

**ACQUISITION DE CONNAISSANCES SUR LES EAUX SOUTERRAINES
DU TERRITOIRE MUNICIPALISÉ DE LANAUDIÈRE,
DE L'EST DE LA MAURICIE ET DE LA MOYENNE-CÔTE-NORD**

RAPPORT SYNTHÈSE

***Résultats du projet pilote d'acquisition de connaissances
sur les eaux souterraines
du territoire municipalisé de la Moyenne-Côte-Nord***

**PACES LAMEMCN – section Moyenne-Côte-Nord
- PROJET PILOTE -**

CERM-UQAC

MARS 2022

VERSION FINALE



MRC de Sept-Rivières

MRC de Minganie
Municipalité régionale de comté de Minganie



municipalité régionale
de comté de manitouagan

ÉQUIPE DE RÉDACTION

COORDONNATEURS : Julien Walter et Romain Chesnaux

PROFESSEUR ÉMÉRITE : Alain Rouleau

PROFESSIONNELLE EN GÉOMATIQUE : Mélanie Lambert

PROFESSIONNELLE EN HYDROGÉOLOGIE (EN FORMATION) : Laura-Pier Perron Desmeules

CITATION

CERM-PACES, 2022. Résultats du projet d'acquisition des connaissances sur les eaux souterraines du territoire municipalité de Lanaudière, de l'est de la Mauricie et de la Moyenne-Côte-Nord. PACES-LAMEMCN – **section Moyenne-Côte-Nord (projet pilote)**. Centre d'études sur les ressources minérales, Université du Québec à Chicoutimi. 53 p.

RÉSUMÉ

Le Centre d'études sur les ressources minérales (CERM) de l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC) a réalisé une première étape de la caractérisation régionale des aquifères et des eaux souterraines du territoire municipalisé de la région de la Moyenne-Côte-Nord (MCN). Cette étude a été effectuée dans le cadre du projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines des territoires municipalisés de Lanaudière, de l'est de la Mauricie et de la Moyenne-Côte-Nord (PACES-LAMEMCN), géré par le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). Sur le territoire de la Moyenne-Côte-Nord, l'étude a pris la forme d'un **projet pilote** dont le principal objectif était de cibler les principaux **enjeux régionaux en lien avec les eaux souterraines**. Ce rapport présente les résultats du projet pilote réalisé sur le territoire de la **Moyenne-Côte-Nord** (nommé tout au long du texte « PACES (projet pilote) ») dans le cadre du PACES-LAMEMCN.

Le PACES (projet pilote) a été réalisé de 2019 à 2021. Dans un premier temps, le projet a porté sur l'inventaire des données hydrogéologiques existantes. Dans un second temps, il a permis l'acquisition de données complémentaires ciblées, afin notamment de rendre compte des réalités du terrain. De plus, trois rencontres avec les partenaires régionaux, réunis à Sept-Îles, ont permis de maintenir un contact tout au long du projet.

Au terme du projet, **122 rapports techniques** ont été récupérés. Les données hydrogéologiques provenant de bases de données numériques déjà existantes (SIH, MTQ, SIGEOM) ont été récupérées, transférées et centralisées dans une base de données géospatiales exploitable par un système d'information géographique (SIG). Au total, **2 241 données ponctuelles** ont été récupérées (1787 stations du SIGEOM, 131 du MTQ et 329 puits du SIH). Des échantillons d'eau souterraine ont été prélevés dans **60 puits** résidentiels, **12 levés** hydrogéochimiques ont été réalisés dans des **tourbières** et **30 levés stratigraphiques** ont été réalisés sur des bords de route, de rivière, ou dans des sablières/gravières

En ce qui concerne les connaissances hydrogéologiques, les résultats saillants de l'étude sont les suivants :

- Des 17 municipalités présentes sur le territoire, 9 sont alimentées en eau potable à partir d'eau souterraine, 2 possèdent une alimentation mixte (surface/souterraine) et 6 sont alimentés entièrement en eau de surface;
- L'information cartographique sur la géologie des dépôts de surface est incomplète, voire inexistante à certains endroits ;
- Les massifs deltaïques/pro-deltaïques présentent des épaisseurs considérables et couvrent des superficies importantes. Plusieurs puits d'alimentation sont installés dans ce type de dépôts granulaires et 80% des puits échantillonnés sont installés dans ce type de sédiments à des profondeurs très variées (1m à 60 m).
- La majeure partie des puits résidentiels ne sont pas répertoriés et sont en particulier absents du système d'information hydrogéologique (SIH) du MELCC;
- Environ 30% des échantillons prélevés dépassent les critères esthétiques (OE) pour le manganèse, souvent en association avec des dépassements en fer et 57% de l'ensemble des échantillons prélevés étaient acides ($\text{pH} < 6.5$) ;
- Les intervenants rencontrés se sont montrés concernés par l'état de la ressource en eaux souterraines sur le territoire et sont très intéressés à donner suite aux travaux initiés dans le cadre du PACES (projet pilote) ;
- Malgré leur omniprésence sur le territoire, les communautés des Premières Nations n'ont pas été impliquées à ce jour dans le projet

