis à grandes fleurs	<i>Hypericum ascyron</i> subsp. <i>pyramidatum</i>	Non inscrite
Moutarde-tanaisie verte	<i>Descurainia pinnata</i> subsp. <i>brachycarpa</i>	Non inscrite
Myriophylle à feuilles variées	<i>Myriophyllum heterophyllum</i>	Non inscrite
Noisetier d'Amérique	<i>Corylus americana</i>	Non inscrite
Noyer cendré	<i>Juglans cinerea</i>	En voie de disparition
Ophioglosse nain	<i>Ophioglossum pusillum</i>	Non inscrite
Orchis brillant	<i>Galearis spectabilis</i>	Non inscrite
Orpin velu	<i>Sedum villosum</i>	Non inscrite
Oxytrope à folioles nombreuses	<i>Oxytropis deflexa</i> subsp. <i>foliolosa</i>	Non inscrite
Oxytrope visqueux	<i>Oxytropis borealis</i> var. <i>viscida</i>	Non inscrite
Panic de Philadelphie	<i>Panicum philadelphicum</i>	Non inscrite
Panic flexible	<i>Panicum flexile</i>	Non inscrite

Nom commun	Nom latin	Statut selon la Loi sur les espèces en péril (Canada)
Panic raide	<i>Panicum virgatum</i>	Non inscrite
Pâturin de Sandberg	<i>Poa secunda</i> subsp. <i>secunda</i> var. <i>secunda</i>	Non inscrite
Pédiculaire des marais	<i>Pedicularis palustris</i> subsp. <i>palustris</i>	Non inscrite
Peltandre de Virginie	<i>Peltandra virginica</i>	Non inscrite
Physostégie de Virginie	<i>Physostegia virginiana</i> subsp. <i>virginiana</i>	Non inscrite
Pigamon pourpré	<i>Thalictrum dasycarpum</i>	Non inscrite
Pissenlit à lobes larges	<i>Taraxacum latilobum</i>	Non inscrite
Pissenlit du golfe du Saint-Laurent	<i>Taraxacum laurentianum</i>	Non inscrite
Platanthère petite-herbe	<i>Platanthera flava</i> var. <i>herbiola</i>	Non inscrite
Podostémon à feuilles cornées	<i>Podostemum ceratophyllum</i>	Non inscrite
Polygale sénéca	<i>Polygala senega</i>	Non inscrite
Proserpinie des marais	<i>Proserpinaca palustris</i>	Non inscrite
Renouée robuste	<i>Persicaria robustior</i>	Non inscrite
Sablina des grèves	<i>Sabulina litorea</i>	Non inscrite
Sagine noueuse	<i>Sagina nodosa</i> subsp. <i>nodosa</i>	Non inscrite
Sanicle du Canada	<i>Sanicula canadensis</i> var. <i>canadensis</i>	Non inscrite
Saule à feuilles de pêcher	<i>Salix amygdaloides</i>	Non inscrite
Scirpe à soies inégales	<i>Schoenoplectus heterochaetus</i>	Non inscrite
Souchet à racines rouges	<i>Cyperus erythrorhizos</i>	Non inscrite
Souchet de Houghton	<i>Cyperus houghtonii</i>	Non inscrite
Souchet de Schweinitz	<i>Cyperus schweinitzii</i>	Non inscrite
Souchet denté	<i>Cyperus dentatus</i>	Non inscrite
Souchet odorant	<i>Cyperus odoratus</i>	Non inscrite
Sporobole rude	<i>Sporobolus compositus</i> var. <i>compositus</i>	Non inscrite
Strophostyle ochracé	<i>Strophostyles helvola</i>	Non inscrite
Sumac à vernis	<i>Toxicodendron vernix</i>	Non inscrite
Ténidia à feuilles entières	<i>Taenidia integerrima</i>	Non inscrite
Trichophore nain	<i>Trichophorum pumilum</i>	Non inscrite
Trichostème à sépales égaux	<i>Trichostema brachiatum</i>	Non inscrite
Vergerette à feuilles segmentées	<i>Erigeron compositus</i>	Non inscrite

Nom commun	Nom latin	Statut selon la Loi sur les espèces en péril (Canada)
Véronique en chaîne	<i>Veronica catenata</i>	Non inscrite
Verveine veloutée	<i>Verbena stricta</i>	Non inscrite
Violette à long éperon	<i>Viola rostrata</i>	Non inscrite
Viorne litigieuse	<i>Viburnum recognitum</i>	Non inscrite
Woodsie de Cathcart	<i>Woodsia oregana</i> subsp. <i>cathcartiana</i>	Non inscrite
Woodsie du golfe du Saint-Laurent	<i>Woodsia scopulina</i> subsp. <i>laurentiana</i>	Non inscrite
Woodwardie de Virginie	<i>Anchistea virginica</i>	Non inscrite

Sources de données : MELCC (2020b) et Gouvernement du Canada (2020b).

Tableau A2.

Les espèces fauniques à statut précaire de la zone d'étude.

Nom commun	Nom latin	Statut selon la Loi sur les espèces en péril (Canada)
Espèces menacées selon la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables (Québec)		
Béluga, population de l'estuaire du Saint-Laurent	<i>Delphinapterus leucas</i>	Menacée
Chevalier cuivré	<i>Moxostoma hubbsi</i>	En voie de disparition
Dard de sable	<i>Ammocrypta pellucida</i>	Menacée
Grèbe esclavon	<i>Podiceps auritus</i>	En voie de disparition
Lamproie du Nord	<i>Ichthyomyzon fossor</i>	Préoccupante
Paruline azurée	<i>Setophaga cerulea</i>	Préoccupante
Pic à tête rouge	<i>Melanerpes erythrocephalus</i>	Menacée
Pie-grièche migratrice	<i>Lanius ludovicianus</i>	En voie de disparition
Pluvier siffleur	<i>Charadrius melodus</i>	En voie de disparition
Râle jaune	<i>Coturnicops noveboracensis</i>	Préoccupante
Satyre fauve des Maritimes	<i>Coenonympha nipisiquit</i>	En voie de disparition
Sterne caspienne	<i>Hydroprogne caspia</i>	Non inscrite
Sterne de Dougall	<i>Sterna dougallii</i>	En voie de disparition
Tortue luth	<i>Dermodochelys coriacea</i>	En voie de disparition
Tortue mouchetée	<i>Emydoidea blandingii</i>	Menacée
Tortue musquée	<i>Sternotherus odoratus</i>	Préoccupante
Tortue-molle à épines	<i>Apalone spinifera</i>	Menacée

Nom commun	Nom latin	Statut selon la Loi sur les espèces en péril (Canada)
------------	-----------	---

Espèces vulnérables selon la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables (Québec)

Aigle royal	<i>Aquila chrysaetos</i>	Non inscrite
Alose savoureuse	<i>Alosa sapidissima</i>	Non inscrite
Arlequin plongeur, pop. de l'Est	<i>Histrionicus histrionicus pop. 1</i>	Préoccupante
Chevalier de rivière	<i>Moxostoma carinatum</i>	Préoccupante
Éperlan arc-en-ciel, pop. du sud de l'estuaire du Saint-Laurent	<i>Osmerus mordax pop. 1</i>	Non inscrite
Faucon pèlerin <i>anatum</i>	<i>Falco peregrinus anatum</i>	Préoccupante
Fouille-roche gris	<i>Percina copelandi</i>	Préoccupante
Garrot d'Islande	<i>Bucephala islandica</i>	Préoccupante
Garrot d'Islande, pop. de l'Est	<i>Bucephala islandica pop. 1</i>	Préoccupante
Grive de Bicknell	<i>Catharus bicknelli</i>	Menacée
Méné d'herbe	<i>Notropis bifrenatus</i>	Préoccupante
Petit blongios	<i>Ixobrychus exilis</i>	Menacée
Pygargue à tête blanche	<i>Haliaeetus leucocephalus</i>	Non inscrite
Rainette faux-grillon de l'Ouest	<i>Pseudacris triseriata</i>	Menacée
Tortue des bois	<i>Glyptemys insculpta</i>	Menacée
Tortue géographique	<i>Graptemys geographica</i>	Préoccupante

Espèces susceptibles d'être désignées selon la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables (Québec)

Acronicta à virgules rougeâtres	<i>Acronicta rubricoma</i>	Non inscrite
Aesche Cyrano	<i>Nasiaeschna pentacantha</i>	Non inscrite
Aesche pygmée	<i>Gomphaeschna furcillata</i>	Non inscrite
Anguille d'Amérique	<i>Anguilla rostrata</i>	Non inscrite
Anodonte du gaspareau	<i>Utterbackiana implicata</i>	Non inscrite
Baleine noire	<i>Eubalaena glacialis</i>	En voie de disparition
Belette pygmée	<i>Mustela nivalis</i>	Non inscrite
Bourdon à tache rousse	<i>Bombus affinis</i>	En voie de disparition
Bourdon terricole	<i>Bombus terricola</i>	Préoccupante
Brochet vermiculé	<i>Esox americanus vermiculatus</i>	Préoccupante
Brosme	<i>Brosme brosme</i>	Non inscrite
Bruant de Nelson	<i>Ammodramus nelsoni</i>	Non inscrite

Nom commun	Nom latin	Statut selon la Loi sur les espèces en péril (Canada)
Bruant sauterelle	<i>Ammodramus savannarum</i>	Non inscrite
Campagnol des rochers	<i>Microtus chrotorrhinus</i>	Non inscrite
Campagnol-lemming de Cooper	<i>Synaptomys cooperi</i>	Non inscrite
Chat-fou des rapides	<i>Noturus flavus</i>	Non inscrite
Chauve-souris argentée	<i>Lasionycteris noctivagans</i>	Non inscrite
Chauve-souris cendrée	<i>Lasiurus cinereus</i>	Non inscrite
Chauve-souris pygmée de l'Est	<i>Myotis leibii</i>	Non évalué
Chauve-souris rousse	<i>Lasiurus borealis</i>	Non inscrite
Cicindèle blanche	<i>Cicindela lepida</i>	Non inscrite
Coccinelle à deux points	<i>Adalia bipunctata</i>	Non inscrite
Coccinelle à neuf points	<i>Coccinella novemnotata</i>	Non inscrite
Cordulie bistrée	<i>Williamsonia fletcheri</i>	Non inscrite
Couleuvre à collier	<i>Diadophis punctatus</i>	Non inscrite
Couleuvre brune	<i>Storeria dekayi</i>	Non inscrite
Couleuvre d'eau	<i>Nerodia sipedon</i>	Non inscrite
Couleuvre tachetée	<i>Lampropeltis triangulum</i>	Préoccupante
Couleuvre verte	<i>Opheodrys vernalis</i>	Non inscrite
Crapet du Nord	<i>Lepomis peltastes</i>	Non inscrite
Cuivré des marais salés	<i>Lycaena dospassosi</i>	Non inscrite
Dolichoderus mariae	<i>Dolichoderus mariae</i>	Non inscrite
Dynaste rhinocéros	<i>Xyloryctes jamaicensis</i>	Non inscrite
Elliptio à dents fortes	<i>Elliptio crassidens</i>	Non inscrite
Elliptio pointu	<i>Euryntia dilatata</i>	Non inscrite
Engoulevent bois-pourri	<i>Antrostomus vociferus</i>	Menacée
Engoulevent d'Amérique	<i>Chordeiles minor</i>	Menacée
Érythème des étangs	<i>Erythemis simplicicollis</i>	Non inscrite
Esturgeon jaune	<i>Acipenser fulvescens</i>	Non inscrite
Esturgeon noir	<i>Acipenser oxyrinchus</i>	Non inscrite
Faucon pèlerin <i>tundrius</i>	<i>Falco peregrinus tundrius</i>	Préoccupante
Faux-longicorne scalaire	<i>Cephaloon unguare</i>	Non inscrite
Fritillaire panachée	<i>Euptoieta claudia</i>	Non inscrite

Nom commun	Nom latin	Statut selon la Loi sur les espèces en péril (Canada)
Grenouille des marais	<i>Lithobates palustris</i>	Non inscrite
Hibou des marais	<i>Asio flammeus</i>	Préoccupante
Lasius minutus	<i>Lasius minutus</i>	Non inscrite
Leptodée fragile	<i>Leptodea fragilis</i>	Non inscrite
Loup à tête large	<i>Anarhichas denticulatus</i>	Menacée
Loup atlantique	<i>Anarhichas lupus</i>	Préoccupante
Loup tacheté	<i>Anarhichas minor</i>	Menacée
Maraîche (requin-taube commun)	<i>Lamna nasus</i>	Non inscrite
Marsouin commun	<i>Neophocaena phocaenoides</i>	Préoccupante
Martinet ramoneur	<i>Chaetura pelagica</i>	Menacée
Méné laiton	<i>Hybognathus hankinsoni</i>	Non inscrite
Morse de l'Atlantique	<i>Odobenus rosmarus</i>	Disparue
Morue franche population nord-laurentienne	<i>Gadus morhua</i>	Non inscrite
Morue franche population sud-laurentienne	<i>Gadus morhua</i>	Non inscrite
Moucherolle à côtés olive	<i>Contopus cooperi</i>	Menacée
Mulette-perlière de l'Est	<i>Margaritifera margaritifera</i>	Non inscrite
Musaraigne de Gaspé	<i>Sorex gaspensis</i>	Préoccupante
Obovarie olivâtre	<i>Obovaria olivaria</i>	En voie de disparition
Océanite cul-blanc	<i>Oceanodroma leucorhoa</i>	Non inscrite
Ophiogomphe bariolé	<i>Ophiogomphus anomalus</i>	Non inscrite
Paruline à ailes dorées	<i>Vermivora chrysoptera</i>	Menacée
Paruline du Canada	<i>Cardellina canadensis</i>	Menacée
Petit polatouche	<i>Glaucomys volans</i>	Préoccupante
Phymatode à col maculé	<i>Phymatodes maculicollis</i>	Non inscrite
Pipistrelle de l'Est	<i>Perimyotis subflavus</i>	En voie de disparition
Potamile ailé	<i>Potamilus alatus</i>	Non inscrite
Quiscale rouilleux	<i>Euphagus carolinus</i>	Préoccupante
Raie tachetée	<i>Leucoraja ocellata</i>	Non inscrite
Requin bleu	<i>Prionace glauca</i>	Non inscrite
Rorqual bleu	<i>Balaenoptera musculus</i>	En voie de disparition
Rorqual commun	<i>Balaenoptera physalus</i>	Préoccupante

Nom commun	Nom latin	Statut selon la Loi sur les espèces en péril (Canada)
Salamandre à quatre orteils	<i>Hemidactylium scutatum</i>	Non inscrite
Salamandre sombre du Nord	<i>Desmognathus fuscus</i>	Non inscrite
Somatogyre globuleux	<i>Birgella subglobosus</i>	Non inscrite
Spondyle ténébrion	<i>Neospondylis upiformis</i>	Non inscrite
Tête rose	<i>Notropis rubellus</i>	Non inscrite
Tortue ponctuée	<i>Clemmys guttata</i>	En voie de disparition
Tréchine à scapes larges	<i>Trechus crassiscapus</i>	Non inscrite
Troglodyte à bec court	<i>Cistothorus platensis</i>	Non inscrite

Espèces non inscrites dans la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables (Québec), mais avec un statut au Canada (LEP)

Bar rayé population du fleuve Saint-Laurent	<i>Morone saxatilis</i>	En voie de disparition
Chauve-souris nordique	<i>Myotis septentrionalis</i>	En voie de disparition
Courlis esquimau	<i>Numenius borealis</i>	En voie de disparition
Petite chauve-souris brune	<i>Myotis lucifugus</i>	En voie de disparition
Pie-grièche migratrice de la sous-espèce <i>migrans</i>	<i>Lanius ludovicianus migrans</i>	En voie de disparition
Pluvier siffleur de la sous-espèce <i>melodus</i>	<i>Charadrius melodus melodus</i>	En voie de disparition
Psithyre bohémien	<i>Bombus bohemicus</i>	En voie de disparition
Goglu des prés	<i>Dolichonyx oryzivorus</i>	Menacée
Grive des bois	<i>Hylocichla mustelina</i>	Menacée
Hirondelle de rivage	<i>Riparia riparia</i>	Menacée
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	Menacée
Sturnelle des prés	<i>Sturnella magna</i>	Menacée
Bec-de-lièvre	<i>Exoglossum maxillingua</i>	Préoccupante
Bruant sauterelle de la sous-espèce de l'Est	<i>Ammodramus savannarum pratensis</i>	Préoccupante
Buse à épaulettes	<i>Buteo lineatus</i>	Préoccupante
Gros-bec errant	<i>Coccothraustes vespertinus</i>	Préoccupante
Lamproie argentée	<i>Ichthyomyzon unicuspis</i>	Préoccupante
Monarque	<i>Danaus plexippus</i>	Préoccupante
Phalarope à bec étroit	<i>Phalaropus lobatus</i>	Préoccupante
Pioui de l'Est	<i>Contopus virens</i>	Préoccupante
Tortue serpentine	<i>Chelydra serpentina</i>	Préoccupante

Sources de données : MFFP (2020d) et Gouvernement du Canada (2020b).

Lacunes dans les connaissances

Tableau A3.

Sources de données qui n'ont pas pu être intégrées au présent portrait.

Nom	Référence de la couche	Lieu de la donnée/ travail à effectuer
Bathymétrie	Données de profondeur du lac Saint-Louis extraites des travaux de Morin, J. et A. Bouchard (2000). <i>Les bases de la modélisation du tronçon Montréal/Trois-Rivières</i> , Rapport scientifique SMC Québec – Section Hydrologie RS-100, Environnement Canada, Sainte-Foy, 57 p.	Serveur de collaboration Environnement Canada/MFFP/données brutes ponctuelles à transformer
Habitat d'importance pour le poisson – Frayère	La Haye, M., S. Desloges, C. Côté, A. Rice, S. Philips Junior, J. Deer, B. Giroux, K. de Clerk et P. Dumont (2004). <i>Recherche et caractérisation des frayères d'esturgeon jaune (Acipenser fulvescens) dans la partie amont des rapides de Lachine, fleuve Saint-Laurent, en 2003</i> , ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Direction de l'aménagement de la faune de Montréal, de Laval et de la Montérégie, Québec, 48 p. avec 1 carte, ISBN : 255042817X. Numéro CUBIQ 0001082158,	Bibliothèque du MERN/MFFP/à numériser et vectoriser
	Parent, S. et P. Brunel (1976). <i>Aires et périodes de fraye du capelan (Mallotus villosus) dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent</i> , Direction des communications, ministère de l'Industrie et du Commerce, Québec, 46 p. avec cartes, Numéro CUBIQ 0000203503.	Bibliothèque du MERN/MFFP/à numériser et vectoriser
	Shooner, G. et Associés inc. (1974). <i>Localisation des sites de reproduction des principales espèces de poissons du fleuve Saint-Laurent (Cornwall-Montmagny)</i> , 16 cartes en noir et blanc.	Carte papier/à numériser et vectoriser
	Gouvernement du Canada (2019). <i>Aménagement de frayère : Pont Samuel-De Champlain – Projet rapides de Vaudreuil</i> , Infrastructure Canada [En ligne] [https://www.infrastructure.gc.ca/nbsl-npsl/vaudreuil-fra.html] (Consulté le 10 février 2020).	https://www.infrastructure.gc.ca/nbsl-npsl/vaudreuil-fra.html /à numériser et vectoriser
	Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent (1975). <i>Études biologiques</i> , Annexe cartographique au vol. 1, Dimension environnement Ltée, Montréal, 1413 p.	Serveur MFFP/a déjà été vectorisé, reste à intégrer
Habitat d'importance pour le poisson – Alevinage	Benoit, J., J.-C. Bourgeois, S. Desjardins et J. Picard (1988). <i>Plan de conservation et de mise en valeur des habitats et de la faune de la région du lac Saint-Pierre</i> , ministère des Loisirs, de la Chasse et de la Pêche, Directions régionales de Montréal et de Trois-Rivières, X + 126 p.	Serveur MFFP/prêt à intégrer dans la base de données
Herbier de végétation	Gauthier, Benoit (1980). <i>Les limites phytogéographiques du Saint-Laurent</i> , Herbier Louis-Marie, Québec, 103 p., Numéro CUBIQ 0001160610.	Bibliothèque du MERN/MFFP/à numériser et vectoriser
	Gravel, Y. et L. Lévesque (1977). <i>Localisation et cartographie de zones d'herbiers du fleuve Saint-Laurent</i> , Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent, Québec, 160 p. avec cartes, Numéro CUBIQ 0000874264.	Bibliothèque du MERN/MFFP/à numériser et vectoriser

Nom	Référence de la couche	Lieu de la donnée/ travail à effectuer
Herbier de végétation (suite)	Groupe Dryade (1983). <i>Végétation aquatique et riveraine du lac Saint-Louis et du bassin de La Prairie</i> , Le Groupe Dryade pour la vice-présidence environnement, Hydro-Québec, le Secrétariat Archipel et le MLCP, 2 volumes avec cartes, Numéro CUBIQ 0000897857.	Bibliothèque du MERN/MFFP/à numériser et vectoriser
	Lamoureux, Jean-Pierre (1982). <i>Études des herbiers submergés du lac Saint-Louis et du bassin de La Prairie</i> , rapport technique présenté à la Direction environnement d'Hydro-Québec, Dimension environnement. Québec, 106 p. avec cartes, Numéro CUBIQ 0000863955.	Bibliothèque du MERN/MFFP/à numériser et vectoriser
	Létourneau, Guy (1996). <i>Cartographie des marais, marécages et herbiers aquatiques le long du Saint-Laurent par télédétection aéroportée</i> , Centre Saint-Laurent, Conservation de l'environnement, Environnement Canada, Montréal, 101 p. avec cartes, ISBN : 0662815440, Numéro CUBIQ 0000482349.	Bibliothèque du MERN/MFFP/à numériser et vectoriser
	Massicotte, P., A. Bertolo, P. Brodeur, C. Hudon, M. Mingelbier et P. Magnan (2015). "Influence of the aquatic vegetation landscape on larval fish abundance", <i>Journal of Great Lakes Research</i> , Volume 41 : 873-880.	Données à traiter
	MLCP (1987). <i>Végétation des terres humides – Lac Saint-Pierre</i> , Gouvernement du Québec, 25 cartes en noir et blanc.	Carte papier/à numériser et vectoriser
	Université Laval, Département de géographie (1990 à 1995). <i>Atlas environnemental du Saint-Laurent</i> , CSL d'Environnement Canada, Montréal, 12 planches avec carte, Numéro CUBIQ 0000253569.	Bibliothèque du MERN/MFFP/à numériser et vectoriser
	Données de SONAR de divers projets de la Direction de l'expertise sur la faune aquatique du MFFP	Données à traiter
	Données du contrat de BC2	Données à traiter
Habitat d'importance pour les invertébrés	Base de données de moules du Québec (BDMQ)	Serveur MFFP/nettoyer et intégrer
	Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent (1975). <i>Études biologiques</i> , Annexe cartographique au vol. 1, Dimension environnement Ltée, Montréal, 1413 p.	Serveur MFFP/a déjà été vectorisé, reste à intégrer
	MFFP (2019j). <i>Géobase-Faune – Crustacés_loc_p</i> [FGDB], V2019-11-19, MFFP, Québec, Québec.	Géobase Faune/à intégrer
	Ministère de l'Environnement et de la Faune (1994). <i>Cartographie des sites d'intérêt et des sites protégés et fiches synthèses descriptives des sites d'intérêt faunique</i> , Direction régionale de la Montérégie, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune.	Serveur MFFP/nettoyer et intégrer
Habitat d'importance pour les oiseaux	MFFP (2019j). <i>Géobase-Faune – Avifaune_loc_p</i> [FGDB], V2019-11-19, MFFP, Québec, Québec (SOS-POP).	Serveur MFFP/donnée ponctuelle à mettre en polygone et à intégrer

Nom	Référence de la couche	Lieu de la donnée/ travail à effectuer
Habitat d'importance pour les mammifères	MFFP (2019k). Géobase-Faune – Petits_mamm_hab_P et Petits_mamm_loc_p [FGDB], V2019-11-19, MFFP, Québec, Québec.	Géobase Faune/à intégrer
	MFFP (2019). Géobase-Faune – SFI_s [FGDB], V2019-11-19, MFFP, Québec, Québec (habitats du rat musqué seulement).	Géobase Faune/à intégrer
	MEF (1994). <i>Cartographie des sites d'intérêt et des sites protégés et fiches synthèses descriptives des sites d'intérêt faunique</i> , Direction régionale de la Montérégie, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune.	Serveur MFFP/nettoyer et intégrer
	MFFP (2015). <i>Habitats fauniques du Québec</i> [shp]., Version 2015, 1 :20 000, gouvernement du Québec, Québec (couche HAFA_2015, mammifère seulement).	Serveur MFFP/nettoyer et intégrer
Multithématiques	Une portion des données des régions 01, 02, 03-12, 04-17 et 09	Bureaux régionaux du MFFP – Multiformat
Projets non intégrés ou partiellement intégrés	<ul style="list-style-type: none"> • Espèces aquatiques envahissantes (EAE) • Moules • Caractérisation des obstacles • ADN environnemental (ADNe) • Saumon : habitat, suivi biologique • Suivi : recrutement et reproduction du bar rayé • Télémétrie • Observations uniques : projets de carpes • Anguilles • Alose savoureuse • Omble de fontaine anadrome • Doré jaune • Plans de gestion de l'omble de fontaine, du touladi • Plan Nord • Plan d'action sur les changements climatiques • Ensemencements • Autres inventaires non normalisés et projets ponctuels 	Biologiste porteur du projet au MFFP – Multiformat

Annexe B : Fiches projets

Plusieurs activités d'acquisition de connaissances planifiées à même les activités usuelles ou programmées spécialement pour les besoins du CEGRIM ont eu lieu en 2018-2019 et 2019-2020.

Les contrats ont été octroyés grâce à l'appui financier du Secrétariat aux affaires maritimes, du CEGRIM, du PASL ou à même les budgets des ministères responsables.

Les contrats listés font l'objet d'une fiche individuelle expliquant le contexte, les livrables, les résultats préliminaires (si applicable) et les recommandations (si applicable). Le contexte et les livrables sont extraits des contrats et repris intégralement :

- Acquisition d'imagerie satellitaire pour la caractérisation de la côte du Nunavik;
- Analyses statistiques avancées des données historiques et récentes des communautés de poissons dans le Saint-Laurent;
- Analyses statistiques des données provenant des opérations de chalutage dans le Saint-Laurent et revues de la littérature;
- Caractérisation des herbiers aquatiques par sonar;
- Comment lier l'imagerie satellitaire et par sonar à la caractérisation des herbiers aquatiques;
- Entente de production de données et licence d'utilisateur;
- Estimation de la communauté de poissons du Saint-Laurent basée sur l'analyse d'ADNe;
- Évaluation de la capacité de dépuraction chez le homard américain (*Homarus americanus*) après une contamination aux hydrocarbures pétroliers en fonction d'un indice d'état de santé du homard;
- Missions *Lampsilis* – Caractérisation de l'habitat du poisson dans le Saint-Laurent;
- Numérisation et captage d'éléments contenus dans des cartes en format papier;
- Portrait du trafic maritime dans le Saint-Laurent relativement à l'habitat du poisson;
- Répertoire des données environnementales et des usages du Comité ZIP du lac Saint-Pierre;
- Revue de la littérature sur la valeur écologique de la zone intertidale.

Acquisition d'imagerie satellitaire pour la caractérisation de la côte du Nunavik

Contractant : MERN

Contexte :

Cette demande d'acquisition d'imagerie pour la côte ouest du Nunavik fait partie d'un projet actuellement planifié conjointement avec l'Université du Québec à Rimouski, le MSP et le CEGRIM qui portera sur l'acquisition des connaissances écosystémiques des milieux côtiers. Ce projet répondra à plusieurs questions quant à l'évolution actuelle et future des littoraux du Nord québécois. L'imagerie utilisée sera intégrée directement dans le développement des connaissances nécessaires à la proposition d'un indice de sensibilité environnementale et morphosédimentaire pour le Nunavik. Cette région fait partie du territoire maritime du Québec, comprend plusieurs communautés éloignées et est donc importante pour le mandat du CEGRIM. L'imagerie sera utilisée : 1) pour caractériser les unités hydrosédimentaires côtières en Hudsonie ainsi que pour calculer l'évolution côtière historique; 2) pour effectuer une première phase de caractérisation des écosystèmes en haut d'estran systématiquement le long de la côte par télédétection; et 3) pour répertorier les zones aux infrastructures et aux activités potentiellement exposées à la pollution marine accidentelle.

Livrables :

Imagerie satellitaire à haute résolution (30 ou 50 cm) : 1 191 km²

Recommandations, si applicables :

- appuyer financièrement ou par comité de suivi et participer au projet postdoctoral visé par l'acquisition de ces images;
- valoriser ces données avec le projet du Plan Nord;
- valoriser ces données avec l'équipe d'évaluation de la submersion et de l'érosion du MSP.

Deux autres activités d'acquisition de nouvelles connaissances ont pu être financées avec le budget CEGRIM 2019-2020 du MSP.

Ces contrats font l'objet d'une fiche individuelle expliquant le contexte, les livrables, les résultats préliminaires (si applicable) et les recommandations (si applicable). Le contexte et les livrables sont extraits du contrat.

Analyses statistiques avancées des données historiques et récentes des communautés de poissons dans le Saint-Laurent

Contractant : Aline Foubert

Contexte :

Le mandataire analysera statistiquement les résultats provenant de deux engins d'échantillonnage différents : i) la seine conçue anciennement par M. Mongeau (1965-1977); et ii) celle qui a été plus récemment conçue pour les inventaires standardisés du MFFP (Réseau de suivi ichtyologique, 1995-2017), qui permettent de décrire les communautés de poissons du Saint-Laurent. L'objectif vise à unifier les données des deux périodes pour allonger la base de données temporelles servant aux diagnostics effectués sur les poissons du Saint-Laurent et de formuler des recommandations en vue d'optimiser les inventaires récurrents du Ministère.

Livrables :

- Préparer un fichier informatique contenant les bases de données des captures de poissons réalisées par J.-R. Mongeau (1965-1977) et le RSI (1995-2017);
- Produire une analyse des données collectées sur le terrain en 2013 par le Ministère dans le but de comparer les deux types de seines conçues par J.-R. Mongeau et pour le RSI;
- Produire une analyse utilisant les plus récentes approches statistiques quantifiant la « Diversité d'état » (Pierre Legendre, 2018) pour mesurer la dissimilarité des communautés entre les périodes Mongeau et RSI (diversité, traits écologiques, variables environnementales) et mettre en évidence les changements survenus au cours du temps dans les communautés de poissons, tels que les gains ou les pertes en espèces;
- Préparer de nouvelles matrices de données et analyser les changements survenus en fonction des pressions anthropiques et naturelles agissant sur le Saint-Laurent;
- Ajouter les données provenant du lac Saint-Pierre dans le traitement et l'analyse.

Résultats :

- Livrable 1 : le fichier est déposé;
- Livrable 2 : l'analyse est déposée. Grâce à l'ensemble des analyses, nous pouvons conclure qu'il n'y a pas de différences importantes dans la diversité et la structure des communautés de poissons capturés par une seine J.-R. Mongeau et une seine RSI. L'échantillonnage historique mené par J.-R. Mongeau (1965-1973) et l'échantillonnage actuel mené par le RSI (1995-auj.) sont donc comparables;
- Livrables 3, 4 et 5 : le rapport final comprenant les trois derniers livrables et l'analyse des données du livrable 1 est déposé. Les résultats de cette étude rapportent une dégradation généralisée du fleuve Saint-Laurent depuis les années 1970.

En effet, la perte d'espèces emblématiques telles que la perchaude et le grand brochet, la perte d'espèces généralistes telles que le meunier noir, l'invasion systématique du gobie à taches noires et de la moule zébrée ainsi que l'accentuation de pressions aux effets négatifs sont des indicateurs de la détérioration de l'écosystème. Les secteurs ayant le plus changé depuis les années 1970 sont l'archipel du lac Saint-Pierre et le lac Saint-Pierre, tous deux pourtant reconnus comme une réserve de biosphère par l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture en 2000. Le long du fleuve Saint-Laurent, de nombreuses îles regroupées en archipels semblent avoir participé à la préservation de certains points chauds de biodiversité, notamment sur les rives nord du tronçon Montréal-Sorel et de l'archipel du lac Saint-Pierre.

Analyses statistiques des données provenant des opérations de chalutage dans le Saint-Laurent et revues de la littérature

Contractant : Laboratoire de Philippe Archambault, Université Laval

Contexte :

Dans le cadre des travaux du MFFP réalisés sur le Saint-Laurent, les données recueillies nécessitent de l'expertise en analyses et en traitements statistiques, en identification et en analyse de benthos, en analyse de sédiments ainsi que pour la production de trois revues de la littérature.

Livrables :

Le mandataire fournit son expertise en écologie numérique pour l'analyse et le traitement statistique de données sur les poissons et leurs habitats provenant des opérations de chalutage réalisées dans le Saint-Laurent en 2018 et en 2007-2009.

- Production d'un rapport détaillant les méthodes d'analyses et présentant les résultats des tests statistiques les plus appropriés à la valorisation des données, des analyses statistiques descriptives (temporelle et spatiale), des analyses univariées et multivariées (temporelle et spatiale). Revues de la littérature sur : 1) les pressions; et 2) les indicateurs pertinents relatifs à l'habitat du poisson dans le système du fleuve Saint-Laurent, y compris les trois herbiers aquatiques. Participation à une campagne d'échantillonnage dans le Saint-Laurent au cours de l'été 2019 ainsi qu'analyse en laboratoire d'échantillons de 2018 et 2019 de sédiments (granulométrie, contenu en matière organique, pigments) et de benthos destinés à caractériser l'habitat du poisson.

Résultats préliminaires :

Le rapport synthèse sur les missions de chalutage réalisées à bord du navire *Lampsilis* de 2007 à 2018 est disponible en ligne sur le site du MFFP : <https://mffp.gouv.qc.ca/nos-publications/caracterisation-communautés-poissons-habitats-zones-portuaires-chenal-navigation-saint-laurent/>.

Les trois revues de la littérature ont été commentées et seront disponibles en version finale au cours des prochains mois.

Les données concernant la granulométrie des sédiments ainsi que l'identification du benthos ont été compilées et transmises dans un fichier Excel et seront intégrées aux analyses fines des habitats du Saint-Laurent.

Caractérisation des herbiers aquatiques par sonar

Contractant : BC2 Groupe Conseil inc.

Contexte :

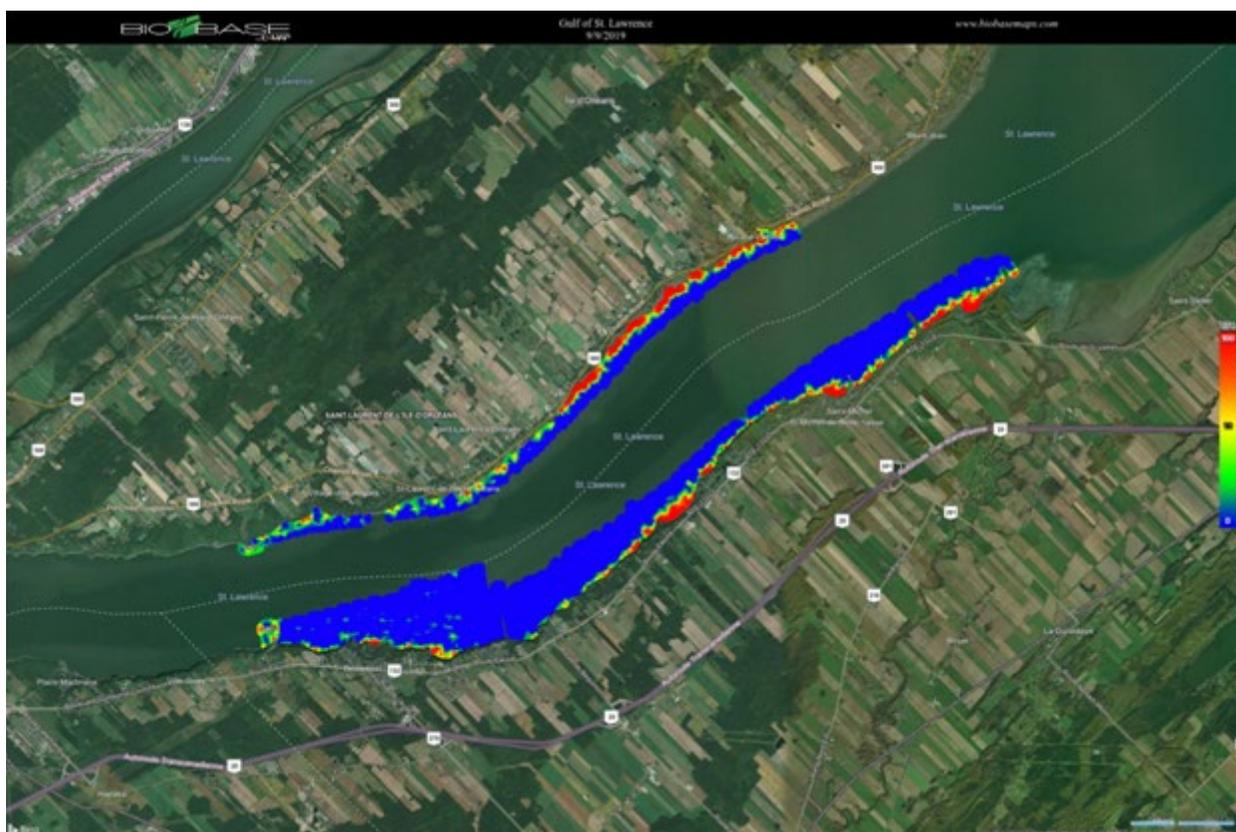
Les herbiers aquatiques sont des habitats de première importance pour plusieurs espèces de poissons. Même si des données historiques peuvent nous renseigner sur la répartition de ces herbiers, elles ne sont pas toujours fiables, utilisables ou à jour. De plus, les herbiers de certaines portions du fleuve sont très bien connus ou font l'objet de relevés fréquents, alors que d'autres demeurent sous-documentés. Ainsi, les connaissances sur les herbiers du Saint-Laurent sont donc inégales dans le temps et l'espace. Ce contrat fait partie d'un projet global qui vise à actualiser et à compléter les données sur la répartition des herbiers aquatiques du fleuve Saint-Laurent par leur caractérisation dans des secteurs clés du fleuve.

Livrables :

- Caractériser les herbiers aquatiques durant le maximum saisonnier de la végétation (août) par sonar selon le protocole établi et dans des secteurs désignés préalablement par la personne-ressource du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. Le sonar est fourni par le MFFP pour la durée du contrat. Ce livrable comprend également le téléchargement journalier des données enregistrées par le sonar;
- En complément de la caractérisation par sonar, effectuer des relevés manuels de la végétation pour identifier les espèces. Le nombre, la méthode et les emplacements sont décidés conjointement par la personne-ressource du MFFP et celle de BC2 Groupe Conseil inc.;
- Transmettre les données enregistrées par le sonar, un fichier de données des relevés manuels de la végétation ainsi que toute autre information d'intérêt (photos, notes prises sur le terrain, etc.) à la personne-ressource du MFFP.

Résultats préliminaires :

Les relevés effectués par le contractant proviennent finalement d'une zone située dans le chenal sud de l'île d'Orléans, entre Sainte-Pétronille et Saint-Laurent. Les données ont été transformées en biovolume végétal (quantité de plantes dans la colonne d'eau, de 0 à 100 %) grâce à un abonnement à la compagnie BioBase auquel souscrit le MFFP. Cette dernière a développé un algorithme (en boîte noire) pour effectuer le travail. Ainsi, la carte suivante représente le biovolume végétal estimé pour le secteur évalué. Plus le biovolume est rouge, plus il y a de plantes dans la colonne d'eau. Le centre du chenal n'a pas été échantillonné, car il est trop profond pour permettre aux plantes d'y croître. Des relevés standards de la végétation ont également été effectués et les données seront traitées dans les prochains mois.



Note : Plus le biovolume est rouge, plus il y a de plantes dans la colonne d'eau.

Figure B1.

Caractérisation par sonar du biovolume végétal estimé pour le secteur du chenal sud de l'île d'Orléans, entre Sainte-Pétronille et Saint-Laurent.

Recommandations :

Plusieurs facteurs ont limité la portée initialement prévue de ce projet. Notamment, certains ennuis techniques (bris d'équipement, problème d'enregistrement des données) et logistiques (obstacles à la navigation, météo changeante) non planifiables sont survenus. Le jeu des marées, même s'il a été anticipé, a causé des pertes de temps considérables, plus importantes que ce qui était prévu. Le contrat a été exécuté en deux fois (mi-août et début septembre). Durant la première semaine d'échantillonnage, les heures des marées étaient beaucoup plus favorables que durant la deuxième semaine. Ainsi, le contractant a produit une liste d'éléments à considérer dans le but d'améliorer le protocole utilisé. Notons, par exemple :

- la présence d'obstacles à la navigation, comme les plantes aquatiques, les faibles profondeurs, les seuils, les forts courants, les blocs rocheux, etc.;
- l'accessibilité aux sites par la terre;
- prendre conscience des conditions météorologiques et de navigation;
- planifier stratégiquement ces interventions en fonction des prévisions des marées et du maximum de végétation;
- analyse par photogrammétrie ou télédétection avant les sondages pour une meilleure planification des relevés par sonar et de végétation;
- définir de plus petites zones d'inventaires ou augmenter la distance entre chacun des transects pour accroître l'aire couverte;
- effectuer consécutivement l'ensemble des relevés;
- vérifier les données plusieurs fois par jour.

Comment lier l'imagerie satellitaire et par sonar à la caractérisation des herbiers aquatiques

Contractant : Laboratoire d'Andrea Bertolo, Université du Québec à Trois-Rivières

Contexte :

Les herbiers aquatiques sont des habitats de première importance pour les différentes étapes du cycle de vie d'un grand nombre de poissons qui vivent dans le fleuve Saint-Laurent. Même si des données historiques sont disponibles pour nous renseigner sur la répartition de ces herbiers, elles ne sont pas toujours fiables, utilisables ou à jour et elles ne couvrent pas l'ensemble du système du Saint-Laurent. Ainsi, les connaissances sur les herbiers dans le Saint-Laurent sont inégales dans le temps et l'espace. De plus, plusieurs outils d'imagerie satellitaire ou par sonar sont disponibles pour aider à la caractérisation des herbiers aquatiques avec des degrés variables de précision.

Ce contrat fait partie d'un projet global qui vise à actualiser et à compléter les données sur la répartition des herbiers aquatiques du fleuve Saint-Laurent par leur caractérisation dans des secteurs clés du fleuve.

À partir d'images satellitaires couplées aux données d'inventaire sur le terrain, le contractant évalue et compare différents outils de télédétection et développe un protocole d'utilisation des images satellitaires pour analyser les herbiers aquatiques. De plus, le contractant fait des relevés par sonar pour estimer le biovolume à l'aide de deux échosondeurs différents (un fourni par le contractant, l'autre par le MFFP). Cette comparaison permettra de valider la méthode utilisée par le MFFP.

Livrables :

- Effectuer des prises de données par sonar à l'aide de deux échosondeurs différents pour comparer les résultats obtenus pour le biovolume végétal par l'échosondeur du laboratoire d'Andrea Bertolo et l'échosondeur du MFFP;
- Effectuer des relevés sur le terrain d'août à septembre 2019 dans divers lacs et endroits du fleuve Saint-Laurent;
- Caractériser les herbiers aquatiques par sonar pour les données enregistrées par l'échosondeur du contractant (laboratoire d'Andrea Bertolo);
- Transmettre les analyses effectuées avec les données enregistrées et les fichiers géomatiques associés à l'échosondeur du contractant (laboratoire d'Andrea Bertolo) pour comparaison avec les données enregistrées par l'échosondeur du MFFP;
- Retourner l'échosondeur du MFFP et les cartes SD comprenant les données à la personne-ressource du MFFP;
- Caractériser les herbiers aquatiques par imagerie satellitaire;
- Effectuer les corrections nécessaires sur les images satellitaires des secteurs à l'étude pour répertorier les herbiers aquatiques;
- Fournir des cartes de végétation statique et les fichiers géomatiques associés à différents secteurs à l'étude;
- Rédiger un protocole préliminaire d'utilisation des images satellitaires pour analyser les herbiers aquatiques.

Résultats préliminaires :

Les résultats finaux sont à venir. Plusieurs complications sont survenues tout au long du processus de transformation des données en provenance des images satellitaires. Tous les scripts des différentes étapes de transformation sont disponibles en ligne et constituent le protocole préliminaire d'utilisation des images satellitaires. Les scripts sont constamment modifiés au fil des mises à jour. Les cartes de végétation seront ajoutées au portrait des habitats aquatiques lorsqu'elles seront disponibles.

Entente de production de données et licence d'utilisateur

Contractant : Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

Contexte :

Les herbiers aquatiques sont des habitats de première importance pour les différentes étapes du cycle de vie d'un grand nombre de poissons qui vivent dans le fleuve Saint-Laurent. Même si des données historiques sont disponibles pour nous renseigner sur la répartition de ces herbiers, elles ne sont pas toujours fiables, utilisables ou à jour et elles ne couvrent pas l'ensemble du système du Saint-Laurent. Ainsi, les connaissances sur les herbiers dans le Saint-Laurent sont inégales dans le temps et l'espace. De plus, plusieurs outils d'imagerie satellitaire ou par sonar sont disponibles pour aider à la caractérisation des herbiers aquatiques avec des degrés variables de précision.

Ce contrat fait partie d'un projet global qui vise à actualiser et compléter les données sur la répartition des herbiers aquatiques du fleuve Saint-Laurent par leur caractérisation dans des secteurs clés du fleuve.

À partir d'images satellitaires couplées aux données d'inventaire sur le terrain, il sera possible d'évaluer et de comparer différents outils de télédétection et de développer un protocole d'utilisation des images satellitaires pour analyser les herbiers aquatiques.

L'acquisition des images satellitaires permet :

- de caractériser les herbiers aquatiques;
- d'effectuer les corrections nécessaires sur les images satellitaires des secteurs à l'étude pour répertorier les herbiers aquatiques;
- de fournir des cartes de végétation statique.

Livrables :

- Réaliser la gestion contractuelle pour l'acquisition d'imagerie satellitaire et le suivi de la production des livrables ainsi qu'un contrôle de la qualité de ceux-ci;
- Imagerie brute en format natif;
- Imagerie orthorectifiée 16 bits;
- Imagerie orthorectifiée PS4 ou PS8, 30 ou 50 cm, 16 bits avec rehaussement;
- Orthomosaïque des images PS4 ou PS8 découpées selon le système de tuilage natif avec rehaussement et balancement radiométrique sur toutes les bandes multispectrales;
- Rapport détaillé des erreurs résiduelles du modèle mathématique utilisé pour la production des ortho-images;
- Licence gouvernementale de six usagers et plus ou l'équivalent.

Résultats :

- Acquisition d'imagerie satellitaire sur le tronçon fluvial et l'estuaire fluvial;
- Caractérisation d'herbiers aquatiques dans les secteurs ciblés.

Une seule activité d'acquisition de nouvelles connaissances a pu être financée avec le budget du CEGRIM 2019-2020 de la Direction de la connaissance écologique du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques conjointement avec le budget du CEGRIM du ministère de la Sécurité publique.

Le contrat fait l'objet d'une fiche individuelle expliquant le contexte, les livrables, les résultats préliminaires (si applicable) et les recommandations (si applicable). Le contexte et les livrables sont extraits du contrat.

Estimation de la communauté de poissons du Saint-Laurent basée sur l'analyse de l'ADN environnemental

Contractant : Laboratoire de Louis Bernatchez, Université Laval

Contexte :

Dans un contexte où l'on anticipe une croissance des activités maritimes, et donc des risques d'incidents maritimes, il faudra acquérir de nouvelles connaissances sur la faune aquatique et ses habitats pour mieux les protéger. L'ADNe en tant qu'outil est reconnu pour être très efficace pour ce qui est d'inventorier la communauté de poissons. Durant les campagnes d'échantillonnage de 2018 et 2019 du *Lampsilis*, l'ADNe a donc été utilisé, en complément de l'échantillonnage au chalut, pour caractériser la communauté de poissons dans les secteurs soumis au développement de l'industrie maritime tels que le chenal de navigation ainsi que les zones portuaires de Bécancour et de Trois-Rivières.

Livrables :

- Estimer par une analyse de l'ADNe en métagénomique les communautés de poissons des zones profondes du fleuve Saint-Laurent. En 2018 et 2019, respectivement, 109 et 64 échantillons ont été collectés dans le cadre du projet d'acquisition de connaissances du *Lampsilis*;
- Fournir la base de données pour les 64 échantillons collectés en 2019 entre Cacouna et Sorel et produire un rapport de réalisation.

Résultats préliminaires :

Campagne de 2018 : les analyses des échantillons ont été effectuées au laboratoire de M. Louis Bernatchez à l'Université Laval. Les résultats de l'analyse de l'ADNe de 109 échantillons collectés au cours de la campagne 2018 du *Lampsilis* ont été reçus. La provenance des échantillons se décline de cette façon : 64 échantillons d'eau collectés en profondeur à l'aide d'une bouteille Niskin, 37 échantillons collectés dans la colonne d'eau et 8 échantillons témoins pour la contamination. Le livrable reçu inclut la liste des espèces trouvées pour chaque échantillon.

Campagne de 2019 : la remise finale des résultats aura lieu dans les prochains mois.

Évaluation de la capacité de dépuración chez le homard américain (*Homarus americanus*) après une contamination aux hydrocarbures pétroliers en fonction d'un indice d'état de santé du homard

Contractant : Richard Saint-Louis, Université du Québec à Rimouski et Nicolas Lemaire, Merinov

Contexte :

Au Québec, l'industrie de la pêche repose en grande partie sur les crustacés (homard, crabe et crevette). Jusqu'à 5 000 t de homards sont pêchées annuellement en Gaspésie et aux îles de la Madeleine. Les crabes et les homards, organismes macrobenthiques, sont susceptibles d'accumuler des contaminants comme les hydrocarbures, entraînant un faible taux mortalité, mais les rendant impropres à la consommation. L'accroissement anticipé du trafic maritime sur le Saint-Laurent augmente les risques d'un éventuel incident maritime et de déversements de matières dangereuses, tels les hydrocarbures. Malgré ces risques, il existe peu d'études de connaissance sur les effets d'un tel déversement sur les homards.

Le projet visait à optimiser le suivi de la qualité du homard vivant par l'ajout de deux biotests à celui déjà réalisé par l'industrie sur l'hémolymphe (test de l'échelle de Brix). Ces trois biotests ont été appliqués pour évaluer la capacité de dépuración des homards après une contamination en laboratoire aux hydrocarbures pétroliers. Les réponses fournies visaient à déterminer la période minimale obligatoire de fermeture de la zone de pêche si une contamination du stock causée par un déversement d'hydrocarbures pétroliers se produisait. Dans le cadre de cette recherche chez Merinov, des homards ont été contaminés par un produit pétrolier raffiné, le diésel marin et un pétrole non traditionnel de type dilbit (*diluted bitumen*) provenant de l'Alberta (*Cold Lake Blend* [CLB]). À l'issue de la période de contamination, la cinétique de dépuración a été suivie durant une remontée progressive (simulation des conditions naturelles) ou brutale de la température de l'eau. Si le choc thermique s'avère efficace pour stimuler la dépuración des homards, cette technique pourra être utilisée pour dépuración les stocks avant la commercialisation. La dépuración a été mesurée à l'aide de deux biomarqueurs de stress (déstabilisation de la membrane lysosomale et induction du cytochrome P450 par le test EROD [éthoxyrésorufine-O-déséthylase]) reconnus en écotoxicologie comme un bon indicateur de l'exposition à des contaminants, dont les hydrocarbures.

Livrables :

La réalisation de ce projet a une portée économique importante pour les pêcheurs de homard en cas de déversement pétrolier. En effet, l'expansion du transport de matières dangereuses telles que les hydrocarbures entraîne des risques accrus de déversement. Or, la contamination rend les homards impropres à la consommation, causant un préjudice considérable aux pêcheurs.

Dans ce contexte, l'industrie des pêches doit concevoir de nouveaux procédés efficaces pour déterminer l'état de santé des homards et les dépuración rapidement afin de limiter les pertes ainsi que les frais associés. Le développement d'un tel outil d'évaluation des stocks de homards fournira des arguments pour tester des mesures compensatoires (indemnisation des pêcheurs). De plus, la connaissance acquise par le projet appuiera la prise de décision durant les interventions d'urgence en cas de déversement d'hydrocarbures pétroliers.

Un rapport de recherche a été remis au CEGRIM et les résultats ont été présentés aux employés (PowerPoint).

Recommandations, si applicables :

Appuyer les initiatives futures découlant de ce projet. Un projet visant une meilleure connaissance des conséquences d'un déversement sur les générations futures est en démarchage.