En bref, les enjeux scientifiques mis en évidence par le PACES (projet pilote) incluent:

- 1) la mauvaise répartition des données ponctuelles disponibles et le manque de données;
- 2) le manque de données cartographiques sur les dépôts de surface;
- 3) le manque de connaissance sur la qualité de l'eau souterraine des puits résidentiels ;
- 4) l'impact potentiel des milieux tourbeux sur la qualité de l'eau potable;
- 5) et la vulnérabilité des puits résidentiels et municipaux à la contamination par les eaux du fleuve Saint-Laurent dans le contexte actuel de changements climatiques : la montée des eaux marines combinée à l'augmentation de l'érosion côtière favorisent l'invasion du biseau salin plus profondément dans les terrains.

REMERCIEMENTS

Le PACES (projet pilote) sur la Moyenne-Côte-Nord a été rendu possible par la contribution financière du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) et des MRC de Sept-Rivières et de Minganie.

Les auteurs de ce rapport tiennent à souligner l'assistance apportée par M. Pierre-Luc Bilodeau du Centre d'études sur les ressources minérales (CERM), et par les étudiants suivants : M. Pierre Saint-Hilaire, M. Pierre-Olivier Gilbert, M. Zacharie Plamondon, M^{me} Frédéric Lalancette, M. Mike Bellemare et M^{me} Anne-Marie Proulx.

Les représentants des organismes partenaires ont contribué au bon déroulement de ce projet. Mentionnons à ce titre la participation de M. Alain Lapierre et M. Philippe Gagnon (MRC Sept-Rivières), M^{me} Sara Richard et M. Toufik Naili (MRC Minganie), M^{me} Aurélie Le Henaff et M^{me} Julie Fouquette Viens (OBV Duplessis), ainsi que M^{me} Huguette Thibeault (OBV Manicouagan). Il est également important de mentionner la collaboration des membres de l'APTHQ, M^{me} Stéphanie Boudreau (APTHQ), M. Frédéric Caron (Premier Tech), M. Pierre-Olivier Jean (Premier Tech), M. Pierre-Olivier Sauvageau (Tourbière Berger Ltée) et M^{me} Marie-Claire Leblanc (l'APTHQ).

Les auteurs de ce rapport tiennent à remercier particulièrement les maires, directeurs généraux et inspecteurs des municipalités du territoire d'étude qui ont fourni des données riches en informations hydrogéologiques.

TABLE DES MATIÈRES

Liste des figures	V
Liste des tableaux	VI
Liste des annexes numériques	VI
Liste des acronymes	VII
1 INTRODUCTION	1
1.1 Mise en contexte	1
1.2 Particularités du PACES (projet pilote)	3
1.3 Territoire municipalisé, superficies et découpages administratifs	4
1.4 Type d’approvisionnement des municipalités de la Moyenne-Côte-Nord	5
1.5 Topographie	6
1.6 Équipe de réalisation	7
1.7 Comité de suivi	8
2 COLLECTE DES DONNÉES EXISTANTES	9
2.1 Inventaire des données existantes concernant le milieu humain ou naturel	9
2.1.1 Données se rapportant au milieu humain	9
2.1.2 Données sur le milieu naturel (physiographiques et géologiques)	10
2.2 Inventaire des données hydrogéologiques (et sciences connexes) existantes	12
2.2.1 Inventaire des données hydrogéologiques existantes	12
2.2.2 Procédure de récupération des rapports techniques	12
2.2.3 Données se rapportant aux contextes géologiques et hydrogéologiques	14
3 ACQUISITION DE NOUVELLES DONNÉES	16
3.1 Données hydrogéochimiques	16
3.1.1 Collecte d’échantillons d’eau souterraine dans les puits privés	16
3.1.2 Collecte d’échantillons d’eau dans les tourbières	19
3.2 Données stratigraphiques	20
4 ENJEUX DE CONNAISSANCES ET LOGISTIQUES	22
4.1 Enjeux liés à l’information ponctuelle existante	22
4.2 Enjeux sur les données géologiques existantes	24
4.3 Vulnérabilité de la ressource en eau souterraine	26
4.4 Enjeux liés à la qualité de l’eau souterraine	27
4.4.1 Dépassements des concentrations maximales (CM) selon le Règlement sur la qualité de l’eau potable (RQEP) et des recommandations de Santé Canada (CMA)	31
4.4.2 Dépassements des objectifs esthétiques (OE) selon Santé Canada	35
4.4.3 Lien entre les tourbières et l’eau souterraine (résultats préliminaires)	42

4.5	Enjeux liés aux préoccupations du milieu	46
5	CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	48
5.1	Conclusion générale	48
5.2	Recommandations	49
5.2.1	Mauvaise répartition des données ponctuelles et données manquantes :	49
5.2.2	Qualité/potabilité de l'eau souterraine :	49
5.2.3	Salinité de l'eau souterraine en contexte côtier:	49
5.2.4	Protection et pérennité de la ressource en eau souterraine de la MCN	50
5.2.5	Intégration des communautés des Premières nations.	50
6	RÉFÉRENCES	51

Liste des figures

Figure 1-1 : Couverture territoriale de la connaissance sur les eaux souterraines.	1
Figure 1-2 : Localisation des territoires considérés dans le projet PACES-LAMEMCN.	2
Figure 1-3 : Les trois MRC de la région de la Moyenne-Côte-Nord.	4
Figure 1-4 : Carte topographique du territoire municipalisé de la Moyenne-Côte-Nord.	7
Figure 1-5 : Structure organisationnelle du PACES-LAMEMCN – section MCN (projet pilote).	8
Figure 3-1 : Prise de données in situ et prise d'échantillons dans les contenants fournis par le laboratoire d'analyse.	16
Figure 3-2 : Localisation des échantillons hydrogéochimiques (roc fracturé et dépôts granulaires).	18
Figure 3-3 : Localisation des stations d'échantillonnage dans les tourbières.	19
Figure 3-4 : Localisation des levés stratigraphiques effectués en MCN.	21
Figure 4-1 : Localisation et répartition des stations d'information selon leur source sur le territoire.	22
Figure 4-2 : Localisation et répartition des stations du SIH sur le territoire.	23
Figure 4-3 : Géologie du Quaternaire (légende complète présentée à la page suivante).	24
Figure 4-4 : Légende de la Commission Géologique du Canada.	25
Figure 4-5 : Localisation des levés stratigraphiques et carte des dépôts de surface.	26
Figure 4-6 : Répartition de la concentration en cuivre dans l'eau souterraine.	31
Figure 4-7 : Répartition de la concentration en fluorures dans l'eau souterraine.	32
Figure 4-8 : Répartition de la concentration en plomb dans l'eau souterraine.	33
Figure 4-9 : Répartition de la concentration en manganèse dans l'eau souterraine.	34
Figure 4-10 : Répartition de la concentration en manganèse dans l'eau souterraine.	36
Figure 4-11 : Répartition de la concentration en chlorures dans l'eau souterraine.	37
Figure 4-12 : Répartition de la concentration en sodium dans l'eau souterraine.	38
Figure 4-13 : Répartition de la concentration en sulfures dans l'eau souterraine.	39
Figure 4-14 : Répartition de la concentration en zinc dans l'eau souterraine.	40
Figure 4-15 : Répartition des dépassements de pH de l'eau souterraine.	41
Figure 4-16 : Répartition de la concentration en fer dans l'eau des tourbières.	44
Figure 4-17 : Répartition de la concentration en manganèse dans l'eau des tourbières.	45

Liste des tableaux

Tableau 1-1 : Description des trois territoires visés par la PACES-LAMEMCN.	2
Tableau 1-2 : PACES octroyés en 2018.	3
Tableau 1-3 : Superficies municipales et nombre d'habitants par municipalité sur le territoire de la Moyenne-Côte-Nord.	5
Tableau 1-4 : Superficie et population des Municipalités régionales de comté (MRC) sur le territoire de la Moyenne-Côte-Nord.	5
Tableau 1-5 : Populations, types d'approvisionnement du réseau d'aqueduc	6
Tableau 1-6 : Équipe de réalisation.	7
Tableau 2-1 : Données disponibles se rapportant au milieu humain.	9
Tableau 2-2 : Données disponibles se rapportant au milieu naturel.	11
Tableau 2-3 : Nombre de municipalités par MRC et nombres de rapports techniques récupérés par MRC.	13
Tableau 2-4 : Nombre de rapports récupérés, type de rencontre et autorisation d'accès, d'utilisation et de diffusion pour chacune des municipalités de la région de la Moyenne-Côte-Nord.	13
Tableau 2-5 : Données disponibles se rapportant aux contextes géologiques et hydrogéologiques.	14
Tableau 3-1 : Liste des paramètres physico-chimiques analysés en laboratoire et in situ.	17
Tableau 3-2 : Localisation des levés stratigraphiques effectués sur le territoire de la MCN en 2020 et 2021.	20
Tableau 4-1 : Tableau statistique des résultats d'analyses chimiques de la campagne d'échantillonnage.	28
Tableau 4-2 : Échantillons dans les puits privés dont les concentrations de certains paramètres sont supérieures à la concentration maximale (CM) selon le RQEP ou à la concentration maximale acceptable (CMA) recommandée par Santé Canada.	29
Tableau 4-3 : Échantillons dans les puits privés dont les concentrations de certains paramètres sont supérieures aux objectifs esthétiques (OE) recommandés par Santé Canada.	30
Tableau 4-4 : Échantillons dans les tourbières dont les concentrations de certains paramètres sont supérieures à la concentration maximale (CM) selon le RQEP ou à la concentration maximale acceptable (CMA) recommandée par Santé Canada.	42
Tableau 4-5 : Échantillons dans les tourbières dont les concentrations de certains paramètres sont supérieures aux objectifs esthétiques (OE) recommandés par Santé Canada.	43
Tableau 4-6 : Préoccupations du milieu en lien avec la ressource en eau souterraine.	46