Missions *Lampsilis* – Caractérisation de l'habitat du poisson dans le Saint-Laurent

Contractant : Reformar

Contexte :

Le mandataire fournira un navire et son équipage pour opérer un chalut dans la portion d'eau douce du Saint-Laurent en 2018 (11 jours) et en 2019 (2 jours). Le navire ciblé est le *Lampsilis* qui possède les caractéristiques uniques suivantes : très faible tirant d'eau (inférieur à 1 m), puissance et manœuvrabilité. En plus d'opérer un chalut, il offre aussi la possibilité d'effectuer des mesures de la physicochimie, des prélèvements d'eau et de plancton ainsi que des travaux de laboratoire humide et sec dans un espace couvert.

Livrables :

- Bases de données sur la communauté de poissons et leurs habitats en 2018 et 2019.

Résultats :

Les données de 2018 ont été traitées et analysées dans le rapport synthèse sur les missions de chalutage réalisées à bord du *Lampsilis* de 2007 à 2018 qui est disponible en ligne sur le site du MFFP : <https://mffp.gouv.qc.ca/nos-publications/caracterisation-communautes-poissons-habitats-zones-portuaires-chenal-navigation-saint-laurent/>

Les données de 2019 ont été compilées dans une base de données. Elles seront analysées ultérieurement.

Numérisation et captage d'éléments contenus dans des cartes en format papier

Contractant : Effigis Geo-Solutions inc.

Contexte :

Le MFFP a été désigné comme collaborateur incontournable pour la réalisation de la mission du Centre d'expertise en gestion des risques d'incidents maritimes. Un profil des habitats aquatiques du système du Saint-Laurent doit être dressé. Le Ministère est notamment responsable de produire un bilan des connaissances et des données fauniques sur le territoire couvert par le CEGRIM d'ici le 31 mars 2020.

De nombreuses données historiques du Ministère sont pertinentes pour le portrait, mais elles sont accessibles uniquement en format papier. Il apparaît donc nécessaire de procéder à la numérisation et au captage des éléments contenus dans les cartes en format papier.

Au total, cinq documents ont été ciblés, contenant 68 cartes à vectoriser :

- **Document 1 :** Alliance Environnement GDG Conseil-Daniel Arbour & Associés (n. d.) *Frayère PLIO*, adapté de Lavoie et Talbot (1984) [document cartographique]. 1 :340 000, Alliance Environnement GDG Conseil-Daniel Arbour & Associés, Trois-Rivières, Québec (1 carte);
- **Document 2 :** Société de la faune et des parcs du Québec (2000). *Atlas des habitats critiques connus ou d'intérêt particulier pour les poissons du fleuve Saint-Laurent entre le port de Montréal et l'île aux Coudres*, Direction du développement de la faune (23 cartes);
- **Document 3 :** Massé, Gérard (1974). *Frayères à poissons d'eau chaude du couloir fluvial, entre Montréal et le lac Saint-Pierre*, Service de l'aménagement de la faune, ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, 20 p.;
- **Document 4 :** Benoit, J., J.-C. Bourgeois, S. Desjardins et J. Picard (1988). *Plan de conservation et de mise en valeur des habitats et de la faune de la région du lac Saint-Pierre*, ministère des Loisirs, de la Chasse et de la Pêche du Québec, directions régionales de Montréal et de Trois-Rivières, X + 126 p.;
- **Document 5 :** Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent (1975). *Études biologiques*, Annexe cartographique au vol. 1, Dimension environnement Ltée, Montréal, 1413 p.

Une liste détaillée des cartes à numériser est jointe aux cartes papier qui seront envoyées au contractant.

Livrables :

- Une géodatabase de type fichier contenant un jeu de classes d'entités par document. Ce jeu de classes d'entités comprendra une ou plusieurs classes d'entités selon la classification demandée;
- Une version numérique (PDF et JPEG) de chacune des 68 cartes;
- Des fichiers numériques géoréférencés des 68 cartes (GeoTIFF).

Résultats :

Les cinq documents ont été livrés. De plus, les résultats de ces livrables sont, en partie, intégrés dans le corps du présent rapport sur le portrait actuel des habitats aquatiques du Saint-Laurent. Les documents non intégrés le seront au cours des prochains mois

Recommandations :

De nombreuses cartes restent à vectoriser. Un travail de recherche dans les archives papier devra être fait afin de dresser une liste extensive du nombre d'archives à vectoriser. Par la suite, il faudra procéder à la numérisation et au captage d'éléments pour les documents les plus utiles pour compléter le portrait des habitats du système du Saint-Laurent.

Portrait du trafic maritime dans le Saint-Laurent relativement à l'habitat du poisson

Contractant : Laboratoire de Clément Chion, Université du Québec en Outaouais.

Contexte :

Étant donné que la dimension acoustique est peu ou pas développée dans le Saint-Laurent fluvial, le mandataire a pour mission de produire un portrait du trafic maritime et de l'environnement acoustique afin de caractériser spatialement et temporellement le degré d'empiètement du trafic maritime sur l'habitat du poisson. Le risque de masquage du son produit par les émetteurs télémétriques des poissons par le bruit ambiant lié au passage des navires sera évalué théoriquement.

Livrables :

- Portrait spatial et temporel du trafic maritime (Système d'identification automatique [AIS], Système d'information sur la gestion du trafic maritime [INNAV]) entre Québec et Montréal pour la période 2012-2017;
- Évaluation du degré d'empiètement du trafic maritime sur l'habitat du poisson, basé sur les données historiques et une modélisation des habitats dispersés entre Montréal et Trois-Rivières;
- Estimation théorique du risque de masquage du son émis par les émetteurs télémétriques des poissons par le bruit ambiant lié au passage des navires.

Résultats préliminaires :

À la lumière des résultats et des analyses, il semble évident que le masquage du signal des émetteurs VEMCO par le bruit sous-marin des navires est au mieux un phénomène inexistant et, au pire, un phénomène marginal. Le fait que les analyses des données VEMCO-AIS et du microsimulateur convergent sur ce point renforce la confiance dans les résultats de ces analyses. Il s'agit d'une bonne nouvelle, puisque cela signifie que les données sur la présence des poissons peuvent être utilisées en l'état pour analyser les interactions entre les esturgeons noirs et les navires de type cargo et pétrolier.

Recommandations :

À court et moyen terme, il sera nécessaire de procéder à l'analyse d'un plus grand nombre de contacts esturgeons-navires, répartis spatialement et temporellement, afin de grossir le nombre d'échantillons disponibles pour les analyses statistiques. Cela permettra d'effectuer des tests statistiques plus rigoureux qu'il était impossible d'appliquer avec le faible nombre d'interactions spatio-temporelles à notre disposition. La première phase des analyses effectuées dans le cadre de ce livrable a été menée avec des données extraites manuellement en raison du volume important de données et de la faible puissance de calcul disponible au moment de produire les analyses.

Il a été possible de développer des scripts et d'analyser des données continuellement à mesure que les analyses avançaient. Durant une prochaine phase d'analyse, il sera possible d'automatiser plusieurs opérations pour extraire plus de données d'interaction, ce qui permettra d'accélérer la vitesse à laquelle le nombre d'échantillons augmente.

L'augmentation du nombre de contacts poissons-navires devrait également permettre de poser des questions de recherche supplémentaires et d'effectuer les tests statistiques pour y répondre. Par exemple, on peut penser s'interroger sur les différences de fuite selon les saisons ou le sexe des poissons. Il sera aussi possible de tester robustement si les pétroliers font vraiment fuir plus fréquemment les esturgeons noirs. Avec une augmentation du nombre de données d'hydrophones analysées, il y aura également certains hydrophones qui seront installés plus loin de la voie navigable. Il sera intéressant de voir si les poissons fuient moins lorsqu'ils sont à une plus grande distance de la voie navigable. Une autre analyse qui pourra être faite sera d'établir un modèle neutre du temps de résidence autour des hydrophones en fonction de l'absence prolongée des navires et de le comparer au temps passé autour des balises lorsqu'il y a des navires.

Répertoire des données environnementales et des usages du Comité ZIP du lac Saint-Pierre

Contractant : Comité ZIP du lac Saint-Pierre

Contexte :

Le territoire d'action et les mandats sur la gestion intégrée du Saint-Laurent (ressources et usages) des comités ZIP et du CEGRIM s'entrecroisent. En effet, afin de protéger le Saint-Laurent, sa population, ses ressources et ses infrastructures en cas de pollution marine, le CEGRIM a besoin de dresser un portrait des connaissances sur ces dernières ainsi que de cibler les experts de différents secteurs détenant ces données.

Afin d'inventorier l'ensemble des connaissances sur les écosystèmes et les usages d'un territoire priorisé par le CEGRIM, il a été entendu de lancer un premier projet pilote avec le Comité ZIP du lac Saint-Pierre.

Cette collaboration vise à dresser, à l'échelle de la région du lac Saint-Pierre, une revue de toutes les connaissances et données courantes et à jour, en plus des travaux en cours, sur les ressources écosystémiques et les usages que possède le comité ZIP ciblé. Cela comprend donc tout ouvrage ou résultats nous permettant de cibler les secteurs les plus vulnérables à une pollution marine. Ces données permettront, entre autres, à l'équipe du CEGRIM de répertorier les zones où il existe des lacunes de connaissances, celles étant reconnues comme hautement vulnérables par les communautés riveraines, ainsi que les zones à surveiller à cause de leur sensibilité ou de leur vulnérabilité, toujours dans le contexte d'un possible déversement de matières dangereuses dans le Saint-Laurent.

L'objectif est aussi de développer un cadre de collaboration ainsi qu'une méthode de travail avec le Comité ZIP du lac Saint-Pierre qui sera possible d'implanter à l'échelle de l'ensemble des comités ZIP. Les outils créés (index et répertoire de données structurées) devront permettre à ces derniers de partager efficacement leurs connaissances, leurs données et leurs documents de manière à pouvoir être intégrés dans les outils cartographiques produits par le CEGRIM.

Conséquemment, des recommandations pourront être faites afin d'amorcer des projets d'acquisition de nouvelles connaissances ou de suivis afin de maintenir ces connaissances prioritaires à jour.

Livrables :

L'objectif de la collaboration est d'acquiescer du comité ZIP un état de référence actuel et à jour de leurs connaissances sur différents enjeux environnementaux et socioéconomiques régionaux.

Il est souhaité que les données soient transmises à l'équipe du CEGRIM sous les formats suivants :

- 1 document Excel servant en quelque sorte de table des matières (index);
- 1 répertoire de documents structurés : un dossier par projet contenant tous les documents demandés et nommés comme dans le document Excel.

Donc, s'il y a lieu :

- shapefiles;
- géodatabases;
- documents Excel, dont ceux contenant des coordonnées géographiques;
- rapports;
- autres documents pertinents.

Recommandations, si applicables :

Appliquer cette méthodologie d'inventaire des connaissances à tous les comités ZIP bordant le Saint-Laurent sous la coordination de Stratégies Saint-Laurent.

Le livrable devrait pouvoir servir à l'archivage des données du comité ZIP sur la plateforme de l'OGSL qui est un partenaire des deux organisations.

Revue de la littérature sur la valeur écologique de la zone intertidale

Contractant : Bureau d'écologie appliquée

Contexte :

La zone intertidale regorge d'habitats d'intérêt pour plusieurs espèces animales et végétales. Les marées font qu'une succession d'habitats se succèdent, créant des habitats exondés ou inondés deux fois par jour. Même s'il est généralement bien admis que cette zone est essentielle à plusieurs espèces pour l'accomplissement de leur cycle de vie, il n'existe pas de synthèse regroupant cette information. Un tel document serait très pertinent pour aider à compléter les analyses que le Ministère doit faire dans le cadre de divers projets se déroulant dans la zone intertidale. Au Québec, dans le fleuve Saint-Laurent, la zone soumise aux marées monte très loin en amont (jusqu'à la hauteur du lac Saint-Pierre et même plus) et comprend trois zones distinctes (eau douce, eau saumâtre, eau salée). L'objectif de la revue de la littérature est de synthétiser les connaissances traitant du fleuve entre Trois-Rivières et Rivière-du-Loup (où dans d'autres milieux similaires, le cas échéant). L'importance de la zone intertidale est considérée pour l'ichtyofaune, l'avifaune et l'herpétofaune ainsi que pour les herbiers aquatiques. De plus, l'importance des marelles (en eau douce et salée), le rôle du schorre inférieur comparativement au schorre supérieur ainsi que les différences en matière d'habitats pour les herbiers et le gravier (ou autre substrat) sont documentés.

Livrables :

- Une synthèse des connaissances sous forme de rapport;
- Un fichier regroupant la liste des documents consultés ainsi que les fichiers PDF associés.

Résultats préliminaires :

Un document de synthèse a été conçu par le Bureau d'écologie appliquée à l'intention du MFFP afin de rassembler l'information, actuellement très fragmentée, sur la valeur écologique des différents habitats de la zone intertidale pour la faune vivant dans l'estuaire fluvial et l'estuaire moyen du Saint-Laurent. Ce document vise à aider les analystes du Ministère dans leurs évaluations des projets soumis en vertu de la *Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune* et qui peuvent avoir une incidence sur la zone intertidale. Il est essentiel de mieux connaître l'utilisation de ces secteurs par la faune pour déterminer si l'activité projetée risque d'avoir des répercussions sur les espèces qui y vivent, dont celles en situation précaire. Pour faciliter sa consultation, le document a été divisé en deux grandes sections, soit l'estuaire fluvial et l'estuaire moyen, ensuite en sous-sections par habitats distincts et, finalement, par groupes fauniques. Les principaux termes associés au littoral ont été définis dans un tableau dans le but d'uniformiser les termes utilisés dans ce document et d'en faciliter l'utilisation. Le document complet comprendra environ 120 pages.

Le contractant en est actuellement à la phase finale d'intégration des commentaires du MFFP. Les différentes sources consultées, que ce soit des références scientifiques ou des rapports et des études remis par différents intervenants, ont permis de documenter l'utilisation, par la faune, des différents habitats de la zone intertidale.

Recommandations :

Trois recommandations ont été formulées par le contractant en conclusion du rapport, soit :

- diffuser largement la nomenclature uniformisée associée au littoral du fleuve Saint-Laurent;
- combler les lacunes dans les connaissances;
- étendre l'évaluation de la valeur écologique des autres habitats du littoral du Saint-Laurent à la faune.

Annexe C : Annexe cartographique du patrimoine naturel du Saint-Laurent

Annexe au rapport : Portrait du patrimoine naturel du système Saint-Laurent : vers des outils d'aide à la gestion des risques d'incidents maritimes.

Portée de l'annexe cartographique

L'atlas cartographique a été réalisé à l'attention de tous les partenaires du Centre d'expertise en gestion des risques d'incident maritime (CEGRIM) quant à son mandat d'acquiescer des connaissances relatives à l'identification d'enjeux environnementaux afin d'améliorer l'état de préparation du Québec en ce qui concerne un éventuel incident maritime occasionnant un déversement de matières dangereuses.

L'objectif de cette annexe cartographique est d'illustrer l'état des connaissances actuelles sur les données environnementales propres au contexte d'un déversement maritime de matières dangereuses dans le Saint-Laurent québécois. Cet état des connaissances permet d'apprécier la répartition géographique des données inventoriées, principalement au sein du gouvernement du Québec dans cette première phase, ainsi que les lacunes de connaissances

dans les différentes régions hydrographiques servant de cadre d'analyse au présent rapport. Il est important de rappeler que cet inventaire n'est pas exhaustif et que l'équipe affectée à l'acquisition des connaissances (ACE) du CEGRIM poursuit les efforts d'inventaire de données (voir les sections 7 et 8 pour la désignation des lacunes et des perspectives). L'objectif à moyen terme est de rendre ces données, ou les analyses qui en dérivent, accessibles grâce à un outil numérique et dynamique (plateforme IGO2 du ministère de la Sécurité publique), où il sera possible de sélectionner les données désirées pour visualisation et analyses.

Note : En fonction de son mandat, l'équipe ACE du CEGRIM offre un service cartographique à tous ses partenaires.

Tableau C1

Référence de données contenues dans les couches d'information géographique.

Thème	Nom	Couverture	Référence de la couche	Ministère/organisme responsable
Couches de fond	Géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ)	Ensemble de la zone d'étude	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles et ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2018). <i>Géobase du réseau hydrographique du Québec</i> , données du SIG [ArcMap, ESRICanada], MERN et MELCC, gouvernement du Québec, Québec.	MERN et MELCC
	Base de données topographiques du Québec (BDTQ)	Ensemble de la zone d'étude	Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (2013). <i>Base de données topographiques du Québec</i> , données du SIG [ArcMap, ESRICanada], MRNF, gouvernement du Québec, Québec.	MRNF
	Hydrographie	Ensemble de la zone d'étude	Adaptée de la couche BDTQ.	MELCC
	Base de données sur les zones inondables (BDZI)	Fleuve et estuaire	Ministère de la Sécurité publique, Centre d'expertise hydrique du Québec et ministère des Ressources naturelles (2015). <i>Base de données sur les zones inondables</i> , données de SIG [ArcMap, ESRICanada], MSP, CEHQ et MRN, gouvernement du Québec, Québec.	MELCC
	Bathymétrie	Tronçon fluvial	Champoux, Olivier. <i>Envoi d'une couche d'information géographique</i> (Services hydrologiques nationaux) [16 décembre 2019], données de profondeur pour un débit moyen autour de 9 500 cms [TIFF], V1, 1 :20 000, Environnement Canada, Gatineau, courriel envoyé à Yves Paradis, Yves.Paradis@mffp.gouv.qc.ca , 16 décembre 2019.	ECCC
			SHC (2020). <i>Cellules bathymétriques destinées à des fins autres que la navigation</i> (NONNA-100) du Service hydrographique du Canada [En ligne] [https://open.canada.ca/data/en/dataset/d3881c4c-650d-4070-bf9b-1e00aabf0a1d] (Consulté le 20 février 2019).	SHC
Océanographie physique	Marnage maximal annuel	Estuaire moyen, maritime et golfe du Saint-Laurent	Senneville, Simon (18 mars 2020). Envoi de figures (PNG) dont les données sont extraites du modèle océanique régional (MOR-GSL5KM) à 5 km de résolution, Physique des océans, Laboratoire de Rimouski (POLR), courriel envoyé à Joannie Ferland, Joannie.Ferland@environnement.gouv.qc.ca , 18 mars 2020.	ISMER/UQAR
	Hauteur de vagues significative saisonnière	Estuaire moyen, maritime et golfe du Saint-Laurent	Senneville, Simon (18 mars 2020). Envoi de figures (PNG) dont les données sont extraites du modèle numérique WaveWatchIII-MOR 2016, Physique des océans, Laboratoire de Rimouski (POLR). Ces données représentent la période du début décembre 2015 à la fin février 2016, courriel envoyé à Joannie Ferland, Joannie.Ferland@environnement.gouv.qc.ca , 18 mars 2020.	ISMER/UQAR
Milieux naturels	Milieux humides potentiels	Ensemble de la zone d'étude	MELCC (2019). <i>Cartographie des milieux humides potentiels</i> , données du SIG [ArcMap, ESRICanada], MELCC, gouvernement du Québec, Québec.	MELCC
	Zostère	Zone pilote Sept-Îles	Paquette, Laurence (2019). « Caractérisation de l'herbier de zostère marine », dans <i>Rapport global sur l'Observatoire environnemental de Sept-Îles</i> (vol. 1), sous la direction de Julie Carrière, p. 453-488. Publication de l'Institut nordique de recherche en environnement et en santé au travail [En ligne] [https://inrest.ca/wp-content/uploads/2020/01/rapport_global_volume_1.pdf] (Consulté le 10 juin 2020).	UQAR
		Estuaires et golfe du Saint-Laurent	Pêches et Océans Canada (MPO) (2019a). <i>Inventaire de la zostère marine dans la baie James, la baie des Chaleurs, l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent</i> [shp 11 septembre 2019, MPO, Mont-Joli [En ligne] [https://ouvert.canada.ca/data/fr/dataset/c9ab948f-5009-4dbc-9129-2f6e373f17f6] (Consulté le 31 mai 2020).	MPO

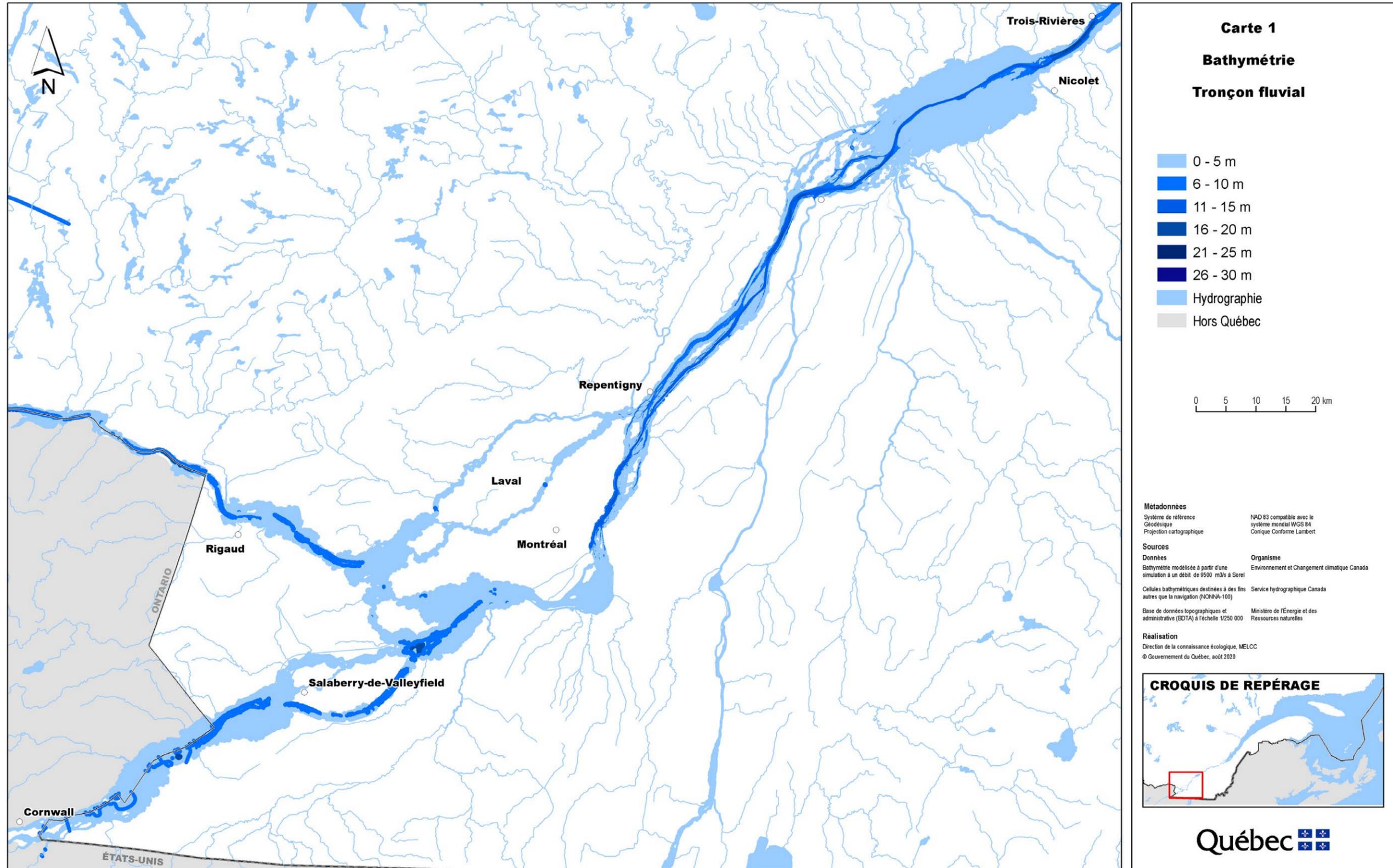
Thème	Nom	Couverture	Référence de la couche	Ministère/organisme responsable
Milieux naturels	Herbier aquatique	Tronçon fluvial à l'estuaire maritime	Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent (1975). <i>Études biologiques</i> , Annexe cartographique au vol. 1, Dimension environnement Ltée, Montréal, 1413 p.	Fourni par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP)
		Tronçon fluvial	Côté, Steve (2003). <i>Cartographie de la végétation aquatique submergée dans le fleuve Saint-Laurent entre le port de Montréal et le début du lac Saint-Pierre – Influence des fluctuations du niveau d'eau</i> , mémoire de maîtrise, Institut national de la recherche scientifique (INRS-Eau), Sainte-Foy, Québec, 165 p.	INRS
		Tronçon fluvial et estuaire fluvial	Réseau de suivi ichtyologique (2001-2019) [fichier Excel], MFFP, gouvernement du Québec, Québec (Point RSI).	MFFP
		Tronçon fluvial et estuaire fluvial	Direction de l'expertise sur la faune aquatique (2017 à 2019) [fichiers Excel], MFFP, gouvernement du Québec, Québec (Point ADNe).	MFFP
		Tronçon fluvial	DEFA (2016) [fichier Excel]. MFFP, gouvernement du Québec, Québec (Opération roseau 2016).	MFFP
		Tronçon fluvial	Conseil de gouvernance de l'eau des bassins versants de la rivière Saint-François (2015). <i>Amélioration de l'accès à des sites de reproduction pour la perchande (Perca flavescens) du lac Saint-Pierre et de ses tributaires</i> , Sherbrooke, 45 p. et 14 annexes.	COGESAF
		Tronçon fluvial, estuaire fluvial et moyen estuaire	MELCC (2015). <i>Suivi rivière (1989-2015)</i> [fichier Access], MELCC, gouvernement du Québec, Québec.	MELCC
		Tronçon fluvial	Côté, P.-O. (2016). <i>Inventaire de méné d'herbe et caractérisation d'habitats dans l'aire de répartition actuelle et potentielle de l'espèce dans la vallée de l'Outaouais-lac des Deux-Montagnes</i> , rapport d'expertise du Groupe Synergis réalisé pour le MPO, 28 p. + 4 annexes (Habitat NOBI 2015-2016).	Groupe Synergis et MFFP
		Tronçon fluvial	MFFP (2016). <i>Inventaire et caractérisation des habitats potentiels du méné d'herbe dans la rivière des Outaouais</i> , rapport d'activité, Direction de la gestion de la faune de l'Outaouais, Secteur des opérations régionales, 10 p. et 14 annexes (Habitat NOBI 2015-2016), gouvernement du Québec, Québec..	MFFP
		Estuaire fluvial et moyen estuaire	DEFA (2012 à 2017), Base de données seine juvénile bar rayé 2012-2017 [fichiers Excel], V.2020, MFFP, gouvernement du Québec, Québec.	MFFP
Bancs de mye commune	Estuaire maritime	Desjardins, Christine. Envoi d'une couche d'information géographique (MPO 2019), <i>Données sur les bancs de mye commune de l'estuaire maritime</i> [shp], courriel envoyé à Joannie Ferland, Joannie.Ferland@environnement.gouv.qc.ca , 22 juin 2020.	MPO	
Gisement de pétoncles	Estuaire et golfe du Saint-Laurent	MPO (2019b). <i>Gisement de pétoncle</i> [shp], 20 septembre 2019, MPO, Mont-Joli [En ligne]. [https://ouvert.canada.ca/data/fr/dataset/82e082be-8f04-4273-830a-8aea63319f07] (Consulté le 10 juin 2020).	MPO	
Gisements de mactre de Stimpson	Estuaire et golfe du Saint-Laurent	MPO (2019c) <i>Gisement de mactre de Stimpson</i> [shp], 20 septembre 2019, MPO, Mont-Joli [En ligne]. [https://ouvert.canada.ca/data/fr/dataset/8bb29ee0-6cd8-4dd4-abe0-afe8682a69d9] (Consulté le 10 juin 2020).	MPO	
		Trottier, S. et P. Goudreau (2015). <i>Évaluation des stocks de mactre de Stimpson (Mactromeris polynyma) des eaux côtières du Québec en 2014</i> , Secrétariat canadien de consultation scientifique, MPO, document de recherche, ix + 72 p.		
Flore	Espèces endémiques	Ensemble de la zone d'étude	MELCC (2020b). Informations fournies pour le rapport en 2020 par le MELCC, Direction de la protection des espèces et des milieux naturels, gouvernement du Québec, Québec.	MELCC
Protection des espèces et des milieux naturels	Aires protégées	Ensemble de la zone d'étude	MELCC (2019). Registre des aires protégées au Québec, données de SIG [ArcMap, ESRICanada], MELCC, gouvernement du Québec, Québec.	MELCC
	Territoires d'importance	Ensemble de la zone d'étude	MELCC (2019). Registre des aires protégées au Québec, données du SIG [ArcMap, ESRICanada], MELCC, gouvernement du Québec, Québec.	MELCC
	Répertoire des sites de conservation volontaire du Québec	Ensemble de la zone d'étude	RMN (2019). <i>Répertoire des sites de conservation volontaire du Québec</i> [shp], données extraites le 27 mai 2019 pour le projet PASL sur l'Atlas des milieux de conservations des Basses Terres du Saint-Laurent.	RMN

Thème	Nom	Couverture	Référence de la couche	Ministère/organisme responsable
Protection des espèces et des milieux naturels	Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ) – Flore	Ensemble de la zone d'étude	CDPNQ (2020). Données du SIG [ArcMap, ESRICanada], MELCC et MFFP, gouvernement du Québec, Québec.	MELCC et MFFP
	CDPNQ – Faune	Ensemble de la zone d'étude	MFFP (2020a). <i>Géobase-Faune</i> – CDPNQ_faune_s [FGDB], V2020-02-26, 1 :14 000 000, MFFP, gouvernement du Québec, Québec.	MFFP
Poissons	Biodiversité des poissons d'eau douce	Ensemble de la zone d'étude	MFFP (2019g). <i>Biodiversité des poissons d'eau douce</i> [shp], 2019, 1 :5 000 000, DEFA, gouvernement du Québec, Québec.	MFFP
	Habitat d'importance pour le poisson – Frayère du MPO	Ensemble de la zone d'étude	MPO (2019d). <i>Aire de reproduction de l'aloise savoureuse</i> [shp], 16 avril 2019, MPO, Mont-Joli [En ligne] [https://ouvert.canada.ca/data/fr/dataset/a0817db6-42cb-4fa2-a601-48246c812e94?activity_id=e38a9947-16f0-4e77-9ca3-6d8cc605700c] (Consulté le 15 décembre 2019).	Données ouvertes MPO
			MPO (2019e). <i>Sites d'importance pour l'esturgeon jaune (frayère uniquement)</i> [shp], 20 septembre 2019, MPO, Mont-Joli [En ligne] [https://ouvert.canada.ca/data/fr/dataset/0db67020-7521-4356-bd53-3132cb7804a3] (Consulté le 15 décembre 2019).	Données ouvertes MPO
			MPO (2019f). <i>Sites d'importance pour l'esturgeon noir (frayère uniquement)</i> [shp], 16 avril 2019, MPO, Mont-Joli [En ligne] [https://ouvert.canada.ca/data/fr/dataset/bfa19b1c-a248-4dc6-b497-327a8937a07b] (Consulté le 15 décembre 2019).	Données ouvertes MPO
			MPO (2019g). <i>Aire de reproduction et d'alimentation de l'éperlan (frayère uniquement)</i> [shp], 16 avril 2019, MPO, Mont-Joli [En ligne] [https://ouvert.canada.ca/data/fr/dataset/9d9dbf6ff-4314-47d8-ac0f-8d2f7278edcf] (Consulté le 15 décembre 2019).	Données ouvertes MPO
			MPO (2019h). <i>Habitat essentiel des espèces aquatiques en péril (frayère uniquement)</i> [shp], 16 avril 2019 MPO, Mont-Joli [En ligne] [https://ouvert.canada.ca/data/fr/dataset/db177a8c-5d7d-49eb-8290-31e6a45d786c] (Consulté le 15 décembre 2019).	Données ouvertes MPO
	Habitat d'importance pour le poisson – Frayère	Ensemble de la zone d'étude	MFFP (2019b). <i>Géobase-Faune</i> – Hab_aqua_part_p, Hab_aqua_part_s, SFI_p et SFI_s [FGDB], V2020-05-06, MFFP, gouvernement du Québec, Québec (frayère uniquement).	MFFP
			Mingelbier, M. et J. Leclerc (2001). <i>Preliminary atlas of fish habitat in the fluvial St. Lawrence River</i> , affiche présentée à la 8 th Annual International Conference on the St. Lawrence River Ecosystem, Cornwall, Ontario.	MFFP
			Mailhot, Y. et R. Morrissette (2012a). <i>Atlas des frayères potentielles ou confirmées et de certains autres sites d'intérêt dans les rivières de la plaine du Saint-Laurent</i> [shp]. V.20 juin 2012, 1 : 400 000, MFFP, DGFA 04-17, gouvernement du Québec, Trois-Rivières.	MFFP
			MRN (2013). <i>Habitats essentiels</i> [shp], 2 ^e trimestre, 1 :170 000, Direction de l'expertise Énergie-Faune-Forêt-Mines-Territoire de la Mauricie et du Centre-du-Québec, gouvernement du Québec, Québec.	MFFP
			MFFP (2013). <i>Frayère de Shoener</i> [shp], V. 25 mars 2013, 1 :400 000, DGFA 04-17, gouvernement du Québec, Trois-Rivières.	MFFP
			Mailhot, Y. et R. Morrissette (2012b). <i>Atlas des habitats fauniques critiques et des exploitations halieutiques d'importance dans le fleuve Saint-Laurent et l'aval des tributaires à privilégier pour les interventions en cas d'urgence maritime environnementale</i> [shp], V.2013, 1 :400 000, DGFA 04-17, Trois-Rivières.	MFFP
			MEF (1994). <i>Cartographie des sites d'intérêt et des sites protégés et fiches synthèses descriptives des sites d'intérêt faunique</i> , juillet 1994, MEF, Direction régionale de la Montérégie, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, gouvernement du Québec, Québec, 89 fiches.	MFFP
			L'italien, Léon (2007). <i>Frayère d'esturgeon noir</i> [shp], V.2007, 1 :50 000, DGFA 03-12, Québec.	MFFP
			DGFA 05-06-13-16 (2020). <i>Base de données frayères</i> [FGDB], V.2020, 1 : 20 000, DGFA 05-06-13-16, Longueuil.	MFFP
Valiquette, E., M. Legault et V. Harvey (2016). <i>État de référence de la faune aquatique et de ses habitats dans le secteur du pont de l'île d'Orléans : Rapport final. Première partie – Description physique et inventaires biologiques</i> , MFFP, Direction générale de la gestion de la faune et des habitats, DEFA, Québec, xxviii + 199 p.			MFFP	
Bouchard, Denis (1976). <i>Localisation des frayères des principales espèces de poissons d'intérêt sportif et commercial, dans le fleuve Saint-Laurent (Phase 1)</i> , Québec, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de la recherche biologique, Montréal, 175 p. + annexes.	MFFP			
Tronçon et estuaire fluvial	Société de la faune et des parcs du Québec (2000). <i>Atlas des habitats critiques connus ou d'intérêt particulier pour les poissons du fleuve Saint-Laurent entre le port de Montréal et l'île aux Coudres</i> , Direction du développement de la faune, 23 cartes.	MFFP		

Thème	Nom	Couverture	Référence de la couche	Ministère/organisme responsable
Poissons	Habitat d'importance pour le poisson – Frayère	Estuaire fluvial	Alliance Environnement GDG Conseil-Daniel Arbour & Associés (n. d.). <i>Frayère PLIO</i> adapté de Lavoie et Talbot (1984) (document cartographique), 1 :340 000, Alliance Environnement GDG Conseil-Daniel Arbour & Associés, Trois-Rivières.	Fourni par le MFFP
		Tronçon fluvial	Benoit, J., J.-C. Bourgeois, S. Desjardins et J. Picard (1988). <i>Plan de conservation et de mise en valeur des habitats et de la faune de la région du lac Saint-Pierre</i> , ministère des Loisirs, de la Chasse et de la Pêche du Québec, directions régionales de Montréal et de Trois-Rivières, X + 126 p., couche d'aire propice pour la fraie en eau vive.	MFFP
		Tronçon fluvial	Massé, Gérard (1974). <i>Frayères à poissons d'eau chaude du couloir fluvial, entre Montréal et le lac Saint-Pierre</i> , Service de l'aménagement de la faune, ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Québec, 20 p.	MFFP
		Tronçon fluvial au moyen estuaire	Bernatchez, S., E. Valiquette, N. Vachon, P. Brodeur, C. Côté, D. Hatin, L. L'Italien et Y. Paradis (2019). <i>Lake Sturgeon (Acipenser fulvescens) spawning sites in the St. Lawrence river system, Québec, Canada</i> , MFFP, Québec, affiche pour l'Annual Meeting North America Sturgeon and Paddlefish Society, Manitoba, Canada, septembre 2019.	MFFP
	Habitat d'importance pour le poisson – Alevinage	Ensemble de la zone d'étude	Mingelbier, M. et J. Leclerc (2001). <i>Preliminary atlas of fish habitat in the fluvial St. Lawrence River</i> , affiche présentée à la 8 th Annual International Conference on the St. Lawrence River Ecosystem, Cornwall, Ontario.	MFFP
		Tronçon fluvial	Comité ZIP des Seigneuries (2010). <i>Atlas des habitats du chevalier cuirré (Moxostoma hubbsi)</i> , 2 ^e édition, Joliette, vii + 67 p.	Comité ZIP des Seigneuries
		Tronçon et estuaire fluvial	DGFa 04-17 (2019a). <i>Base de données Poisson Fleuve</i> [shp], V.26 mars 2019, 1 :20 000, DGFa 04-17, Trois-Rivières.	MFFP
		Tronçon et estuaire fluvial	DGFa 04-17 (2019b). <i>Base de données Historique partielle</i> [shp], V.11 décembre 2019, 1 :20 000, DGFa 04-17, Trois-Rivières.	MFFP
		Tronçon fluvial	DGFa 05-06-13-16 (2020). <i>Base de données frayères</i> [FGDB], V.2020, 1 :20 000, DGFa 05-06-13-16, Longueuil (aire d'alevinage uniquement).	MFFP
		Tronçon fluvial	MRN (2013). <i>Habitats essentiels</i> [shp], 2 ^e trimestre, 1 :170 000, Direction de l'expertise Énergie-Faune-Forêt-Mines-Territoire de la Mauricie et du Centre-du-Québec, Québec (aire d'alevinage uniquement).	MFFP
Ensemble de la zone d'étude		MEF (1994). <i>Cartographie des sites d'intérêt et des sites protégés et fiches synthèses descriptives des sites d'intérêt faunique</i> , juillet 1994, MEF, Direction régionale de la Montérégie, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, 89 fiches (aire d'alevinage uniquement).	MFFP	
Estuaire fluvial		Consultants en environnement ARGUS inc. (2001). <i>Mise en valeur du littoral de l'agglomération de la capitale nationale du Québec : élaboration d'un cadre d'analyse régional</i> , Commission de la capitale nationale, Québec, 54 p. + annexes.	Commission de la Capitale nationale	
Habitat d'importance pour le poisson – Fosse profonde	Tronçon fluvial, estuaire fluvial et moyen estuaire	<i>Traitement géomatique appliqué à la bathymétrie pour faire ressortir les fosses de plus de 15 m dans le fleuve jusqu'à Rivière-Ouelle.</i>	MFFP	
Habitat d'importance pour le poisson – Zone de turbidité maximale	Moyen estuaire	Morissette, O., Lecomte, F., Verreault, G., Legault, M. et P. Sirois (2016). "Fully Equipped to Succeed : Migratory Contingents Seen as an Intrinsic Potential for Striped Bass to Exploit a Heterogeneous Environment Early in Life", <i>Estuaries and Coasts</i> , 39, 571-582.	MFFP	
		Simons R. D., S. G. Monismith, F. J. Saucier, L. E. Johnson et G. Winkler. (2010). "Modelling stratification and baroclinic flow in the estuarine transition zone of the St. Lawrence estuary", <i>Atmosphere-Ocean</i> , 48 : 132-146.	R.D. Simons	
	Rivières à saumon	Ensemble de la zone d'étude	MFFP (2019c). <i>Géobase-Faune – Saumon_RPQ_s</i> (FGDB), V2020-05-06, MFFP, gouvernement du Québec, Québec.	MFFP
	Aire de reproduction du lompe	Baie de Sept-Îles	Calderón, Isabel (1996). <i>Caractérisation de la végétation et de la faune ichthyenne de la baie de Sept-Îles</i> , document réalisé par la Corporation de protection de l'environnement de Sept-Îles pour MPO, 26 p. + 5 annexes.	MPO
Mammifères marins	Habitat du béluga	Moyen estuaire et Saguenay et estuaire maritime	MPO (2019k). <i>Habitat essentiel du béluga</i> [shp], 20 septembre 2019, MPO, Mont-Joli [En ligne] Habitat essentiel du béluga dans le Saguenay et l'estuaire du Saint-Laurent [https://ouvert.canada.ca/data/fr/dataset/fdfef550-b94c-466c-9dcb-24c297c00e3e] (Consulté le 10 décembre 2019).	MPO
		Moyen estuaire et estuaire maritime	de la Chenelière, V. Envoi du fichier de forme <i>Sites d'intérêt écologique dans l'estuaire</i> (Site d'intérêt écologique [shp]), 3 décembre 2018, MPO, Mont-Joli. Disponible : Protection du milieu marin visé par l'Entente de collaboration Canada-Québec [https://www.dfo-mpo.gc.ca/oceans/canada-quebec-agreement-entente/index-fra.html] (Consulté le 24 janvier 2020), courriel envoyé à Tiphonie Rivière, Tiphonie.Riviere@mffp.gouv.qc.ca , 24 janvier 2020.	MFFP

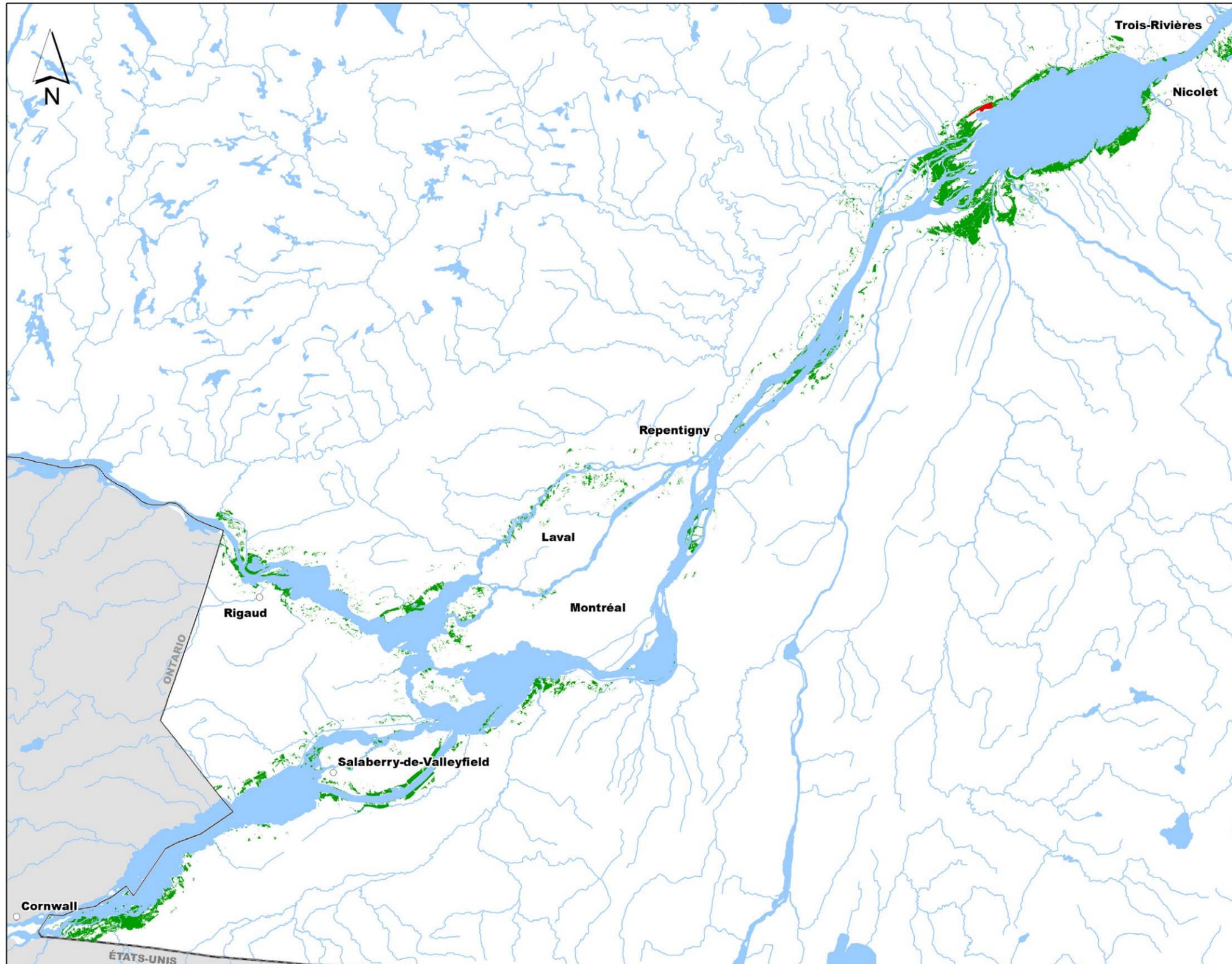
Thème	Nom	Couverture	Référence de la couche	Ministère/organisme responsable
Oiseaux	Habitat d'importance pour les oiseaux	Ensemble de la zone d'étude	MFFP (2015). <i>Habitats fauniques du Québec</i> [shp], Version 2015, 1 :20 000, gouvernement du Québec, Québec (couche HAFA_2015, oiseaux seulement).	MFFP
		Tronçon fluvial à l'estuaire maritime	Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent (1975). <i>Études biologiques</i> , Annexe cartographique au vol. 1, Dimension environnement Ltée, Montréal, 1413 p.	Fourni par le MFFP
		Ensemble de la zone d'étude	Oiseaux Canada (2015). <i>Zones importantes pour la conservation des oiseaux et de la biodiversité au Canada</i> (KMZ) (Keyhole Markup Language), Oiseaux Canada, Ontario [En ligne] IBA Canada [https://www.ibacanada.com/explore_how.jsp?lang=fr] (Consulté le 15 janvier 2020).	Oiseaux Canada et Nature Canada
		Ensemble de la zone d'étude	MEF (1994). <i>Cartographie des sites d'intérêt et des sites protégés et fiches synthèses descriptives des sites d'intérêt faunique</i> , juillet 1994, MEF, Direction régionale de la Montérégie, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, 89 fiches (habitat de l'avifaune uniquement).	MFFP
	Colonies d'oiseaux	Tronçon fluvial et estuaire fluvial	Environnement et Changement climatique Canada, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, ministère des Forêts, de la Faune et des Parc, Plan d'action Saint-Laurent (2019). <i>Atlas des territoires d'intérêt pour la conservation dans les Basses-terres du Saint-Laurent</i> (données numériques vectorielles), version de diffusion juin 2019, Québec, Québec.	ECCC, MELCC, MFFP
		Estuaire moyen, estuaire maritime et golfe	Environnement et Changement climatique Canada (2019). <i>Atlas des milieux côtiers d'intérêt pour la conservation dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent</i> (données numériques vectorielles), version de diffusion février 2019, Québec, Québec.	ECCC, MELCC, MFFP
Amphibiens et reptiles	Habitat d'importance pour les amphibiens/reptiles	Ensemble de la zone d'étude	MEF (1994). <i>Cartographie des sites d'intérêt et des sites protégés et fiches synthèses descriptives des sites d'intérêt faunique</i> , juillet 1994, MEF, Direction régionale de la Montérégie, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, 89 fiches (habitat de l'herpétofaune uniquement).	MFFP
		Ensemble de la zone d'étude	MFFP (2019d). <i>Géobase-Faune</i> , Amph_rept_loc_p [FGDB], V2019-11-19, MFFP, gouvernement du Québec, Québec.	MFFP
Autres données pertinentes	Classifications du rivage	Ensemble de la zone d'étude	Sergy, Gary (2008). <i>The Shoreline Classification Scheme for SCAT and Oil Spill Response in Canada</i> , Proceedings of the 31 st Arctic and Marine Oil Spill Program Technical Seminar, Environment Canada, Ottawa, Ontario, p. 811-819.	Environnement et Changement climatique Canada (ECCC)
	Utilisation du territoire	Ensemble de la zone d'étude	MDDELCC (2017). <i>Cartographie de l'utilisation du territoire du Québec</i> , données du SIG [ArcMap], ESRI Canada, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, gouvernement du Québec, Québec.	MELCC
	Occupation du sol	Cornwall à Côte-de-Beaupré au nord, Kamouraska au sud	ECCC et MDDELCC (2018). <i>Cartographie de l'occupation du sol des Basses-Terres du Saint-Laurent</i> , env. 2014., Plan d'action Saint-Laurent, gouvernement du Québec, Québec, 49 p.	ECCC et MELCC
	Cadre écologique de référence du Québec	Ensemble de la zone d'étude	Direction de l'expertise en biodiversité (2019). <i>Guide d'utilisation du Cadre écologique de référence du Québec</i> , MELCC, gouvernement du Québec, Québec, 24 p.	MELCC
	Plumes de mer	Golfe	Kennington, E., L. Beazley, C. Lirette, F.J. Murillo, J. Guijarro, V. Wareham, K. Gilkinson, M. Koen Alonso, H. Benoît, H. Bourdages, B. Sainte-Marie, M. Treble et T. Siferd (2016). <i>Delineation of Coral and Sponge Significant Benthic Areas in Eastern Canada Using Kernel Density Analyses and Species Distribution Models</i> , DFO, Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2016/093, vi + 178 p.	MPO
	Espèces aquatiques envahissantes	Tronçon fluvial à l'estuaire maritime	MFFP (2019e). <i>Géobase-Faune</i> , EEE_Faune_p [FGDB], V2019-11-19, MFFP, gouvernement du Québec, Québec.	MFFP
Tronçon fluvial		Morissette, Olivier (2020). <i>Coordonnées géographiques de la carpe de roseau capturée par un pêcheur commercial à Contrecoeur</i> , courriel envoyé à Rémy Pouliot, Remy.Pouliot@mffp.gouv.qc.ca , 2 avril 2020.	MFFP	
Tronçon fluvial		Castaneda, R., E. Cvetanovska, K. Hamelin, A. Simard et A. Ricciardi (2018). "Distribution, abundance and condition of an invasive bivalve (<i>Corbicula fluminea</i>) along an artificial thermal gradient in the St. Lawrence River", <i>Aquatic Invasions</i> , 13 : 379-392.	R. Castaneda	

Tronçon fluvial



Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

© Gouvernement du Québec, deuxième trimestre 2020



Carte 2
Milieux forestiers et EFE
Tronçon fluvial

Utilisation du territoire

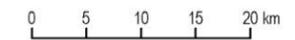
Milieux forestiers

Aires protégées

Écosystèmes forestiers exceptionnels

Hydrographie

Hors Québec



Métadonnées

Système de référence : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

Sources

Données : Base de données topographiques et administrative (BDTA) à l'échelle 1/250 000
 Organisme : Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

Utilisation du territoire : Registre des aires protégées au Québec
 Organisme : Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