Liste des annexes numériques

AN 1 : Ententes et résolutions signées par les municipalités
AN 2 : Comptes rendus des rencontres avec les partenaires et des visites des municipalités
AN 3 : Protocole d'échantillonnage géochimique
AN 4 : Résultats d'analyses hydrogéochimiques
AN 5 : Lettres expédiées aux propriétaires de puits
AN 6 : Protocole d'archivage et de numérisation des données
AN 7 : Rapports récupérés dans les municipalités
AN 8 : Descriptions stratigraphiques
AN 9 : Fiches de terrain (hydrogéochimie)

Liste des acronymes

BADGEQ	Banque de données géochimiques du Québec
BDAT	Base de données pour aménagement du territoire (100k)
BDCA	Base de données des cultures assurées
BDCG	Base de données des cultures généralisées
BDPPAD	Base de données des parcelles et productions agricoles déclarées
BDTA	La Base de données topographiques et administratives (250K)
BDTQ	Base de données topographiques du Québec (20K)
BQMA	Banque de la qualité du milieu aquatique
CCÉG	Coalition canadienne d'énergie géothermique
MNÉC	Modèle numérique d'élévation du Canada
CEHQ	Centre d'expertise hydrique du Québec
COCG	Conseil canadien de la géomatique
GRHQ	Géobase du réseau hydrographique du Québec
CUBF	Code d'utilisation des biens-fonds
EC	Environnement Canada
FADQ	Financière agricole du Québec
HQ	Hydro-Québec
HYDAT	Archives nationales des données hydrologiques
IRDA	Institut de recherche et de développement en agroenvironnement
LEI	Lieu d'enfouissement industriel et commercial
LES	Lieu d'enfouissement sanitaire
MAMROT	Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire
MDDELCC	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la lutte contre les changements climatiques
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
MNA	Modèle numérique d'altitude
MNEHR	Modèle numérique d'élévation haute résolution
MTMDET	Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports
MRC	Municipalité régionale de comté
MTQ	Ministère des Transports du Québec
PPAT	Portrait provincial en aménagement du territoire
PQ	Province de Québec
RNCAN	Ressources naturelles Canada
SDA	Système sur les découpages administratifs
SIEF	Système d'information écoforestière
SIGEOM	Système d'informations géominières
SIGPEG	Système d'Information Géoscientifique Pétrolier Et Gazier
SIH	Système d'information hydrogéologique
SNRC	Système national de référence cartographique
TPI	Terres publiques intermunicipales

1 INTRODUCTION

Au Québec, la ressource en eau souterraine est fortement sollicitée pour l'alimentation en eau potable de 90% du territoire, ce qui permet de répondre aux besoins en eau potable d'environ 20% de la population. Cette ressource étant sensible et souvent vulnérable à la contamination, il est nécessaire de la connaître le mieux possible. Toutefois, les connaissances sur la quantité et la qualité de l'eau souterraine et des aquifères sont fragmentaires et hétérogènes sur le territoire québécois.

1.1 Mise en contexte

Le Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES) a donné lieu de 2009 à 2015 à 13 projets régionaux de cartographie des milieux géologiques aquifères et des eaux souterraines sur environ les deux tiers du territoire municipalisé du Québec méridional. La couverture cartographique des connaissances hydrogéologiques complétée à ce jour en 3 phases est présentée à la figure 1-1.

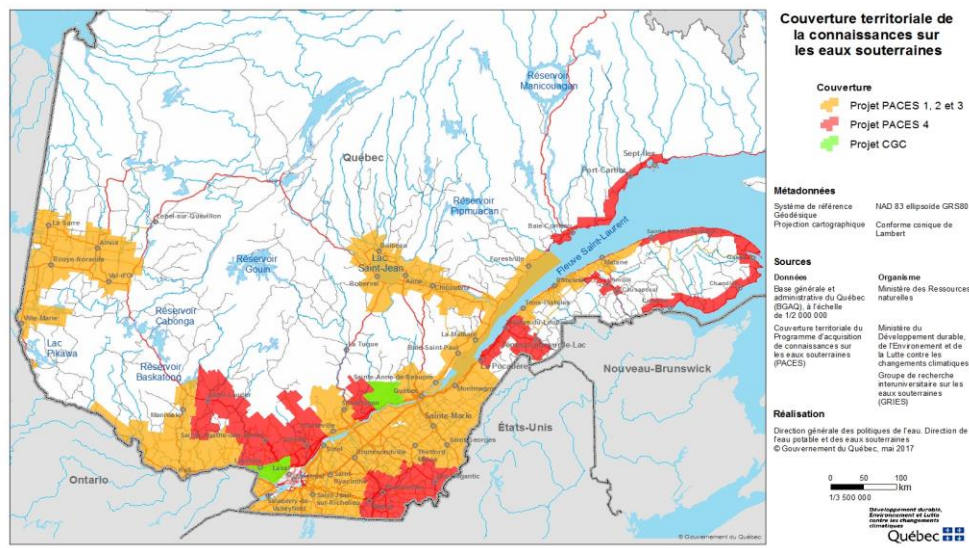


Figure 1-1 : Couverture territoriale de la connaissance sur les eaux souterraines¹.
Le territoire des îles de la Madeleine fait partie aussi des PACES 4.

Le présent projet fait partie de la 4^e phase et s'inscrit dans l'optique poursuivie par le ministère de l'Environnement et de la lutte contre les changements climatiques (MELCC) qui consiste à couvrir le maximum, voire la totalité des territoires non encore couverts par le PACES, ceci en respectant les limites du cadre financier disponible. Cet objectif devient réaliste uniquement en tenant compte du fait que les différentes équipes PACES ont acquis l'expérience des projets antérieurs et que bon nombre de méthodes, de techniques et de protocoles ont été élaborés dans ces projets. De plus, il faut compter sur un effet d'échelle généré d'abord par la présence d'une équipe de réalisation interne à chaque université et sur les collaborations croisées qui permettront de profiter des expertises respectives de l'ensemble des équipes.

¹ <http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/souterraines/programmes/carte-projets.pdf>

L'équipe de recherche en hydrogéologie de l'UQAC est responsable de réaliser l'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines de trois territoires non couverts, soit 1) Lanaudière (sauf la MRC des Moulins) 2) Mauricie portion Est, et 3) la Moyenne-Côte-Nord (tableau 1-1; figure 1-2).

Tableau 1-1 : Description des trois territoires visés par la PACES-LAMEMCN.

	MRC	MUNICIPALITÉS	PREMIÈRES NATIONS	POPULATION ¹	SUPERFICIE ² (km ²)	OBV (principal)
Lanaudière	5	55	0	337 601	5 962	3
Mauricie-Est	3	22	3	37 179	5 883	3
Moyenne-Côte-Nord (projet pilote)	3	17	5	72 524	10 728	2
TOTAL	11	94	8	44 7304	22 573	8

¹Somme de la Population 2017 de chaque municipalité inscrite sur les cartes du MAMOT

<https://www.mamot.gouv.qc.ca/organisation-municipale/organisation-territoriale/regions-administratives/>

²Superficie calculée sur ArcGIS à partir du découpage administratif (SDA). La partie des limites municipales située dans le fleuve a été soustraite des superficies.

Le projet dans son ensemble implique donc 94 municipalités réparties dans 11 MRC pour une superficie totale de 22 573 km².