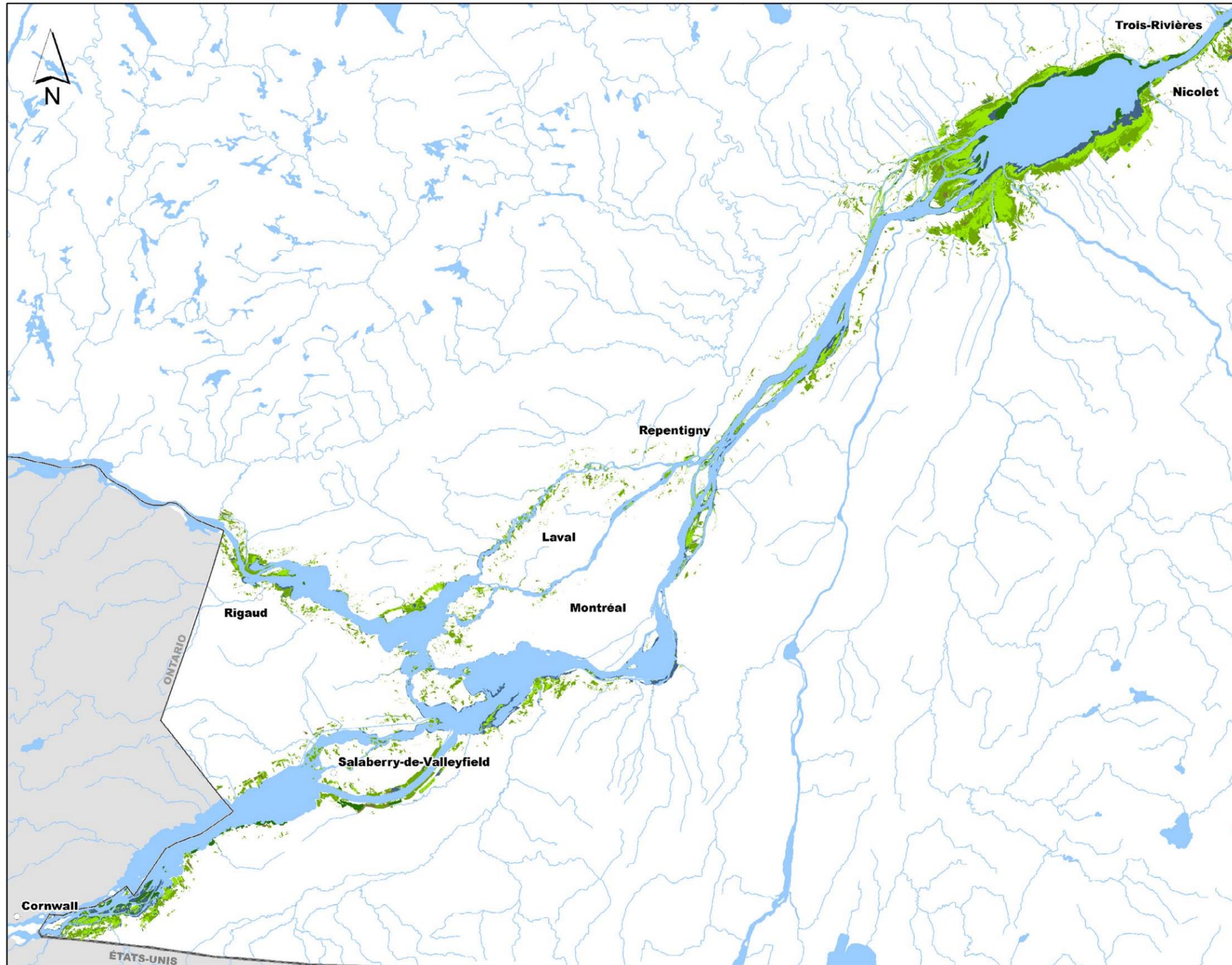
Réalisation

Direction de la connaissance écologique, MELCC
 © Gouvernement du Québec, juillet 2020



Québec

Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 3

Milieux humides potentiels Tronçon fluvial

Milieux humides potentiels

- Eau peu profonde
- Marais
- Marécage
- Tourbière
- Milieu humide non classé
- Hydrographie
- Hors Québec

Métadonnées

Système de référence géographique	NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
Projection cartographique	Conique Conforme Lambert

Sources

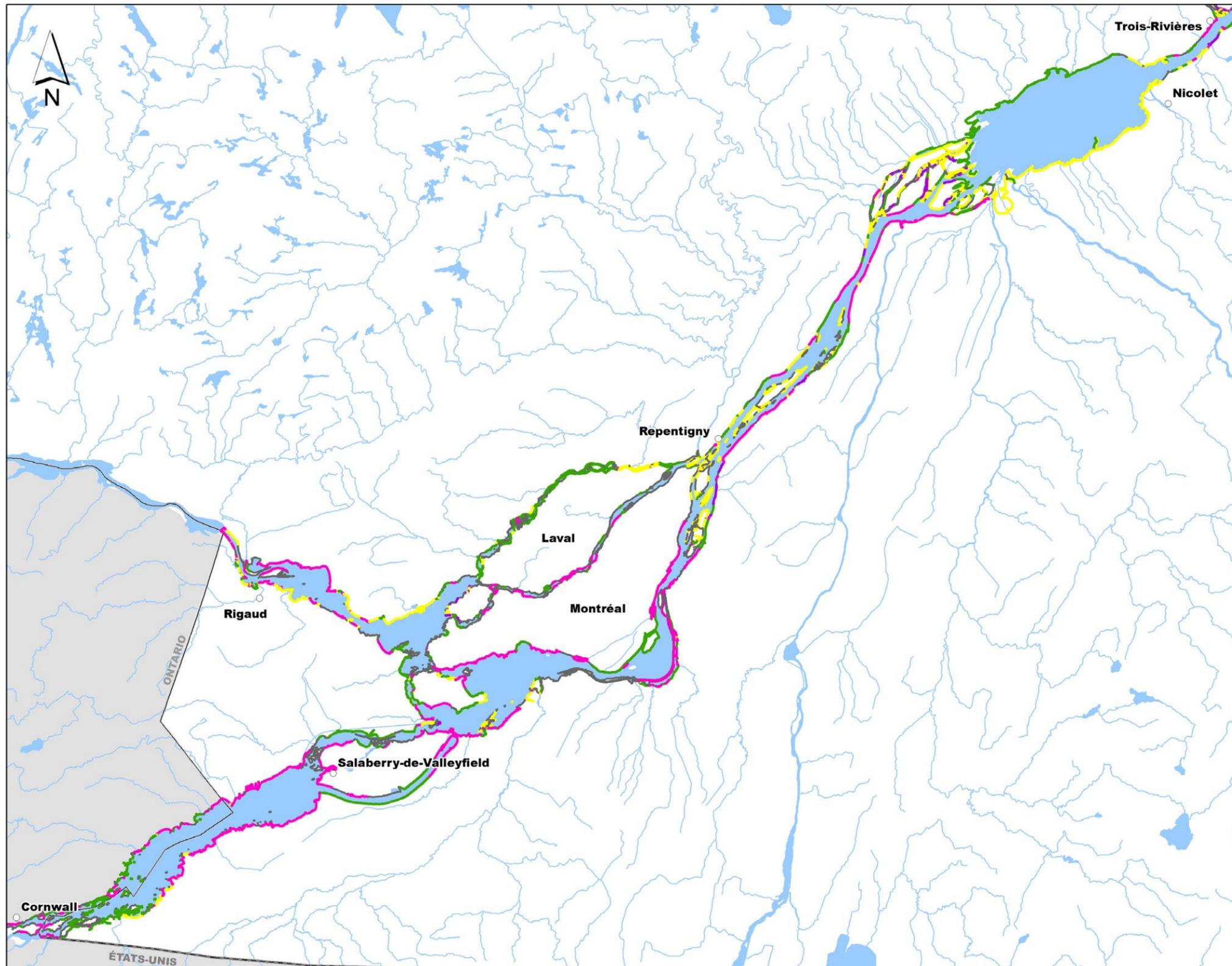
Données	Organisme
Base de données topographiques et administrative (BDA) à l'échelle 1:250 000	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
Milieux humides potentiels	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Réalisation

Direction de la connaissance écologique, MELCC
 © Gouvernement du Québec, Juillet 2020

CROQUIS DE REPÉRAGE

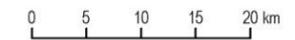
Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 4
Milieux littoraux
Tronçon fluvial

Milieux littoraux

- Autres
- Berge végétalisée; Milieux humides
- Milieux sableux
- Milieux rocheux
- Anthropique
- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées

Système de référence : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Géodésique :
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

Sources

Données : Base de données topographiques et administrative (BDTA) à l'échelle 1/250 000
 Organisation : Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
 Classification du rivage : Environnement et Changement climatique Canada

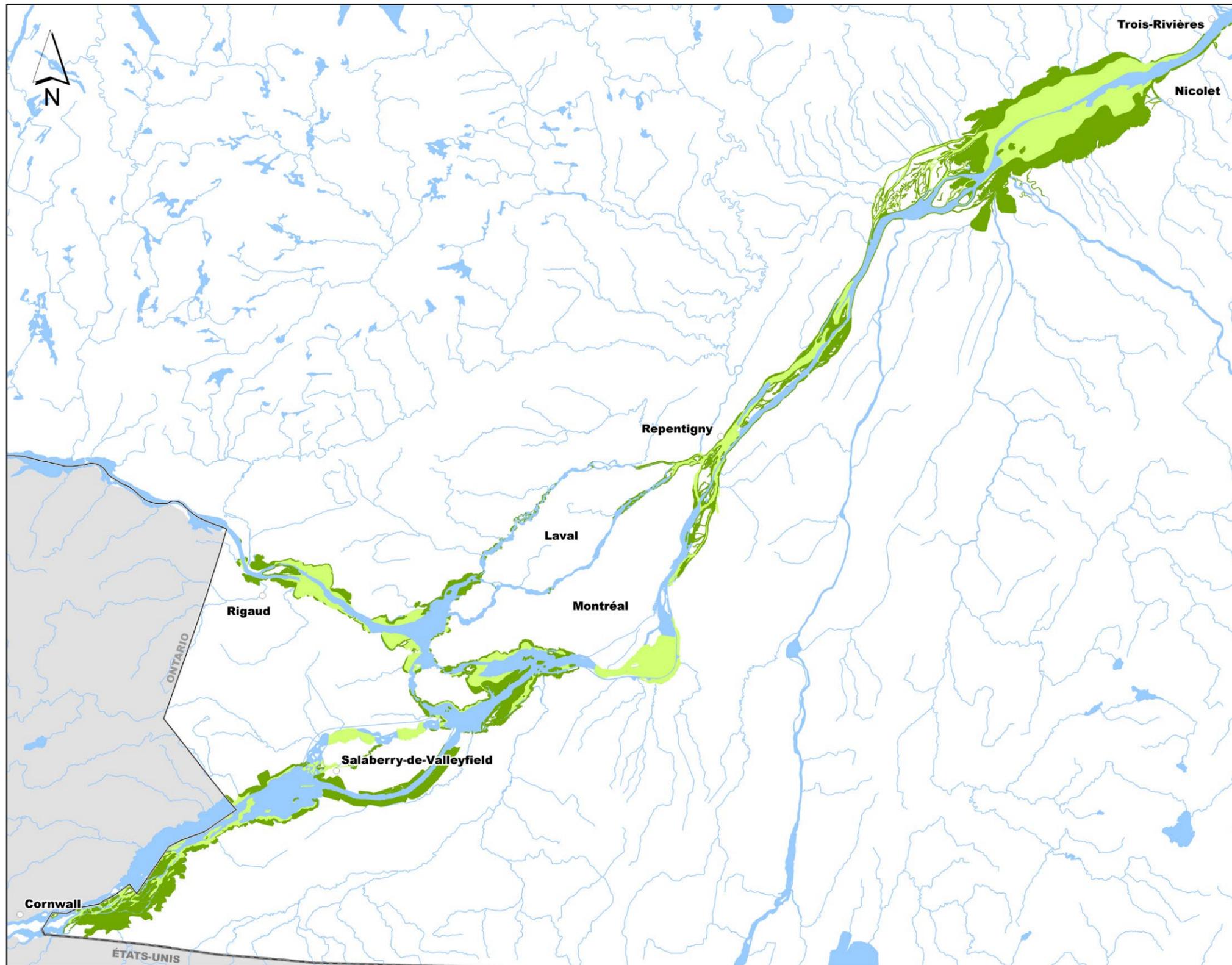
Réalisation

Direction de la connaissance écologique, MELCC
 © Gouvernement du Québec, juillet 2020



Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

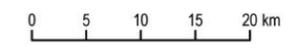
© Gouvernement du Québec, deuxième trimestre 2020



Carte 5
Herbiers aquatiques observés en 1975

Tronçon fluvial

- Herbier aquatique**
- Existence probable
 - Existence connue
 - Hydrographie
 - Hors Québec



Métadonnées
 Système de référence : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Géodésique : Conique Conforme Lambert
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

Sources
 Données : Base de données géographiques et administratives (BDGA) à l'échelle 1/1 000 000
 Organisme : Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
 Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent, 1975. Dimension environnement liée

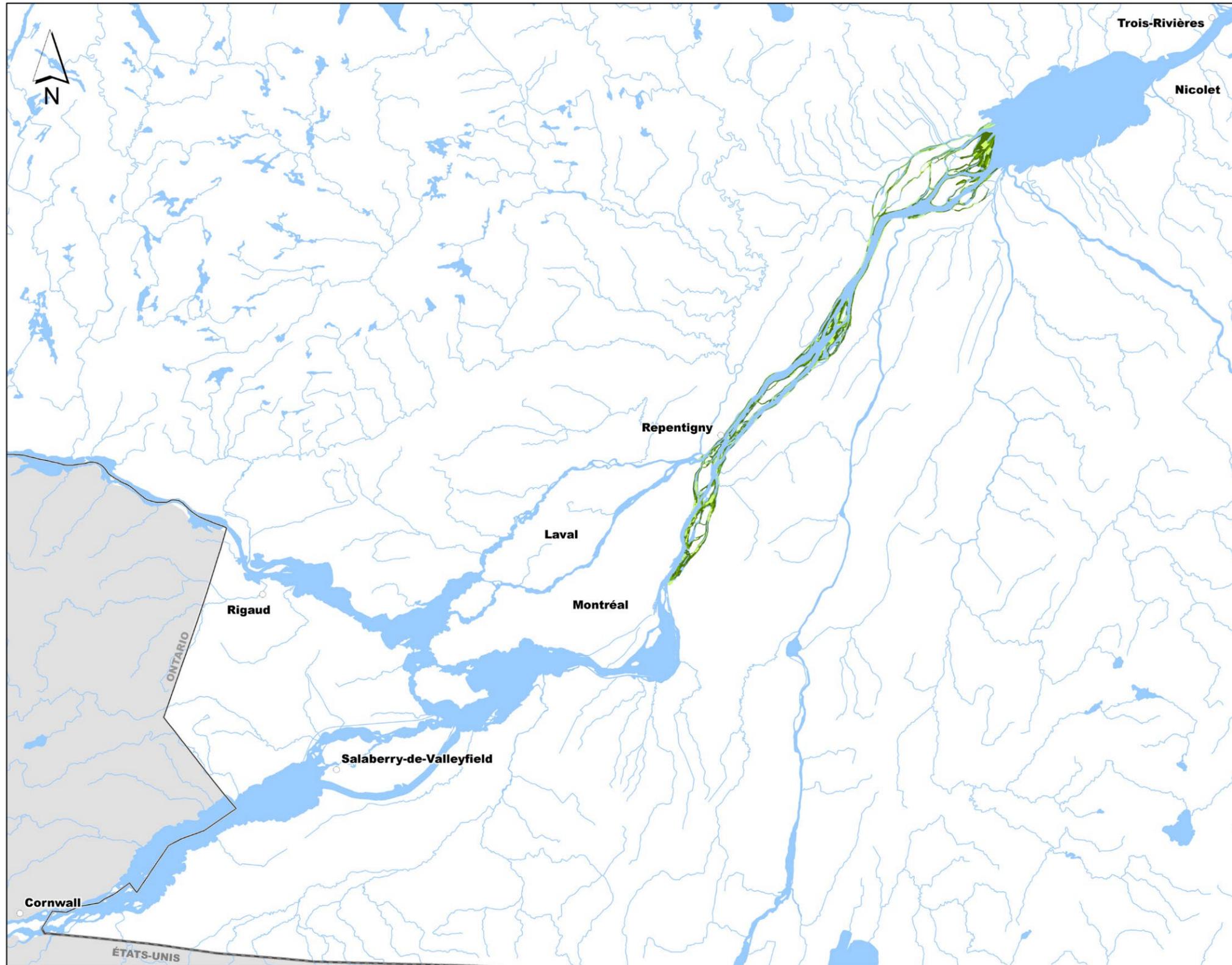
Réalisation
 Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

© Gouvernement du Québec, juillet 2020



Québec

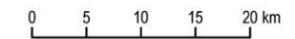
Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 6
Herbiers aquatiques
modélisés en 1997

Tronçon fluvial

- Herbier aquatique
- Couvert végétal peu dense
 - Couvert végétal moyennement dense
 - Couvert végétal très dense
 - Hydrographie
 - Hors Québec



Métadonnées

Système de référence Géodésique : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

Sources

Données : Base de données géographiques et administratives (BDGA) à l'échelle 1/1 000 000
 Côté, 2003

Organisme

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
 INRS-Eau

Réalisation

Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

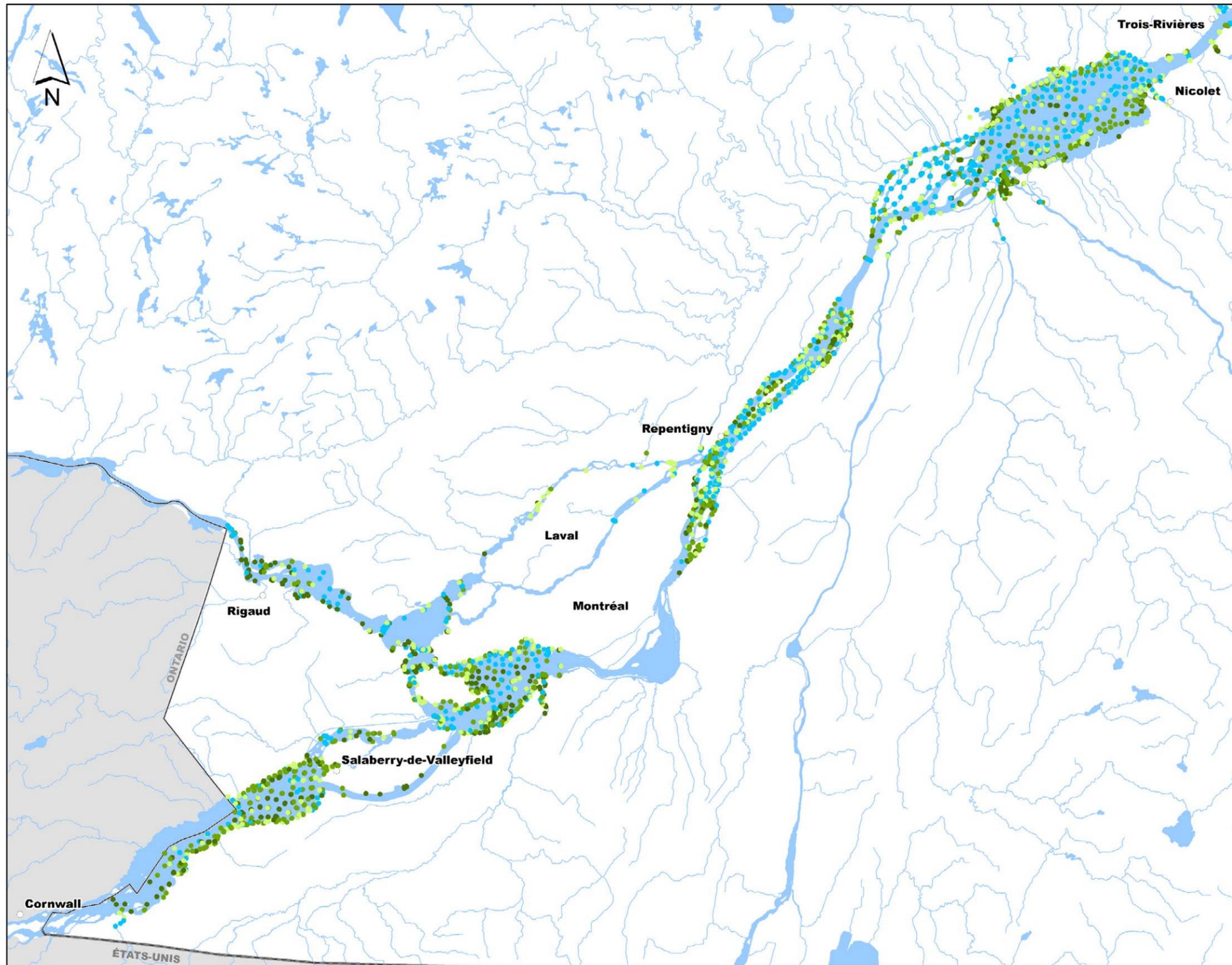
© Gouvernement du Québec, juillet 2020



Québec

Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

© Gouvernement du Québec, deuxième trimestre 2020

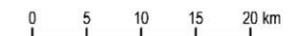


Carte 7
Abondance ponctuelle des herbiers aquatiques observée de 1990 à 2019

Tronçon fluvial

- Herbier aquatique**
- Absence de plante
 - Couvert végétal peu dense
 - Couvert végétal moyennement dense
 - Couvert végétal très dense

- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées

Système de référence Géodésique : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

Sources

Données	Organisme
Base de données géographiques et administratives (BDGA) à l'échelle 1/1 000 000	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
Réseau de suivi ichtyologique, 2001-2019	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Point ADNe, 2017-2019	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Opération roseaux, 2016	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Sites de reproduction perchaude, 2015	COGESAF
Suivi rivière, 2009-2015	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
CÔA, P.O., 2016	Groupe Synergis
Habitat NOBI, 2016	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Seine juvénile MOSA, 2012-2017	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Réalisation

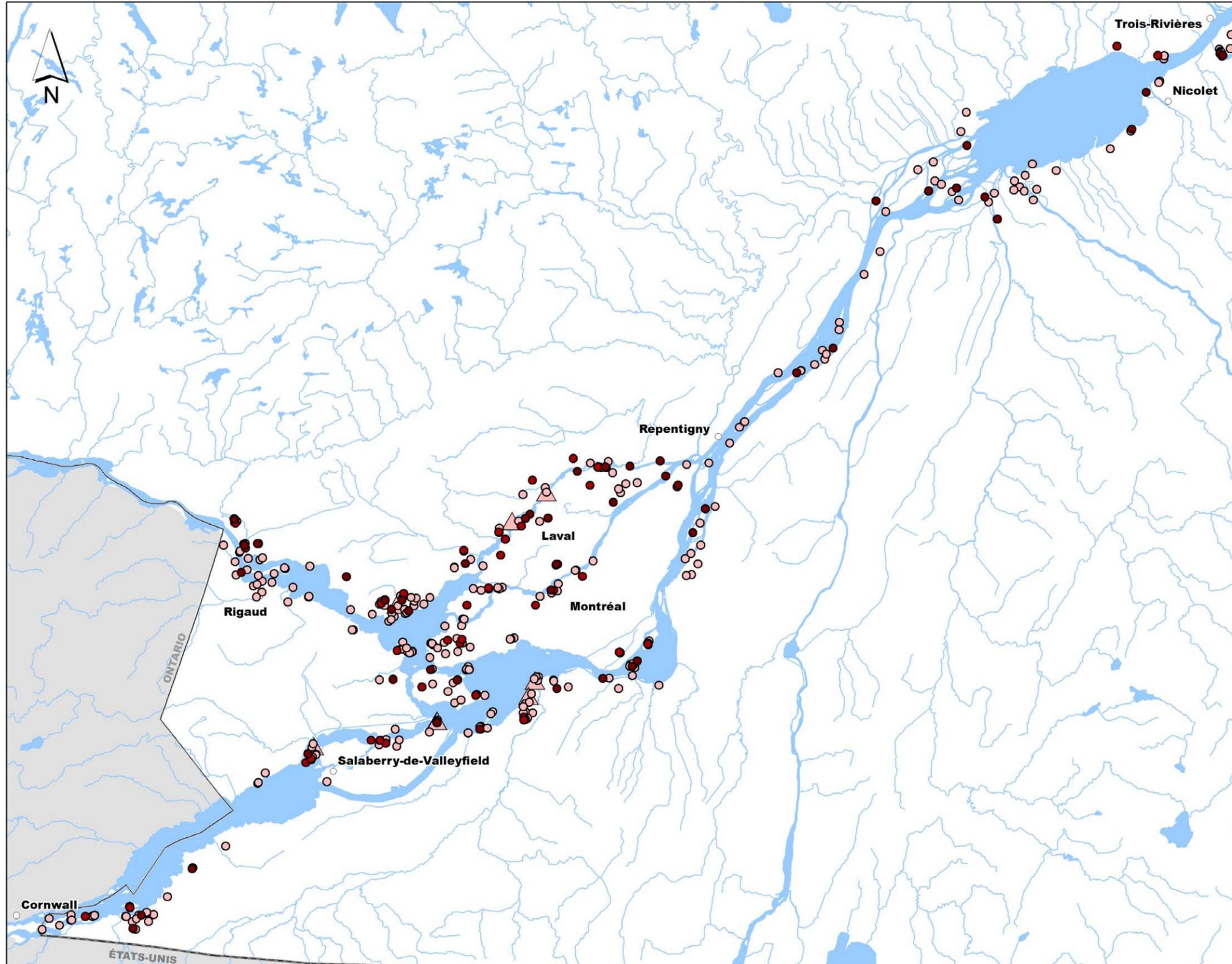
Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

© Gouvernement du Québec, mars 2021



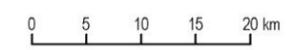
Québec

Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 8a
Habitat d'une espèce à statut particulier
Tronçon fluvial

- Espèce floristique à statut**
- Vasculaire susceptible
 - Vasculaire vulnérable
 - Vasculaire menacée
 - △ Invasculaire susceptible
 - Hydrographie
 - Hors Québec



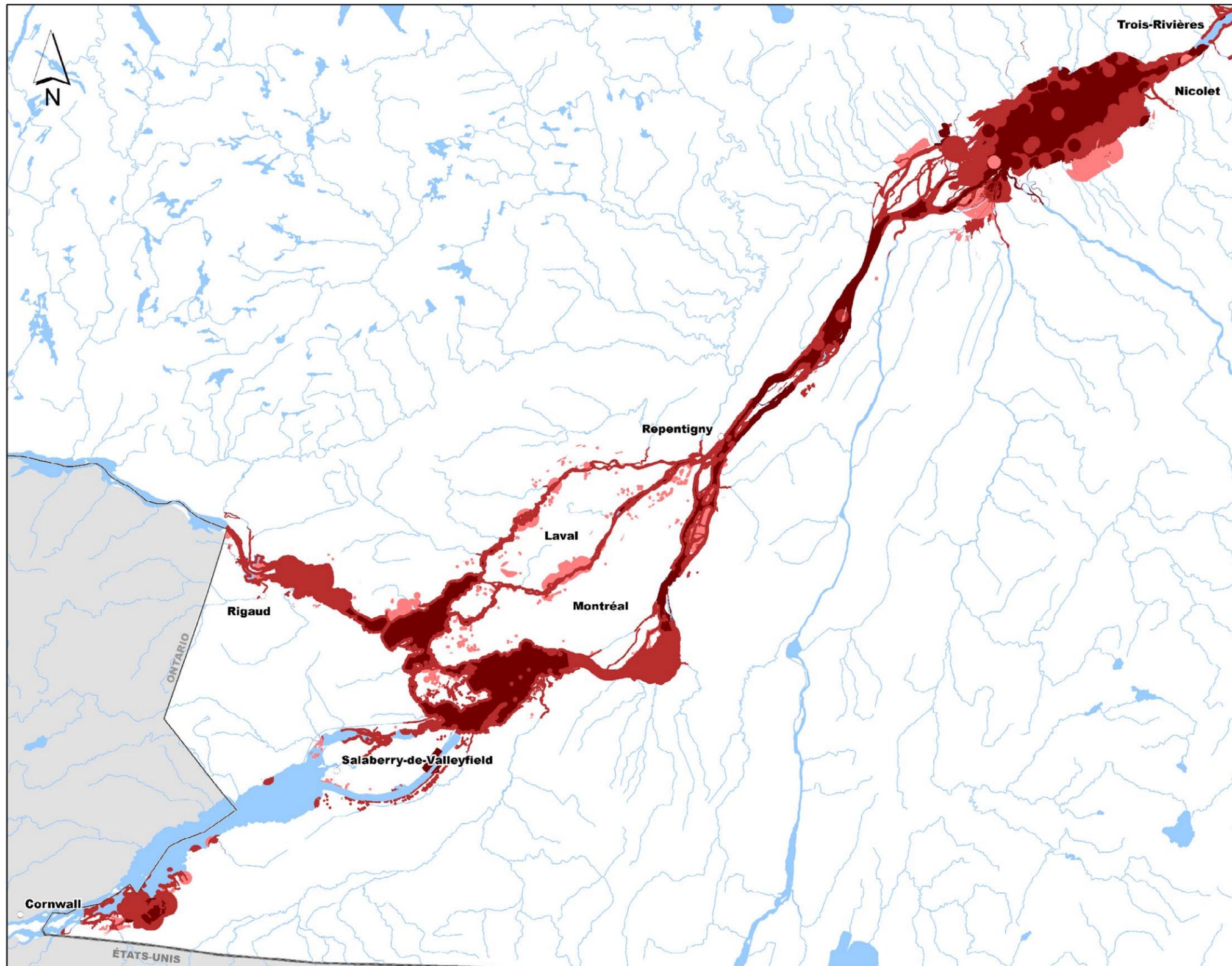
Métadonnées
 Système de référence : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Géodésique : Conique Conforme Lambert
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

Sources
 Données : Base de données topographiques et administrative (BDTA) à l'échelle 1/250 000
 Organisme : Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
 CDPNO espèces floristiques : Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Réalisation
 Direction de la connaissance écologique, MELCC
 © Gouvernement du Québec, octobre 2020



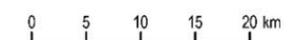
Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 8b
Habitat d'une espèce à statut particulier
Tronçon fluvial

Espèce faunique à statut

- Susceptible
- Vulnérable
- Menacée
- Hydrographie
- Hors Québec



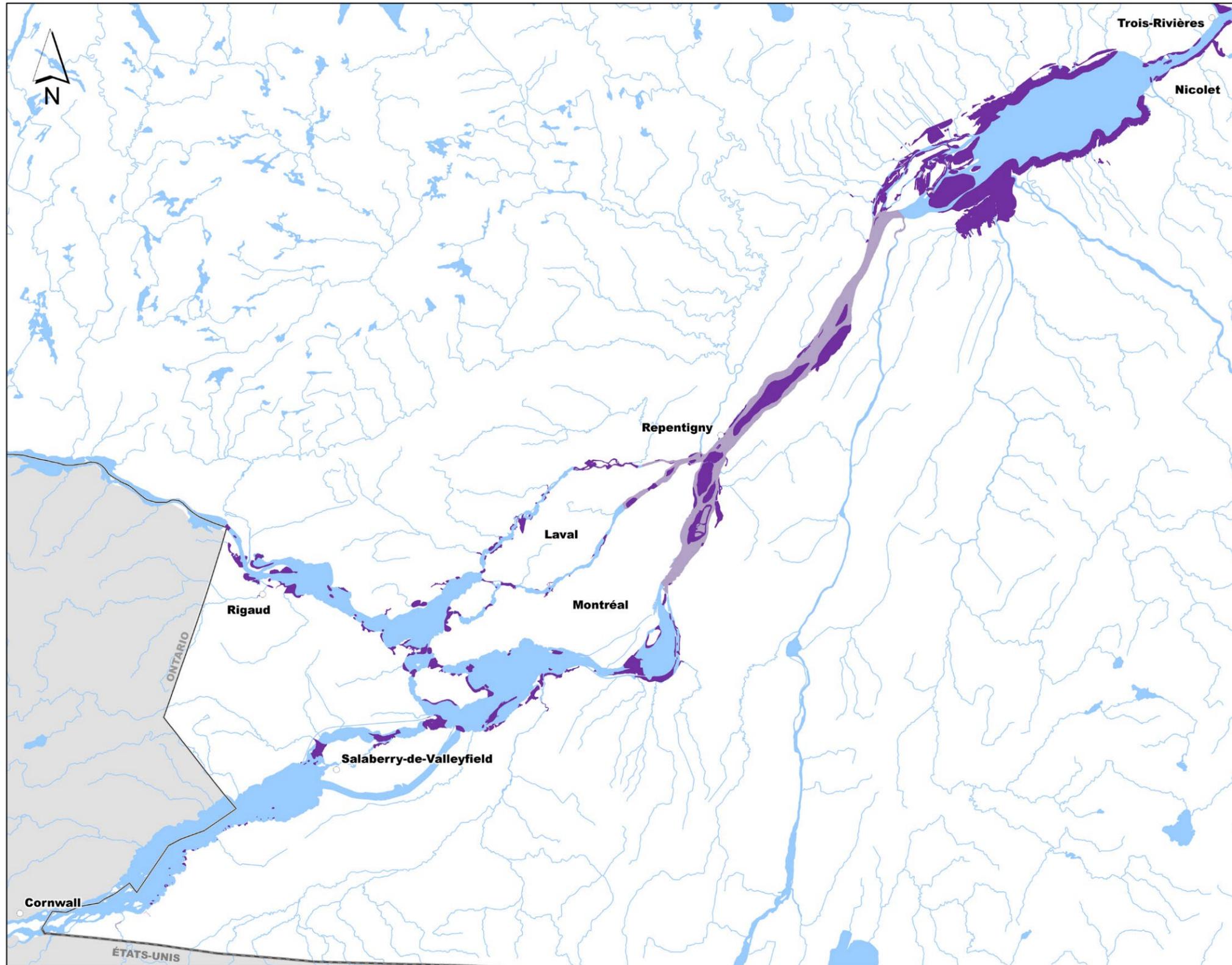
Métadonnées
 Système de référence Géodésique : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

Sources
 Données : Base de données géographiques et administratives (BDGA) à l'échelle 1/1 000 000
 Organisme : Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
 Espèce faunique à statut : Colonne faune, 2020
 Organisme : Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Réalisation
 Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP
 © Gouvernement du Québec, septembre 2020



Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 9 Frayères des poissons du Saint-Laurent

Tronçon fluvial

- Frayère (MFFP)
- Frayère (MPO)
- Hydrographie
- Hors Québec

0 5 10 15 20 km

Métadonnées
 Système de référence : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Géodésique : Conique Conforme Lambert
 Projection cartographique :

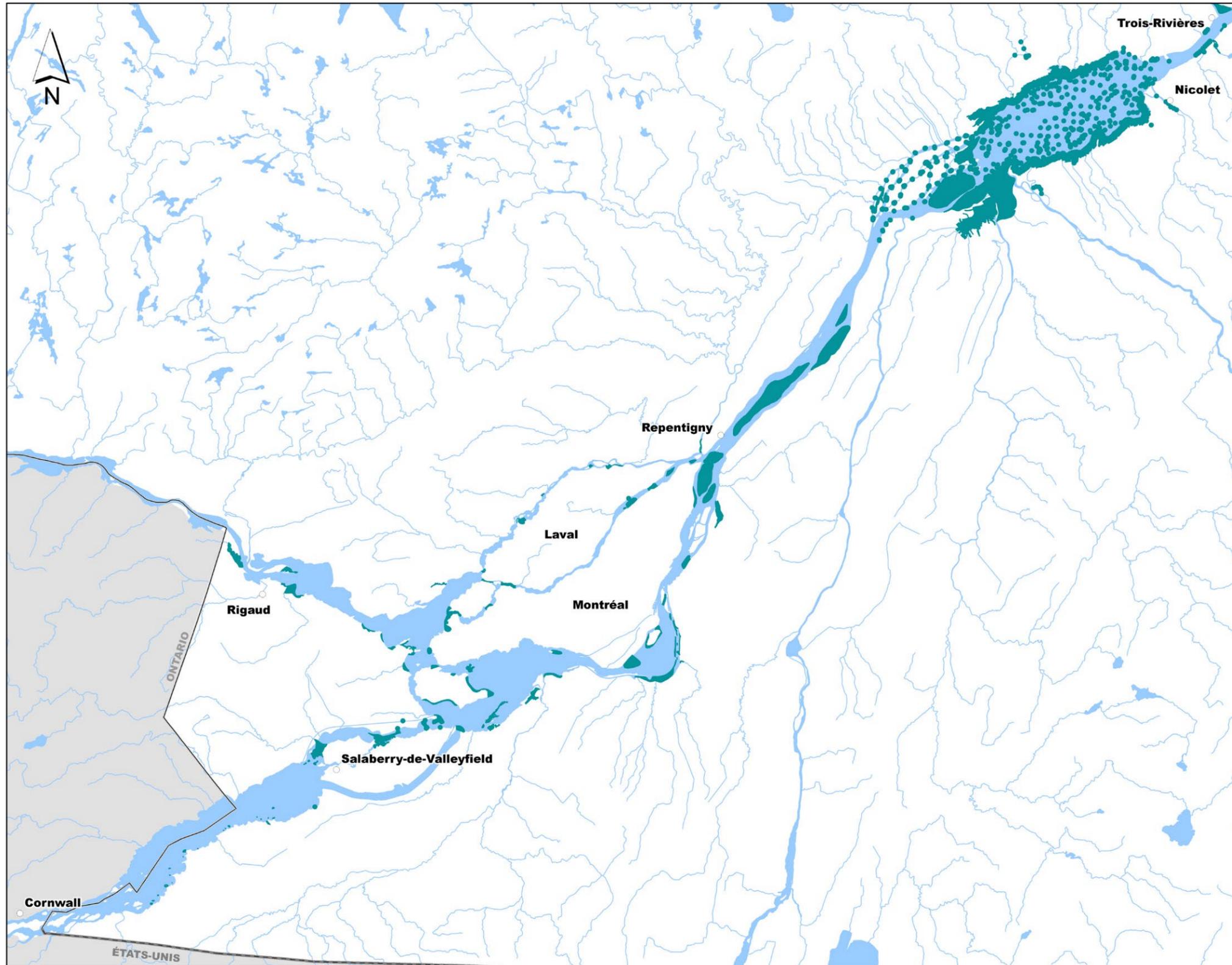
Sources
 Données : Base de données géographiques et administratives (BDGA) à l'échelle 1/1 000 000
 Base de données Frayères (MFFP) : Alliance Environnement GDG Conseil-Daniel Arbour & Associés, n.d.
 Base de données Frayères, 2020 : Benoit et autres, 1988; Bernatchez et autres, 2019; Bouchard, 1976; Géobase Faune, 2019; Habitats essentiels, 2013; L'Italien, 2017; Mailhot et Morissette, 2012; Massé, 1974; MFFP, 2013; Mingebier et Leclerc, 2001; Sites d'intérêt faunique, 1994; Société de la faune et des parcs du Québec, 2000; Valiquette et autres, 2016
 Base de données Frayères (MPO) : Alose savoureuse, 2019b; Eperlan, 2019c; Esturgeon jaune, 2019c; Esturgeon noir, 2019d; Habitat essentiel, 2019f

Organisme
 Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
 Alliance Environnement GDG Conseil-Daniel Arbour & Associés
 Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
 Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche
 Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
 Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche
 Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
 Ministère des Ressources naturelles
 Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
 Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
 Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche
 Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
 Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
 Ministère de l'Environnement et de la Faune
 Société de la faune et des parcs du Québec
 Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
 Ministère Pêches et Océans Canada
 Ministère Pêches et Océans Canada

Réalisation
 Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP
 © Gouvernement du Québec, juillet 2020



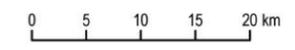
Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 10
Aires d'alevinage des poissons d'eau douce

Tronçon fluvial

- Aires d'alevinage
- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées	
Système de référence Géodésique Projection cartographique	NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84 Conique Conforme Lambert
Sources	
Données	Organisme
Base de données géographiques et administratives (BDGA) à l'échelle 1/1 000 000	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
Mingebier et Leclerc, 2001	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Atlas chevalier cuirée, 2010	Comité ZIP des Seigneuries
Base de données Poisson-Fleuve, 2019	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Base de données Historique, 2019	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Base de données Frayères, 2020	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Habitats essentiels, 2013	Ministère des Ressources naturelles
Sites d'intérêt faunique, 1994	Ministère de l'Environnement et de la Faune
Argus, 2001	Commission de la Capitale nationale

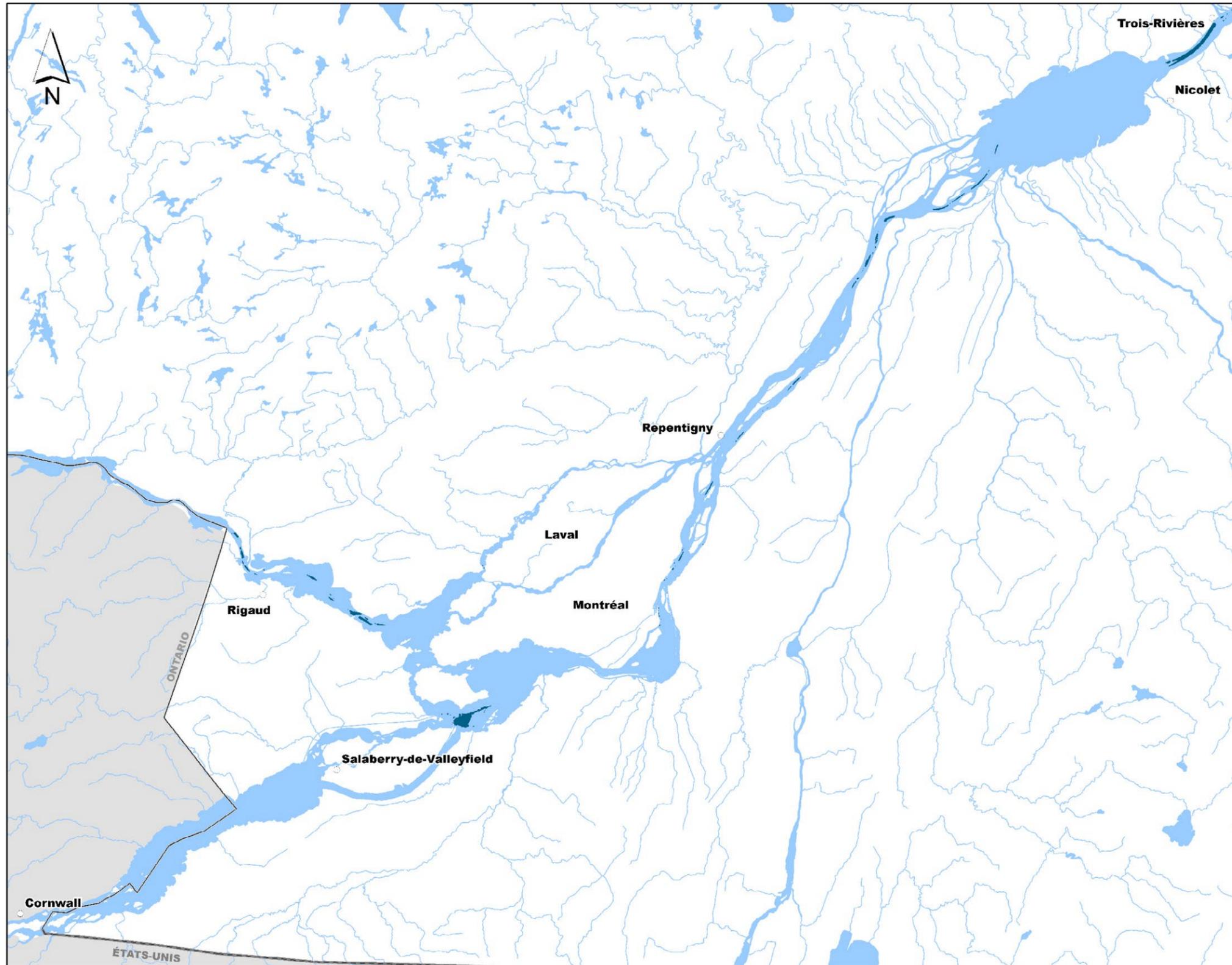
Réalisation
 Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

© Gouvernement du Québec, juillet 2020



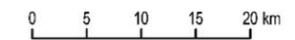
Québec

Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 11
Fosses profondes de plus de 15 m
Tronçon fluvial

- Fosses profondes de plus de 15 m
- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées
 Système de référence Géodésique
 Projection cartographique

NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Conique Conforme Lambert

Sources
 Données

Base de données géographique et administrative (BDCA) à l'échelle 1:1 000 000

Organisme
 Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

Fosse profonde
 MFP, 2019

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

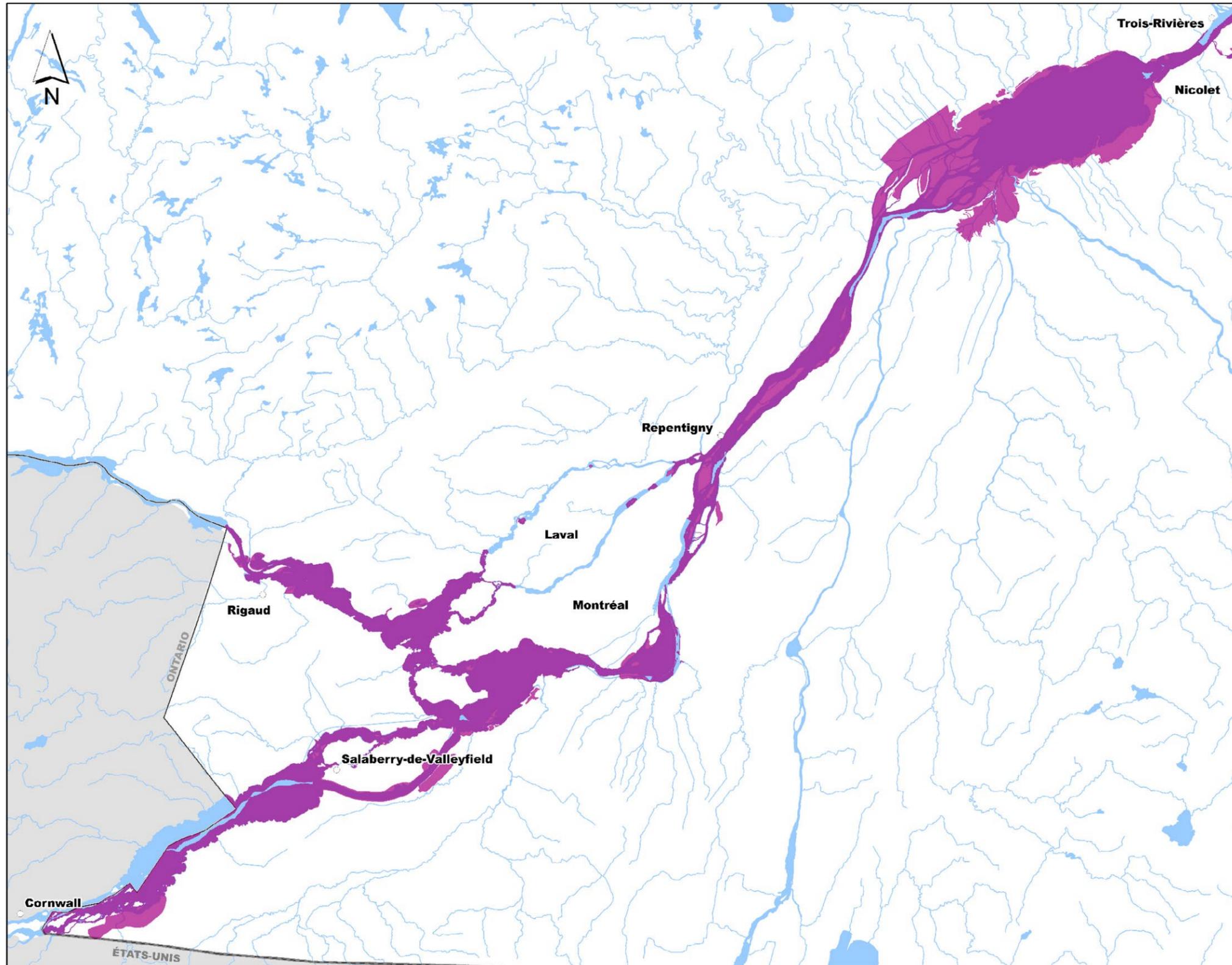
Réalisation
 Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFP

© Gouvernement du Québec, mars 2021



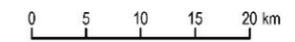
Québec

Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 12
Habitats d'importance pour l'avifaune
Tronçon fluvial

- Habitat aquatique d'importance pour l'avifaune
- Habitat riverain d'importance pour l'avifaune
- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées

Système de référence Géodésique
 Projection cartographique

NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Conique Conforme Lambert

Sources

Données
 Base de données géographiques et administratives (BDGA) à l'échelle 1/1 000 000

Organisme

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

Habitat faunique du Québec, 2015

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Études biologiques, 1975

Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent

ZICO, 2015

Oiseaux Canada

Site d'intérêt faunique, 1994

Ministère de l'Environnement et de la Faune

Réalisation

Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

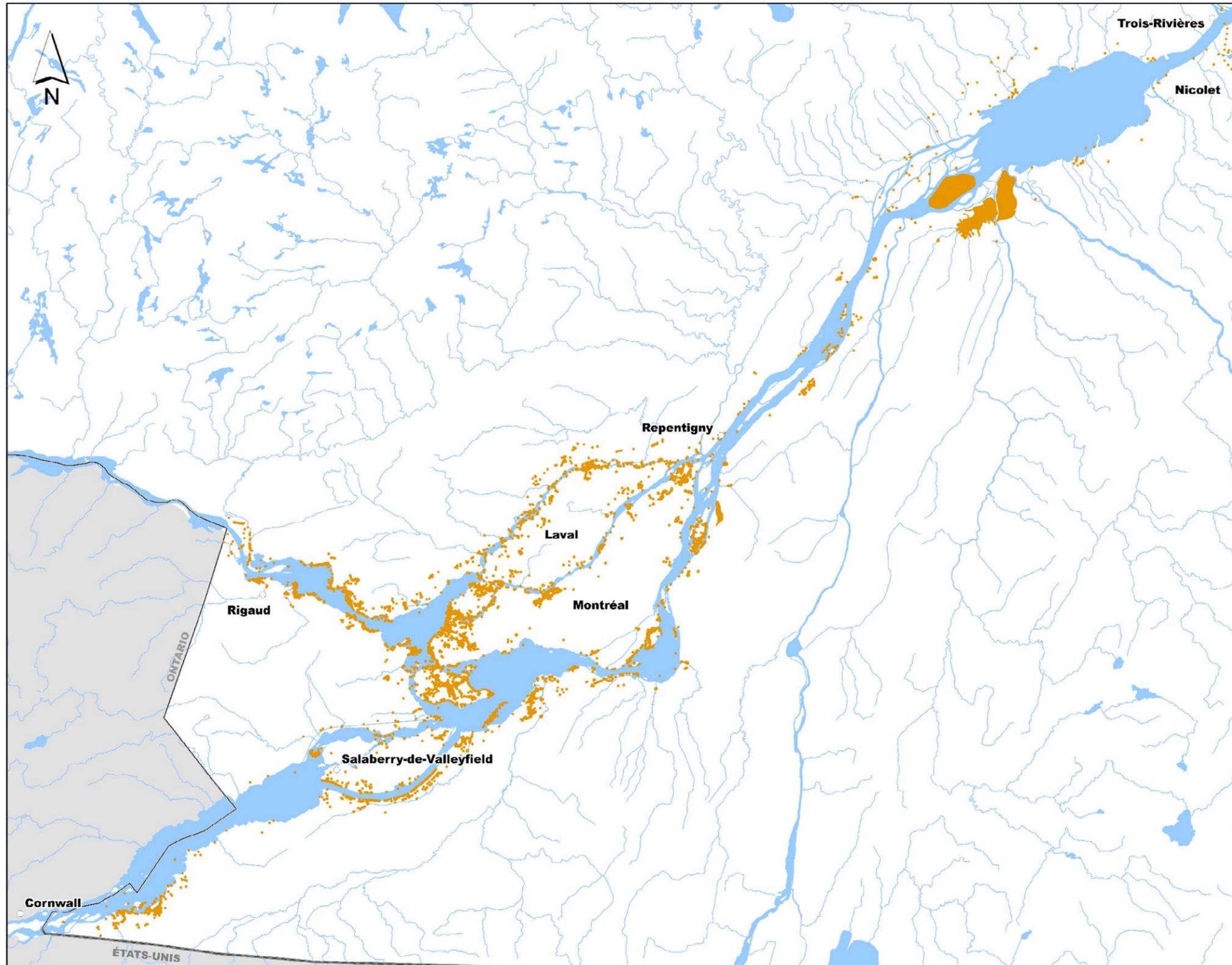
© Gouvernement du Québec, septembre 2020



Québec

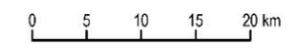
Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

© Gouvernement du Québec, troisième trimestre 2020



Carte 13
Habitats d'importance pour l'herpétofaune
Tronçon fluvial

- Habitat d'importance pour l'herpétofaune
- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées
 Système de référence Géodésique : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

Sources
 Base de données géographiques et administratives (BDGA) à l'échelle 1/1 000 000
 Géobase faune, 2019
 Site d'intérêt faunique, 1994

Données
 Organisme : Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
 Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
 Ministère de l'Environnement et de la Faune

Réalisation
 Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

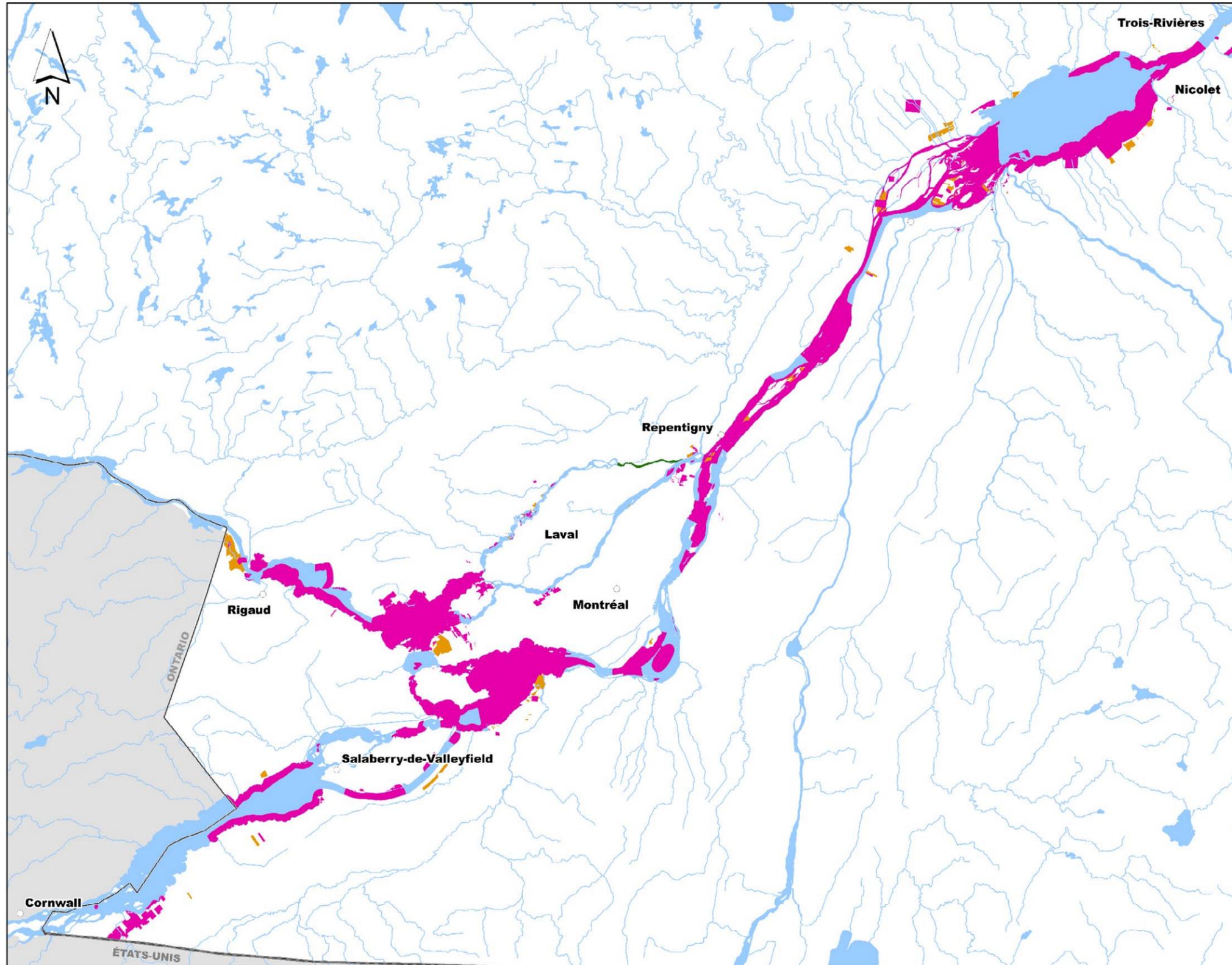
© Gouvernement du Québec, juillet 2020



Québec

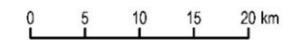
Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

© Gouvernement du Québec, deuxième trimestre 2020



Carte 14
Aires de protection
Tronçon fluvial

- Registre des aires protégées au Québec
- Territoires d'importance pour la conservation au Québec
- Répertoire des sites de conservation volontaire du Québec
- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées
 Système de référence Géodésique : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

Sources
 Données : Registre des aires protégées au Québec
 Organisme : Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Territoire d'importance pour la conservation au Québec : Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Répertoire des sites de conservation volontaire du Québec : Réseau de milieux naturels protégés

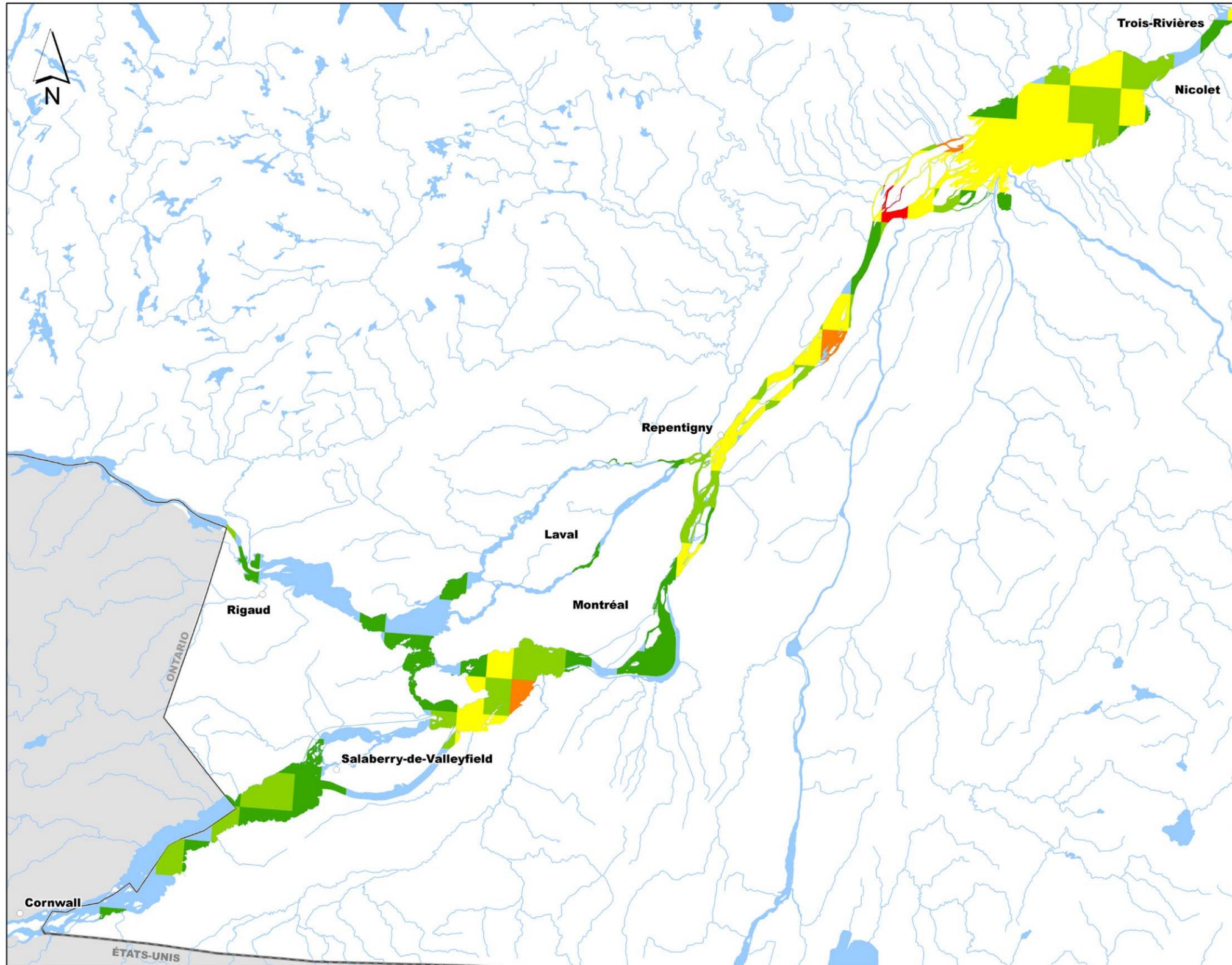
Base de données topographiques et administrative (BDTA) à l'échelle 1:250 000 : Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

Réalisation
 Direction de la connaissance écologique, MELCC
 © Gouvernement du Québec, août 2020



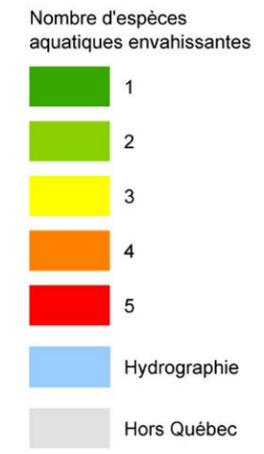
Québec

Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

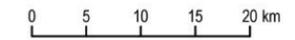


Carte 15
Nombre d'espèces aquatiques envahissantes observées de 1983 à 2019

Tronçon fluvial



Notes : Les endroits où il n'y a pas de données sont généralement liés à une absence de suivi. De plus, le nombre d'espèces aquatiques envahissantes représentées sur la carte ne reflète pas nécessairement la situation actuelle (se référer au texte pour plus d'explications).