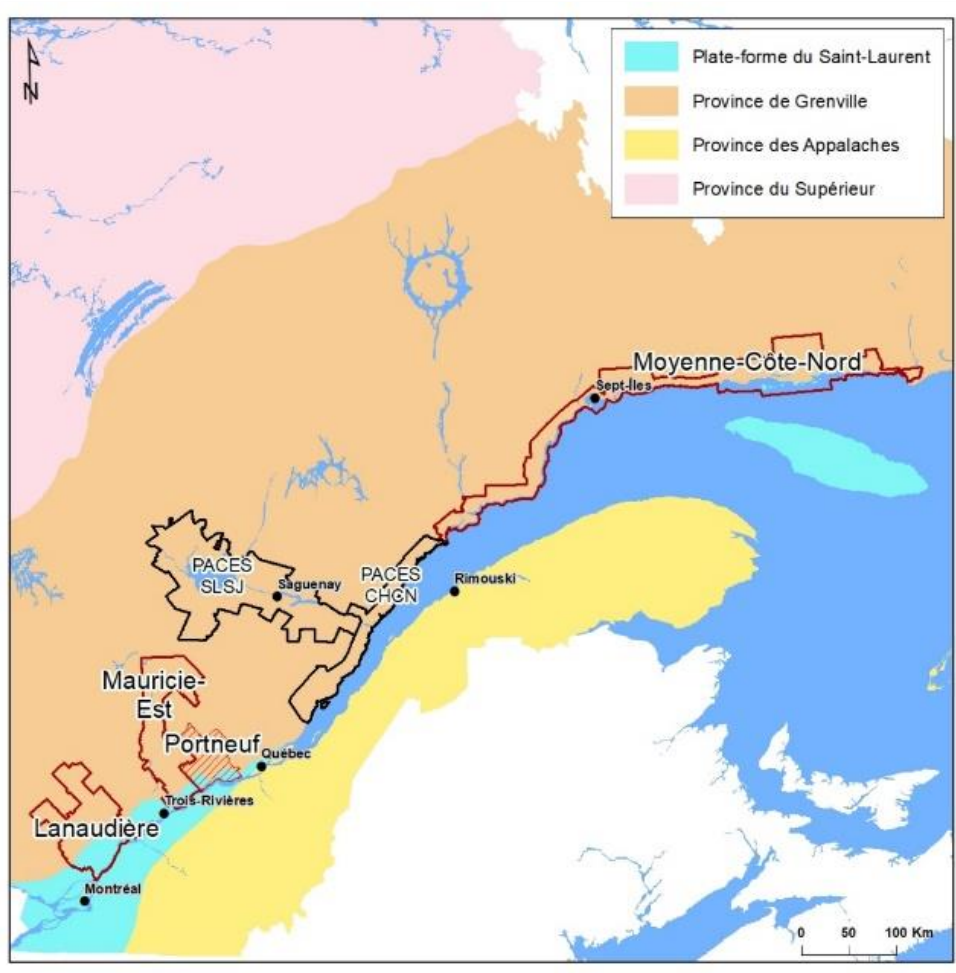


Figure 1-2 : Localisation des territoires considérés dans le projet PACES-LAMEMCN.

Les délimitations en rouge correspondent aux territoires couverts par le présent projet alors que les délimitations en noir représentent les territoires couverts par l'UQAC lors des phases 1 et 3 du PACES.

D'autres universités ont été mandatées pour réaliser des PACES en 2018. Ils sont présentés dans le tableau 1-2.

Tableau 1-2 : PACES octroyés en 2018.

Titre du PACES	Université
Bas-Saint-Laurent et Gaspésie	Université du Québec à Rimouski
Laurentides	Université du Québec à Montréal
Estrie	Centre Eau Terre Environnement de l'Institut national de la recherche scientifique
Îles-de-la-Madeleine	Université Laval
Territoire de la communauté Crie d'Eastmain	Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue

Dans le cas de la Moyenne-Côte-Nord (MCN), objet de ce rapport, il s'agit en réalité d'un projet pilote. Le terme « pilote » signifie ici que le projet n'inclue pas la réalisation de tous les livrables requis habituellement dans le cadre d'un projet du PACES. Ainsi, le projet pilote sur la MCN visait à :

- Déterminer les préoccupations du milieu en ce qui concerne la ressource en eau souterraine;
- Définir les enjeux liés à la connaissance sur les eaux souterraines de la moyenne Côte-Nord;
- Dresser un portrait (partiel) de la ressource en eaux souterraines de la moyenne Côte-Nord.

1.2 Particularités du PACES (projet pilote)

Les différentes phases de réalisation se présentent donc ainsi :

- *Phase 1*: collecte des données existantes. Des travaux terrain sont aussi planifiés. Cette étape s'est conclue par la rédaction du rapport d'étape remis au MELCC et aux partenaires régionaux le 31 mars 2021. Ce rapport inclut : la synthèse des informations recueillies à la date de remise du rapport, un résumé des travaux de terrain réalisés à la date de remise du rapport, l'inventaire des données manquantes et la planification de nouveaux travaux de terrain à réaliser durant la dernière année du projet.
- *Phase 2* : réalisation de travaux de terrain nécessaires à l'obtention d'informations complémentaires ou manquantes sur la qualité de l'eau (prélèvement d'échantillons et reconnaissance terrain).
- *Phase 3*: intégration et analyse sommaire des données recueillies (existantes et collectées sur le terrain) afin d'identifier les enjeux régionaux liés à la connaissance sur l'eau souterraine du territoire municipalisé de la MCN.