Métadonnées
 Système de référence Géodésique : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

Sources
 Données : Base de données géographiques et administratives (BDGA) à l'échelle 1/1 000 000
 Géobase faune, 2019
 Castafeda et autres, 2018

Organisme
 Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
 Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
 Université McGill et Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs

Réalisation
 Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

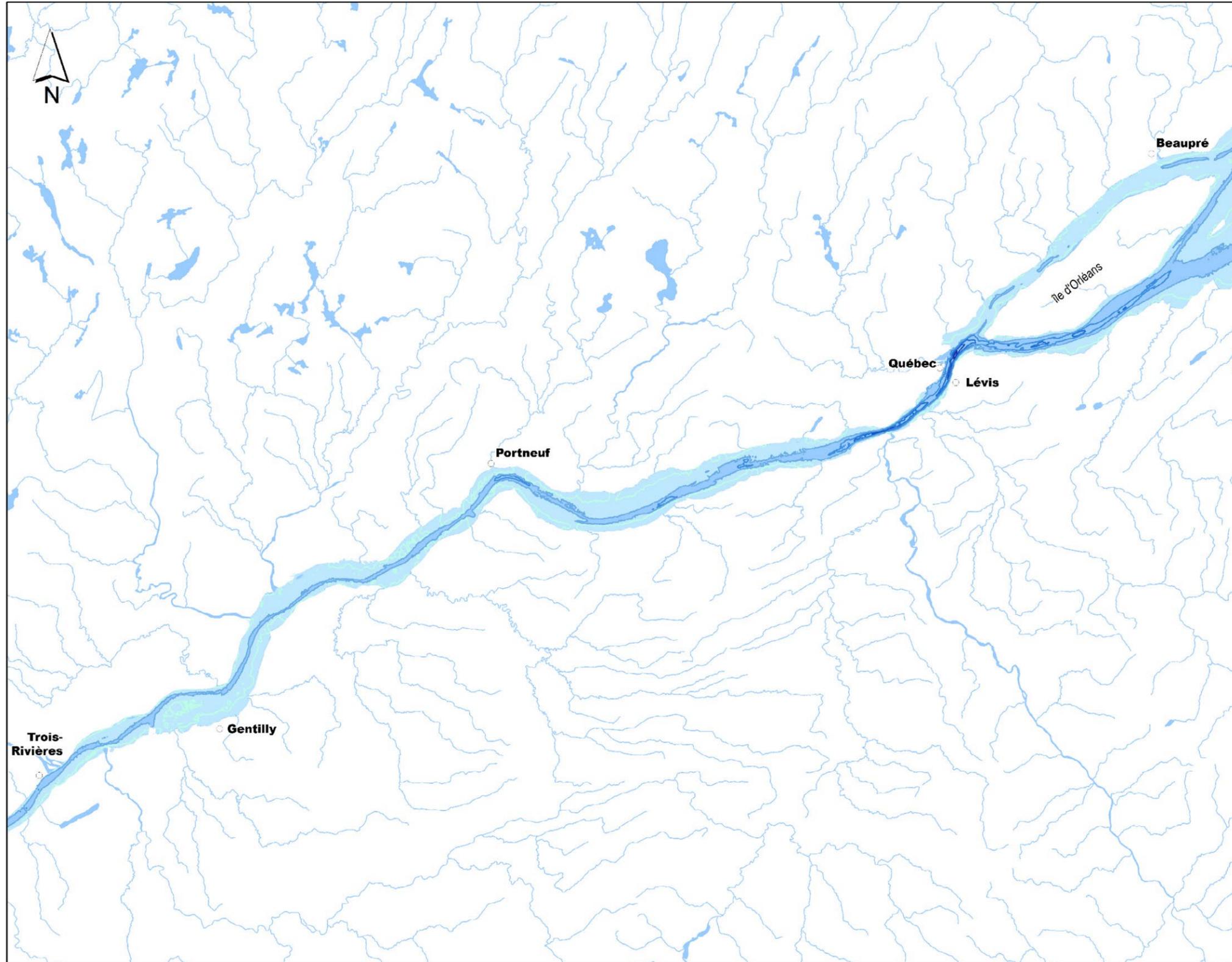
© Gouvernement du Québec, mars 2021



Québec

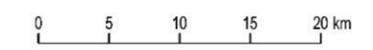
Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

Estuaire fluvial



Carte 16
Bathymétrie
Estuaire fluvial

- 0 - 10 m
- 10 - 20 m
- 20 - 30 m
- 30 - 40 m
- 40 - 50 m
- 50 - 60 m
- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées
Système de référence Géodésique: NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
Projection cartographique: Conique Conforme Lambert

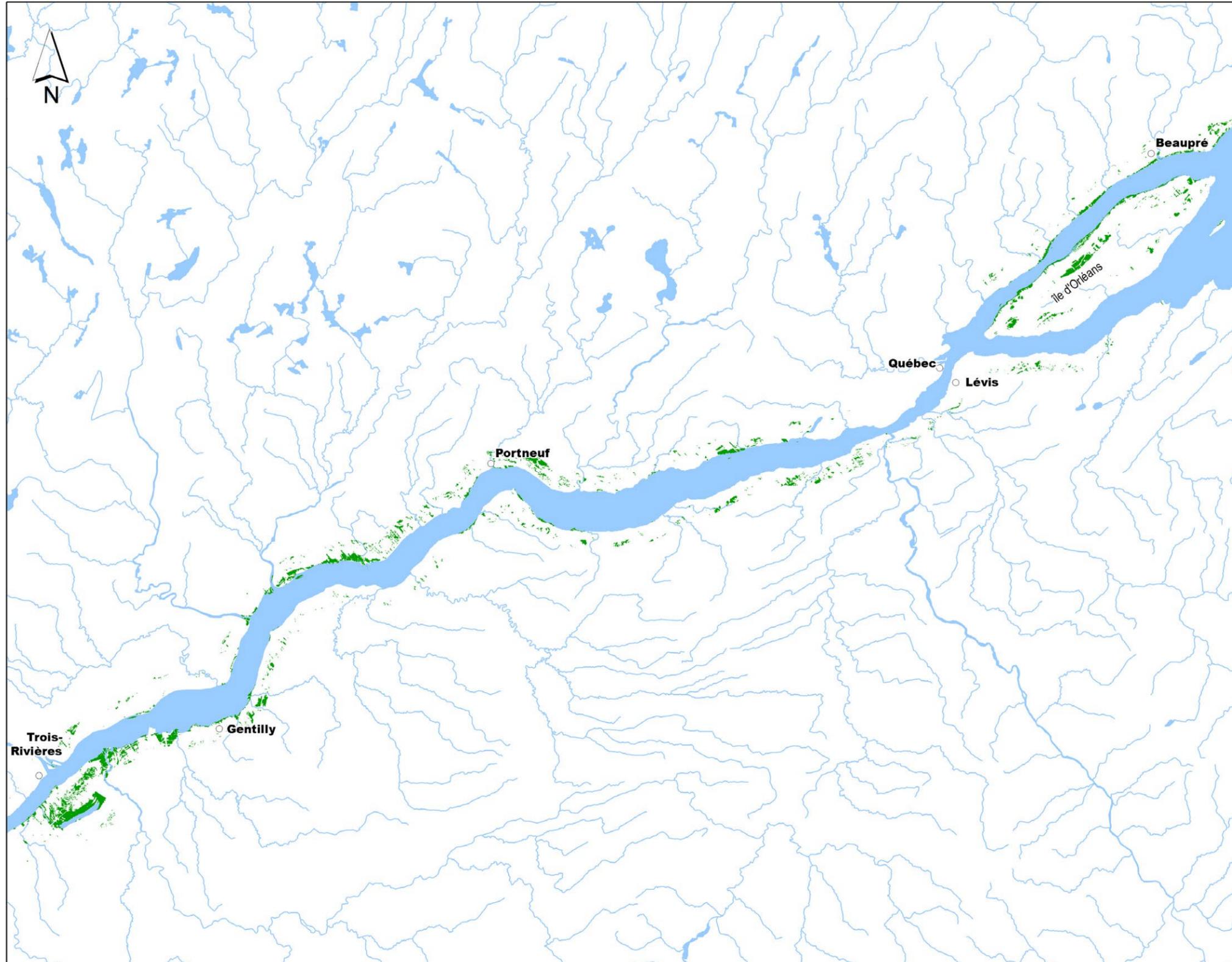
Sources
Données: Cellules bathymétriques destinées à des fins autres que la navigation (NCNNA-100)
Organisme: Service hydrographique Canada
Base de données topographiques et administrative (BOTA) à l'échelle 1:250 000
Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

Réalisation
Direction de la connaissance écologique, MELCC
© Gouvernement du Québec, août 2020



Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

© Gouvernement du Québec, deuxième trimestre 2020



Carte 17
Milieux forestiers et EFE
Estuaire fluvial

Utilisation du territoire

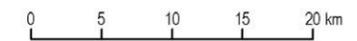
Milieux forestiers

Aires protégées

Écosystèmes forestiers exceptionnels

Hydrographie

Hors Québec



Métadonnées

Système de référence Géodésique	NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
Projection cartographique	Conique Conforme Lambert

Sources

Données	Organisme
Base de données topographiques et administrative (BDTA) à l'échelle 1/250 000	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
Utilisation du territoire	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
Registre des aires protégées au Québec	

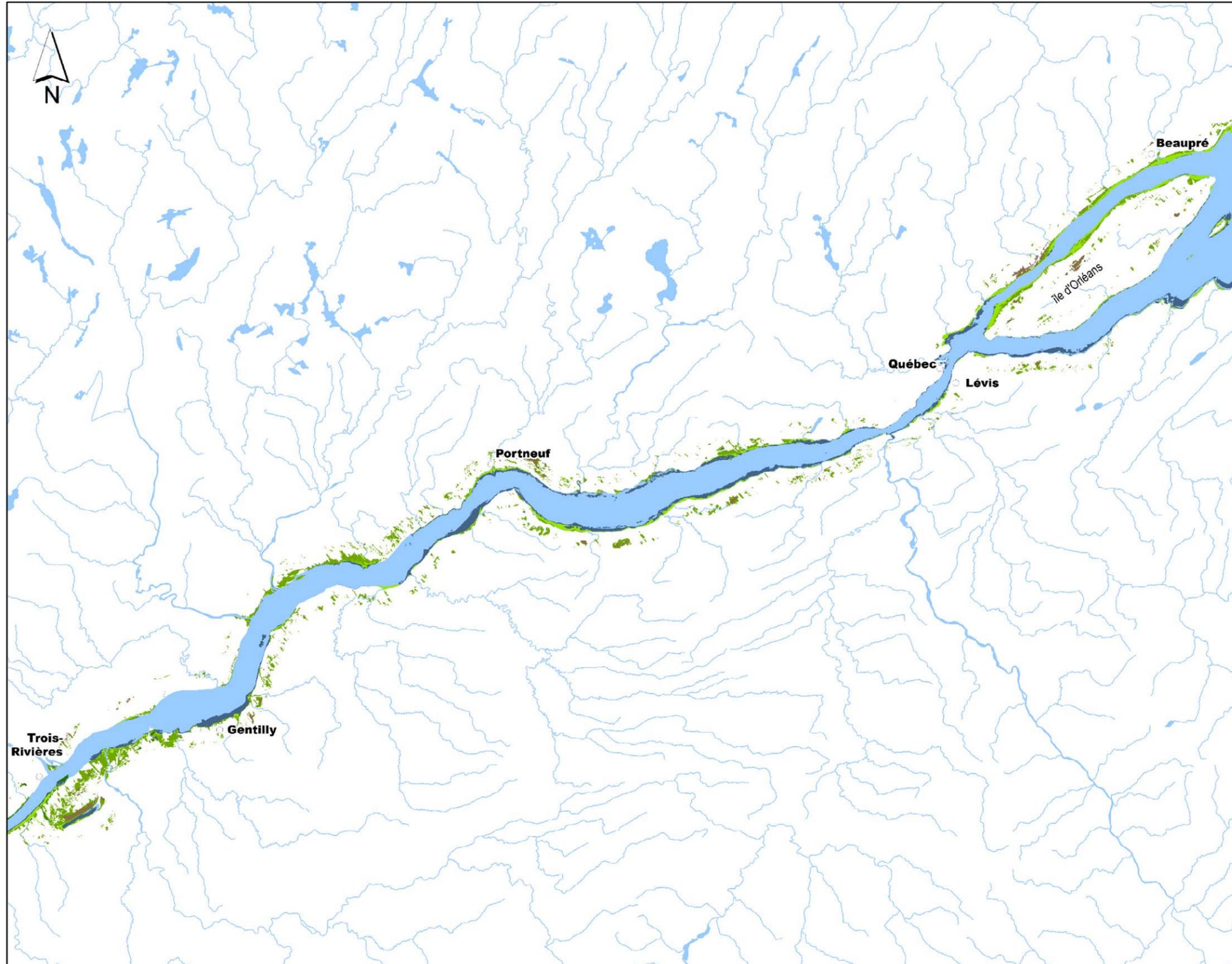
Réalisation

Direction de la connaissance écologique, MELCC
 © Gouvernement du Québec, juillet 2020



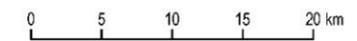
Québec

Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 18
Milieux humides potentiels
Estuaire fluvial

- Milieux humides potentiels**
- Eau peu profonde
 - Marais
 - Marécage
 - Tourbière
 - Milieu humide non classé
 - Hydrographie
 - Hors Québec



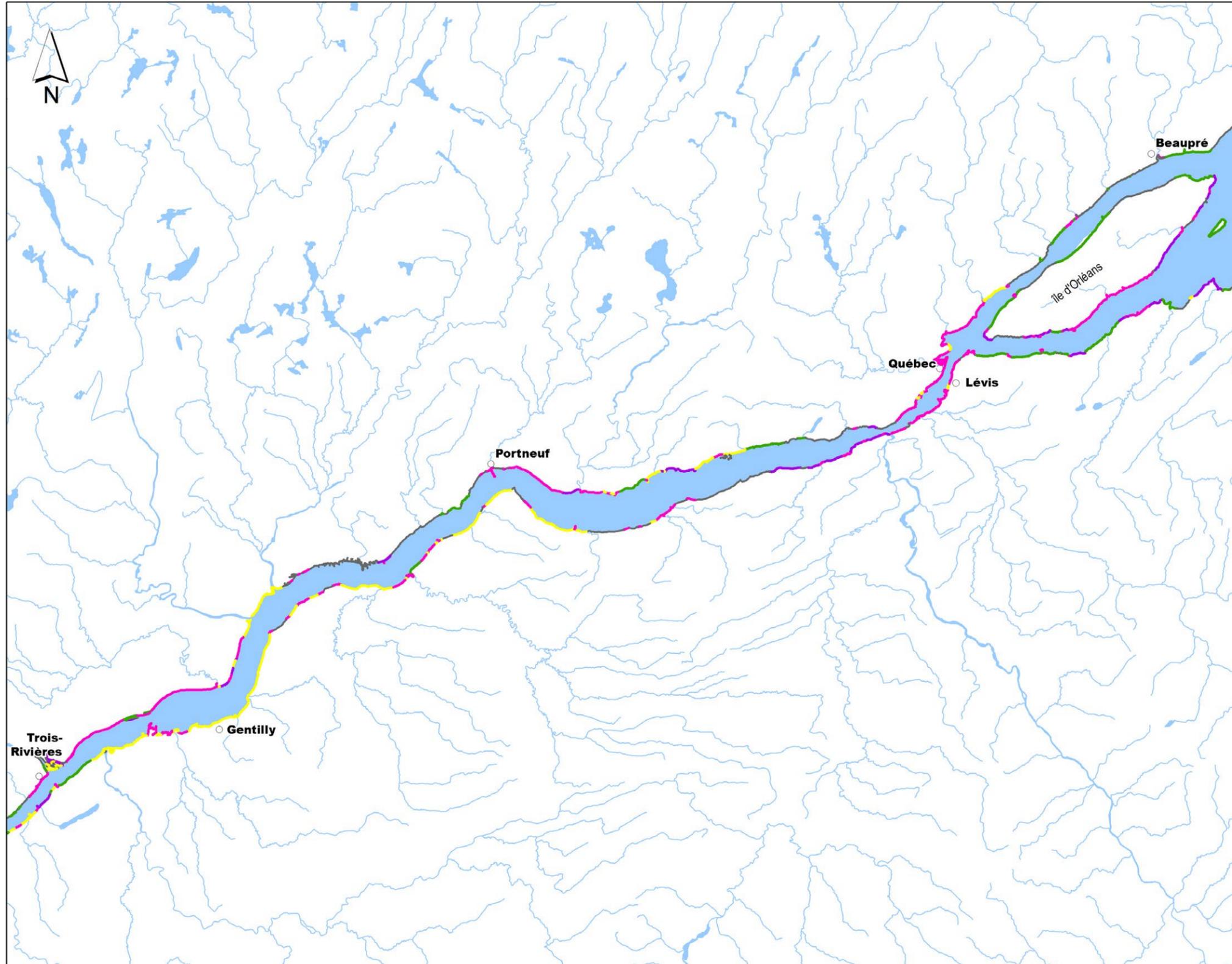
Métadonnées
 Système de référence : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Géodésique : Conique Conforme Lambert
 Projection cartographique :

Sources
Données : Base de données topographiques et administrative (BDTA) à l'échelle 1:250 000
Organisme : Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
Milieux humides potentiels : Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Réalisation
 Direction de la connaissance écologique, MFI CC
 © Gouvernement du Québec, Juillet 2020

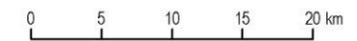


Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 19
Milieux littoraux
Estuaire fluvial

- Milieux littoraux**
- Autres
 - Berge végétalisée; Milieux humides
 - Milieux sableux
 - Milieux rocheux
 - Anthropique
 - Hydrographie
 - Hors Québec



Métadonnées
 Système de référence Géodésique : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

Sources
 Données : Base de données topographiques et administrative (BDTA) à l'échelle 1/250 000
 Classification du rivage : Environnement et Changement climatique Canada
 Organisme : Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

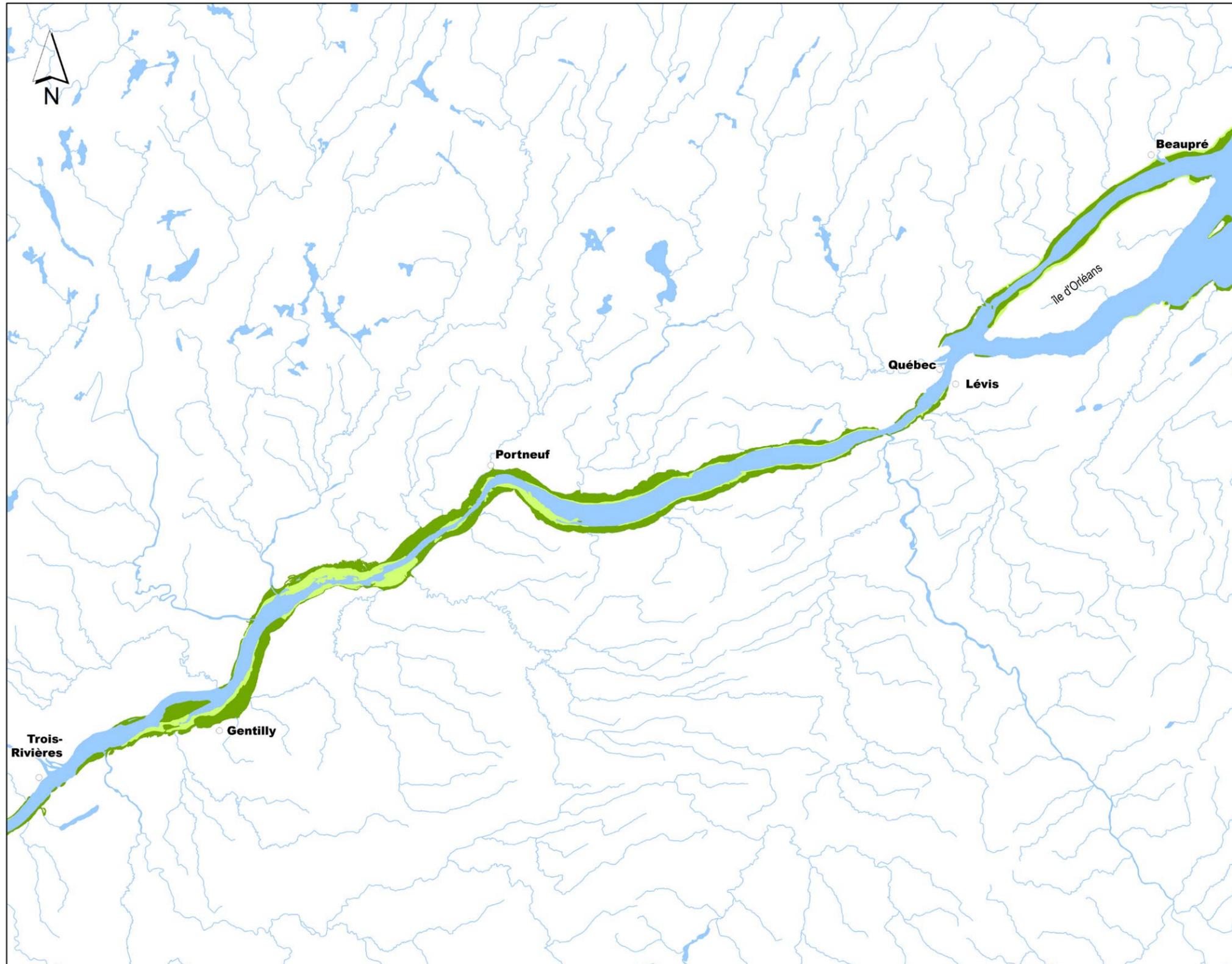
Réalisation
 Direction de la connaissance écologique, MELCC
 © Gouvernement du Québec, juillet 2020



Québec

Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

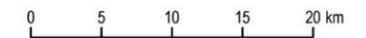
© Gouvernement du Québec, deuxième trimestre 2020



Carte 20
Herbiers aquatiques observés en 1975

Estuaire fluvial

- Herbier aquatique**
- Existence probable
 - Existence connue
 - Hydrographie
 - Hors Québec



Métadonnées

Système de référence
Géodésique
Projection cartographique

NAD 83 compatible avec le
système mondial WGS 84
Conique Conforme Lambert

Sources

Données
Base de données géographiques et
administratives (BDGA)
à l'échelle 1/1 000 000

Organisme

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent,
1975

Dimension environnement Née

Réalisation

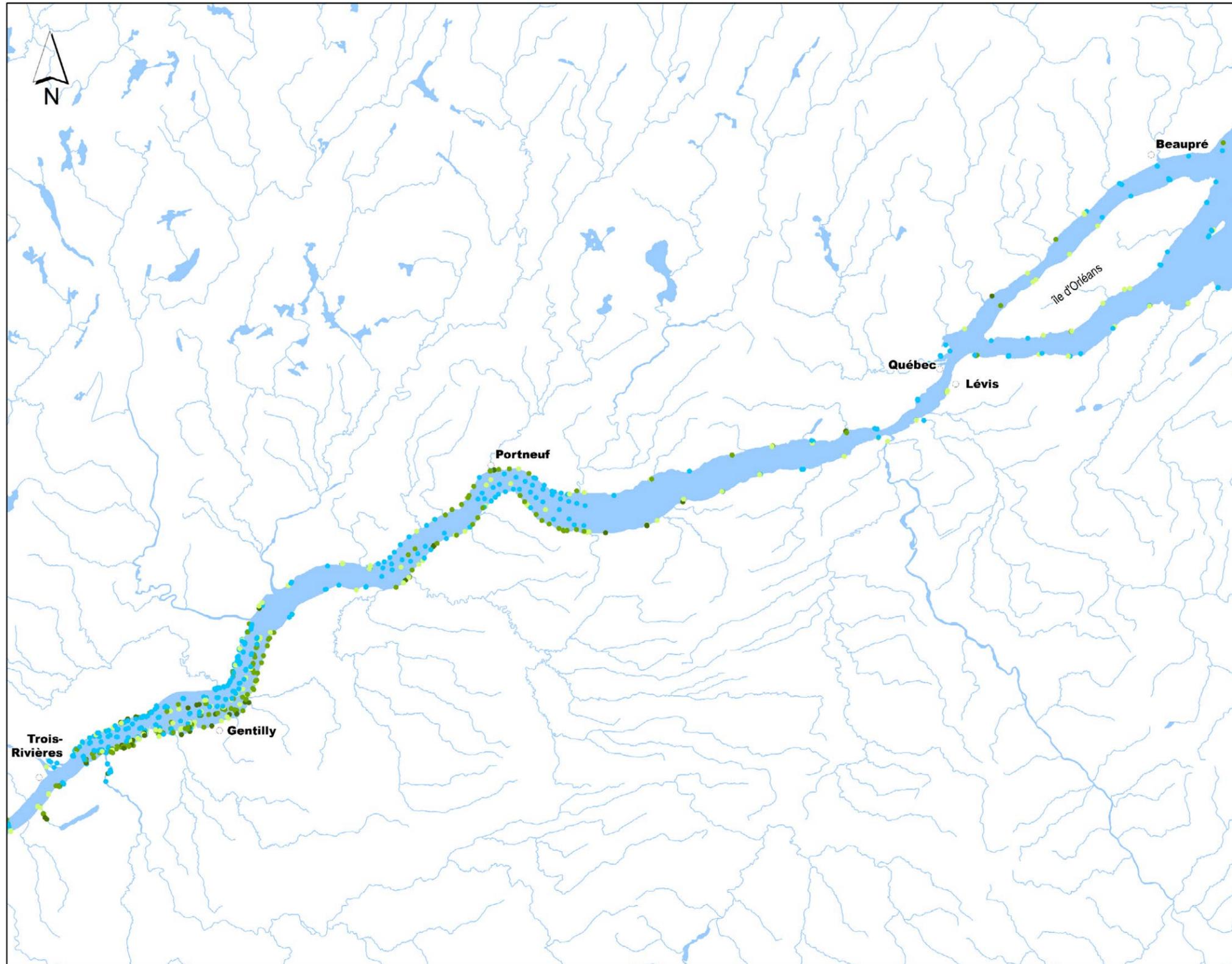
Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

© Gouvernement du Québec, juillet 2020



Québec

Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

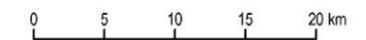


Carte 21
Abondance ponctuelle des herbiers aquatiques observée de 1990 à 2019

Estuaire fluvial

- Herbier aquatique**
- Absence de plante
 - Couvert végétal peu dense
 - Couvert végétal moyennement dense
 - Couvert végétal très dense

- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées

Système de référence Géodésique : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

Sources

Données	Organisme
Base de données géographiques et administratives (BDGA) à l'échelle 1/1 000 000	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
Réseau de suivi ichtyologique, 2001-2019	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Point ADNs, 2017-2019	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Opération roseau, 2016	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Stucs de reproduction perchauds, 2015	COGFSAF
Suivi rivière, 2005-2015	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
CÔM, P.O., 2016	Groupe Synergis
Habitat NOBI, 2016	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Seine juvénile MOSA, 2012-2017	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Réalisation

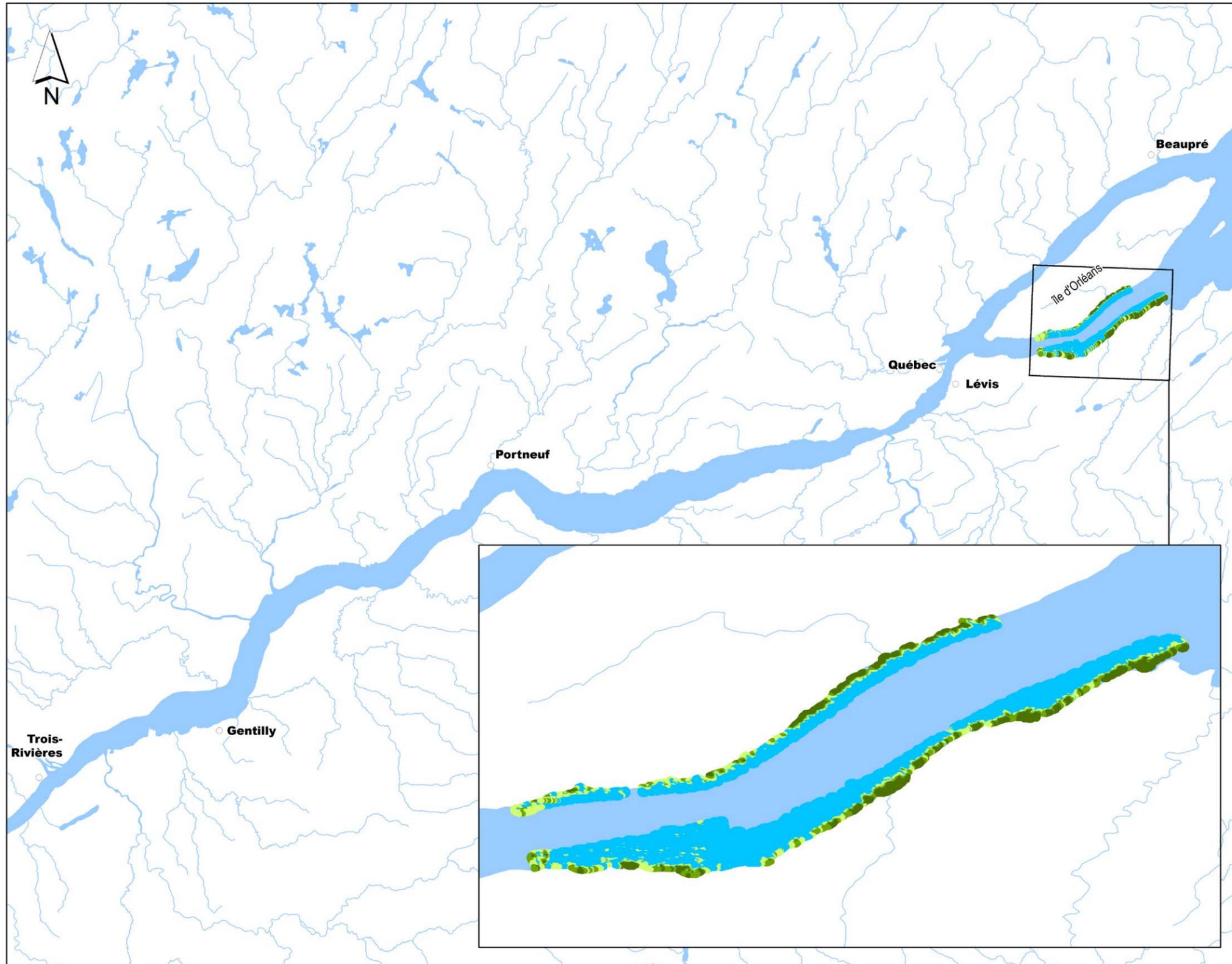
Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

© Gouvernement du Québec, mars 2021



Québec

Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 22
Biovolume d'herbier aquatique
modélisé en 2019

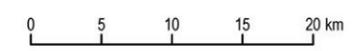
Estuaire fluvial

BioVolume* (%)

- 0 à 4 %
- 5 à 33 %
- 34 à 66 %
- 67 à 100 %

- Hydrographie
- Hors Québec

* Données modélisées par Biobase de Navico.



Métadonnées
 Système de référence Géodésique : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

Sources
 Données : Base de données géographiques et administratives (BDGA) à l'échelle 1/1 000 000
 Organisme : Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
 Biovolume, 2020 : Direction de l'expertise sur la faune aquatique, Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

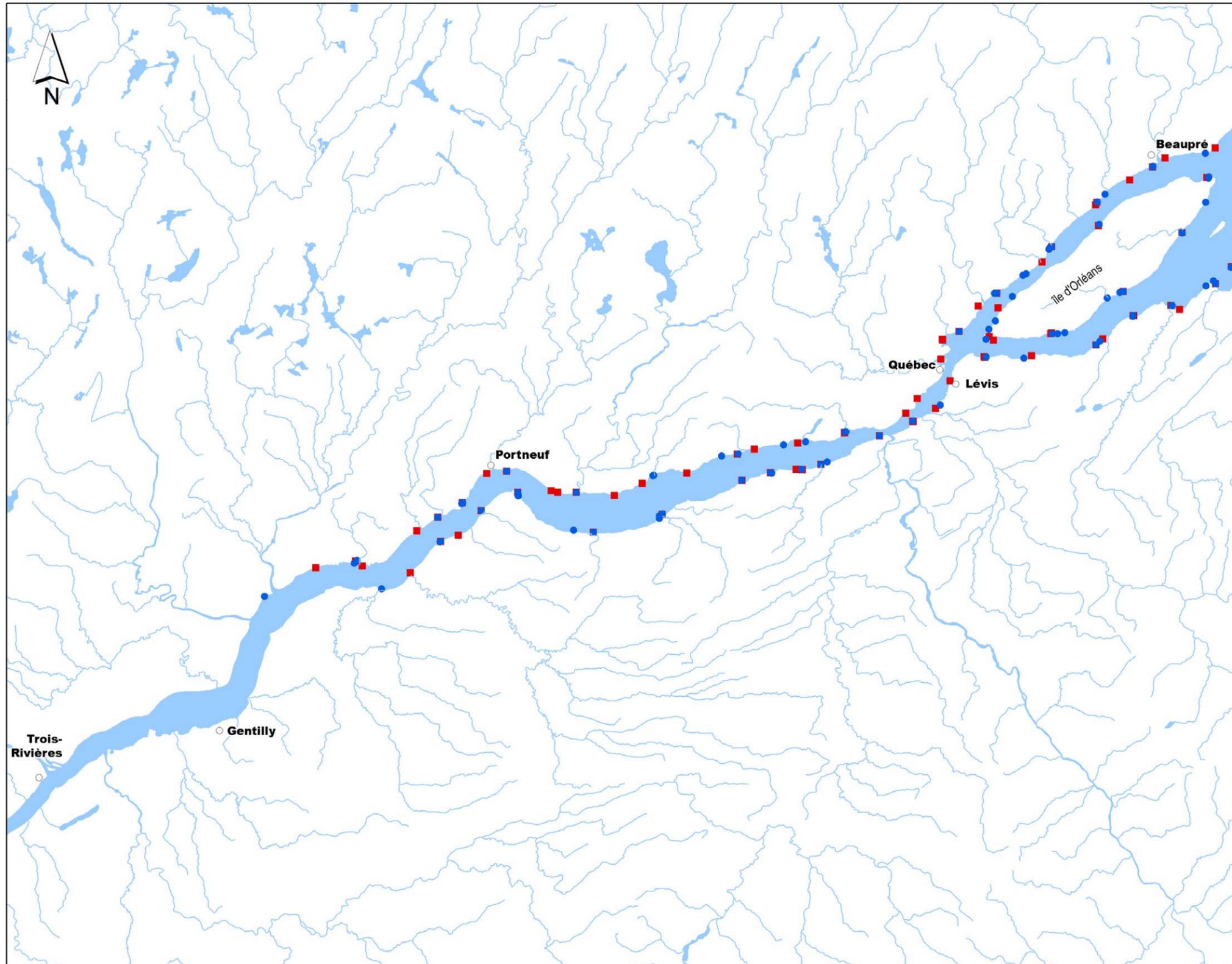
Réalisation
 Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

© Gouvernement du Québec, juillet 2020



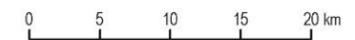
Québec

Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 23
Flore endémique
de milieux humides
Estuaire fluvial

- Endémisme du Québec
- Endémisme du Canada
- ▲ Endémisme du Canada-États-Unis
- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées
 Système de référence Géodésique : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

Sources
 Données : Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec, Mai 2020
 Base de données topographiques et administrative (BDTA) à l'échelle 1/250 000

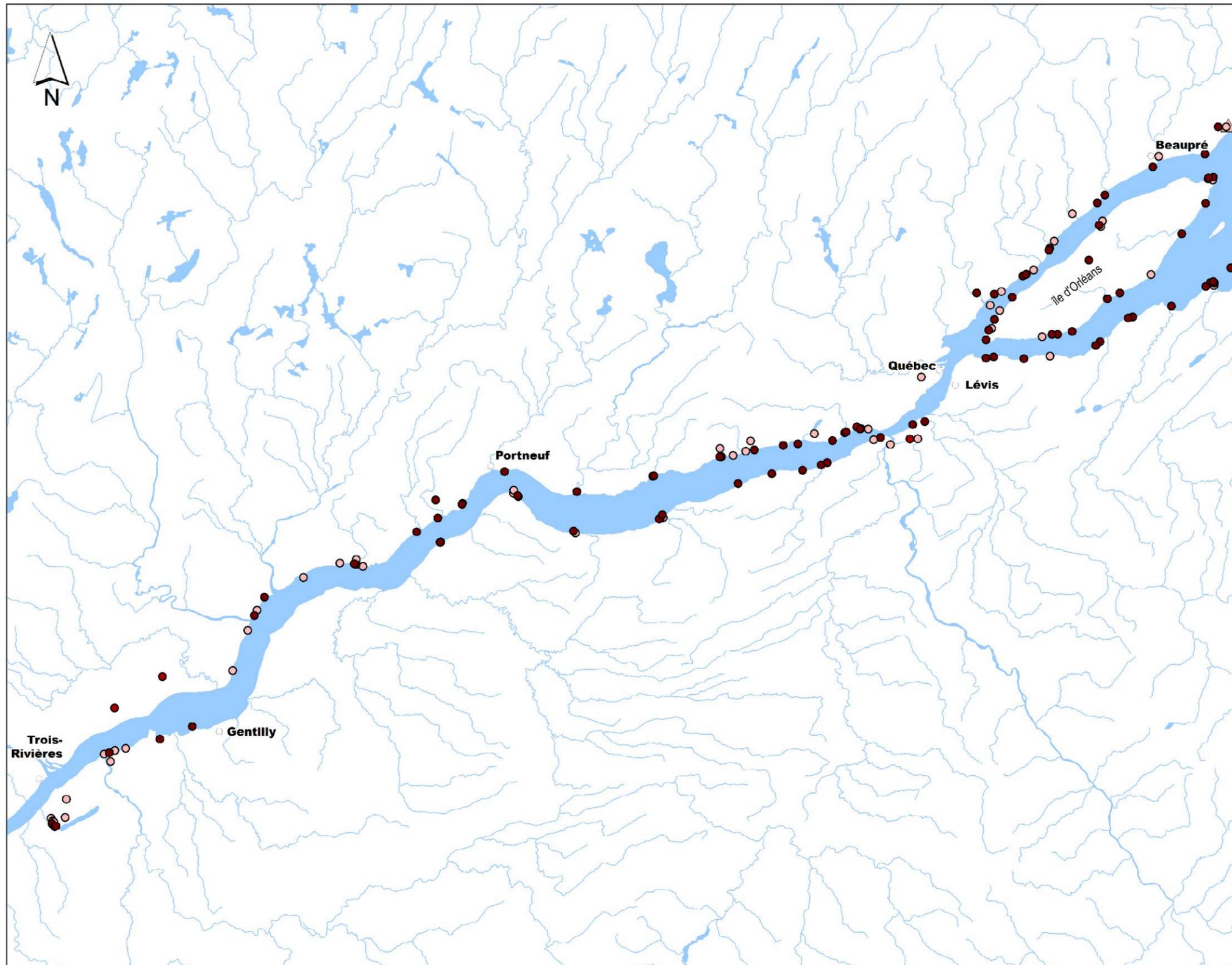
Organisme
 Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
 Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

Réalisation
 Direction de la connaissance écologique, MELCC
 © Gouvernement du Québec, septembre 2020



Québec

Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 24a

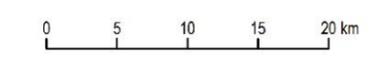
Habitat d'une espèce à statut particulier

Estuaire fluvial

Espèce floristique à statut

- Vasculaire susceptible
- Vasculaire vulnérable
- Vasculaire menacée
- △ Invasculaire susceptible

- Hydrographie
- Hors Québec



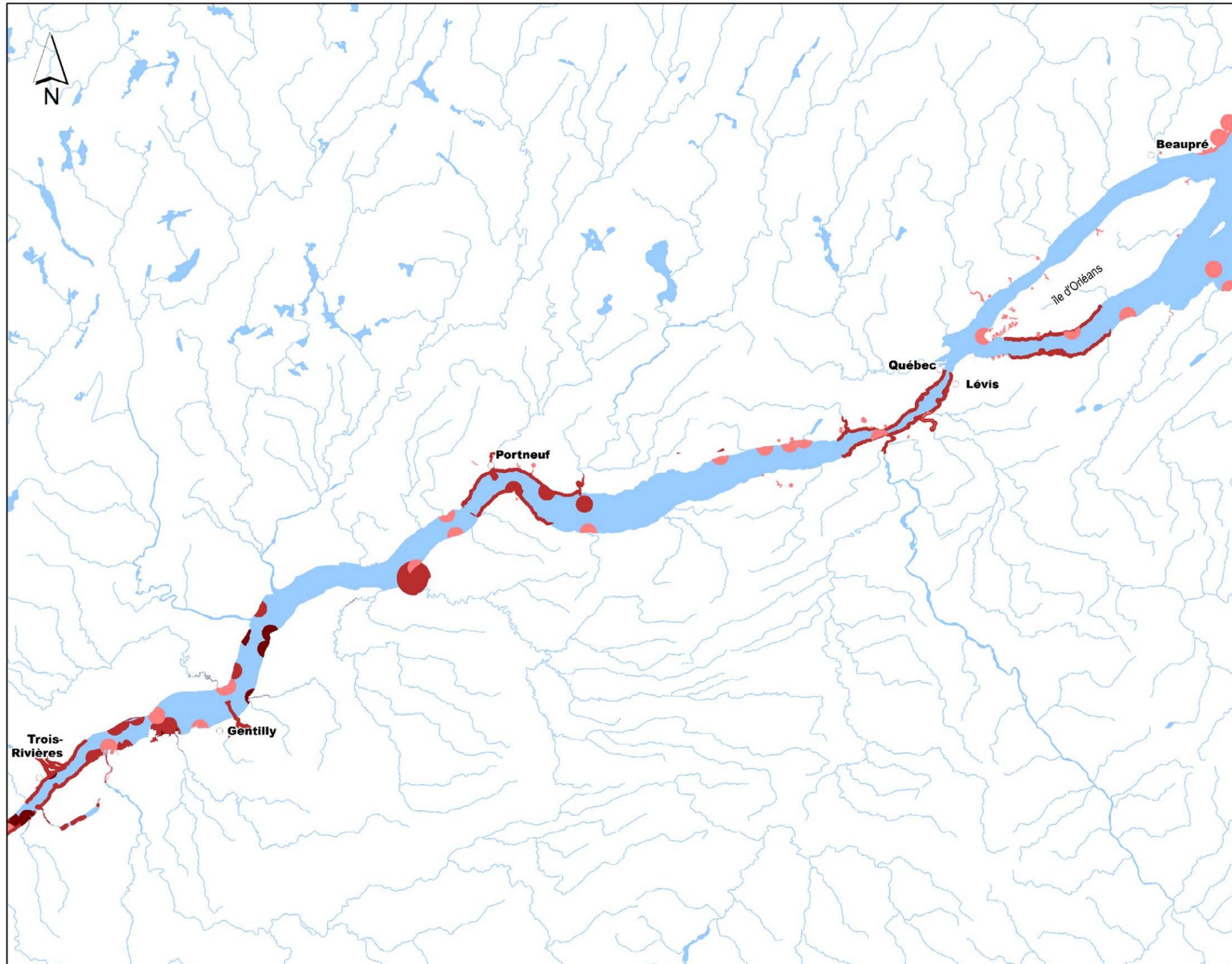
Métadonnées
 Système de référence : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Géodésique : Conique Conforme Lambert
 Projection cartographique :

Sources
Données : Base de données topographiques et administrative (BDTA) à l'échelle 1:250 000
CDPNC Floristique : Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
Organisme : Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Réalisation
 Direction de la connaissance écologique, MELCC
 © Gouvernement du Québec, octobre 2020

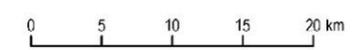


Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 24b
Habitat d'une espèce à statut particulier
Estuaire fluvial

- Espèce faunique à statut**
- Susceptible
 - Vulnérable
 - Menacée
 - Hydrographie
 - Hors Québec



Métadonnées
 Système de référence Géodésique : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

Sources
 Données : Base de données géographiques et administratives (BDGA) à l'échelle 1/1 000 000
 Organisme : Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