1.3 Territoire municipalisé, superficies et découpages administratifs

La partie du territoire municipalisé de la Moyenne-Côte-Nord qui est à l'étude dans ce rapport compte une population de 72 806 habitants répartis sur une superficie d'environ 10 911 km². La figure 1-3 présente la délimitation du territoire avec les trois Municipalités régionales de comté (MRC).

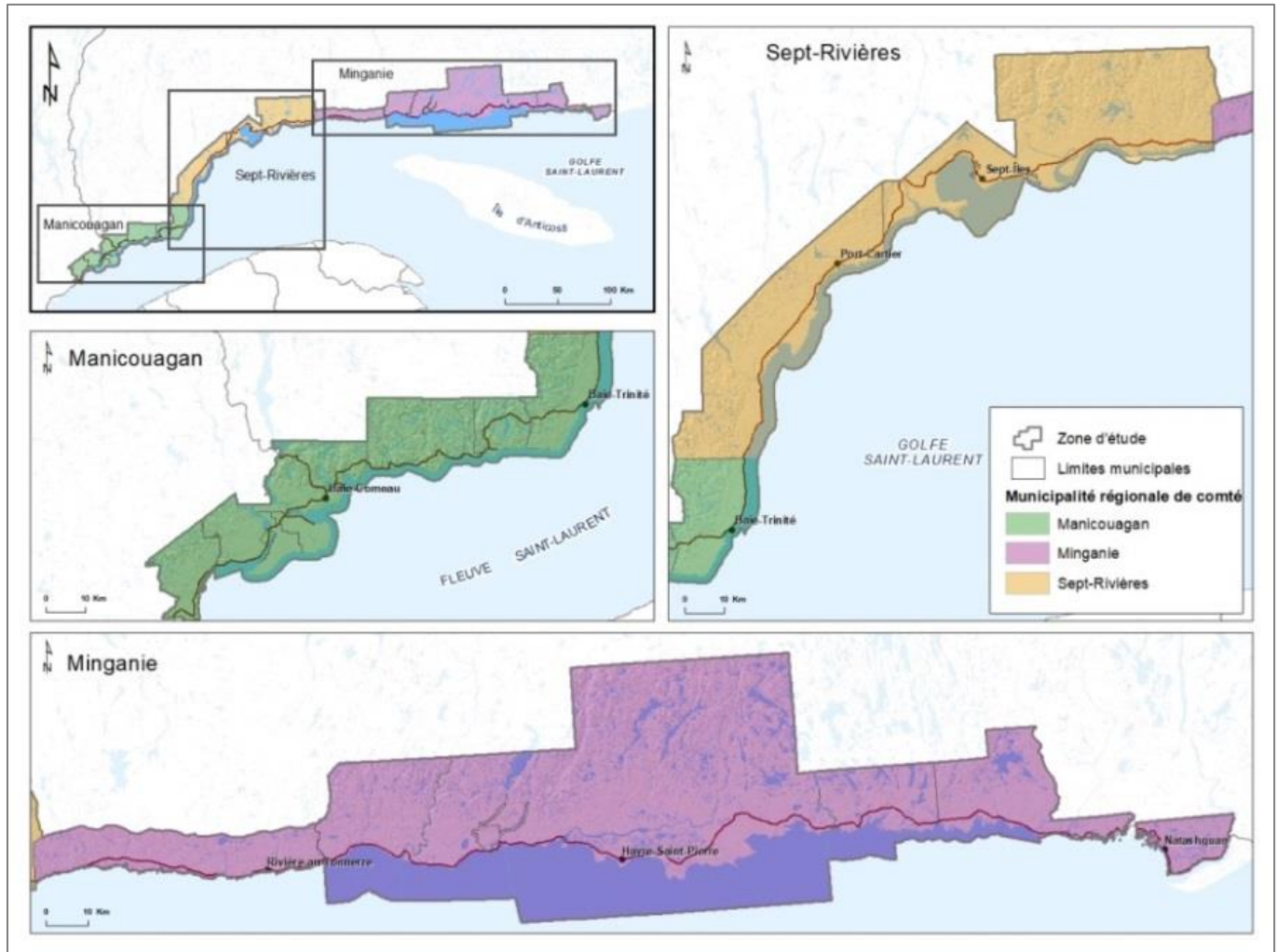


Figure 1-3 : Les trois MRC de la région de la Moyenne-Côte-Nord.