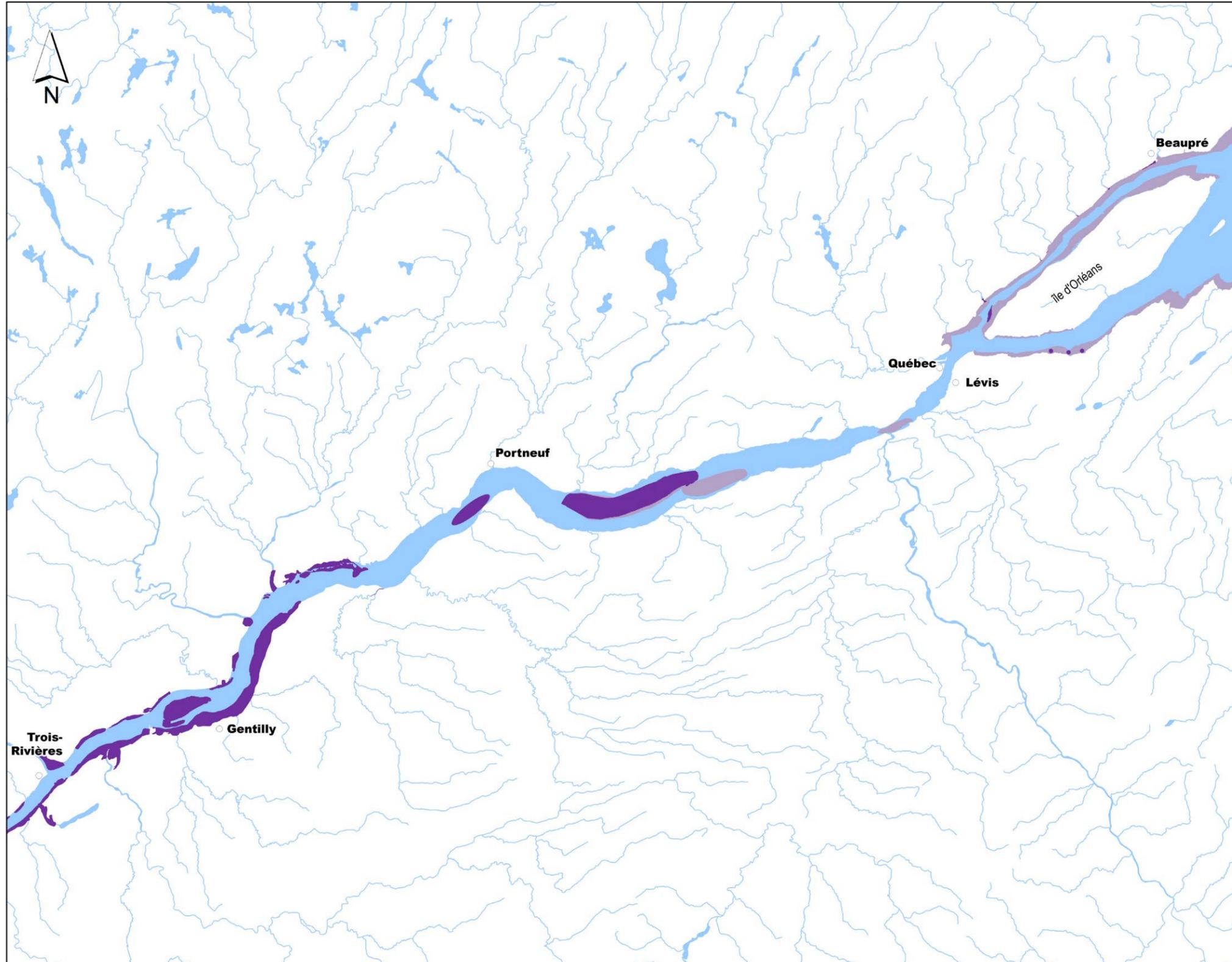
Espèce faunique à statut
 Globbase faune, 2020
 Organisme : Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Réalisation
 Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP
 © Gouvernement du Québec, septembre 2020



Québec

Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 25 Frayères des poissons du Saint-Laurent

Estuaire fluvial

- Frayère (MFFP)
- Frayère (MPO)
- Hydrographie
- Hors Québec

0 5 10 15 20 km

Métadonnées
 Système de référence : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Géodésique : Conique Conforme Lambert
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

Sources

Données Base de données géographiques et administratives (BDGA) à l'échelle 1/1 000 000	Organisme Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
Base de données Frayères (MFFP) Alliance Environnement GDG Conseil-Daniel Arbour & Associés, n.d.	Alliance Environnement GDG Conseil-Daniel Arbour & Associés
Base de données Frayères, 2020	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Benoit et autres, 1988	Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche
Bernatchez et autres, 2019	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Bouchard, 1976	Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche
Géobase Faune, 2019	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Habitats essentiels, 2013	Ministère des Ressources naturelles
L'Italien, 2007	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Mailhot et Morissette, 2012	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Massé, 1974	Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche
MFFP, 2013	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Mingebier et Ledero, 2001	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Sites d'intérêt faunique, 1994	Ministère de l'Environnement et de la Faune
Société de la faune et des parcs du Québec, 2000	Société de la faune et des parcs du Québec
Valiquette et autres, 2016	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Base de données Frayères (MPO) Alose savoureuse, 2015b	Ministère Pêches et Océans Canada
Eperian, 2019a	Ministère Pêches et Océans Canada
Esturgeon jaune, 2015c	Ministère Pêches et Océans Canada
Esturgeon noir, 2015d	Ministère Pêches et Océans Canada
Habitat essentiel, 2019f	Ministère Pêches et Océans Canada

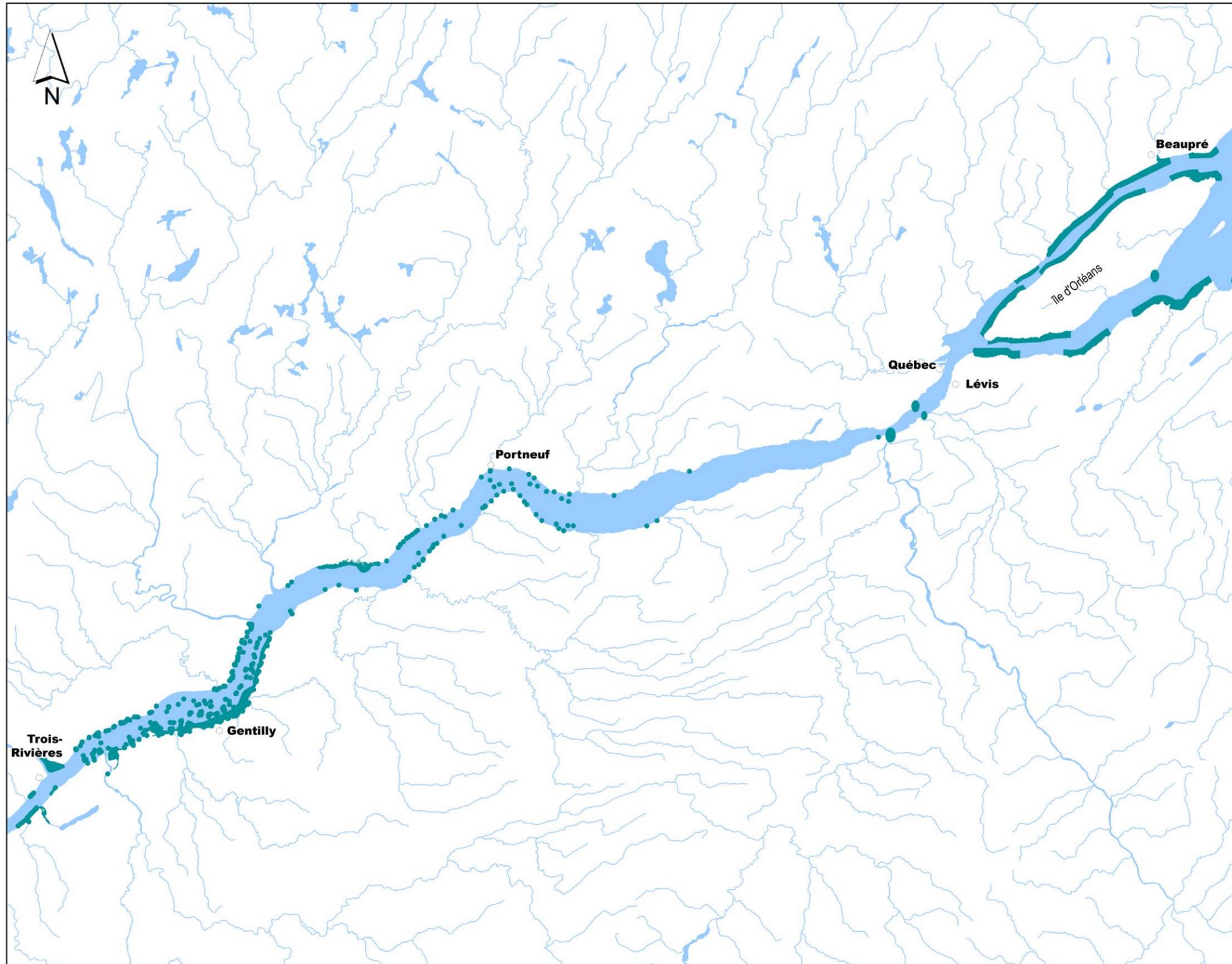
Réalisation
 Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

© Gouvernement du Québec, juillet 2020

CROQUIS DE REPÉRAGE

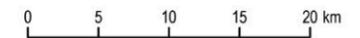
Québec

Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 26
Aires d'alevintage des poissons d'eau douce
Estuaire fluvial

- Aires d'alevintage
- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées

Système de référence Géodésique : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

Sources

Base de données géographiques et administratives (BDGA) à l'échelle 1/1 000 000

Organisme

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

Mingelbier et Leclerc, 2001

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Atlas chevalier cuirée, 2010

Comité ZIP des Seigneuries

Base de données Poisson-Fleuve, 2019

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Base de données Historique, 2019

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Base de données Frayères, 2020

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Habitats essentiels, 2013

Ministère des Ressources naturelles

Sites d'intérêt faunique, 1994

Ministère de l'Environnement et de la Faune

Argus, 2001

Commission de la Capitale nationale

Réalisation

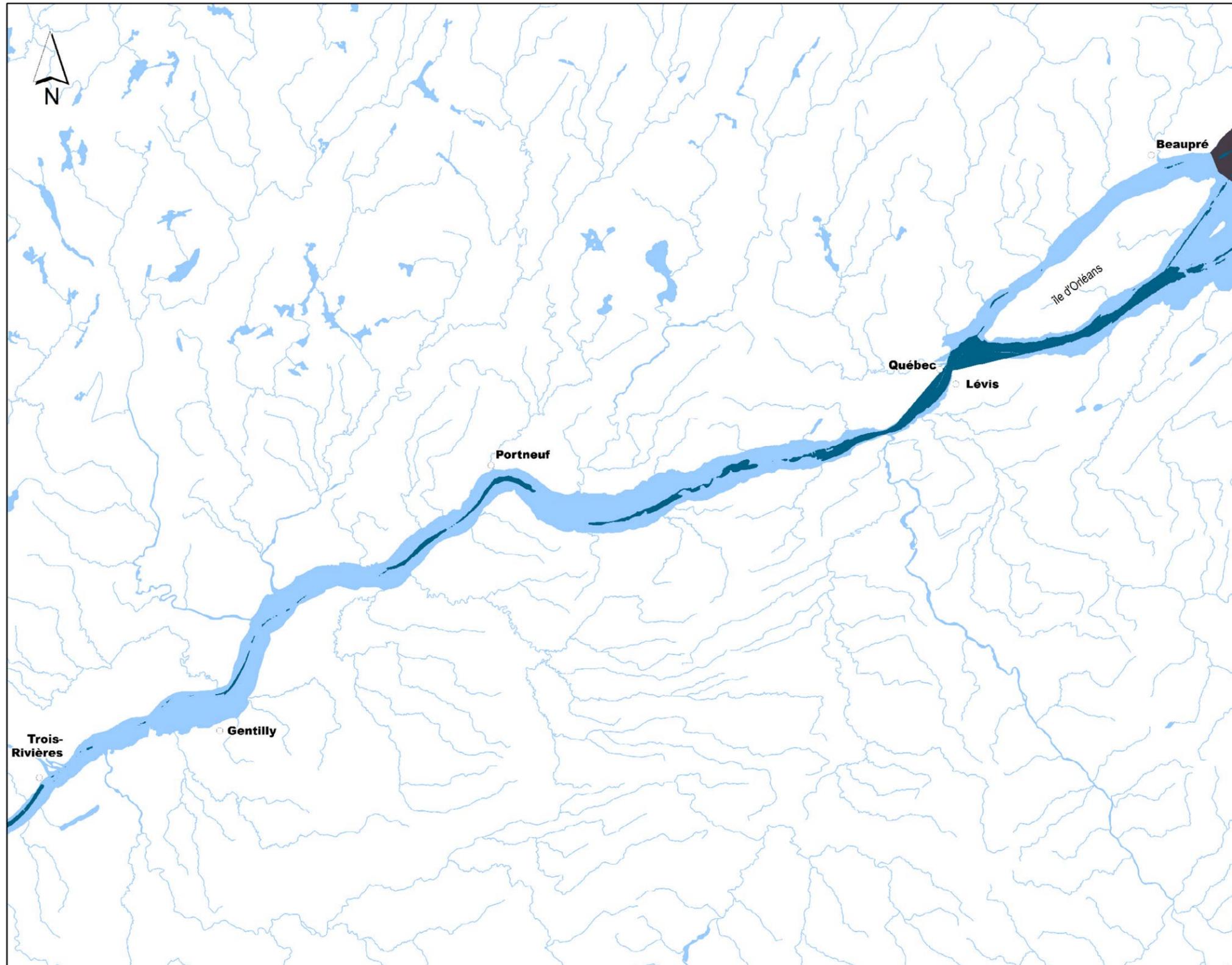
Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

© Gouvernement du Québec, juillet 2020



Québec

Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 27
Fosses profondes de plus de 15 m et zone de turbidité maximale
Estuaire fluvial

- Fosses profondes de plus de 15 m
- Zone de turbidité maximale
- Hydrographie
- Hors Québec

0 5 10 15 20 km

Métadonnées
 Système de référence : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Géodésique : Conique Conforme Lambert
 Projection cartographique :

Sources
 Données : Bases de données géographiques et administratives (BDGA) à l'échelle 1/1 000 000
 Fosse profonde : MFFP, 2019
 Zone de turbidité maximale : Morissette et al., 2016; Simons et autres, 2010

Organisme
 Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
 Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
 Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
 Universités Stanford, du Québec à Rimouski et Laval

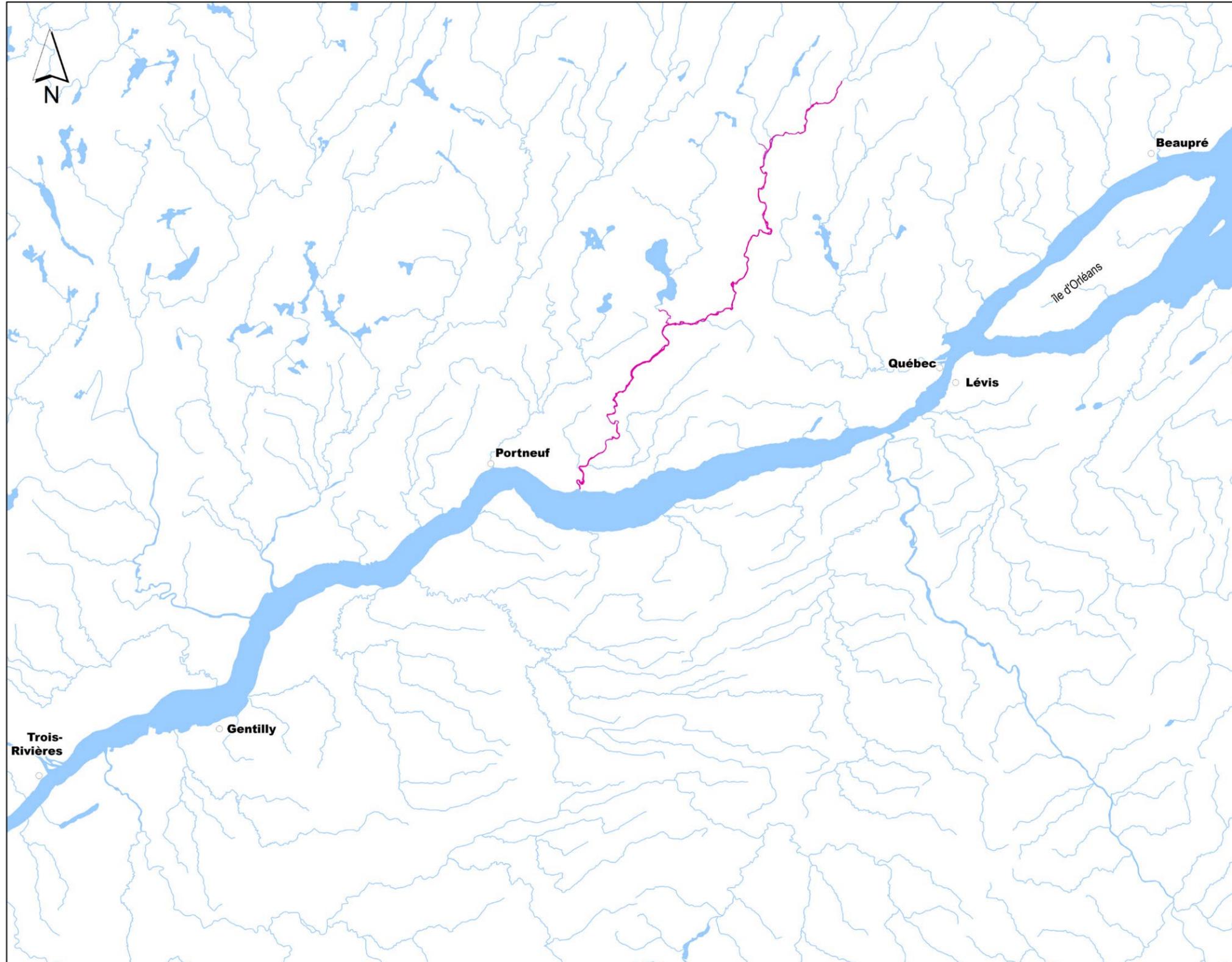
Réalisation
 Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

© Gouvernement du Québec, mars 2021



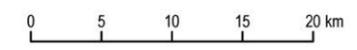
Québec

Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 28
Rivières à saumon
Estuaire fluvial

- Rivière à saumon
- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées
 Système de référence : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Géodésique : Conique Conforme Lambert
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

Sources
 Données : Base de données géographiques et administratives (BDGA) à l'échelle 1/1 000 000
 Géobase faune, 2020

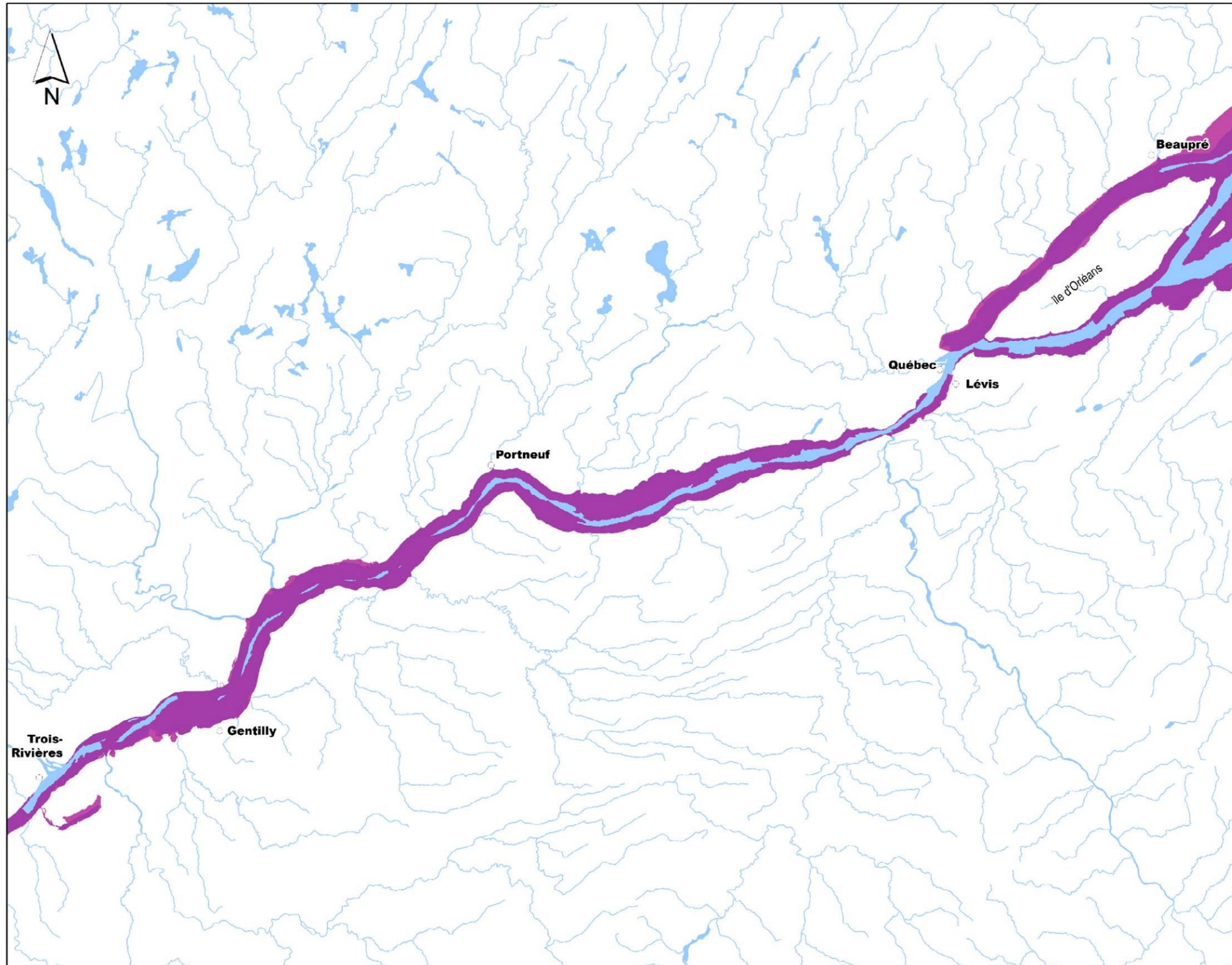
Organisme
 Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
 Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Réalisation
 Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

© Gouvernement du Québec, juillet 2020

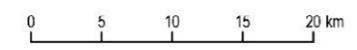


Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 29
Habitats d'importance pour l'avifaune
Estuaire fluvial

- Habitat aquatique d'importance pour l'avifaune
- Habitat riverain d'importance pour l'avifaune
- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées
 Système de référence Géodésique : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

Sources
 Base de données géographiques et administratives (BDCA) à l'échelle 1/1 000 000
 Habitat faunique du Québec, 2015
 Études biologiques, 1975
 ZICO, 2015
 Site d'intérêt faunique, 1994

Organisme
 Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
 Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
 Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent
 Oiseaux Canada
 Ministère de l'Environnement et de la Faune

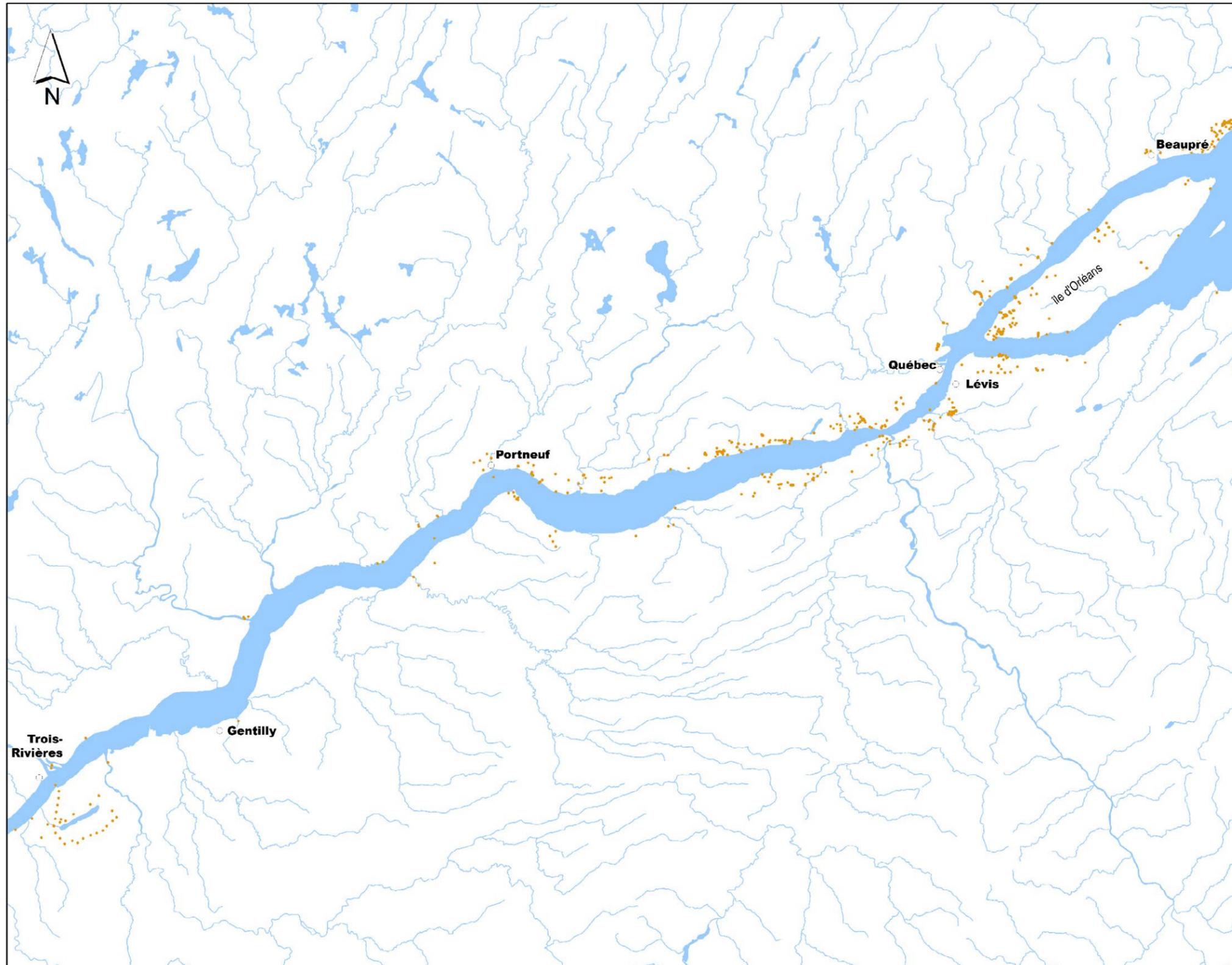
Réalisation
 Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

© Gouvernement du Québec, septembre 2020



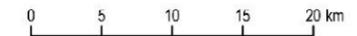
Québec

Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 30
Habitats d'importance
pour l'herpétofaune
Estuaire fluvial

- Habitat d'importance pour l'herpétofaune
- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées

Système de référence géographique : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

Sources

Données : Base de données géographiques et administratives (BDGA) à l'échelle 1/1 000 000
 Géolase faune, 2019
 Site d'intérêt faunique, 1994

Organisme : Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Ministère de l'Environnement et de la Faune

Réalisation

Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

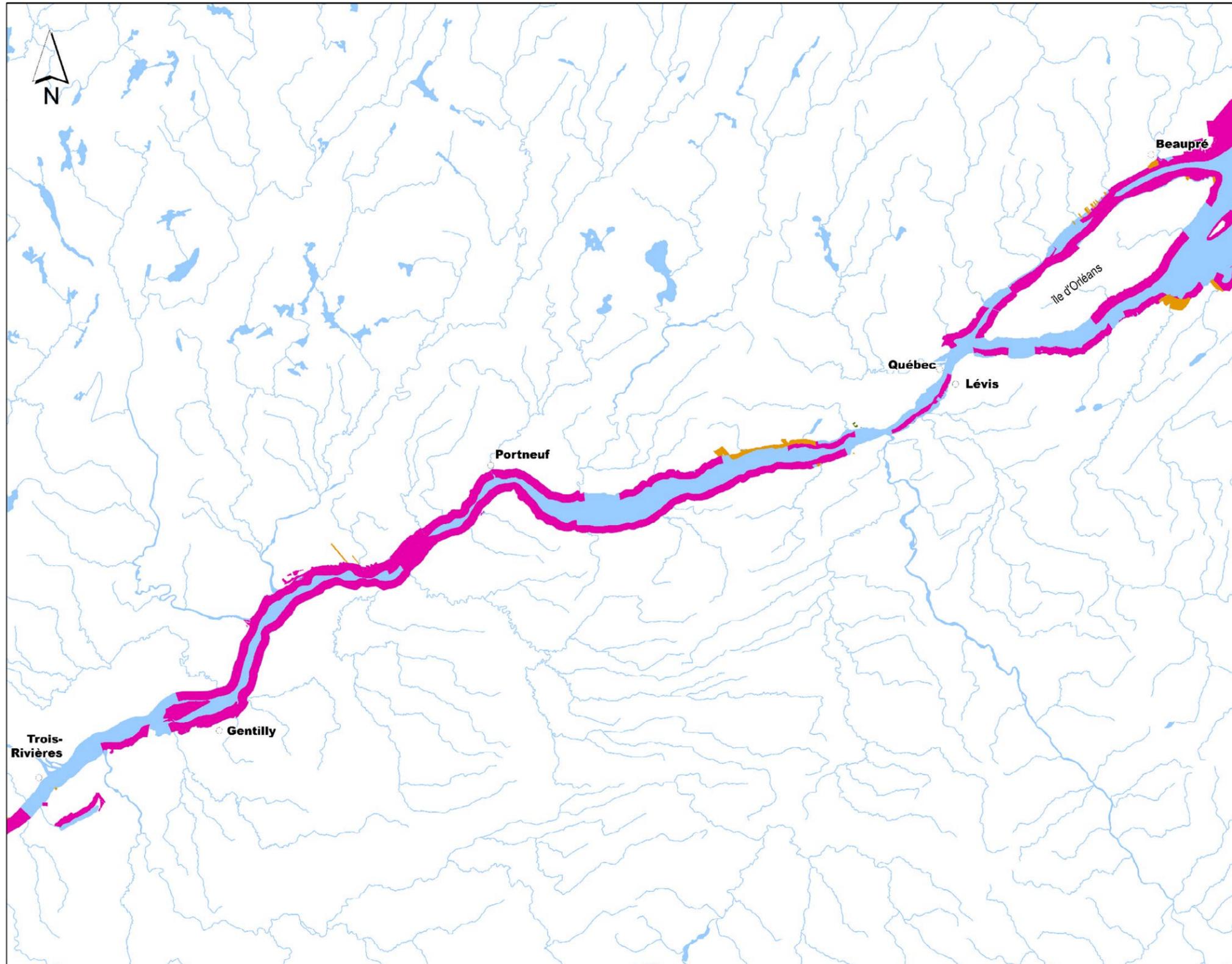
© Gouvernement du Québec, juillet 2020



Québec

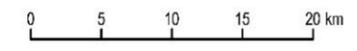
Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

© Gouvernement du Québec, deuxième trimestre 2020



Carte 31
Aires de protection
Estuaire fluvial

- Registre des aires protégées au Québec
- Territoires d'importance pour la conservation au Québec
- Répertoire des sites de conservation volontaire du Québec
- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées
 Système de référence Géodésique : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert I

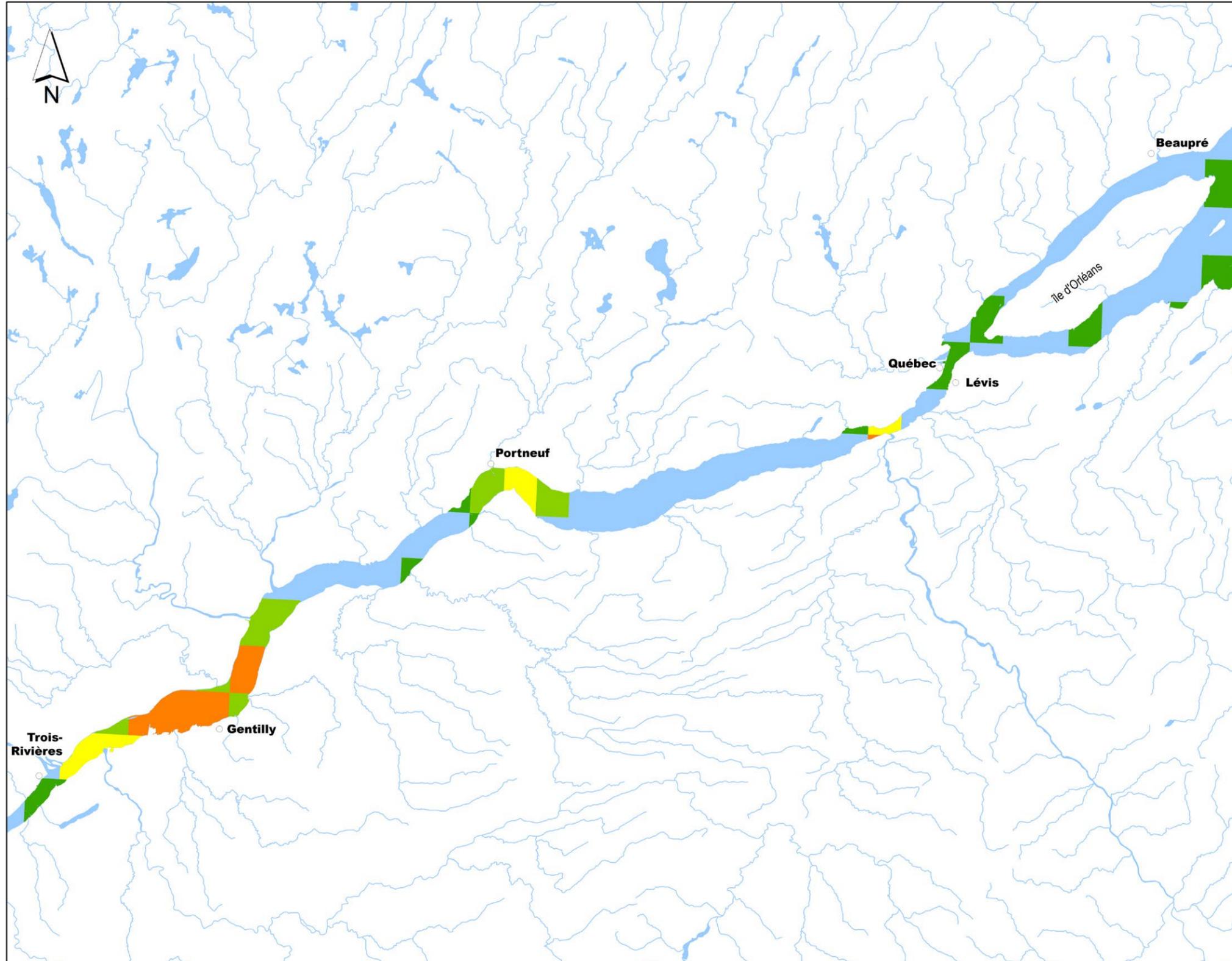
Sources
 Donnée : Registre des aires protégées au Québec
 Territoire d'importance pour la conservation au Québec : Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
 Répertoire des sites de conservation volontaire du Québec : Réseau de milieux naturels protégés du Québec
 Base de données topographiques et administrative (BOTA) à l'échelle 1:250 000 : Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

Réalisation
 Direction de la connaissance écologique, MELCC
 © Gouvernement du Québec, août 2020



Québec

Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 32
Nombre d'espèces aquatiques envahissantes observées de 1983 à 2019

Estuaire fluvial

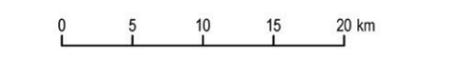
Nombre d'espèces aquatiques envahissantes

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Hydrographie

Hors Québec

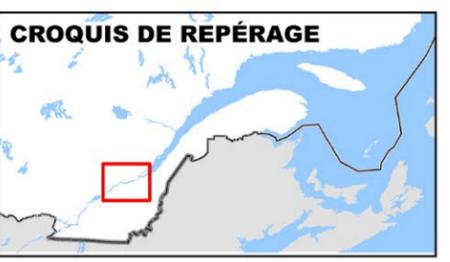
Notes : Les endroits où il n'y a pas de données sont généralement liés à une absence de suivi. De plus, le nombre d'espèces aquatiques envahissantes représentées sur la carte ne reflète pas nécessairement la situation actuelle (se référer au texte pour plus d'explications).



Métadonnées

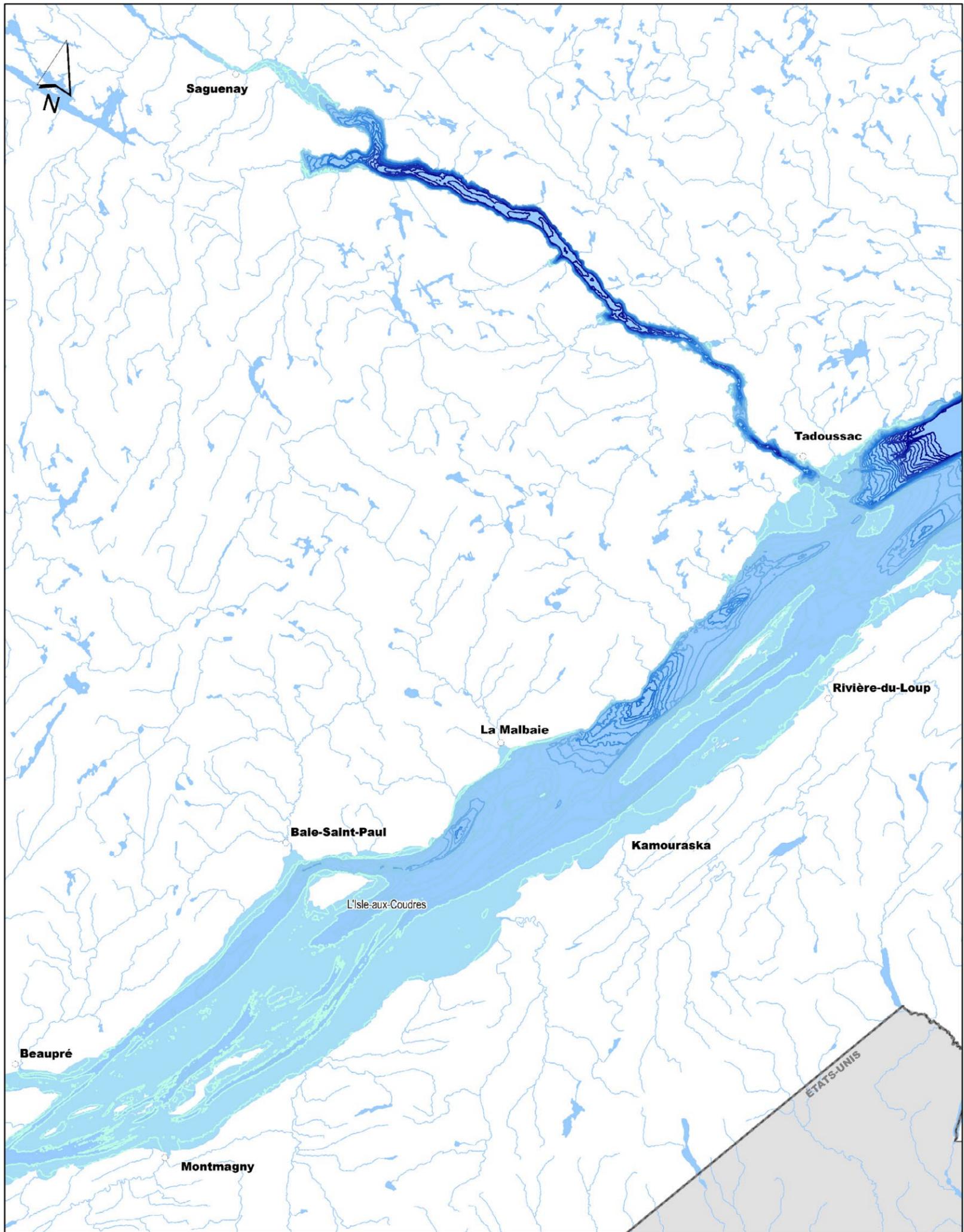
<p>Système de référence Géodésique Projection cartographique</p>	<p>NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84 Conique Conforme Lambert</p>
<p>Sources</p> <p>Données Base de données géographiques et administratives (BDGA) à l'échelle 1/1 000 000</p> <p>Géobase faune, 2019 Castañeda et autres, 2018</p>	<p>Organisme Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles</p> <p>Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs Université McGill et Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs</p>
<p>Réalisation Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP</p>	

© Gouvernement du Québec, mars 2021



Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

Estuaire moyen



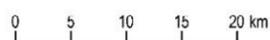
Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

© Gouvernement du Québec, deuxième trimestre 2020

Carte 33 Bathymétrie - Estuaire moyen

- 0 - 20 m
- 20 - 60 m
- 60 - 90 m
- 90 - 130 m
- 130 - 160 m
- 160 - 190 m
- 190 - 230 m
- > 230 m

- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées

Système de référence
Géodésique
Projection cartographique

NAD 83 compatible avec le
système mondial WGS 84
Conique Conforme Lambert

Sources

Données
Cellules bathymétriques destinées à des fins
autres que la navigation (NONNA-103)

Organisme

Service hydrographique du Canada

Base de données topographiques et
administrative (DDTA) à l'échelle 1/250 000

Ministère de l'Énergie et des
Ressources naturelles

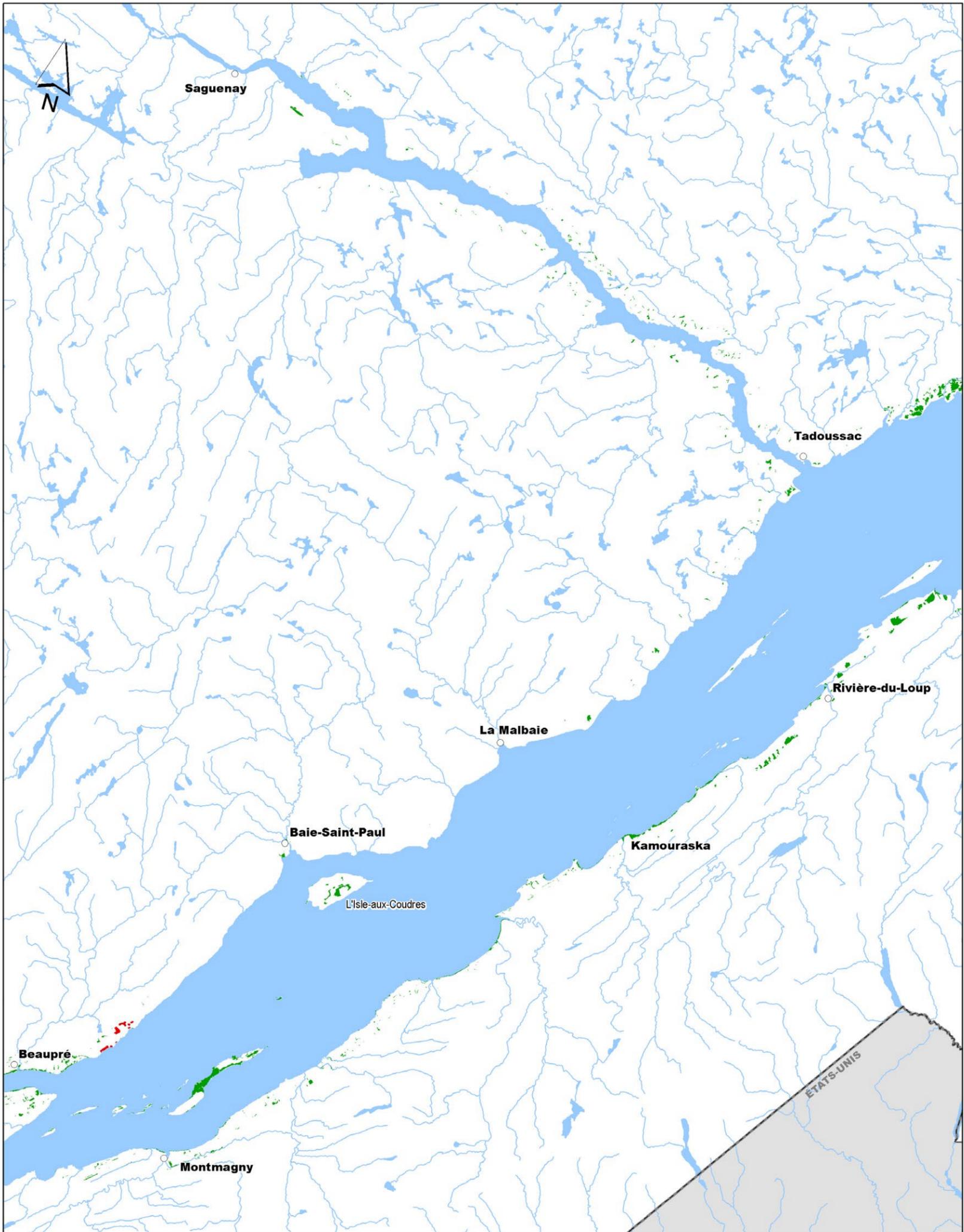
Réalisation

Direction de la connaissance écologique, MELCC
© Gouvernement du Québec, août 2020

CROQUIS DE REPÉRAGE



Québec



Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

© Gouvernement du Québec, deuxième trimestre 2020

Carte 34 Milieux forestiers et EFE - Estuaire moyen

Aires protégées

■ Écosystèmes forestiers exceptionnels

Utilisation du territoire

■ Milieux forestiers

■ Hydrographie

■ Hors Québec

Métadonnées

Système de référence
Géodésique
Projection cartographique

NAD 83 compatible avec le
système mondial WGS 84
Conique Conforme Lambert

Sources

Données
Base de données topographiques et
administrative (BDTA) à l'échelle 1/250 000

Organisme
Ministère de l'Énergie et des
Ressources naturelles

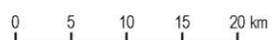
Utilisation du territoire
Registre des aires protégées au Québec

Ministère de l'Environnement et
de la Lutte contre les changements
climatiques

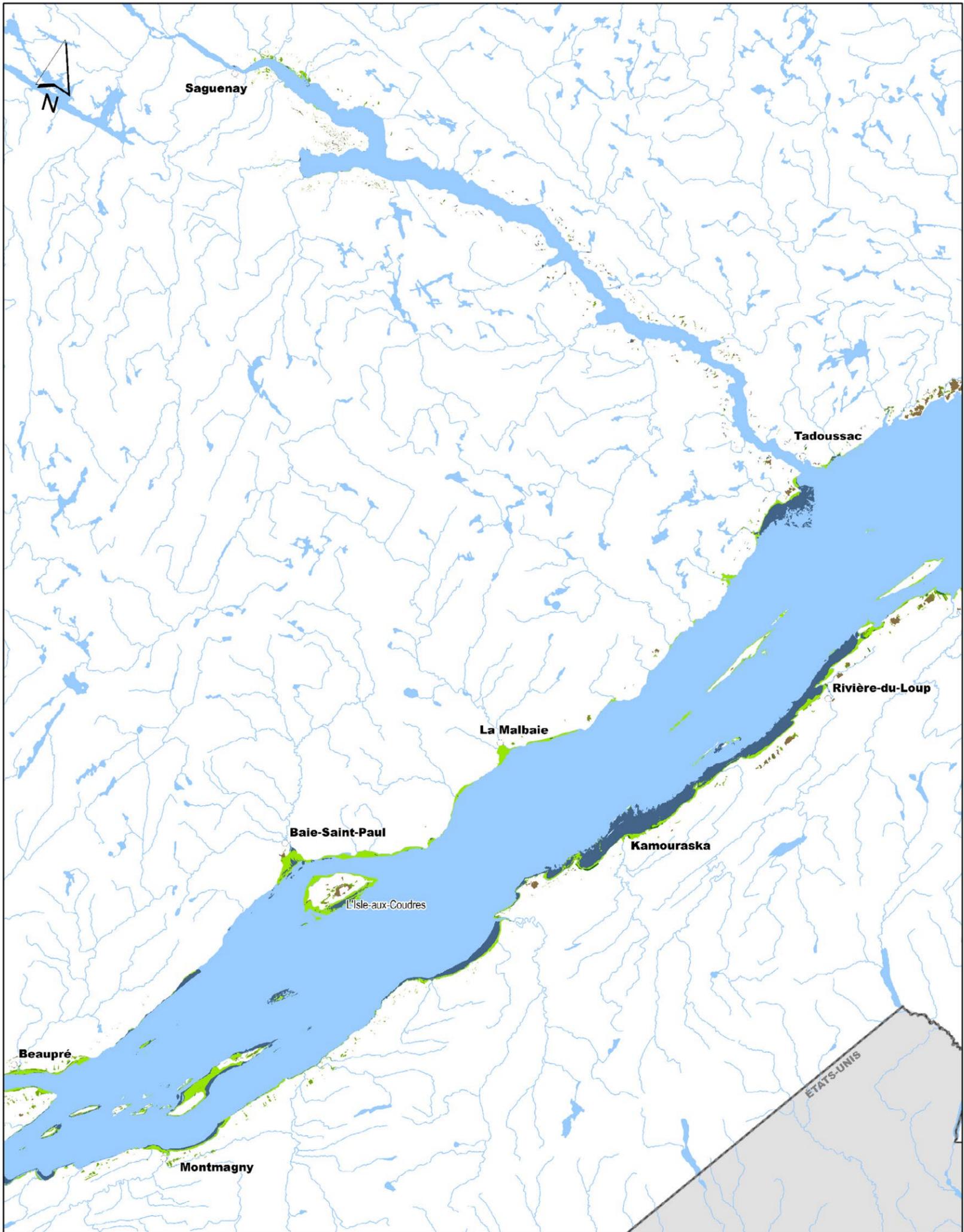
Réalisation

Direction de la connaissance écologique, MELCC
© Gouvernement du Québec, juillet 2020

CROQUIS DE REPÉRAGE



Québec



Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

© Gouvernement du Québec, deuxième trimestre 2020

Carte 35 Milieux humides potentiels - Estuaire moyen

- Milieux humides potentiels**
- Eau peu profonde
 - Marais
 - Marécage
 - Tourbière
 - Milieu humide non classé
 - Hydrographie
 - Hors Québec



Métadonnées

Système de référence
Cyclodisque
Projection cartographique

NAD 83 compatible avec le
système mondial WGS 84
Conique Conforme Lambert

Sources

Données
Base de données topographiques et
administrative (BDTA) à l'échelle 1:250 000
Milieux humides potentiels

Organisme

Ministère de l'Énergie et des
Ressources naturelles
Ministère de l'Environnement
et de la Lutte contre les
changements climatiques

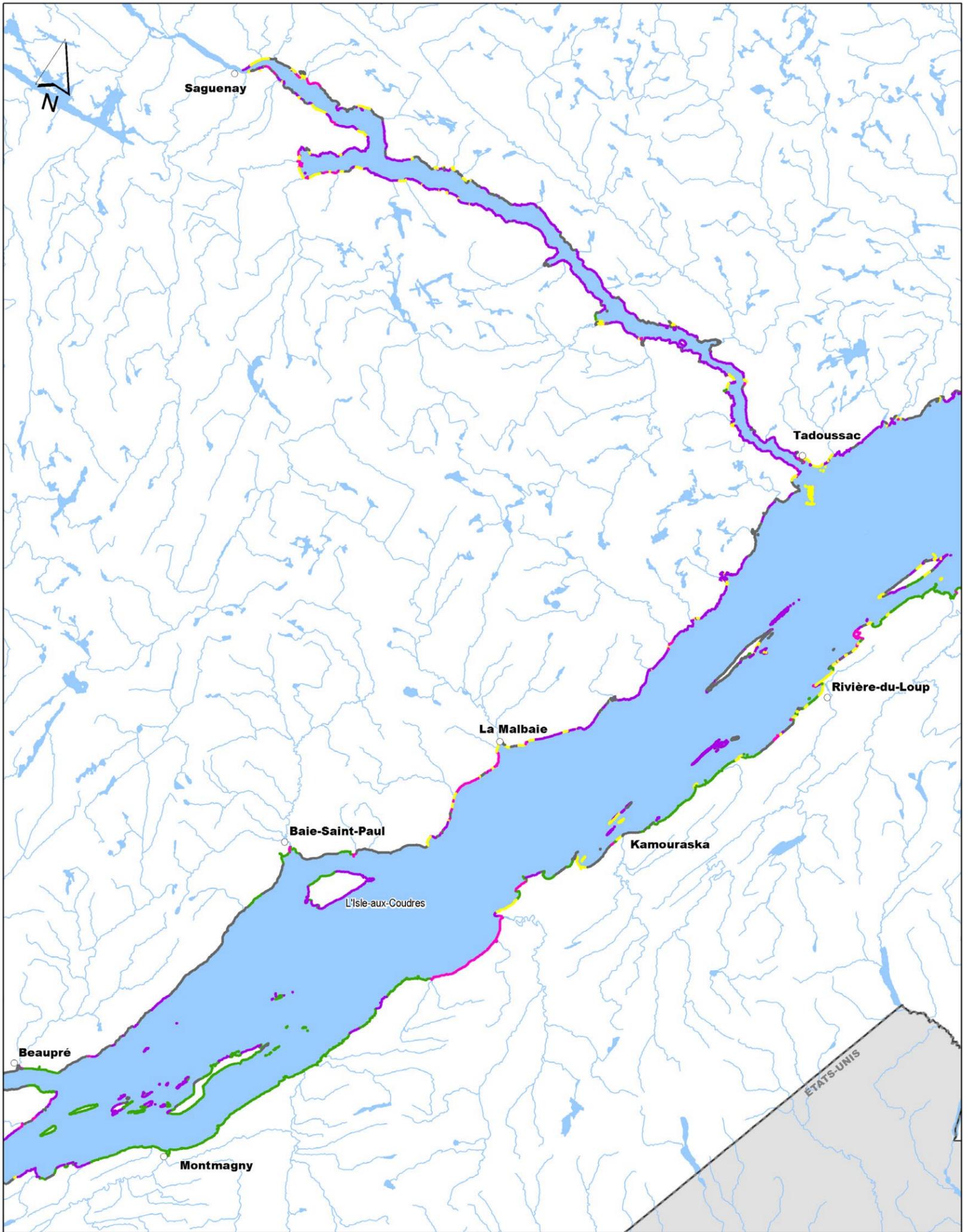
Réalisation

Direction de la connaissance écologique, MELCC
© Gouvernement du Québec, Juillet 2020

CROQUIS DE REPÉRAGE



Québec



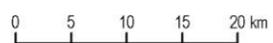
Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

© Gouvernement du Québec, deuxième trimestre 2020

Carte 36 Milieux littoraux - Estuaire moyen

Milieux littoraux

- Autres
- Berge végétalisée; Milieux humides
- Milieux sableux
- Milieux rocheux
- Anthropique
- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées

Système de référence
Géodésique
Projection cartographique

NAD 83 compatible avec le
système mondial WGS 84
Conique Conforme Lambert

Sources

Données
Base de données topographiques et
administrative (BDTA) à l'échelle 1/250 000
Classification du rivage

Organisme
Ministère de l'Énergie et des
Ressources naturelles
Environnement Changement
climatique Canada

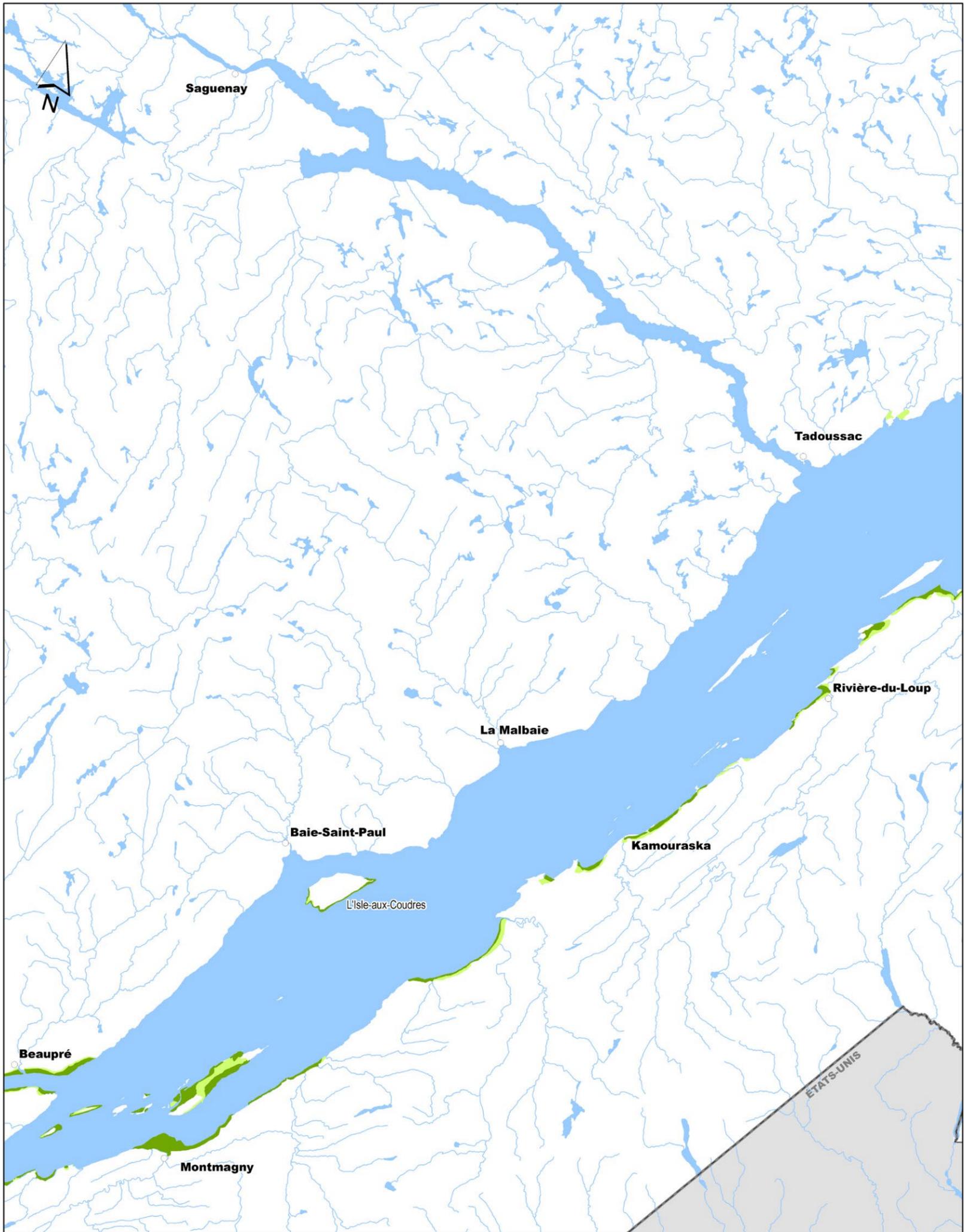
Réalisation

Direction de la connaissance écologique, MELCC
© Gouvernement du Québec, juillet 2020

CROQUIS DE REPÉRAGE



Québec



Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

© Gouvernement du Québec, deuxième trimestre 2020

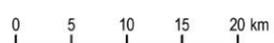
Carte 37 Herbiers aquatiques observés en 1975 - Estuaire moyen

Herbier aquatique

- Existence probable
- Existence connue

Hydrographie

Hors Québec



Métadonnées

Système de référence
Géodésique
Projection cartographique

NAD 83 compatible avec le
système mondial WGS 84
Conique Conforme Lambert

Sources

Données
Base de données géographiques et
administratives (BDGA)
à l'échelle 1/1 000 000

Organisme

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent,
1975

Dimension environnementale

Réalisation

Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

© Gouvernement du Québec, juillet 2020

CROQUIS DE REPÉRAGE



Québec



Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

© Gouvernement du Québec, premier trimestre 2021

Carte 38 Abondance ponctuelle des herbiers aquatiques observée de 1990 à 2019 - Estuaire moyen

Herbier aquatique

- Absence de plante
- Couvert végétal peu dense
- Couvert végétal moyennement dense
- Couvert végétal très dense

Hydrographie

Hors Québec

0 5 10 15 20 km

Métadonnées

Système de référence
Géodésique

Projection cartographique

Réalisation

Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

© Gouvernement du Québec, mars 2021

NAD 83 compatible avec le
système mondial WGS 84

Projection cartographique

Conique Conforme Lambert

Sources

Données

Base de données géographiques et
administratives (BDGA)

à l'échelle 1/1 000 000

Réseau de suivi ichtyologique, 2001-2019

Point ADNé, 2017-2019

Opération roseau, 2016

Sites de reproduction perchaude, 2015

Suivi rivière, 2009-2015

Côte, P.O., 2016

Habitat NOBI, 2016

Seine juvénile MOSA, 2012-2017

Organisme

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

COGESAF

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les
changements climatiques

Groupe Synergis

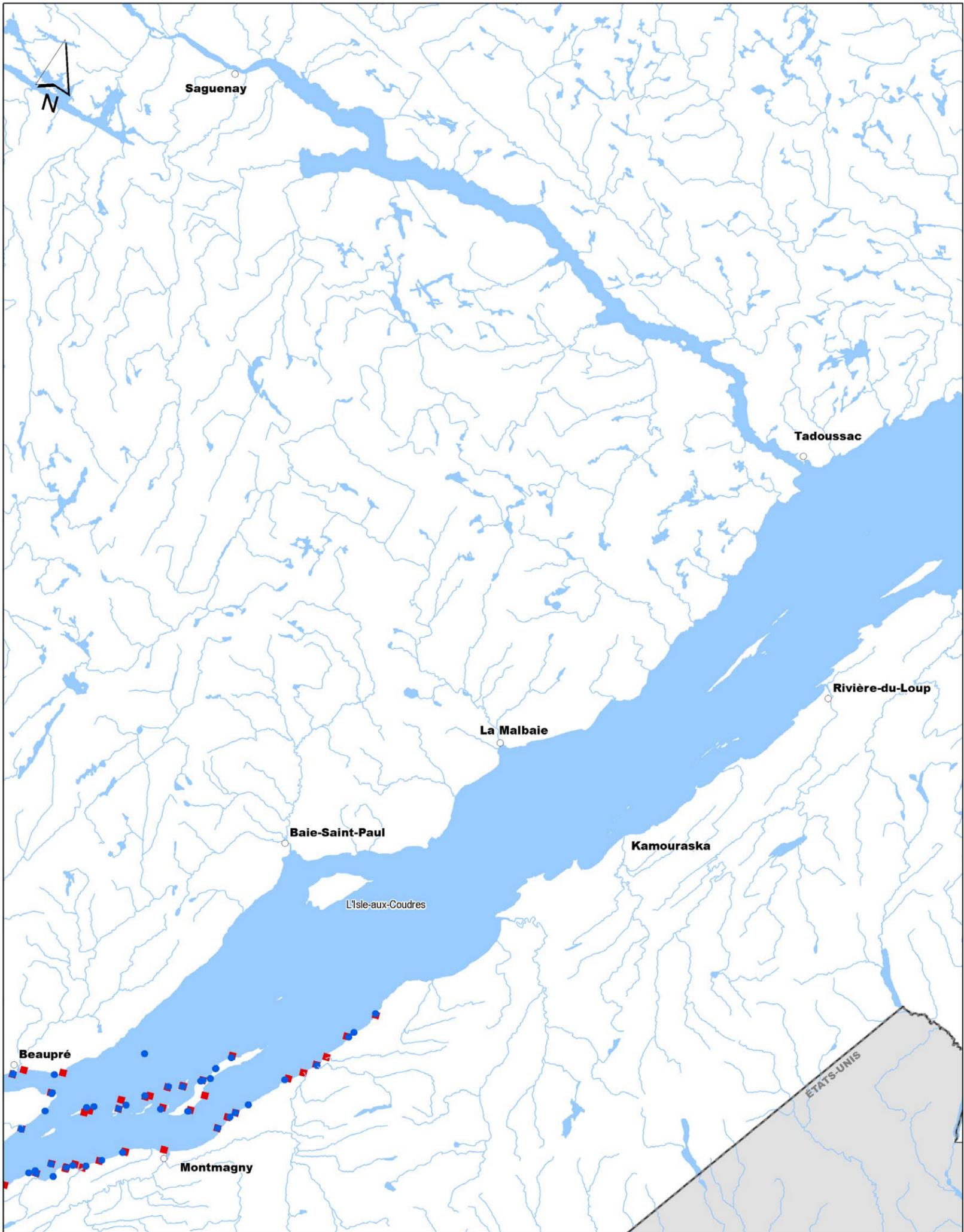
Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

CROQUIS DE REPÉRAGE



Québec



Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

© Gouvernement du Québec, troisième trimestre 2020

Carte 39 Flore endémique des milieux humides - Estuaire moyen

- Endémisme du Québec
- Endémisme du Canada
- ▲ Endémisme du Canada-États-Unis
- Hydrographie
- Hors Québec

0 5 10 15 20 km

Métadonnées

Système de référence
Géodésique
Projection cartographique

NAD 83 compatible avec le
système mondial WGS 84
Conique Conforme Lambert

Sources

Données
Centre de données sur le patrimoine naturel
du Québec, Mai 2020.

Organisme
Ministère de l'Environnement et de la Lutte
contre les changements climatiques

Base de données topographiques et
administrative (BDTA) à l'échelle 1/250 000

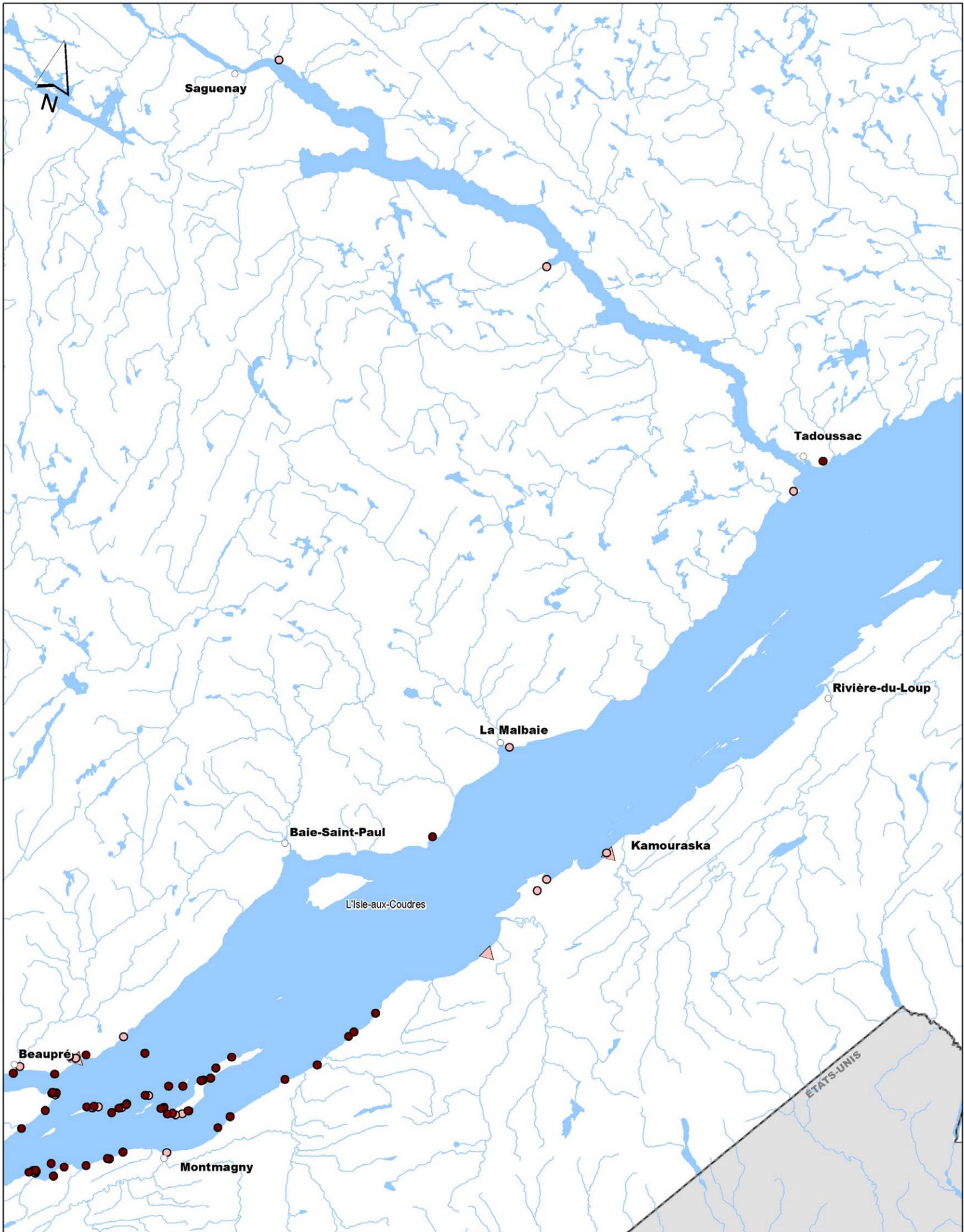
Ministère de l'Énergie et des
Ressources naturelles

Réalisation

Direction de la connaissance écologique, MELCC
© Gouvernement du Québec, septembre 2020



Québec



Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

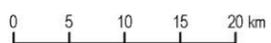
© Gouvernement du Québec, troisième trimestre 2020

Carte 40a Habitat d'une espèce à statut particulier - Estuaire moyen

Espèce floristique à statut

- Vasculaire susceptible
- Vasculaire vulnérable
- Vasculaire menacée
- △ Invasculaire susceptible

- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées

Système de référence
Géodésique
Projection cartographique

NAD 83 compatible avec le
système mondial WGS 84
Conique Conforme Lambert

Sources

Données
Base de données topographiques et
administrative (BDTA) à l'échelle 1/250 000
CDPNO floristique

Organisme
Ministère de l'Énergie et des
Ressources naturelles
Ministère de l'Environnement et
de la Lutte contre les
changements climatiques

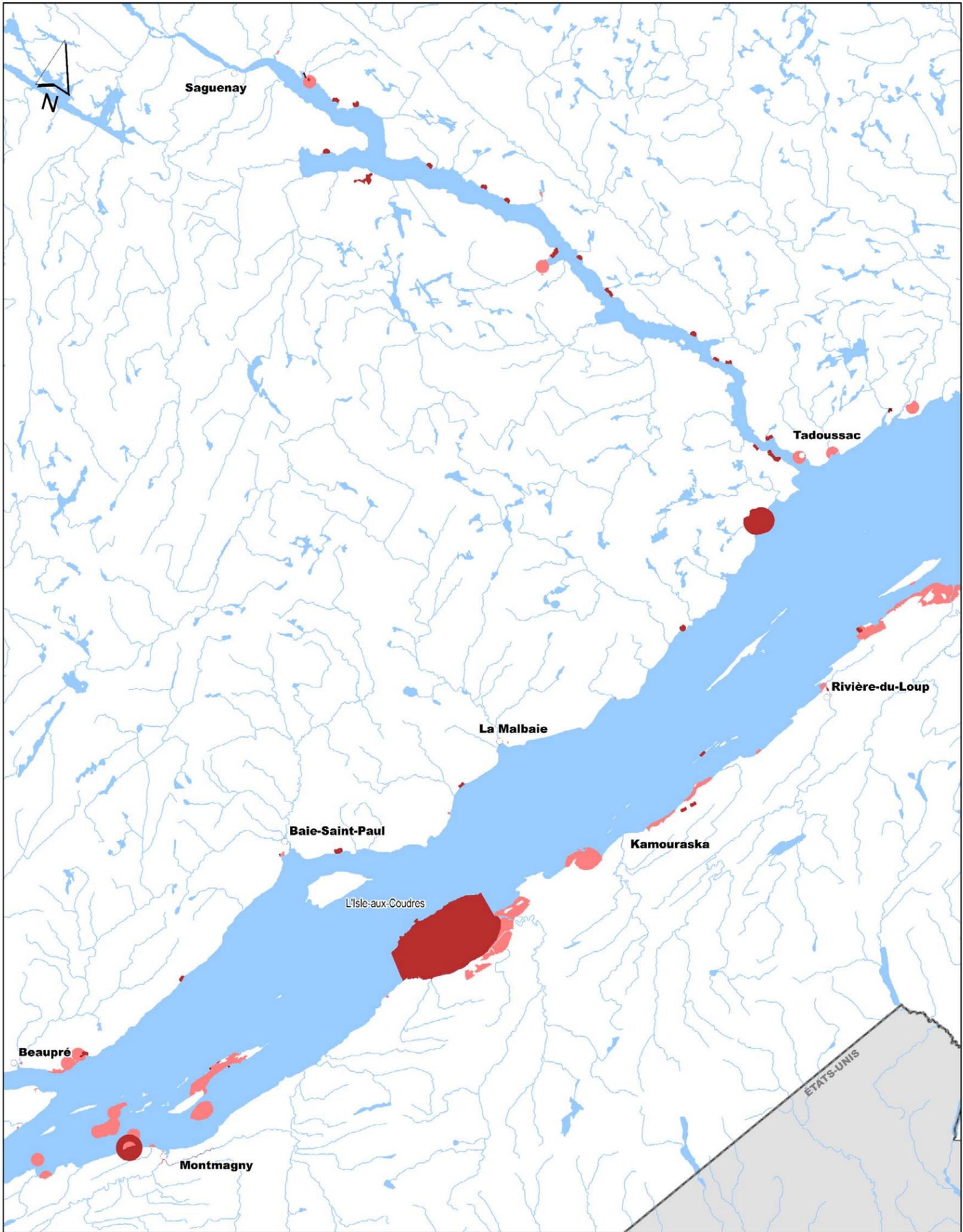
Réalisation

Direction de la connaissance écologique, MELCC
© Gouvernement du Québec, octobre 2020

CROQUIS DE REPÉRAGE



Québec



Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

© Gouvernement du Québec, troisième trimestre 2020

Carte 40b Habitat d'une espèce à statut particulier - Estuaire moyen

Espèce faunique à statut

- Susceptible
- Vulnérable
- Menacée

Hydrographie

Hors Québec

0 5 10 15 20 km

Métadonnées

Système de référence
Classique
Projection cartographique

NAD 83 compatible avec le
système mondial WGS 84
Conique Conforme Lambert

Sources

Données
Base de données géographiques et
administratives (BDGA)
à l'échelle 1/1 000 000

Organisme
Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

Espèce faunique à statut
Géobase faune, 2020

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Réalisation

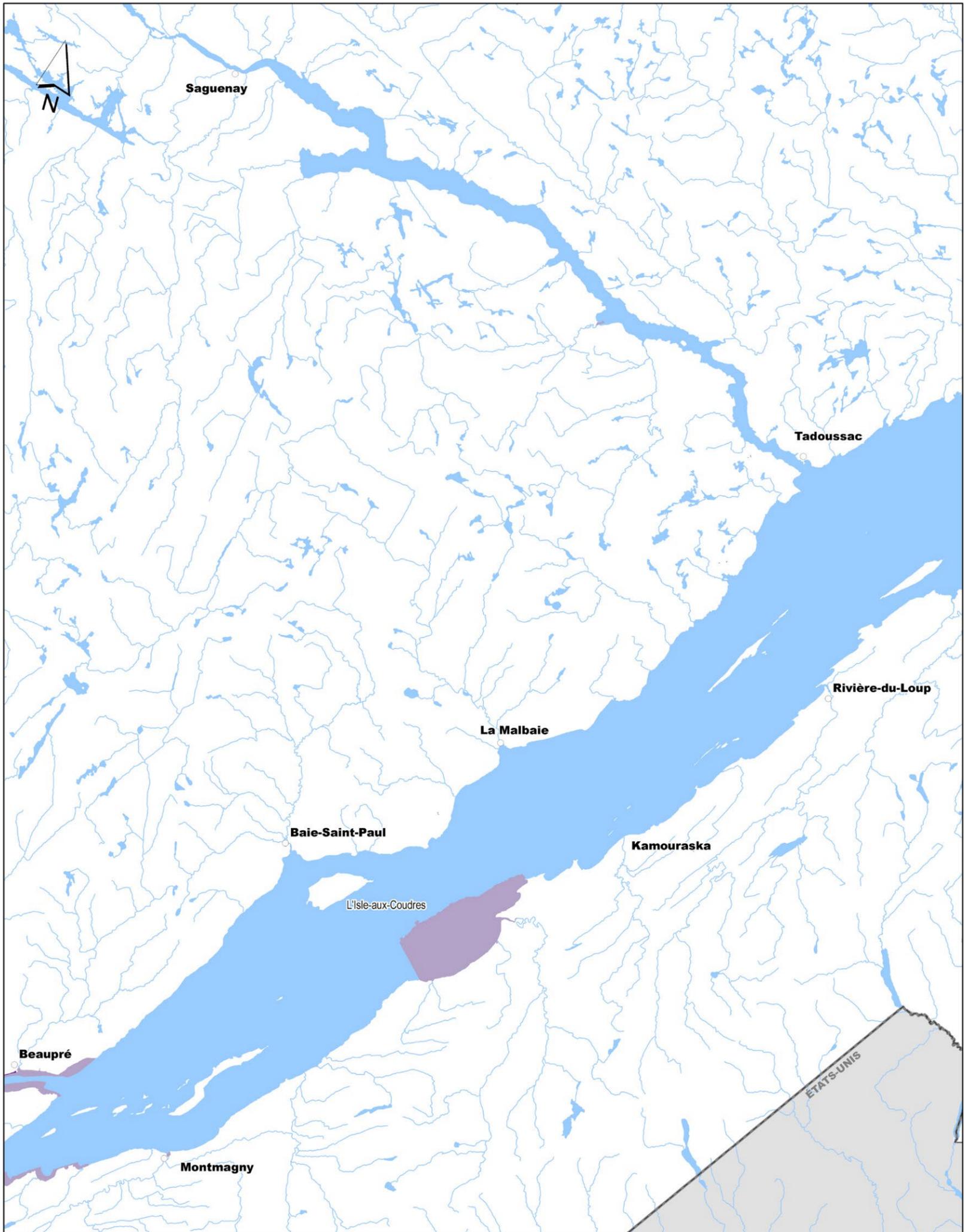
Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

© Gouvernement du Québec, septembre 2020

CROQUIS DE RÉPÉRAGE



Québec

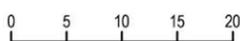


Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

© Gouvernement du Québec, deuxième trimestre 2020

Carte 41 Frayères des poissons du Saint-Laurent - Estuaire moyen

- Frayère (MFFP)
- Frayère (MPO)
- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées

Système de référence Géodésique
Projection cartographique

Sources

Données
Base de données géographiques et administratives (BDGA) à l'échelle 1/1 000 000

Base de données Frayères (MFFP)
Alliance Environnement GDG Conseil-Daniel Arbour & Associés, n.d.

Base de données Frayères, 2020

Benoit et autres, 1988

Bernatchez et autres, 2019

Bouchard, 1976

Géobase Faune, 2019

Habitats essentiels, 2013

L'Italien, 2017

NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
Conique Conforme Lambert

Organisme

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

Alliance Environnement GDG Conseil-Daniel Arbour & Associés

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Ministère des Ressources naturelles

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Mailhot et Morissette, 2012

Massé, 1974

MFFP, 2013

Mingelbier et Leclerc, 2001

Sites d'intérêt faunique, 1994

Société de la faune et des parcs du Québec, 2000

Valiquette et autres, 2016

Base de données Frayères (MPO)

Aloise savoureuse, 2015b

Épérian, 2019e

Esturgeon jaune, 2019c

Esturgeon noir, 2019d

Habitat essentiel, 2019f

Réalisation

Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

© Gouvernement du Québec, juillet 2020

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Ministère de l'Environnement et de la Faune

Société de la faune et des parcs du Québec

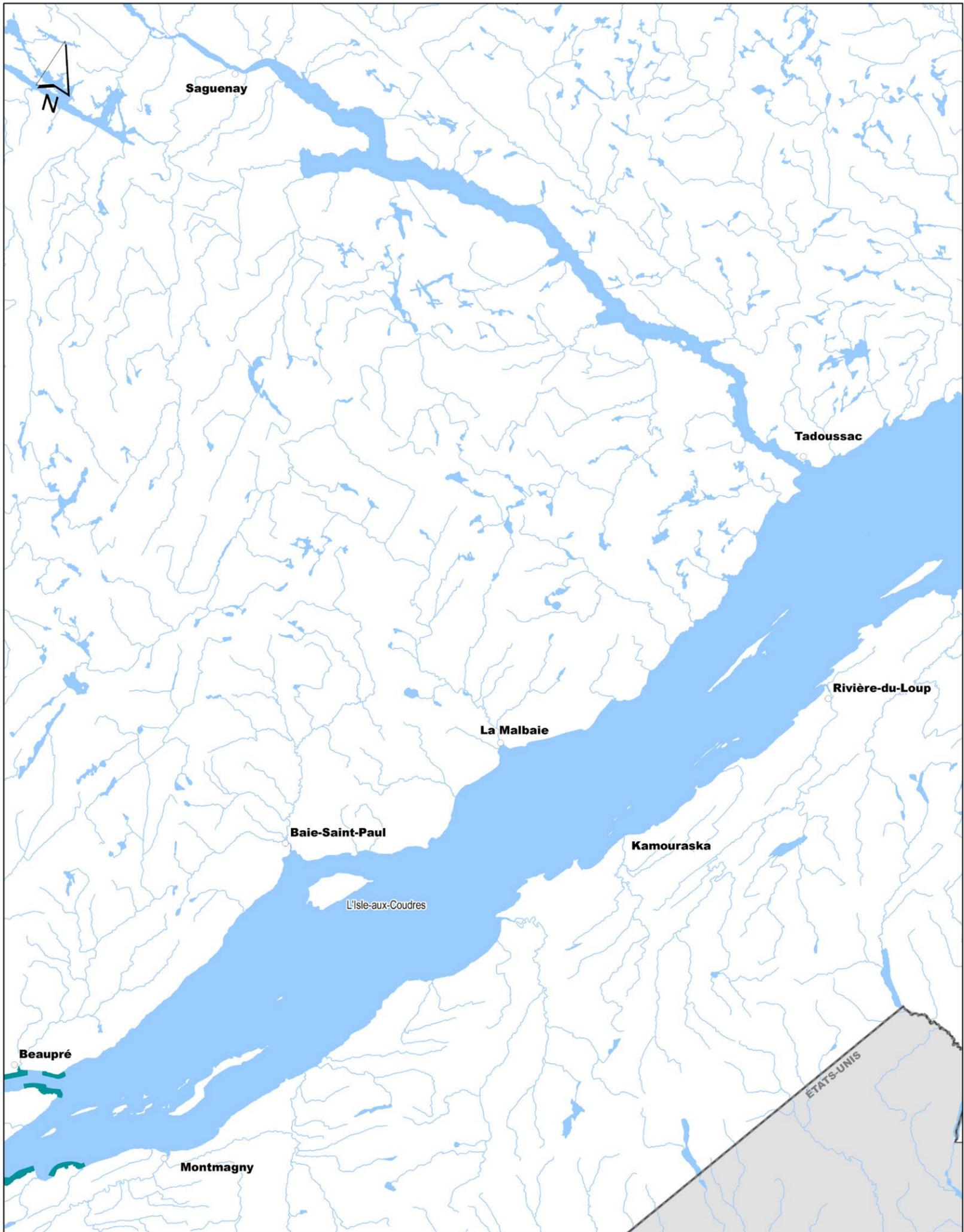
Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Ministère Pêches et Océans Canada

CROQUIS DE REPÉRAGE



Québec



Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

© Gouvernement du Québec, deuxième trimestre 2020

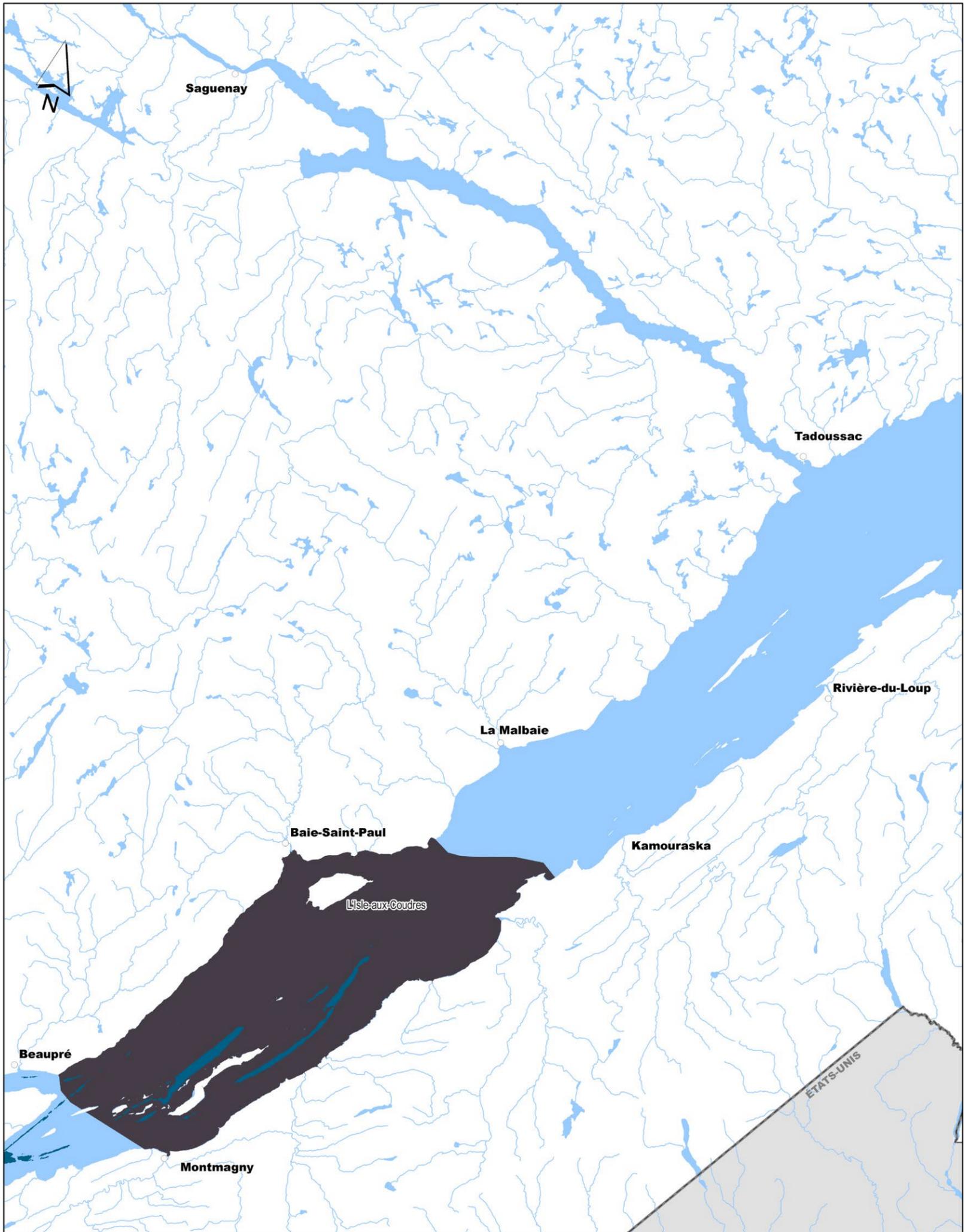
Carte 42 Aires d'alevinage des poissons d'eau douce - Estuaire moyen

	Métadonnées Système de référence Géodésique Projection cartographique	NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84 Conique Conforme Lambert	Réalisation Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP © Gouvernement du Québec, juillet 2020
	Sources Base de données géographiques et administratives (BDGA) à l'échelle 1/1 000 000 Mingelbier et Leclerc, 2001 Atlas chevalier cuirée, 2010 Base de données Poisson-Fleuve, 2019 Base de données Historique, 2019 Base de données Frayères, 2020 Habitats essentiels, 2013 Sites d'intérêt faunique, 1994 Argus, 2001	Organisme Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs Comité ZIP des Seigneuries Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs Ministère des Ressources naturelles Ministère de l'Environnement et de la Faune Commission de la Capitale nationale	

0 5 10 15 20 km



Québec



Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

© Gouvernement du Québec, premier trimestre 2021

Carte 43 Fosses profondes de plus de 15 m et zone de turbidité maximale - Estuaire moyen

-  Fosses profondes de plus de 15 m
-  Zone de turbidité maximale
-  Hydrographie
-  Hors Québec

0 5 10 15 20 km

Métadonnées

Système de référence
Géodésique
Projection cartographique

NAD 83 compatible avec le
système mondial WGS 84
Conique Conforme Lambert

Sources

Données
Base de données géographiques et
administratives (BDGA)
à l'échelle 1/1 000 000

Organisme

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

Fosse profonde

MFFP, 2019

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Zone de turbidité maximale

Morissette et autres, 2016

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Simons et autres, 2010

Universités Stanford, du Québec à Rimouski et Laval

Réalisation

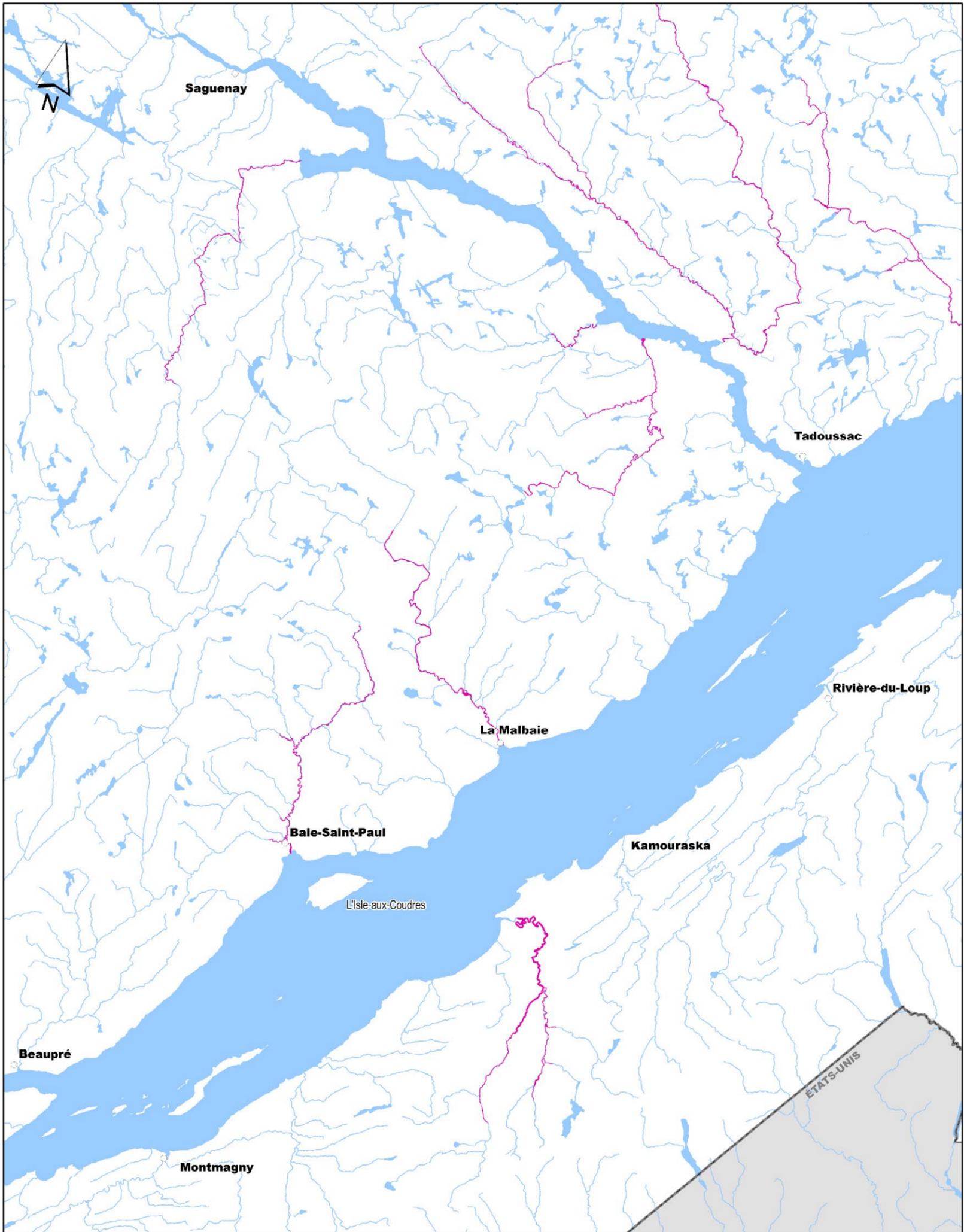
Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

CROQUIS DE REPÉRAGE



Québec 

© Gouvernement du Québec, mars 2021

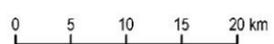


Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

© Gouvernement du Québec, troisième trimestre 2020

Carte 44 Rivières à saumon - Estuaire moyen

- Rivière à saumon
- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées

Système de référence
Géodésique
Projection cartographique

NAD 83 compatible avec le
système mondial WGS 84
Conique Conforme Lambert

Sources

Données
Base de données géographiques et
administratives (BDGA)
à l'échelle 1/1 000 000
Géobase faune, 2020

Organisme

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Réalisation

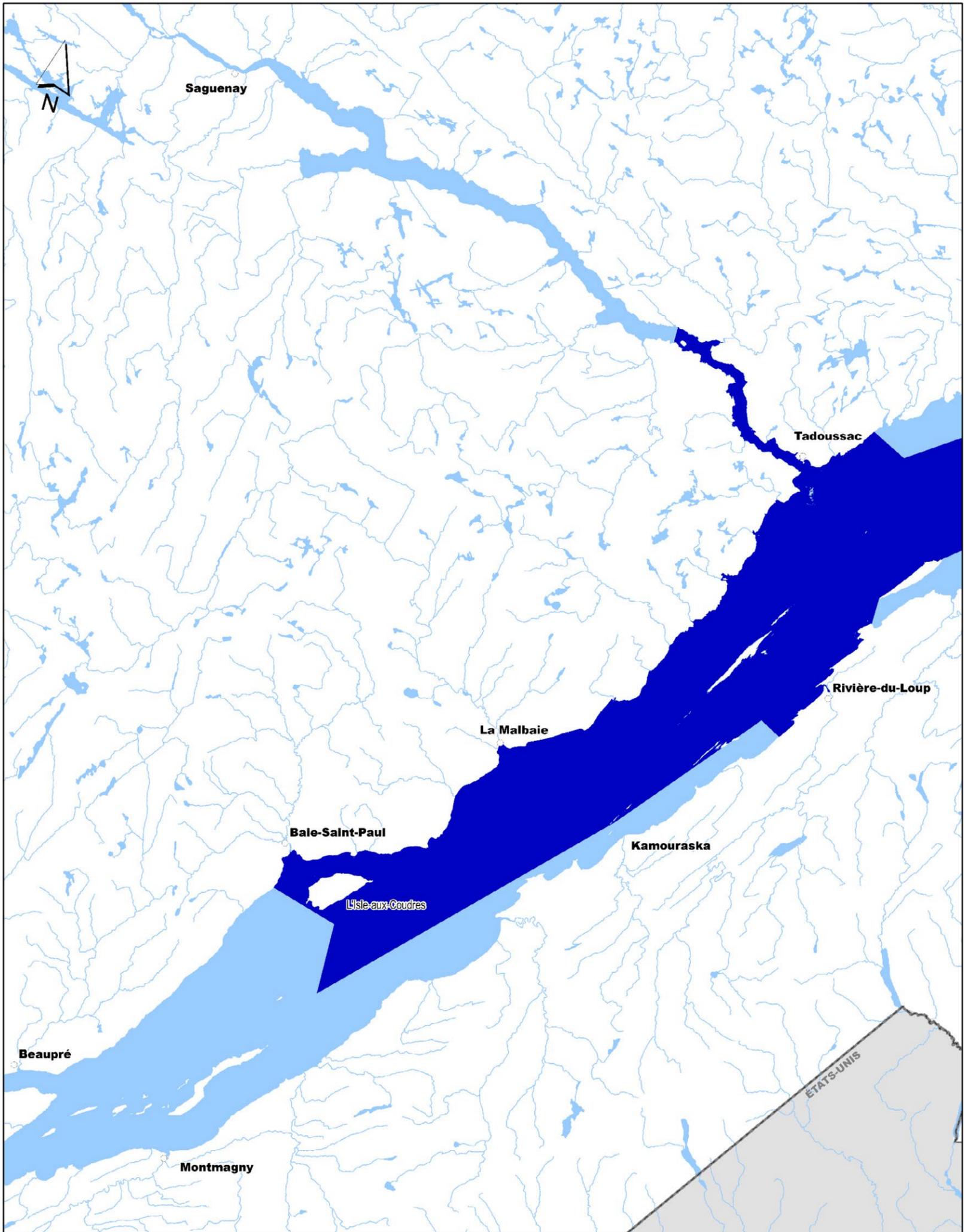
Direction de l'expertise sur la faune aquatique, M-F-P

© Gouvernement du Québec, septembre 2020

CROQUIS DE REPÉRAGE



Québec



Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

© Gouvernement du Québec, troisième trimestre 2020

Carte 45 Habitats d'importance pour le béluga - Estuaire moyen

- Habitat d'importance du béluga
- Hydrographie
- Hors Québec

0 5 10 15 20 km

Métadonnées

Système de référence
Géodésique
Projection cartographique

NAUT 83 compatible avec le
système mondial WGS 84
Conique Conforme Lambert

Sources

Données
Base de données géographiques et
administratives (BDGA)
à l'échelle 1/1 000 000

Organisme
Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
Ministère Pêches et Océans Canada
Ministère Pêches et Océans Canada

Habitat essentiel du béluga, 2019

Site d'intérêt écologique, 2016

Réalisation

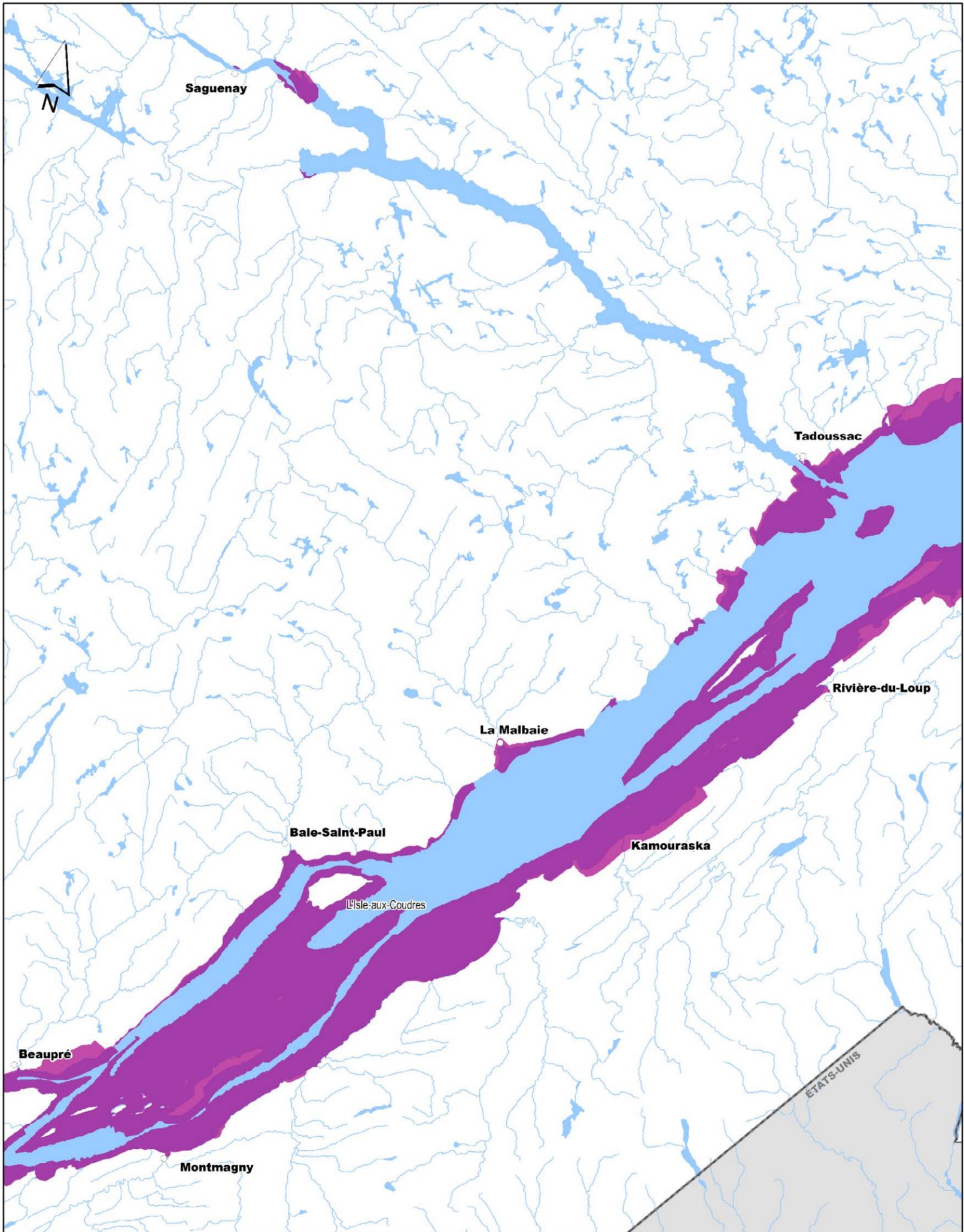
Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

© Gouvernement du Québec, septembre 2020

CROQUIS DE REPÉRAGE



Québec

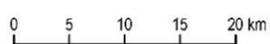


Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

© Gouvernement du Québec, troisième trimestre 2020

Carte 46 Habitats d'importance pour l'avifaune - Estuaire moyen

- Habitat aquatique d'importance pour l'avifaune
- Habitat riverain d'importance pour l'avifaune
- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées

Système de référence
Géodésique
Projection cartographique

NAD 83 compatible avec le
système mondial WGS 84
Conique Conforme Lambert

Sources

Données
Base de données géographique et
administratives (BDGA)
à l'échelle 1/1 000 000

Organisme
Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

Habitat faunique du Québec, 2015

Études biologiques, 1975

ZICO, 2015

Site d'intérêt faunique, 1994

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Comité d'étude sur le foueue Saint-Laurent

Oiseaux Canada

Ministère de l'Environnement et de la Faune

Réalisation

Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

CROQUIS DE REPÉRAGE



Québec

© Gouvernement du Québec, septembre 2020

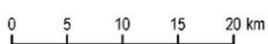


Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

© Gouvernement du Québec, deuxième trimestre 2020

Carte 47 Habitats d'importance pour l'herpétofaune - Estuaire moyen

- Habitat d'importance pour l'herpétofaune
- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées

Système de référence
Géodésique
Projection cartographique

NAD 83 compatible avec le
système mondial WGS 84
Conique Conforme Lambert

Sources

Données
Base de données géographiques et
administratives (BDCA)
à l'échelle 1/1 000 000

Organisme
Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

Géobase faune, 2019
Site d'intérêt faunique, 1984

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Ministère de l'Environnement et de la Faune

Réalisation

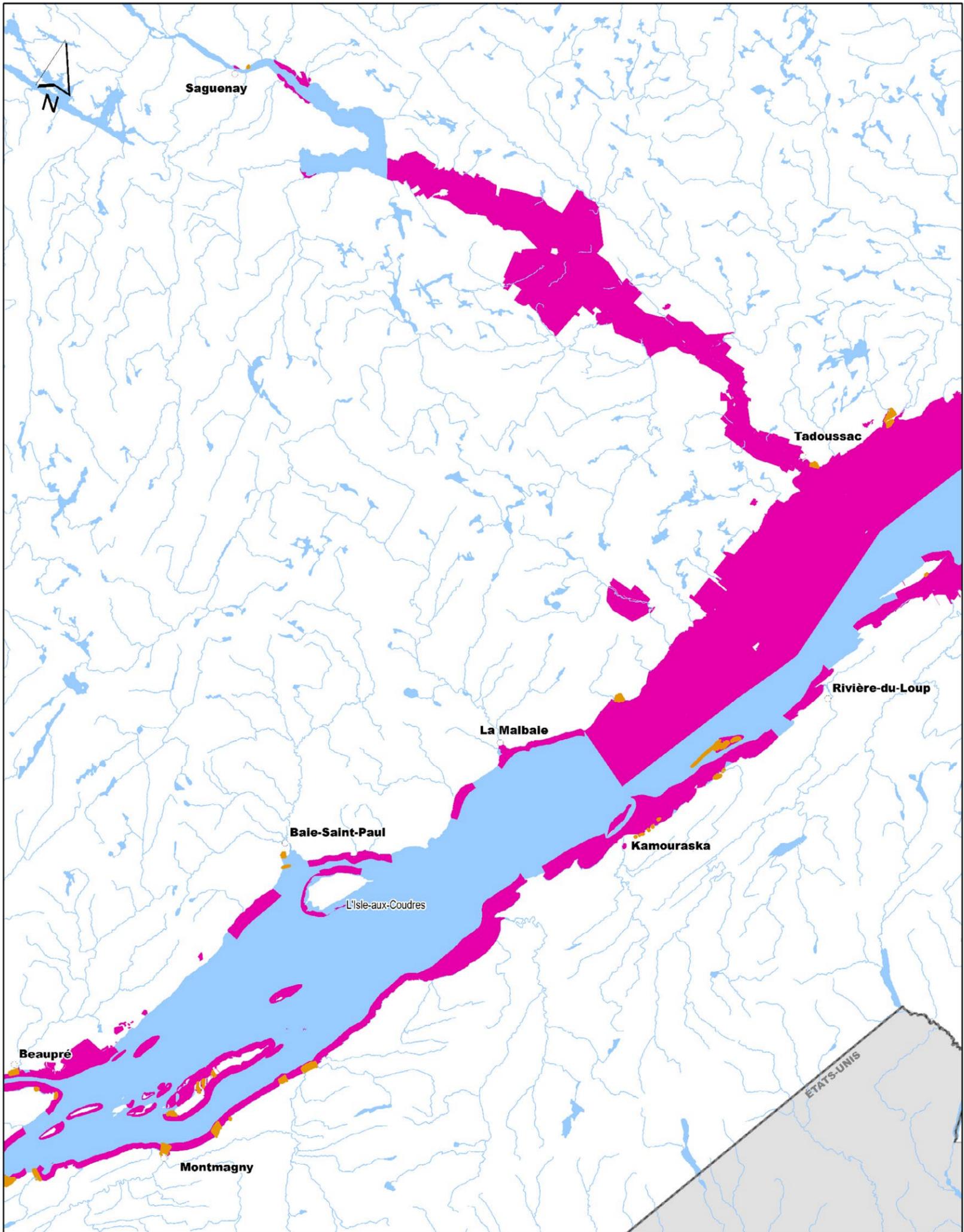
Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

© Gouvernement du Québec, juillet 2020

CROQUIS DE REPÉRAGE



Québec



Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

© Gouvernement du Québec, deuxième trimestre 2020

Carte 48 Aires de protection - Estuaire moyen

- Registre des aires protégées au Québec
- Territoires d'importance pour la conservation au Québec
- Répertoire des sites de conservation volontaire du Québec
- Hydrographie
- Hors Québec

0 5 10 15 20 km

Métadonnées

Système de référence Géodésique
Projection cartographique

NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
Conique Conforme Lambert

Sources

Données
Registre des aires protégées au Québec

Organisme
Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Territoires d'importance pour la conservation au Québec

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Répertoire des sites de conservation volontaire du Québec

Réseau de milieux naturels protégés

Base de données topographique et administrative (BDTA) à l'échelle 1:250 000

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

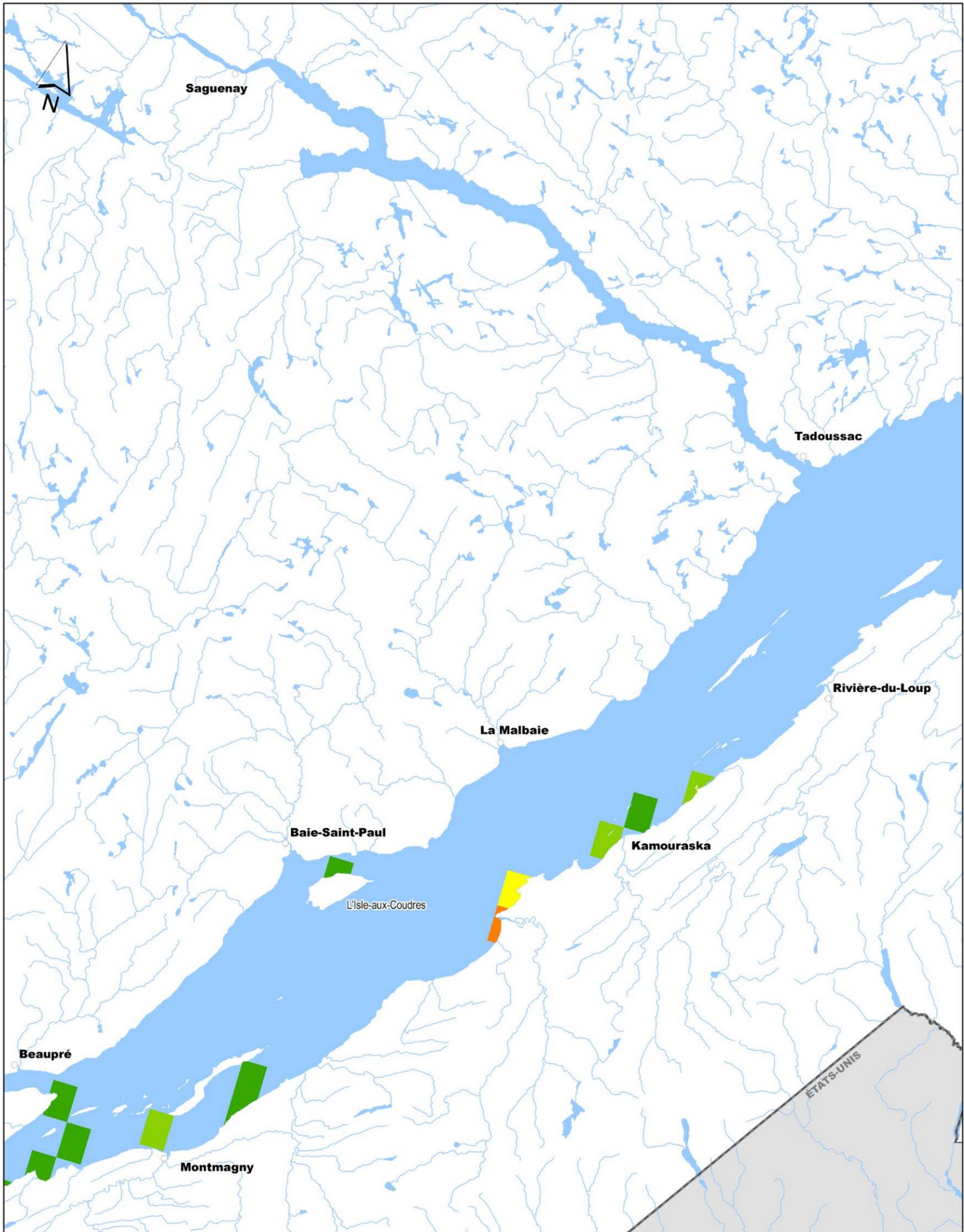
Réalisation

Direction de la connaissance écologique, MELCC
© Gouvernement du Québec, août 2020

CROQUIS DE REPÉRAGE



Québec



Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

© Gouvernement du Québec, premier trimestre 2021

Carte 49 Nombre d'espèces aquatiques envahissantes observées de 1983 à 2019 - Estuaire moyen

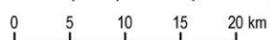
Nombre d'espèces aquatiques envahissantes



Hydrographie

Hors Québec

Notes : Les endroits où il n'y a pas de données sont généralement liés à une absence de suivi. De plus, le nombre d'espèces aquatiques envahissantes représentées sur la carte ne reflète pas nécessairement la situation actuelle (se référer au texte pour plus d'explications).



Métadonnées

Système de référence Géodésique
Projection cartographique

NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
Conique Conforme Lambert

Sources

Données
Base de données géographiques et administratives (BDGA) à l'échelle 1/1 000 000
Géobase faune, 2019
Castañeda et autres, 2018

Organisme
Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Université McGill et Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs

Réalisation

Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

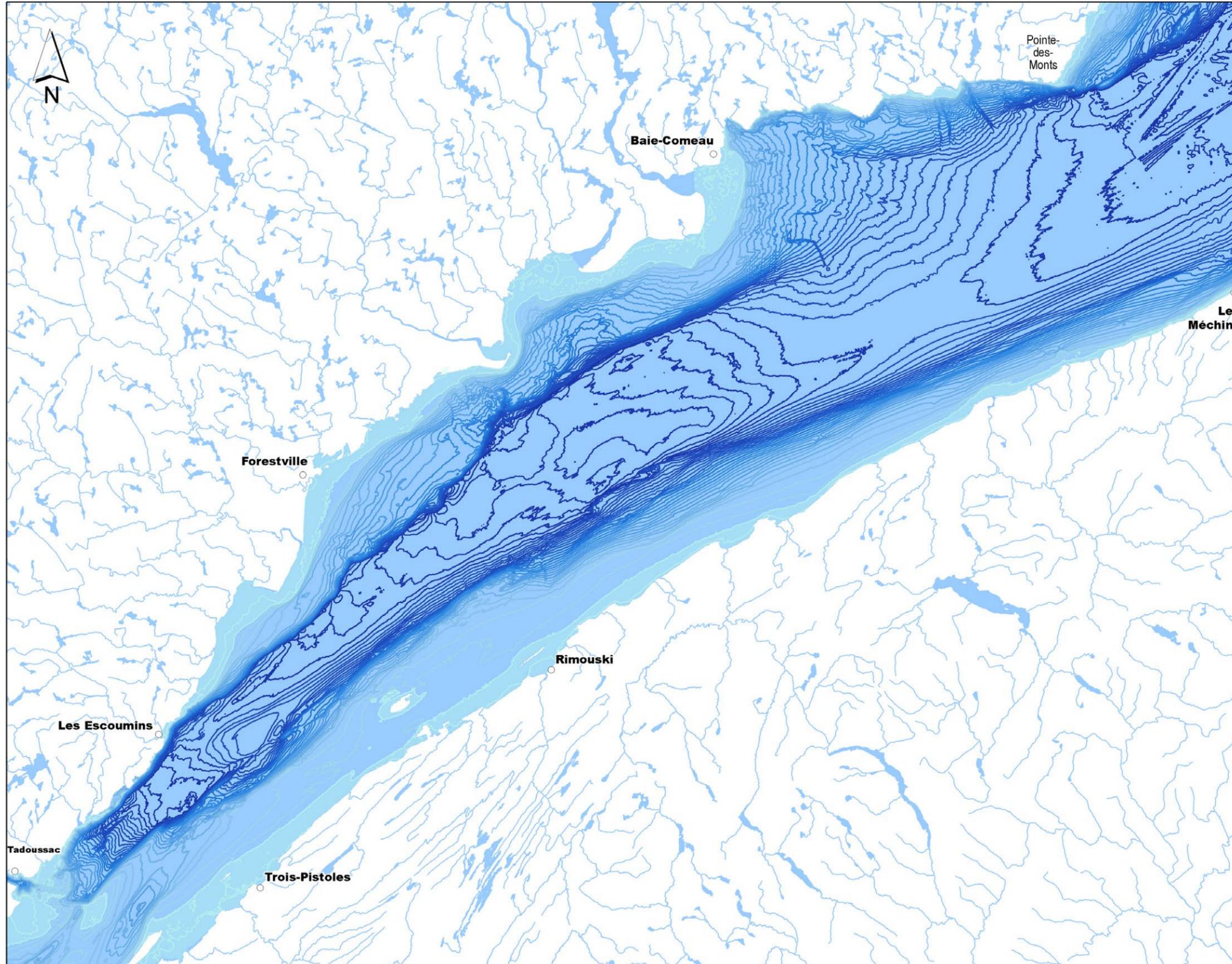
© Gouvernement du Québec, mars 2021

CROQUIS DE REPÉRAGE



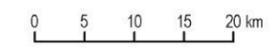
Québec

Estuaire maritime



Carte 50
Bathymétrie
Estuaire maritime

- 0 - 20 m
- 20 - 40 m
- 40 - 60 m
- 60 - 90 m
- 90 - 130 m
- 130 - 160 m
- 160 - 190 m
- 190 - 230 m
- 230 - 300 m
- 300 - 370 m
- 370 - 400 m
- > 400 m
- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées
Système de référence Géodésique : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

Sources
Données : Service hydrographique Canada autres que la navigation (NCHNA-100)

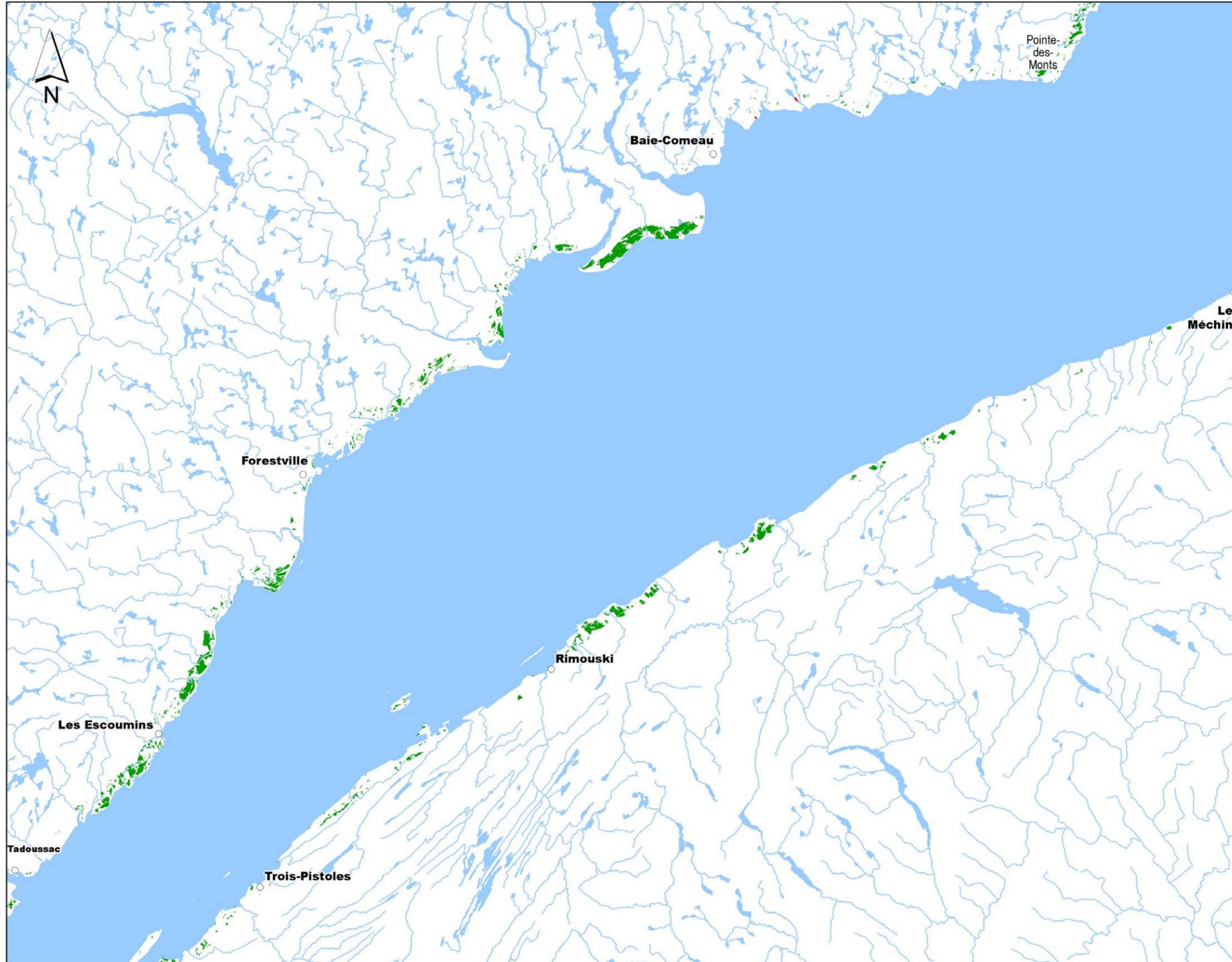
Données
Organisme : Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

Réalisation
Direction de la connaissance écologique, MELCC
© Gouvernement du Québec, août 2020



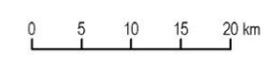
Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

© Gouvernement du Québec, deuxième trimestre 2020



Carte 51
Milieux forestiers et EFE
Estuaire maritime

- Utilisation du territoire**
- Milieux forestiers
- Aires protégées**
- Ecosystèmes forestiers exceptionnels
 - Hydrographie
 - Hors Québec



Métadonnées

<p>Système de référence Géodésique Projection cartographique</p>	<p>NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84 Conique Conforme Lambert</p>
---	---

Sources

<p>Données Base de données topographiques et administrative (BDTA) à l'échelle 1/250 000</p>	<p>Organisme Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles</p>
<p>Utilisation du territoire Registre des aires protégées au Québec</p>	<p>Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques</p>

Réalisation
 Direction de la connaissance écologique, MELCC
 © Gouvernement du Québec, juillet 2020

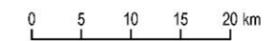


Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 52
Milieux humides potentiels
Estuaire maritime

- Milieux humides potentiels**
- Eau peu profonde
 - Marais
 - Marécage
 - Tourbière
 - Milieu humide non classé
 - Hydrographie
 - Hors Québec



Métadonnées

Système de référence
 Géodésique NAD 83 compatible avec le
 Projection cartographique système mondial WGS 84
 Conique Conforme Lambert

Sources

Données Base de données topographiques et
 administrative (BDTA) à l'échelle 1:250 000

Organisme Ministère de l'Énergie et des
 Ressources naturelles

Milieux humides potentiels
 Ministère de l'Environnement
 et de la Lutte contre les
 changements climatiques

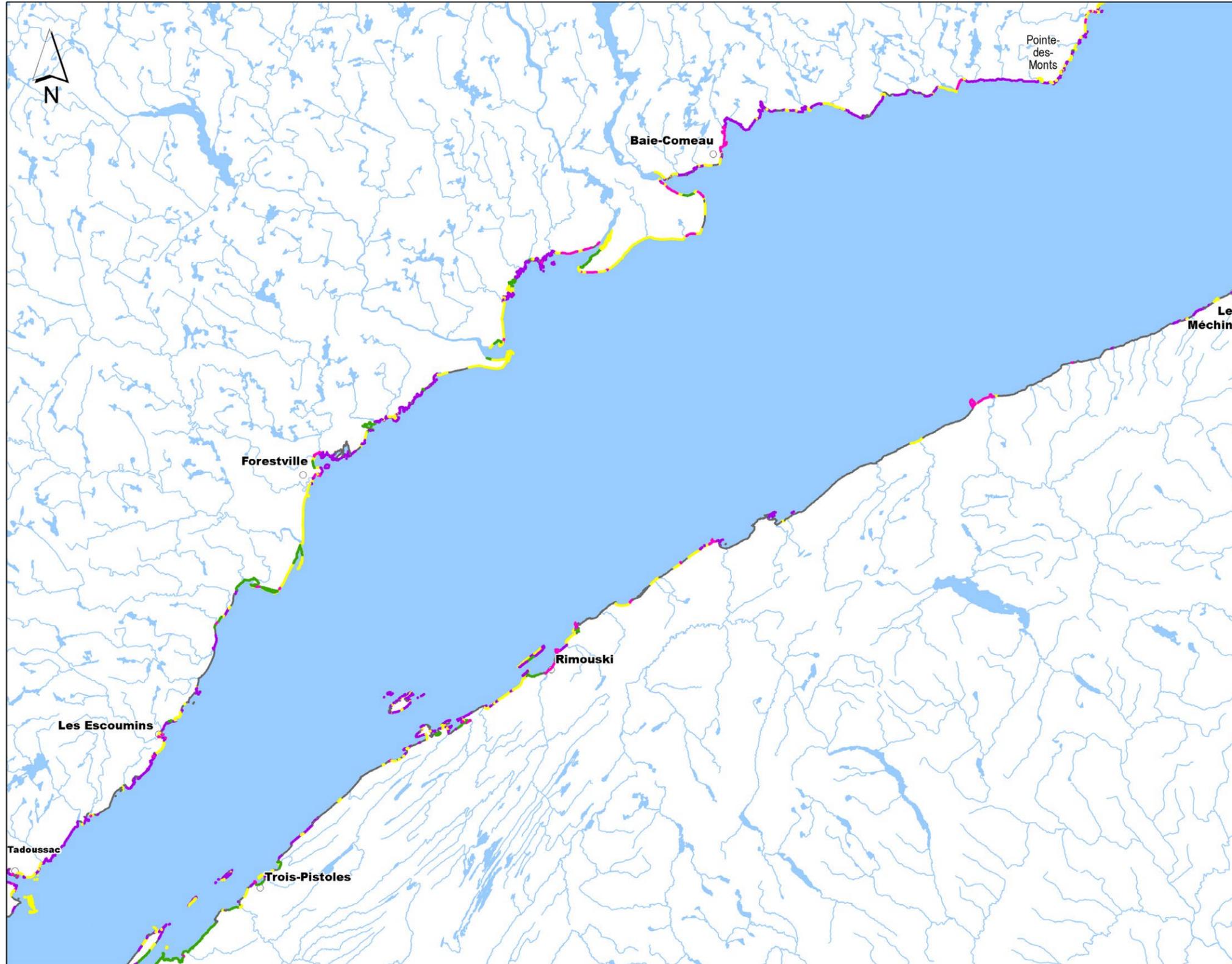
Réalisation

Direction de la connaissance écologique, MELCC
 © Gouvernement du Québec, Juillet 2020



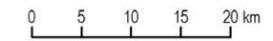
Québec

Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 53
Milieux littoraux
Estuaire maritime

- Milieux littoraux**
- Autres
 - Berge végétalisée; Milieux humides
 - Milieux sableux
 - Milieux rocheux
 - Anthropique
 - Hydrographie
 - Hors Québec



Métadonnées
 Système de référence Géodésique : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

Sources
 Données : Base de données topographiques et administrative (BDTA) à l'échelle 1/250 000
 Organisme : Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
 Classification du rivage : Environnement et Changement climatique Canada

Réalisation
 Direction de la connaissance écologique, MELCC
 © Gouvernement du Québec, juillet 2020



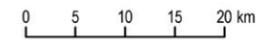
Québec

Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 54
Herbiers aquatiques observés en 1975
Estuaire maritime

- Herbier aquatique**
- Existence probable
 - Existence connue
 - Hydrographie
 - Hors Québec



Métadonnées

<p>Systeme de référence Géodésique Projection cartographique</p>	<p>NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84 Conique Conforme Lambert</p>
---	---

Sources

<p>Données Base de données géographiques et administratives (BDGA) à l'échelle 1/1 000 000</p>	<p>Organisme Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles</p>
--	--

<p>Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent, 1975</p>	<p>Dimension environnement liée</p>
---	-------------------------------------

Réalisation

Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

© Gouvernement du Québec, juillet 2020



Québec

Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



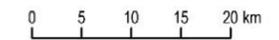
Carte 55
Abondance ponctuelle des herbiers aquatiques observée de 1990 à 2019

Estuaire maritime

Herbier aquatique

- Absence de plante
- Couvert végétal peu dense
- Couvert végétal moyennement dense
- Couvert végétal très dense

- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées

Système de référence Géodésique : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

Sources

Données	Organisme
Base de données géographiques et administratives (BDGA) à l'échelle 1/1 000 000	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
Réseau de suivi ichthyologique, 2001-2019	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Point ADNe, 2017-2019	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Opération roseau, 2016	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Sites de reproduction perchaude, 2015	COGESAF
Suivi rivière, 2009-2015	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
Côté, P.O., 2016	Groupe Synergis
Habitat NOBI, 2016	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Seine juvénile MOSA, 2012-2017	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Réalisation

Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

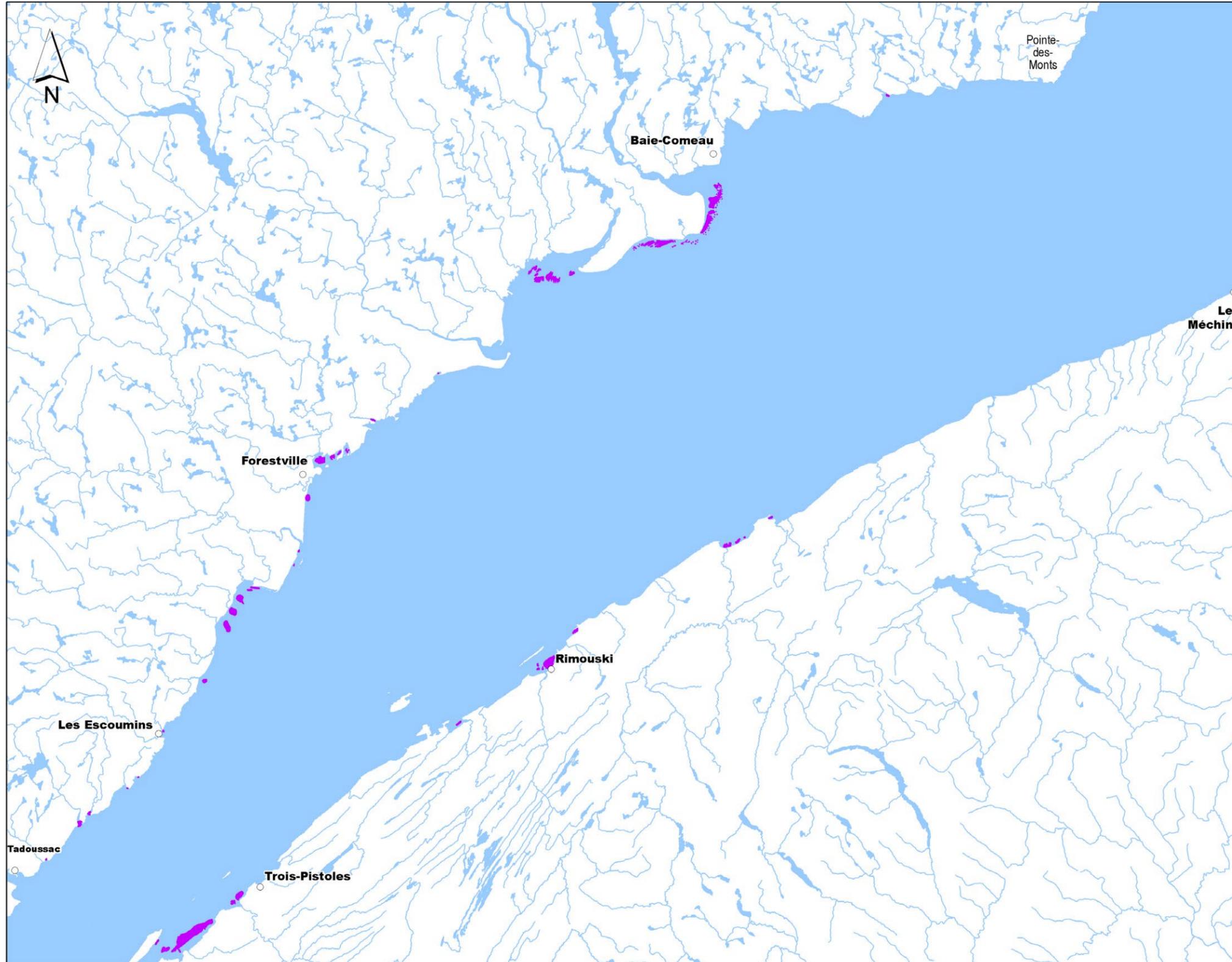
© Gouvernement du Québec, mars 2021



Québec

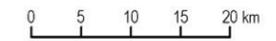
Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

© Gouvernement du Québec, premier trimestre 2021



Carte 56
Herbiers aquatiques
Estuaire maritime

- Zostère marine
- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées
 Système de référence Géodésique : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

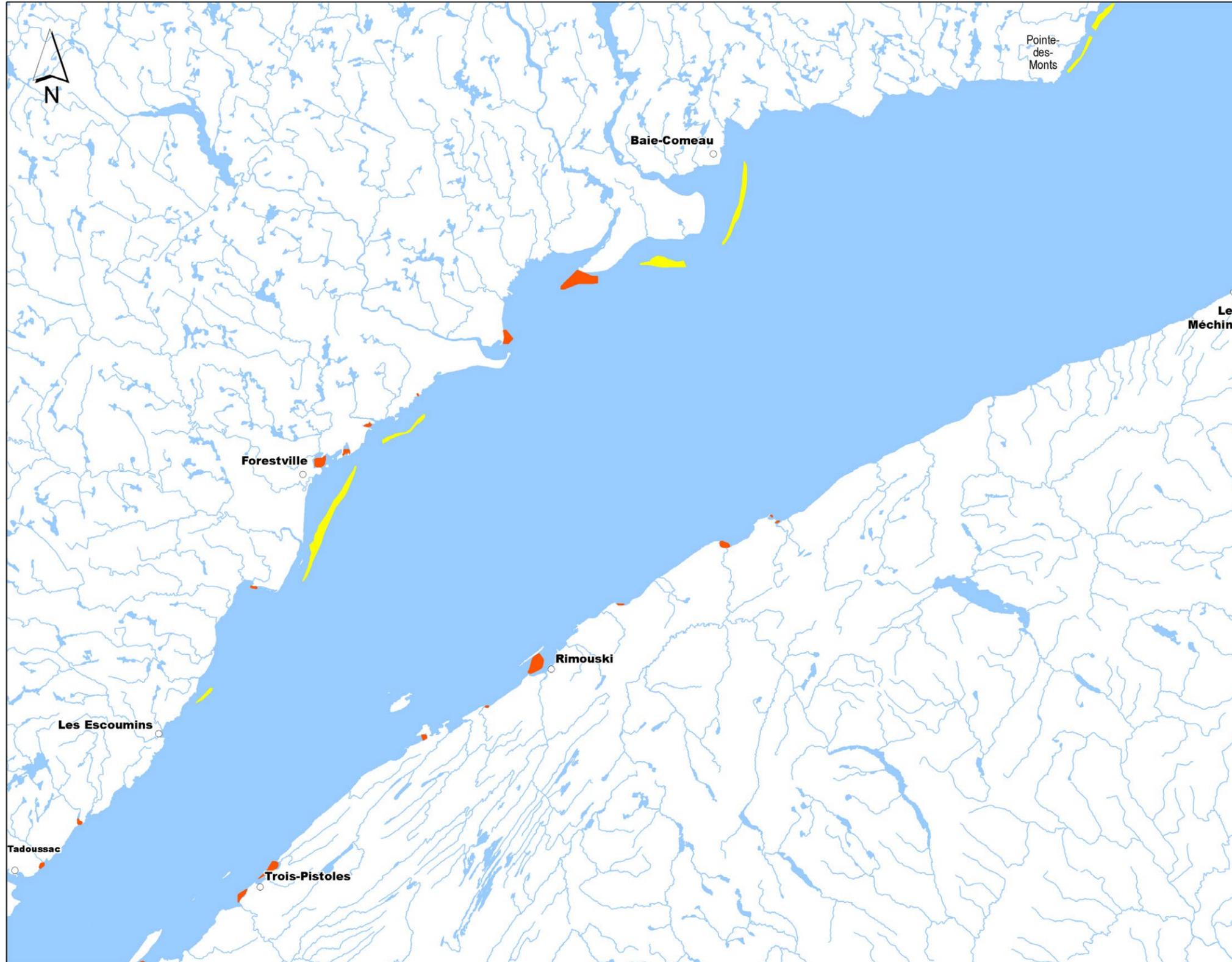
Sources
 Données : Inventaire de la zostère marine dans la baie James, la baie des Chaleurs, l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent
 Organisme : Gouvernement du Canada; Pêches et Océans Canada; Gestion intégrée des océans
 Base de données topographiques et administratives (BDA) à l'échelle 1/250 000 : Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

Réalisation
 Direction de la connaissance écologique, MELCC
 © Gouvernement du Québec, septembre 2020



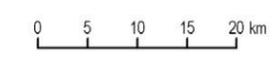
Québec

Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 57
Bancs coquilliers
Estuaire maritime

- Bancs de mye commune
- Gisements de mactre de Stimpson
- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées
 Système de référence : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Géodésique
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

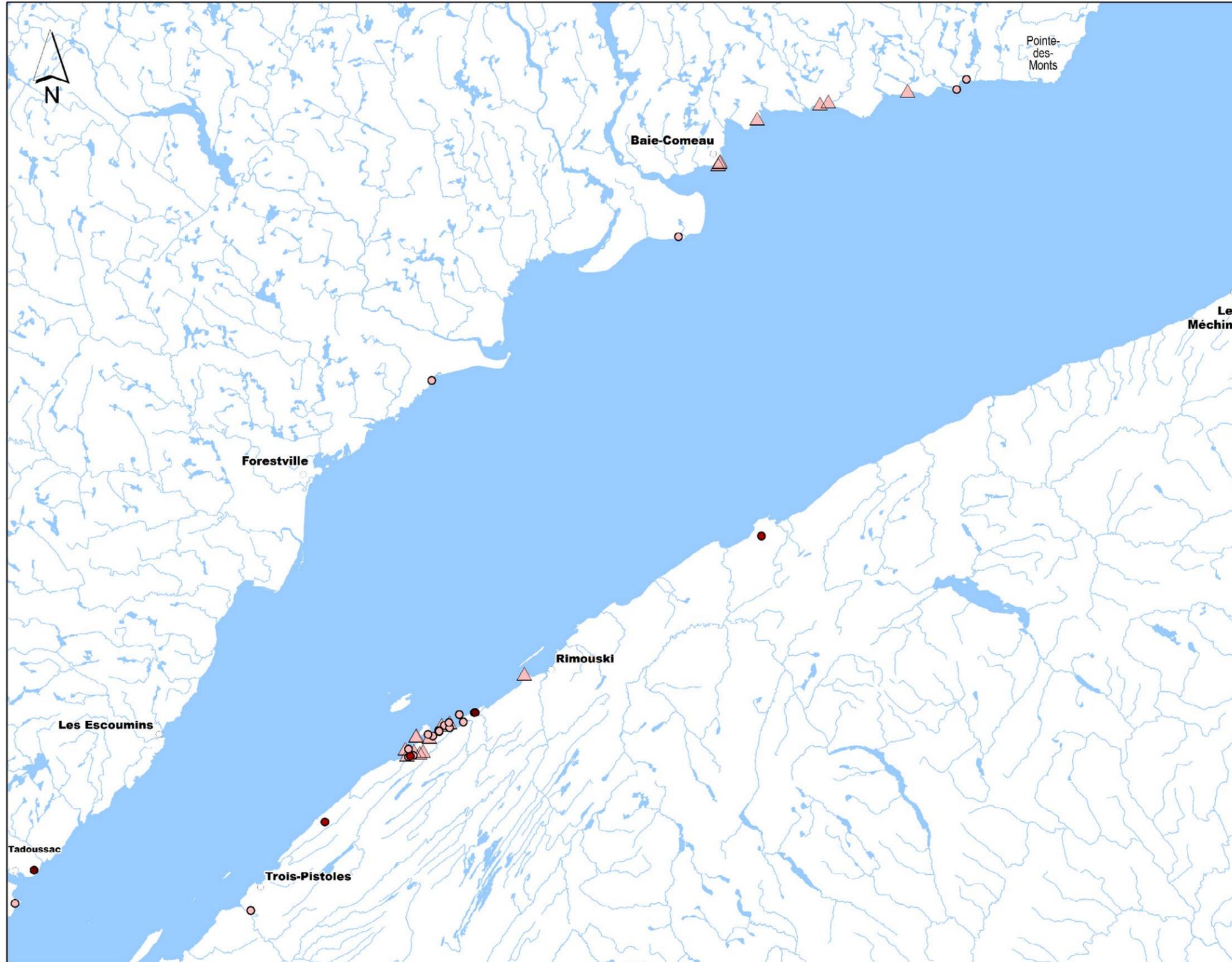
Sources

Données Gisements connus et exploités de mactres de Stimpson des eaux côtières du Québec	Organisme Gouvernement du Canada, Pêches et Océans Canada
Gisement connus et exploités de mye commune	Gouvernement du Canada, Pêches et Océans Canada
Base de données topographiques et administrative (BDTA) à l'échelle 1/250 000	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

Réalisation
 Direction de la connaissance écologique, MELCC
 © Gouvernement du Québec, septembre 2020

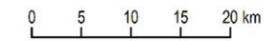


Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 58a
Habitat d'une espèce à statut particulier
Estuaire maritime

- Espèce floristique à statut**
- Vasculaire susceptible
 - Vasculaire vulnérable
 - Vasculaire menacée
 - ▲ Invasculaire susceptible
 - Hydrographie
 - Hors Québec



Métadonnées
 Système de référence : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Cœodésique : Conique Conforme Lambert
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

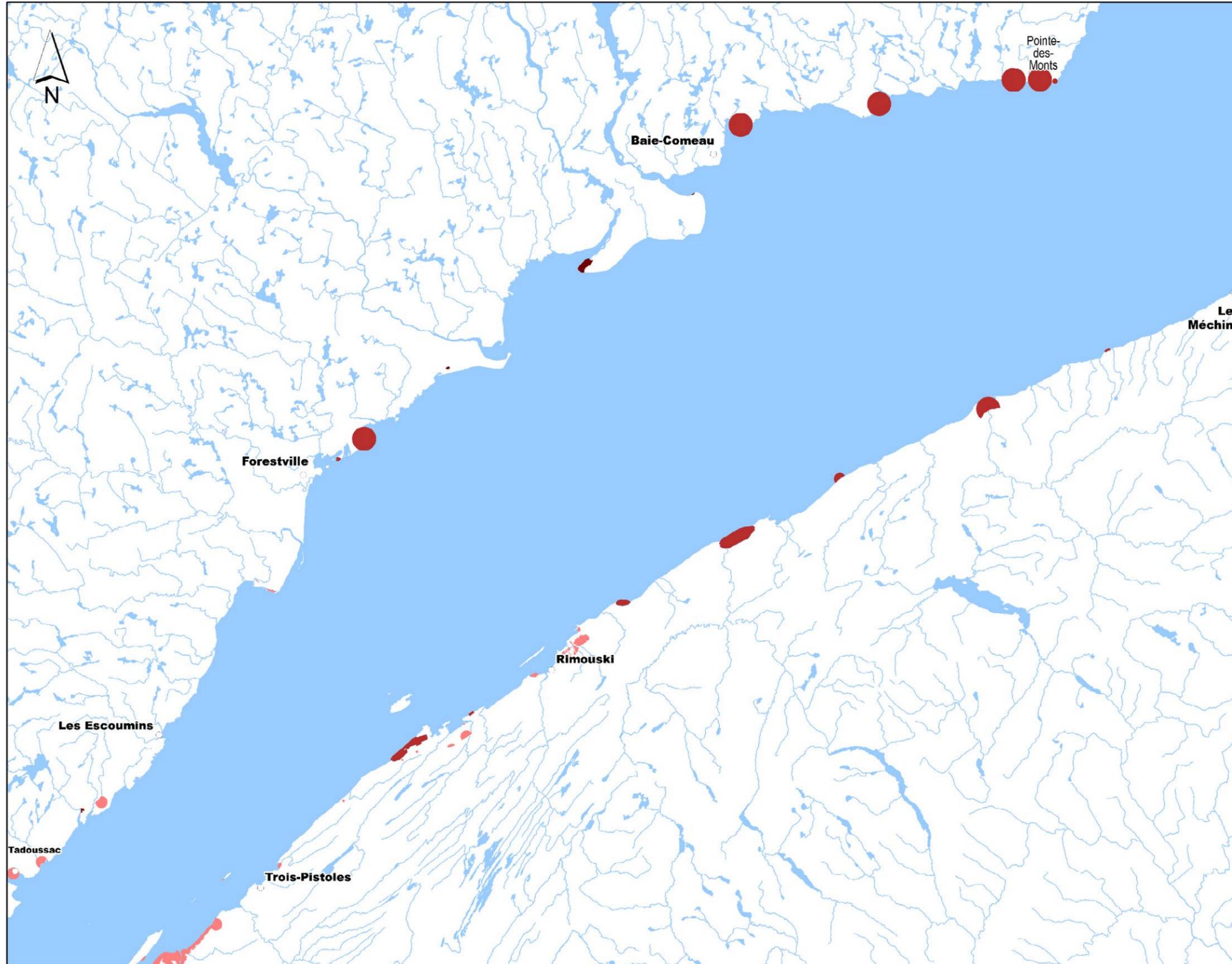
Sources
Données
 Base de données topographiques et administrative (BUTA) à l'échelle 1/250 000
 CUI/PNU floristique

Organisme
 Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
 Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Réalisation
 Direction de la connaissance écologique, MELCC
 © Gouvernement du Québec, octobre 2020

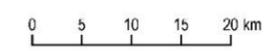


Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 58b
Habitat d'une espèce à statut particulier
Estuaire maritime

- Espèce faunique à statut**
- Susceptible
 - Vulnérable
 - Menacée
 - Hydrographie
 - Hors Québec



Métadonnées
 Système de référence Géodésique : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

Sources
 Données : Base de données géographiques et administratives (BDGA) à l'échelle 1/1 000 000
 Organisme : Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
 Espèce faunique à statut : Géobase faune, 2020
 Organisme : Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Réalisation
 Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP
 © Gouvernement du Québec, septembre 2020

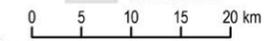
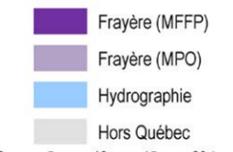


Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 59
Frayères des poissons
du Saint-Laurent

Estuaire maritime



Métadonnées

Système de référence Géodésique : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

Sources

Données
 Base de données géographiques et administratives (BDGA) à l'échelle 1:1 000 000

Base de données Frayères (MFFP)
 Alliance Environnement GDG Conseil-Daniel Arbour & Associés, n.d.

Base de données Frayères, 2020

Benoit et autres, 1998

Bernatchez et autres, 2019

Bouchard, 1976

Geobase Faune, 2019

Habitats essentiels, 2013

L'Italien, 2007

Malhot et Morissette, 2012

Massé, 1974

MFFP, 2013

Mingebier et Lederc, 2001

Sites d'intérêt faunique, 1994

Société de la faune et des parcs du Québec, 2000

Valliquette et autres, 2016

Organisme
 Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

Alliance Environnement GDG Conseil-Daniel Arbour & Associés

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Ministère des Ressources naturelles

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Ministère de l'Environnement et de la Faune

Société de la faune et des parcs du Québec

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Base de données Frayères (MPO)
 Aïce savoureuse, 2015b

Eperlan, 2019a

Esturgeon jaune, 2015c

Esturgeon noir, 2019d

Habitat essentiel, 2019f

Ministère Pêches et Océans Canada

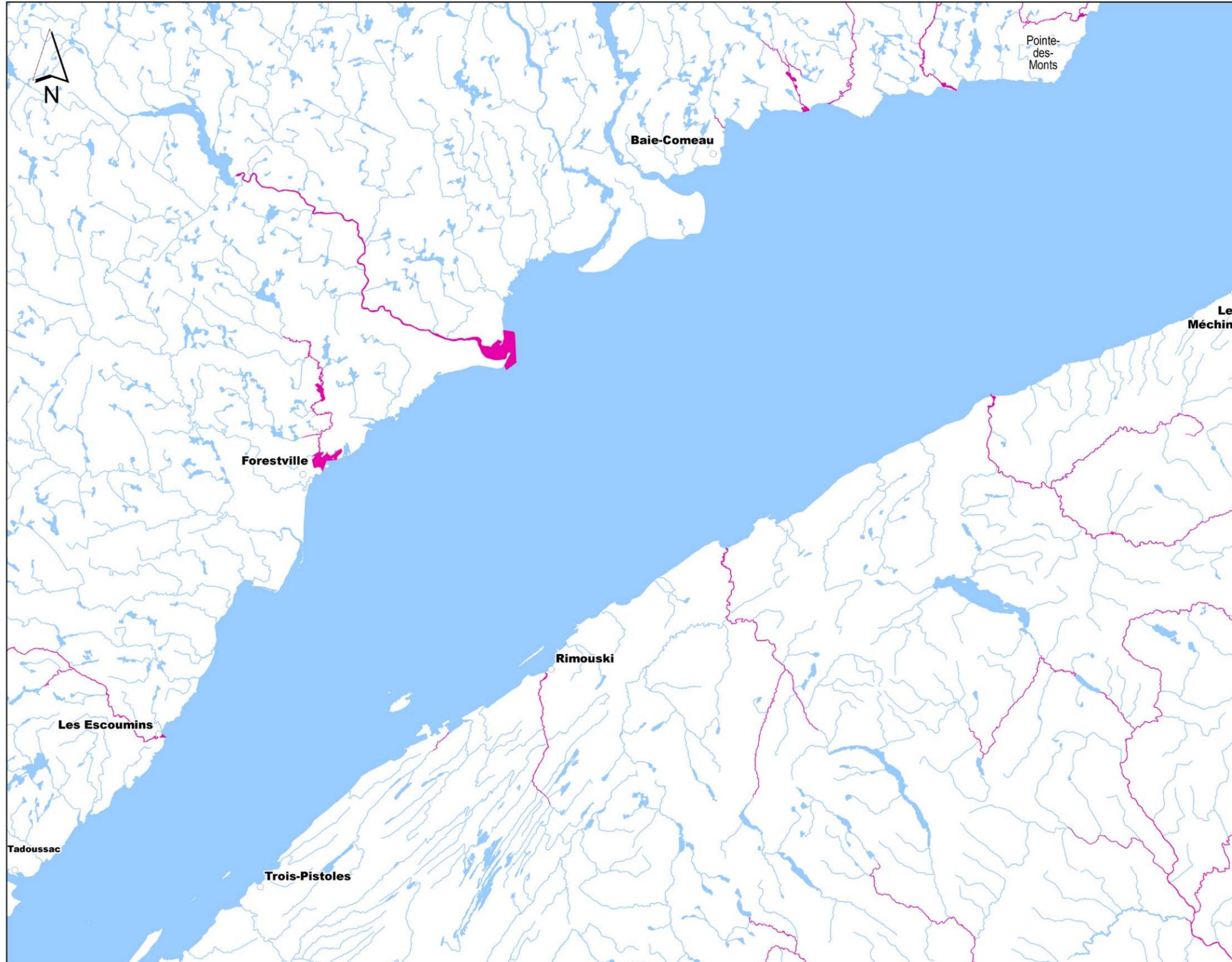
Réalisation

Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

© Gouvernement du Québec, juillet 2020

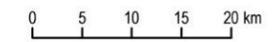


Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 60
Rivières à saumon
Estuaire maritime

- Rivière à saumon
- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées

<p> <small>Système de référence Géodésique Projection cartographique</small> </p>	<p> <small>NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84 Conique Conforme Lambert</small> </p>
---	---

Sources

<p> <small>Données Base de données géographiques et administratives (B3-GA) à l'échelle 1/1 000 000 Géobase faune, 2020</small> </p>	<p> <small>Organisme Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs</small> </p>
--	--

Réalisation

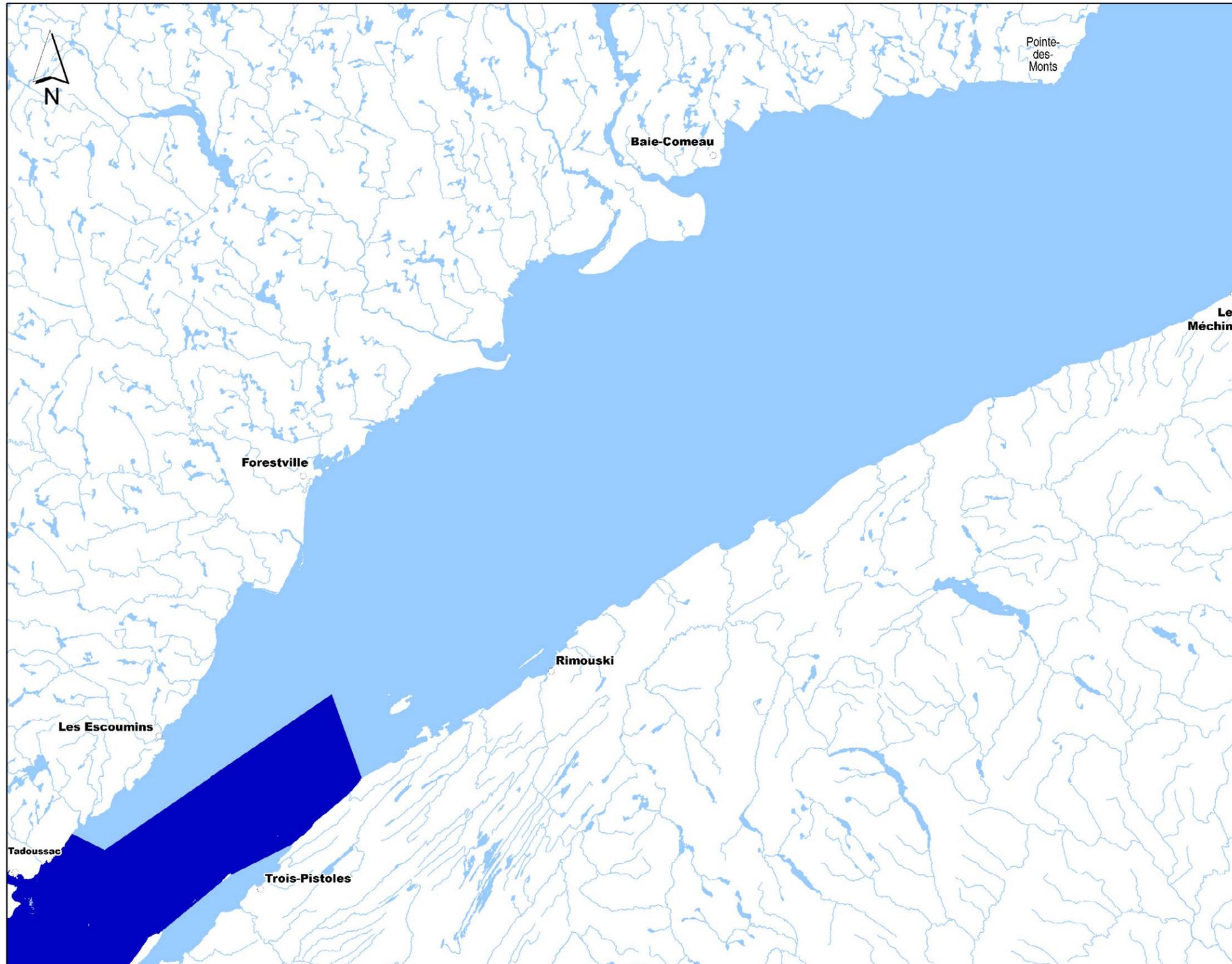
Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

© Gouvernement du Québec, octobre 2020



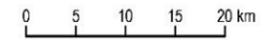
Québec

Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 61
Habitats d'importance
pour le béluga
Estuaire maritime

- Habitat d'importance pour le béluga
- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées

Système de référence
 Géodésique
 Projection cartographique

NAD 83 compatible avec le
 système mondial WGS 84
 Conique Conforme Lambert

Sources

Base de données géographiques et
 administratives (BEGA)
 à l'échelle 1/1 000 000

Organisme

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

Habitat essentiel du béluga, 2019

Ministère Pêches et Océans Canada

Site d'intérêt écologique, 2018

Ministère Pêches et Océans Canada

Réalisation

Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

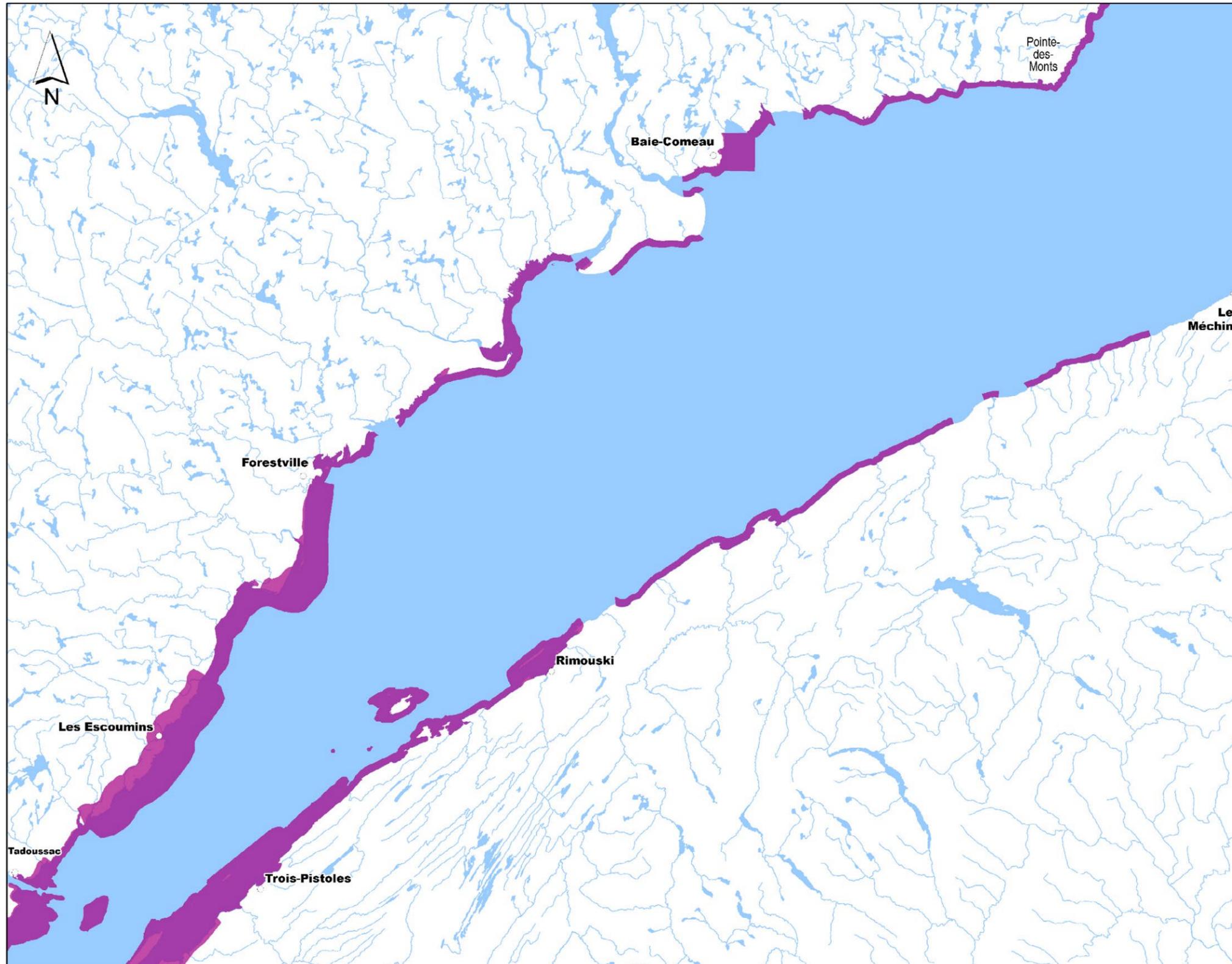
© Gouvernement du Québec, septembre 2020



Québec

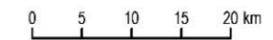
Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

© Gouvernement du Québec, troisième trimestre 2020



Carte 62
Habitats d'importance pour l'avifaune
Estuaire maritime

-  Habitat aquatique d'importance pour l'avifaune
-  Habitat riverain d'importance pour l'avifaune
-  Hydrographie
-  Hors Québec



Métadonnées

Système de référence Géodésique : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert I

Sources

Données	Organisme
Base de données géographiques et administratives (BDGA) à l'échelle 1/1 000 000	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
Habitat faunique du Québec, 2015	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Études biologiques, 1975	Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent
ZICO, 2015	Oiseaux Canada
Site d'intérêt faunique, 1994	Ministère de l'Environnement et de la Faune

Réalisation

Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

© Gouvernement du Québec, septembre 2020



Québec 

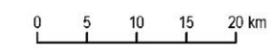
Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

© Gouvernement du Québec, troisième trimestre 2020



Carte 63
Habitats d'importance pour l'herpétofaune
Estuaire maritime

- Habitat d'importance pour l'herpétofaune
- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées
 Système de référence : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Géodésique : Conique Conforme Lambert
 Projection cartographique :

Sources
 Données : Base de données géographiques et administratives (BDGA) à l'échelle 1/1 000 000
 Cebase faune, 2010
 Site d'intérêt faunique, 1994

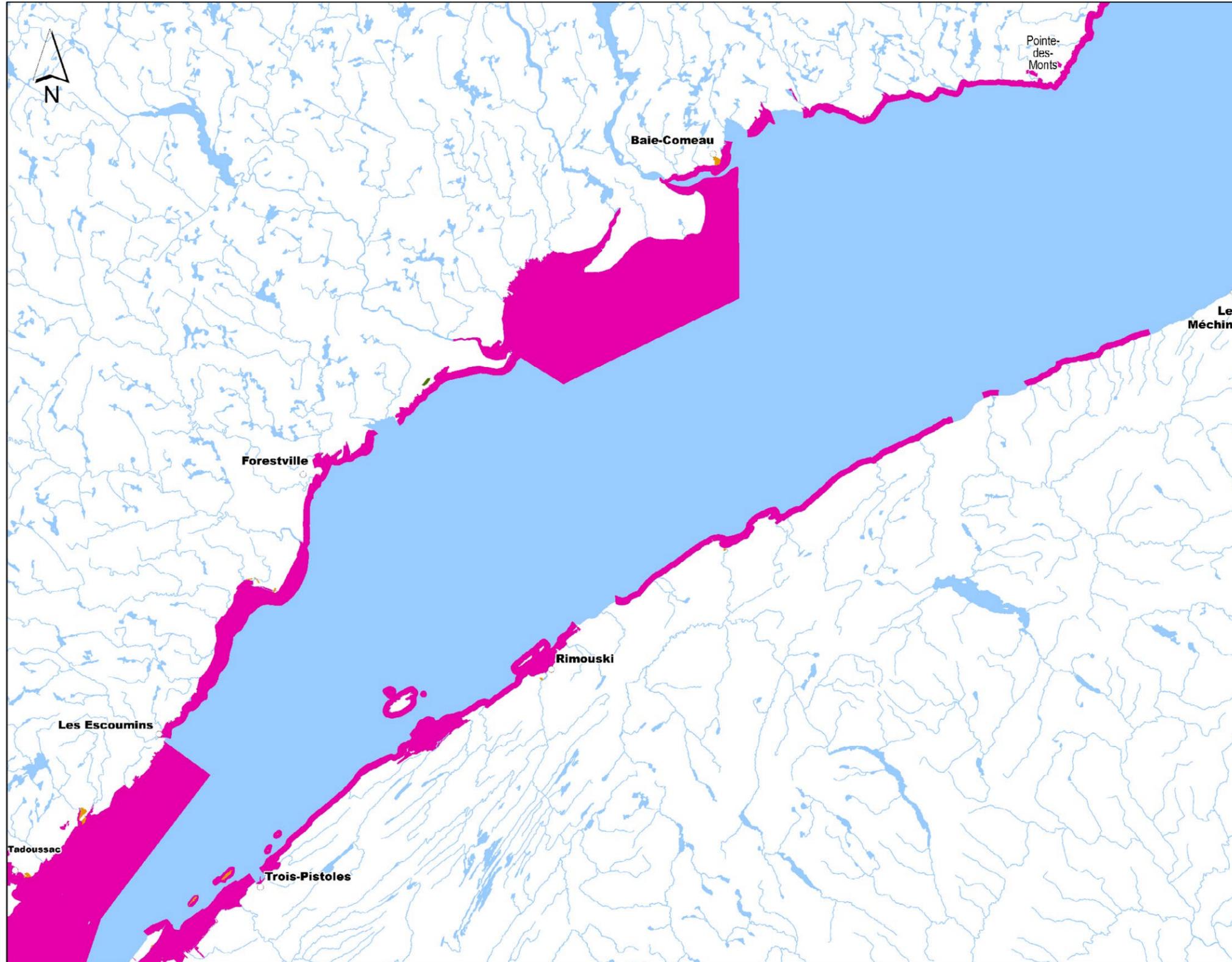
Organisme
 Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
 Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
 Ministère de l'Environnement et de la Faune

Réalisation
 Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

© Gouvernement du Québec, juillet 2020

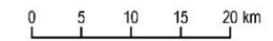


Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 64
Aires de protection
Estuaire maritime

- Registre des aires protégées au Québec
- Territoires d'importance pour la conservation au Québec
- Répertoire des sites de conservation volontaire du Québec
- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées
 Système de référence : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Géodésique : Conique Conforme Lambert
 Projection cartographique :

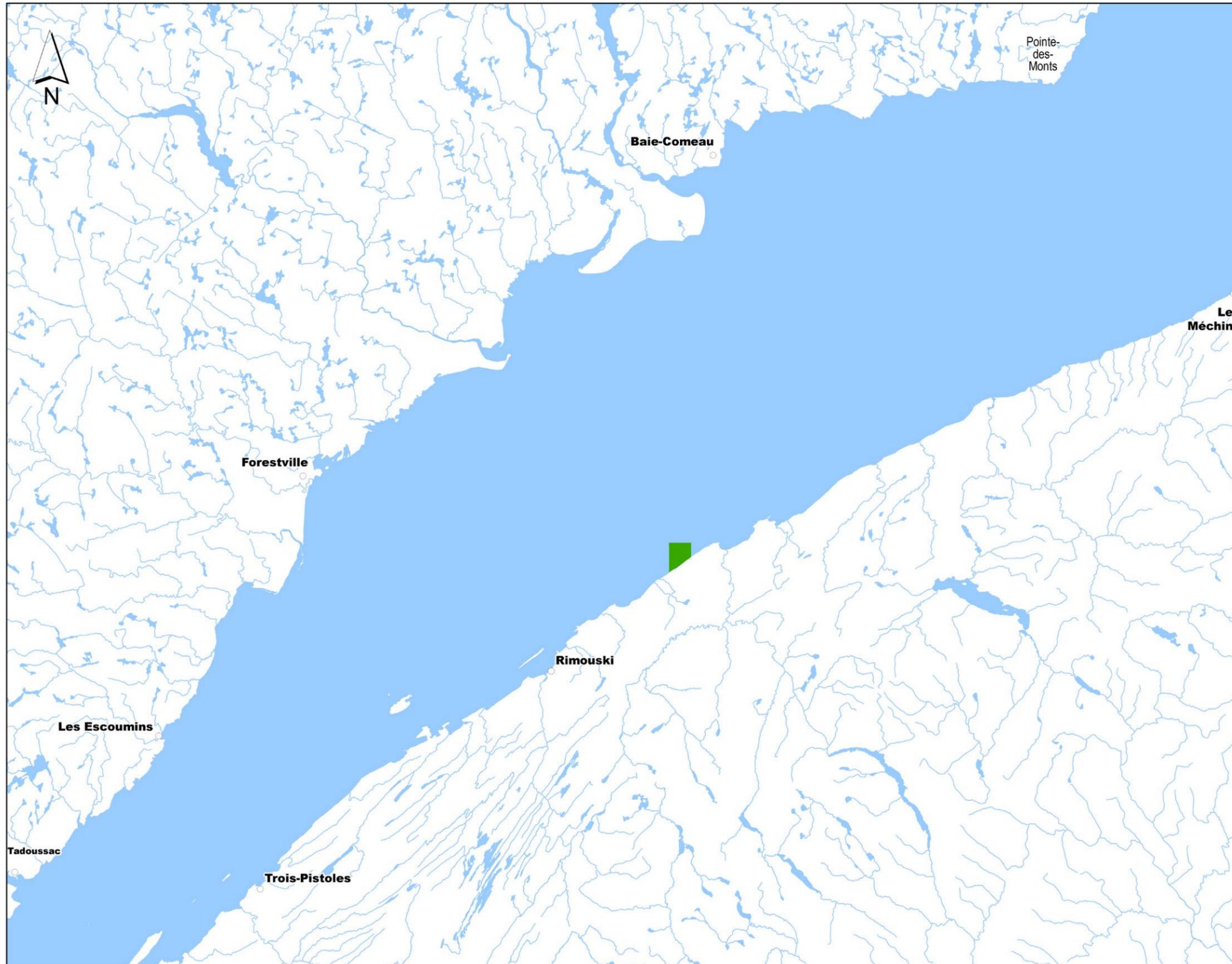
Sources
 Données : Registre des aires protégées au Québec
 Territoire d'importance pour la conservation au Québec
 Répertoire des sites de conservation volontaire du Québec
 Base de données topographiques et administrative (BDTA) à l'échelle 1:250 000

Organisme
 Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
 Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
 Réseau de milieux naturels protégés
 Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

Réalisation
 Direction de la connaissance écologique, MELOC
 © Gouvernement du Québec, août 2020

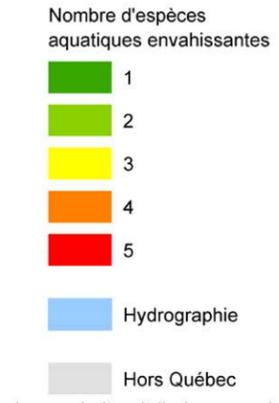


Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

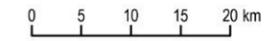


Carte 65
Nombre d'espèces aquatiques envahissantes observées de 1983 à 2019

Estuaire maritime



Notes : Les endroits où il n'y a pas de données sont généralement liés à une absence de suivi. De plus, le nombre d'espèces aquatiques envahissantes représentées sur la carte ne reflète pas nécessairement la situation actuelle (se référer au texte pour plus d'explications).



Métadonnées
 Système de référence Géodésique : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

Sources
Données : Base de données géographiques et administratives (BDGA) à l'échelle 1:1 000 000
 Géobase faune, 2019
 Castañeda et autres, 2018

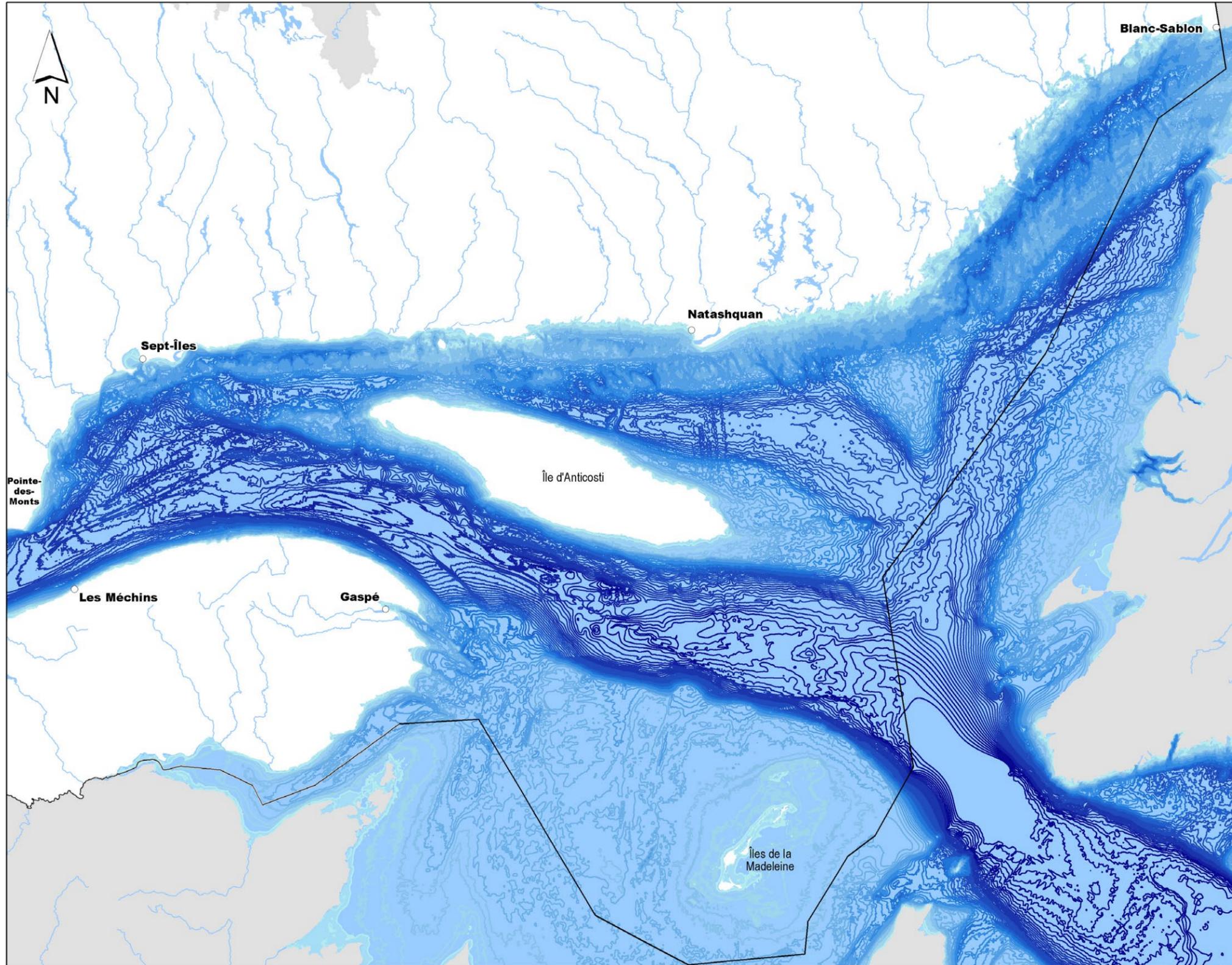
Organisme
 Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
 Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
 Université McGill et Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs

Réalisation
 Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

© Gouvernement du Québec, mars 2021



Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 66
Bathymétrie
Golfe

- 0 - 20 m
- 20 - 40 m
- 40 - 60 m
- 60 - 90 m
- 90 - 130 m
- 130 - 160 m
- 160 - 190 m
- 190 - 230 m
- 230 - 300 m
- 300 - 370 m
- 370 - 400 m
- > 400 m
- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées
 Système de référence : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Géodésique : Conique Conforme Lambert
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

Sources
 Données : Service hydrographique Canada
 Organisme : Service hydrographique Canada

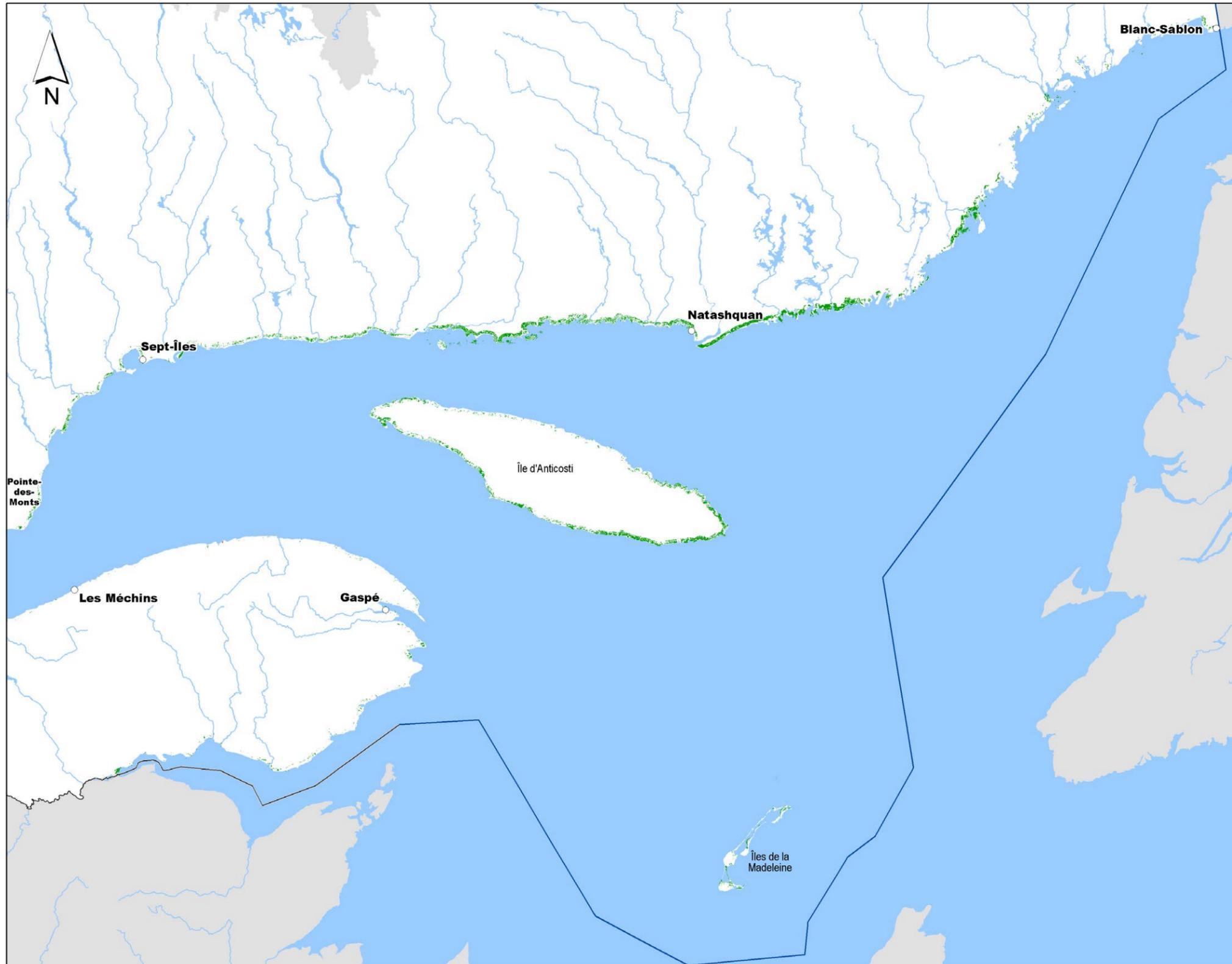
Cellules bathymétriques destinées à des fins autres que la navigation (NONNA-100)

Base de données topographiques et administrative (BDTA) à l'échelle 1/250 000 : Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

Réalisation
 Direction de la connaissance écologique, MELCC
 © Gouvernement du Québec, août 2020



Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 67
Milieux forestiers et EFE
Golfe

Utilisation du territoire

Milieux forestiers

Aires protégées

Écosystèmes forestiers exceptionnels

Hydrographie

Hors Québec



Métadonnées

Système de référence
 Géodésique
 Projection cartographique

NAD 83 compatible avec le
 système mondial WGS 84
 Conique Conforme Lambert

Sources

Données
 Base de données topographiques et
 administrative (BDTA) à l'échelle 1/250 000

Organisme
 Ministère de l'Énergie et des
 Ressources naturelles

Utilisation du territoire

Registre des aires protégées au Québec

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les
 changements climatiques

Réalisation

Direction de la connaissance écologique, MELCC

© Gouvernement du Québec, juillet 2020

CROQUIS DE REPÉRAGE



Québec

Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 68
Milieux humides potentiels
Golfe

- Milieux humides potentiels**
- Eau peu profonde
 - Marais
 - Marécage
 - Tourbière
 - Milieu humide non classé
 - Hydrographie
 - Hors Québec



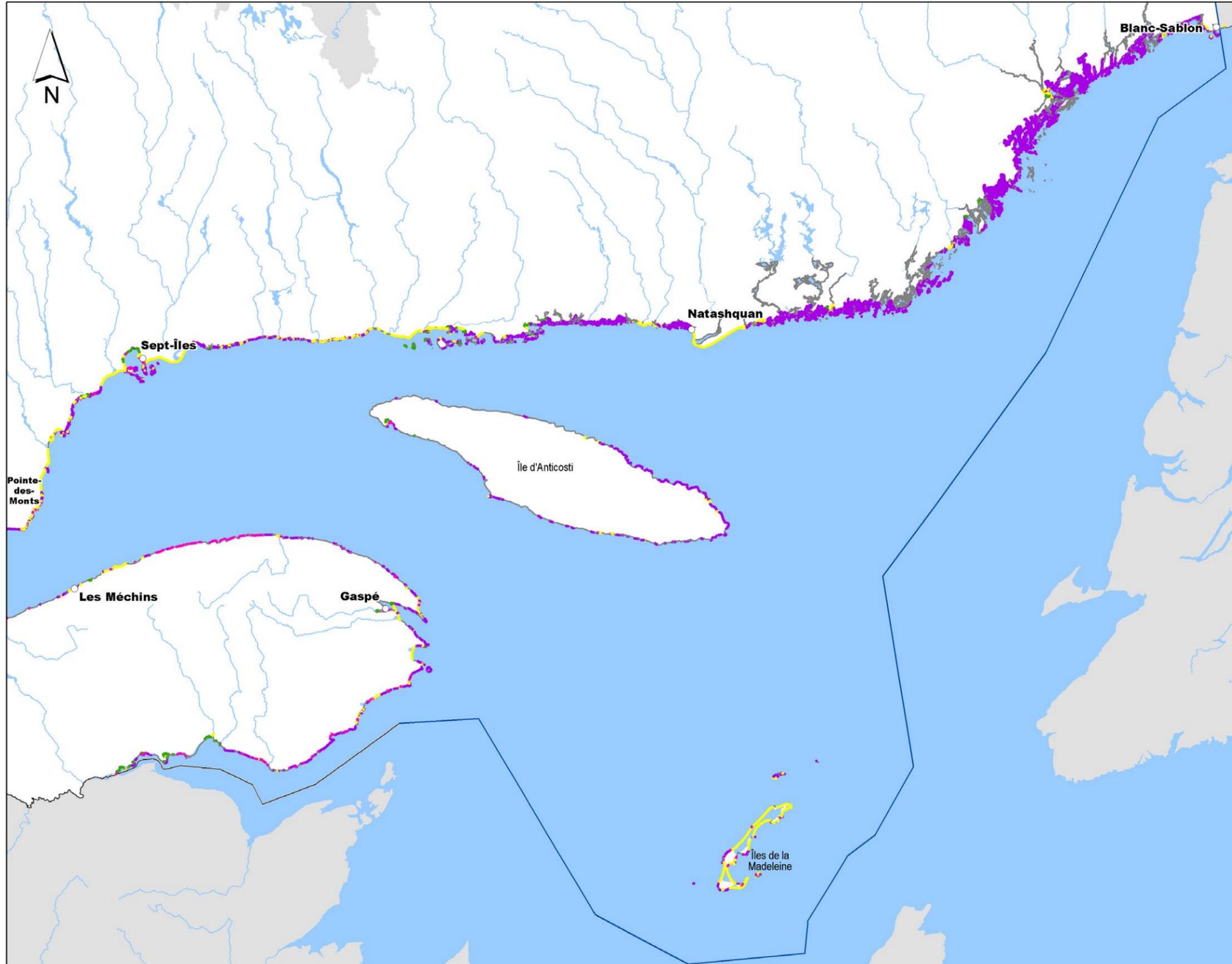
Métadonnées
 Système de référence : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Géodésique : Conique Conforme Lambert
 Projection cartographique

Sources
 Données : Base de données topographiques et administrative (BDTA) à l'échelle 1/250 000
 Organisme : Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
 Milieux humides potentiels : Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Réalisation
 Direction de la connaissance écologique, MELCC
 © Gouvernement du Québec, Juillet 2020

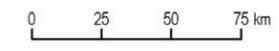


Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 69
Milieux littoraux
Golfe

- Milieux naturels sur les rives**
- Autres
 - Berge végétalisée; Milieux humides
 - Milieux sableux
 - Milieux rocheux
 - Anthropique
 - Hydrographie
 - Hors Québec



Métadonnées
 Système de référence Géodésique : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

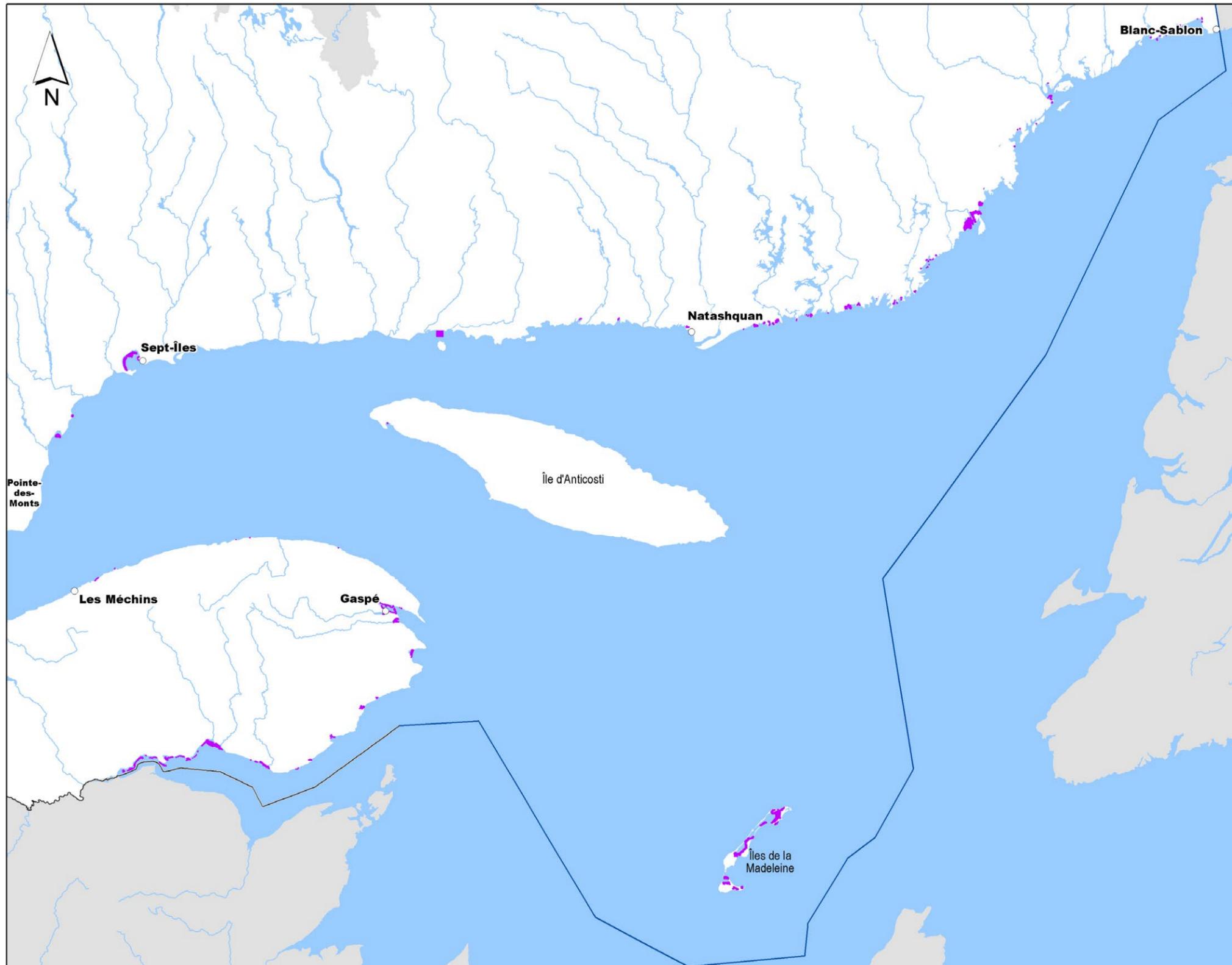
Source
 Données : Base de données topographiques et administrative (BDTA) à l'échelle 1/250 000
 Classification du rivage : Environnement et Changement climatique Canada

Organisme
 Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

Réalisation
 Direction de la connaissance écologique, MELCC
 © Gouvernement du Québec, juillet 2020

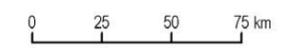


Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 70
Herbiers aquatiques
Golfe

- Zostère marine
- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées
 Système de référence : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Géodésique : Conique Conforme Lambert
 Projection cartographique

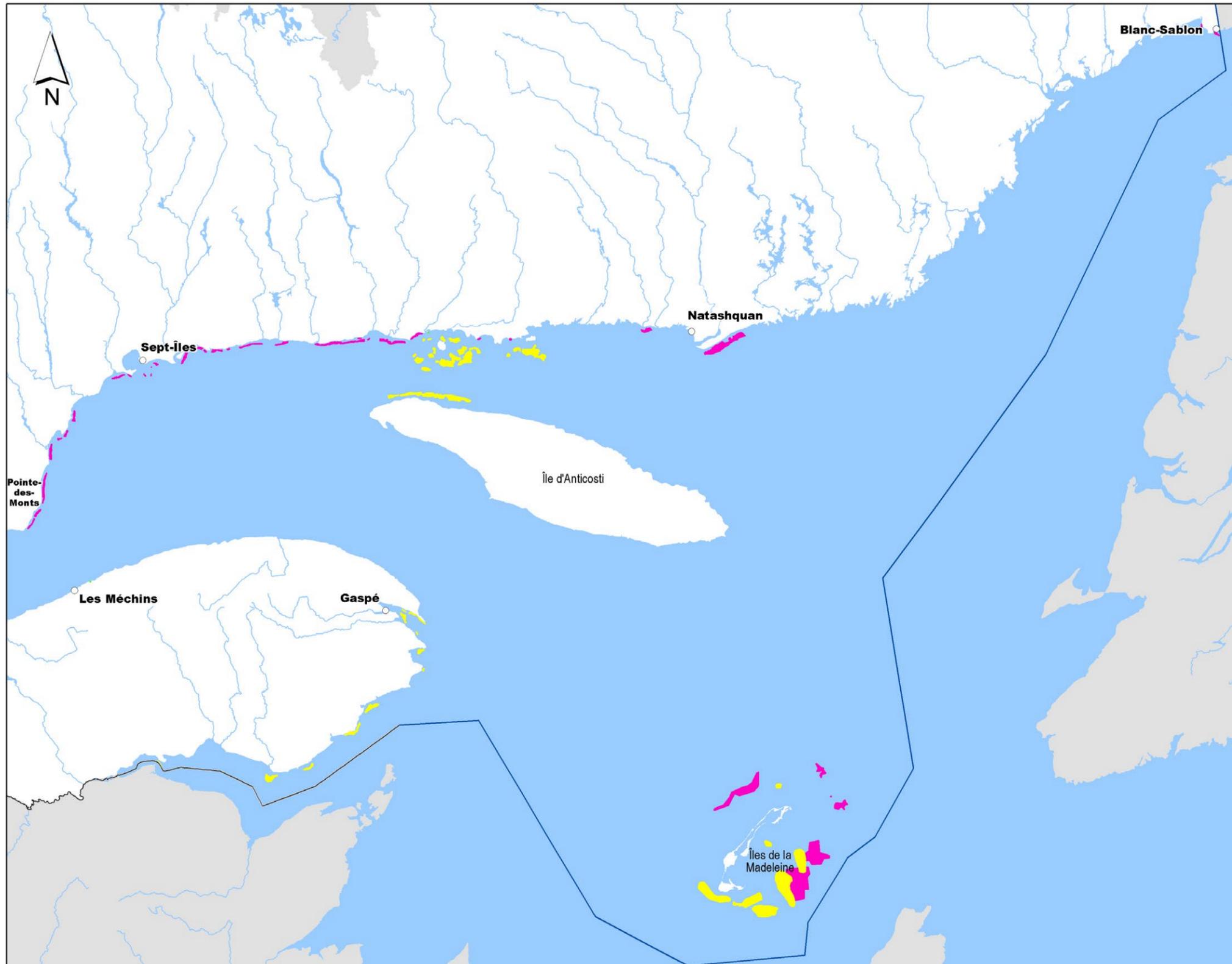
Sources
 Données : Inventaire de la zostère marine dans la baie James, la baie des Chaleurs, l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent
 Organisme : Gouvernement du Canada; Pêches et Océans Canada; Gestion intégrée des océans

Base de données topographiques et administrative (BDTA) à l'échelle 1/250 000 : Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

Réalisation
 Direction de la connaissance écologique, MELCC
 © Gouvernement du Québec, septembre 2020



Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 71
Bancs coquilliers
Golfe

- Gisements de pétoncles
- Gisements de macre de Stimpson
- Hydrographie
- Hors Québec



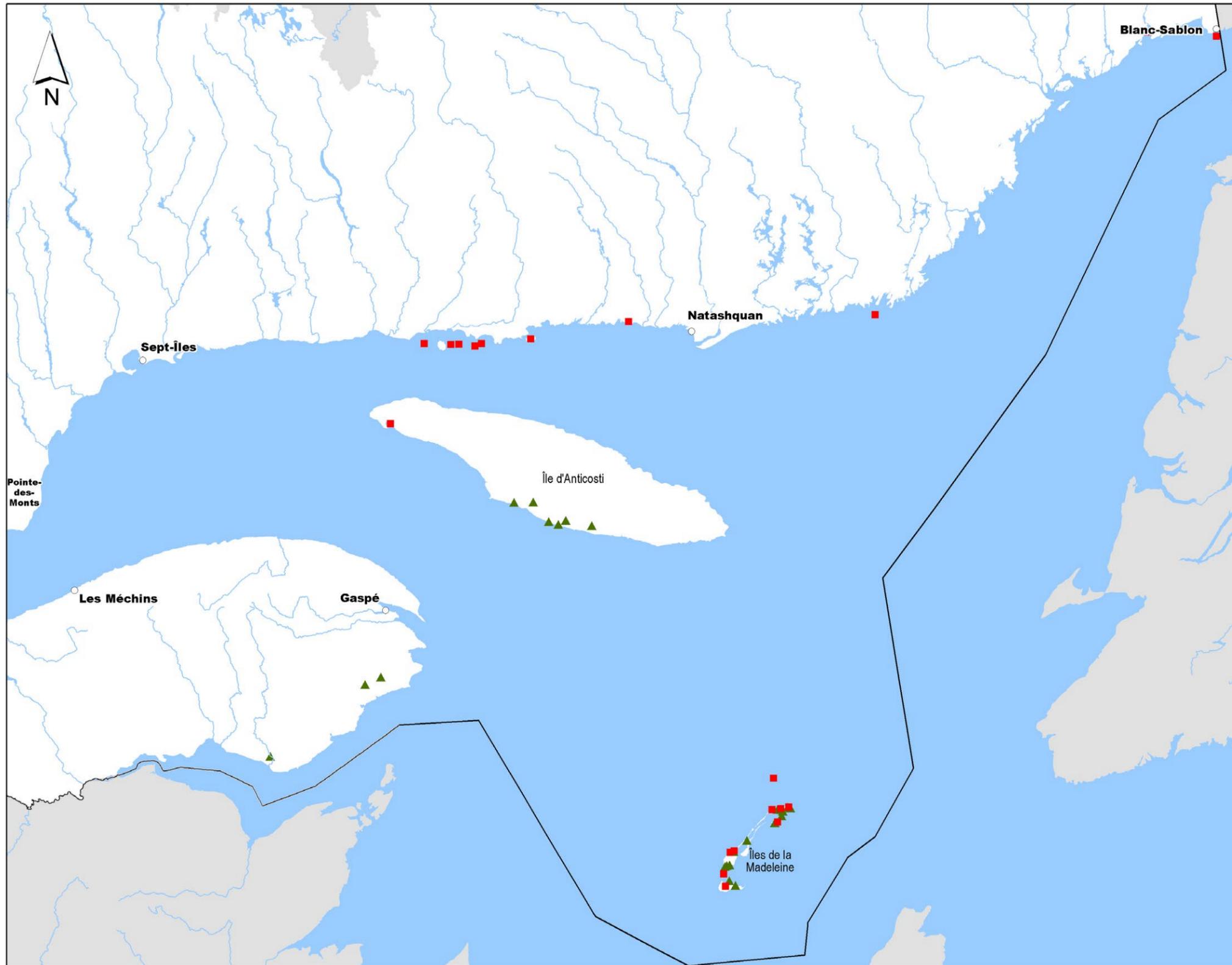
Métadonnées
 Système de référence : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Géodésique
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

Sources
 Données : Gisements connus et exploités de macres de Stimpson des eaux côtières du Québec
 Organisation : Gouvernement du Canada, Pêches et Océans Canada
 Gisement connus et exploités de pétoncles dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent
 Organisation : Gouvernement du Canada, Pêches et Océans Canada
 Base de données topographiques et administrative (BDTA) à l'échelle 1/250 000
 Organisation : Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

Réalisation
 Direction de la connaissance écologique, MELCC
 © Gouvernement du Québec, septembre 2020



Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 72
Flore endémique
des milieux humides
Golfe

- Endémisme du Québec
- Endémisme du Canada
- ▲ Endémisme du Canada - États-Unis
- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées
 Système de référence : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Géodésique : Conique Conforme Lambert
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

Sources
 Données : Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec, Mai 2020.
 Organisme : Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Base de données topographiques et administrative (EDTA) à l'échelle 1/250 000 : Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

Réalisation
 Direction de la connaissance écologique, MELCC
 © Gouvernement du Québec, septembre 2020



Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 73a
Habitat d'une espèce à statut particulier
Golfe

- Espèce floristique à statut**
- Vasculaire candidate
 - Vasculaire susceptible
 - Vasculaire vulnérable
 - Vasculaire menacée
 - △ Invasculaire candidate
 - △ Invasculaire susceptible
 - Hydrographie
 - Hors Québec



Métadonnées
 Système de référence Géodésique : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

Sources
 Données : Base de données topographiques et administrative (BDTA) à l'échelle 1/250 000
 CDPNQ floristique

Organisme
 Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
 Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Réalisation
 Direction de la connaissance écologique, MELCC
 © Gouvernement du Québec, octobre 2020



Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 73b
Habitat d'une espèce à statut particulier
Golfe

- Espèce faunique à statut**
- Susceptible
 - Vulnérable
 - Menacée
 - Hydrographie
 - Hors Québec



Métadonnées

Système de référence Géodésique : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

Sources

Données
 Base de données géographiques et administratives (BDGA) à l'échelle 1/1 000 000

Organisme

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

Espèce faunique à statut

Géobase faune, 2020

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Réalisation

Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

© Gouvernement du Québec, septembre 2020



Québec

Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 74
Rivières à saumon
Golfe

- Rivière à saumon
- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées

Système de référence Géodésique : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

Sources

Données
 Base de données géographiques et administratives (BDGA) à l'échelle 1/1 000 000
 Géobase faune, 2020

Organisme
 Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
 Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Réalisation

Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

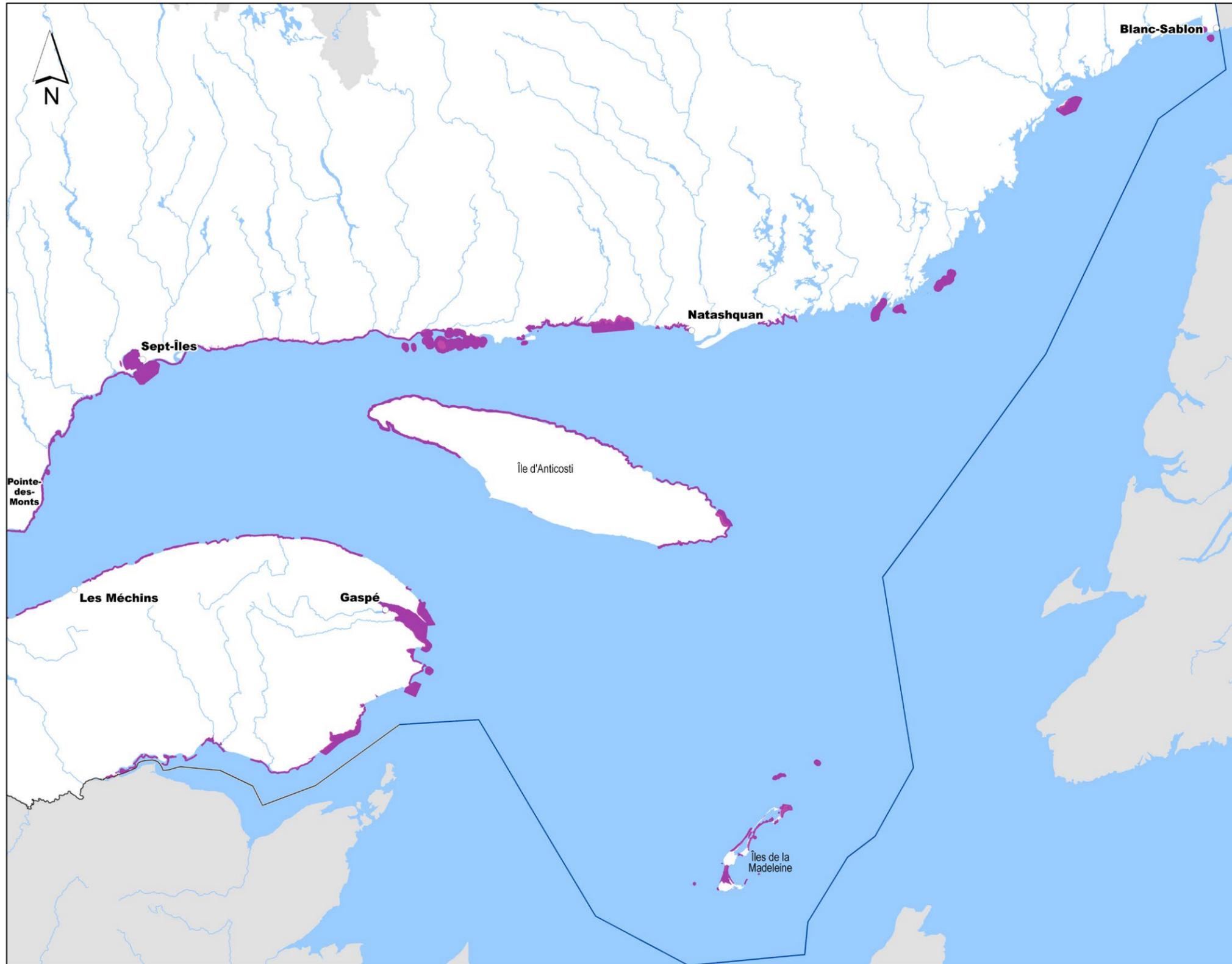
© Gouvernement du Québec, octobre 2020



Québec

Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

© Gouvernement du Québec, troisième trimestre 2020



Carte 75
Habitats d'importance
pour l'avifaune

Golfe

-  Habitat aquatique d'importance pour l'avifaune
-  Habitat riverain d'importance pour l'avifaune
-  Hydrographie
-  Hors Québec



Métadonnées

Système de référence
 Géodésique
 Projection cartographique

NAD 83 compatible avec le
 système mondial WGS 84
 Conique Conforme Lambert

Sources

Données
 Base de données géographiques et
 administratives (BDGA)
 à l'échelle 1/1 000 000

Organisme

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

Habitat faunique du Québec, 2015

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Études biologiques, 1975

Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent

ZICO, 2015

Oiseaux Canada

Site d'intérêt faunique, 1994

Ministère de l'Environnement et de la Faune

Réalisation

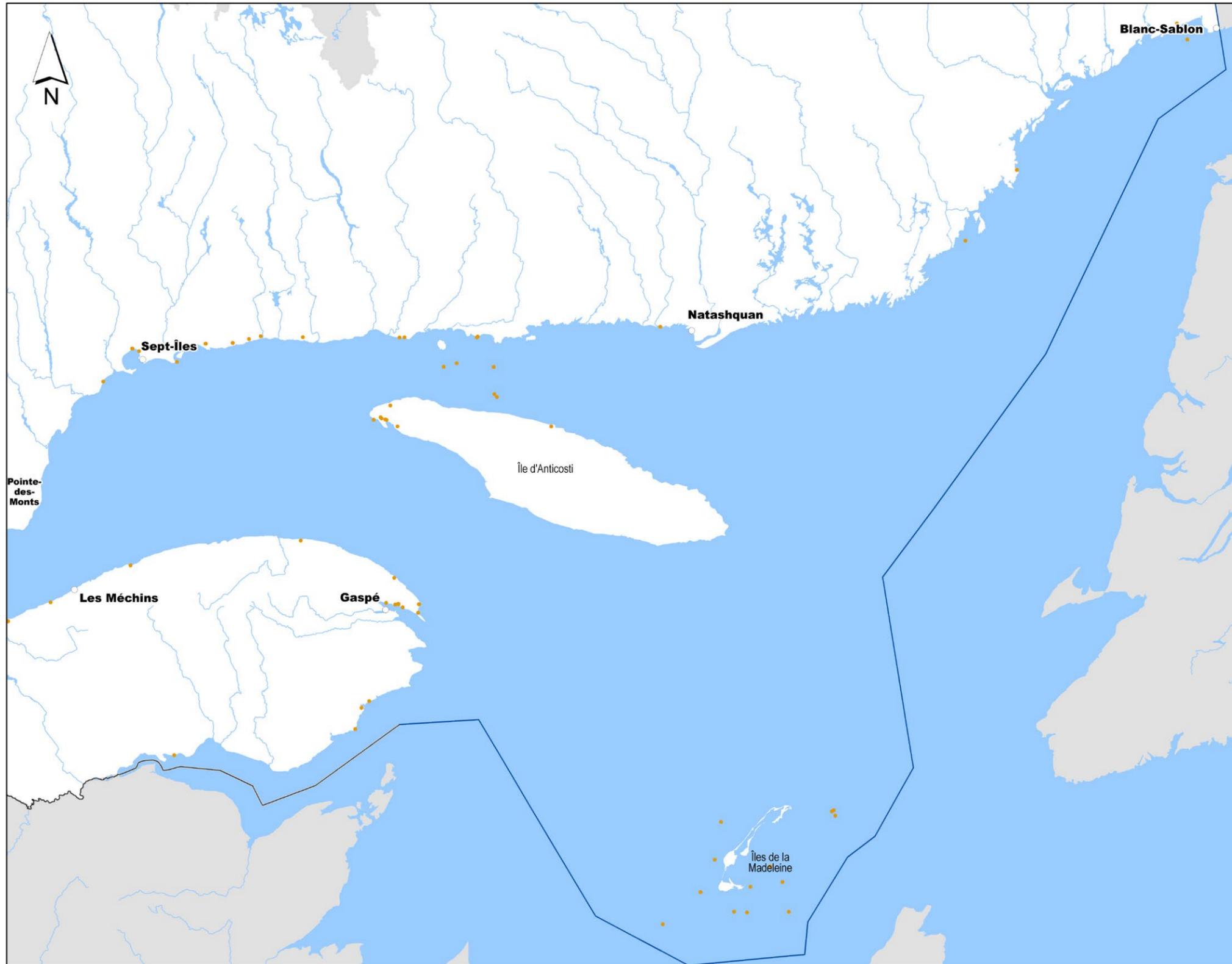
Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

© Gouvernement du Québec, septembre 2020



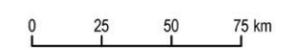
Québec 

Note: Le présent document n'a aucune portée légale.



Carte 76
Habitats d'importance
pour l'herpétofaune
Golfe

- Habitat d'importance pour l'herpétofaune
- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées
 Système de référence : NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
 Géodésique
 Projection cartographique : Conique Conforme Lambert

Sources
Données : Base de données géographiques et administratives (BDGA) à l'échelle 1/1 000 000
 Géobase faune, 2019
 Site d'intérêt faunique, 1994

Organisme
 Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
 Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
 Ministère de l'Environnement et de la Faune

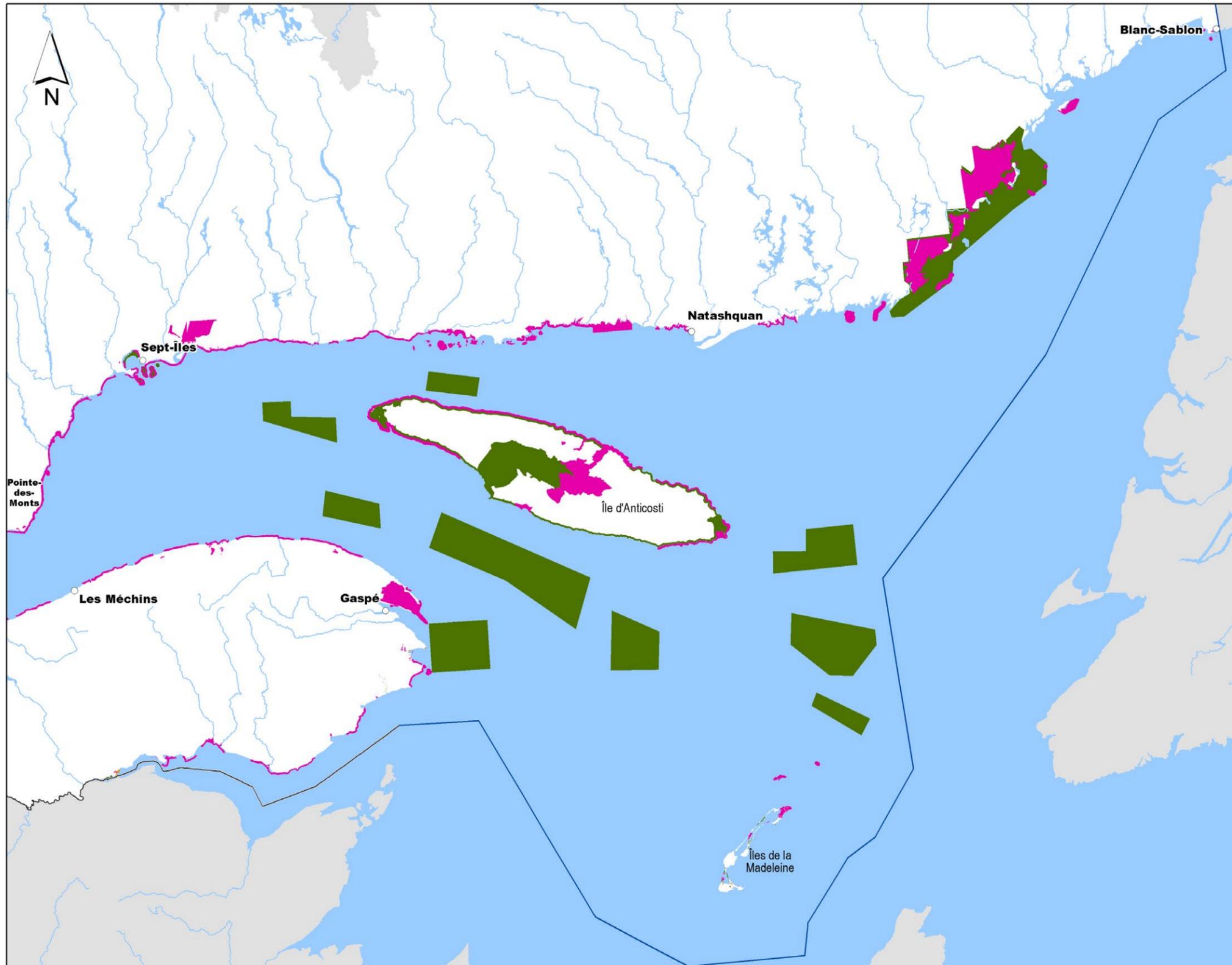
Réalisation
 Direction de l'expertise sur la faune aquatique, MFFP

© Gouvernement du Québec, juillet 2020



Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

© Gouvernement du Québec, deuxième trimestre 2020



Carte 77

Aires de protection

Golfe

- Registre des aires protégées au Québec
- Territoires d'importance pour la conservation au Québec
- Répertoire des sites de conservation volontaire du Québec
- Hydrographie
- Hors Québec



Métadonnées

Système de référence Géodésique	NAD 83 compatible avec le système mondial WGS 84
Projection cartographique	Conique Conforme Lambert

Sources

Données	Organisme
Registre des aires protégées au Québec	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Territoire d'importance pour la conservation au Québec	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
--	--

Répertoire des sites de conservation volontaire du Québec	Réseau de milieux naturels protégés
---	-------------------------------------

Base de données topographiques et administrative (BDTA) à l'échelle 1/250 000	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
---	---

Réalisation

Direction de la connaissance écologique, MELCC
 © Gouvernement du Québec, août 2020



Québec

Note: Le présent document n'a aucune portée légale.

© Gouvernement du Québec, deuxième trimestre 2020

Photos

Adobe Stock

p. 1 : Pascale Gueret
p. 111 : duke2015

Audrey Lachance

p. 11

Fédération québécoise pour le saumon atlantique

p. 73

Marc Lajoie, MAPAQ

p. 101

Pixabay

p. 7, p. 21 et p. 77