Toutes les zones urbanisées, à l'exception de Clarke City (Sept-Îles), se situent sur la portion côtière du territoire. Le tableau 1-3 présente le nombre d'habitants et la superficie de chacune des municipalités sur le territoire. Le tableau 1-4 présente les mêmes informations rapportées par MRC. Le territoire est composé de 3 MRC : Sept-Rivières, Minganie et Manicouagan. Respectivement, chacune d'entre elles occupe 28 %, 53 % et 19% du territoire municipalisé de la Moyenne-Côte-Nord (tableau 1-4). Les territoires autochtones sont compris dans les statistiques et dans la zone d'étude, mais ne sont pas couverts par le PACES (projet pilote).

Tableau 1-3 : Superficies municipales et nombre d'habitants par municipalité sur le territoire de la Moyenne-Côte-Nord.

<i>Municipalités</i>	<i>Superficie (km²)</i>	<i>Pourcentage par rapport au territoire</i>	<i>Population (2017¹)</i>
<i>MRC Sept-Rivières</i>			
Port-Cartier	1139	10.6%	6 589
Sept-Îles	1819	10.0%	25 475
<i>MRC de la Minganie</i>			
Rivière-au-Tonnerre	630	6%	267
Rivière-Saint-Jean	547	5%	220
Longue-Pointe-de-Mingan	406	4%	482
Havre-Saint-Pierre	2902	27%	3 451
Baie-Johan-Beetz	382	4%	84
Aguanish	604	6%	256
Natashquan	199	2%	281
<i>MRC Manicouagan</i>			
Baie-Comeau	382	3.6%	21 392
Baie-Trinité	435	4.1%	457
Franquelin	465	4.3%	311
Pointe-Aux-Outardes	81	0.8%	1 306
Ragueneau	188	1.7%	1 371
Chute-Aux-Outardes	8	0.1%	1 577
Godbout	182	2%	282
Pointe-Lebel	86	0.8%	1 972

¹Somme de la Population 2017 de chaque municipalité inscrite sur les cartes du MAMOT

Tableau 1-4 : Superficie et population des Municipalités régionales de comté (MRC) sur le territoire de la Moyenne-Côte-Nord.

	<i>Superficie (km²)</i>	<i>% de la superficie du territoire</i>	<i>Population (2017)</i>	<i>% de la population du territoire</i>
<i>MRC Sept-Rivières</i>	2 964	27%	35 103	48%
<i>MRC de la Minganie</i>	5 688	52%	6 353	9%
<i>MRC Manicouagan</i>	2 259	21%	31 350	43%

1.4 Type d'approvisionnement des municipalités de la Moyenne-Côte-Nord

Selon le site du MELCC (dernière mise à jour 14 février 2022), **9 municipalités** parmi les 17 municipalités du territoire de la Moyenne-Côte-Nord possèdent un réseau alimenté par l'eau souterraine, 2 municipalités possèdent un réseau mixte alimenté par l'eau souterraine et l'eau de surface, et 5 municipalités ont un réseau d'eau potable qui est alimenté par de l'eau de surface uniquement (tableau 1-5). Les données sur les prélèvements d'eau potable sont présentées par municipalités.

Tableau 1-5 : Populations, types d’approvisionnement du réseau d’aqueduc des municipalités du territoire de la Moyenne-Côte-Nord.

<i>Municipalités</i>	<i>Population (2017)</i>	<i>Type d’approvisionnement (2022)¹</i>
MRC Sept-Rivières		
Port-Cartier	6 709	eau de surface
Sept-Îles	25 450	mixte
MRC de la Minganie		
Rivière-au-Tonnerre	270	eau souterraine
Rivière-Saint-Jean	251	eau souterraine
Longue-Pointe-de-Mingan	455	eau souterraine
Havre-Saint-Pierre	3 417	eau souterraine
Baie-Johan-Beetz	85	eau de surface
Aguanish	246	eau souterraine
Natashquan	270	eau souterraine
MRC Manicouagan		
Baie-Comeau	21 392	eau de surface
Baie-Trinité	457	eau souterraine
Franquelin	311	eau souterraine
Pointe-Aux-Outardes	1 306	eau souterraine
Ragueneau	1 371	eau de surface
Chute-Aux-Outardes	1 577	eau de surface
Godbout	282	Aucun réseau d’aqueduc
Pointe-Lebel	1 972	mixte

¹Données recueillies sur le site présentant les réseaux municipaux de distribution d’eau potable du MELCC (Mise à jour le 14 Février 2022).

Notons que les villes de Port-Cartier et de Baie-Johan-Beetz ont toutes deux récemment commandé des études de recherche en eau souterraine pour alimenter leur réseau d’aqueduc.

1.5 Topographie

La figure 1-4 présente le modèle numérique de terrain (MNT) de la MCN. Les données utilisées sont celles du ministère de l’Énergie et des Ressources naturelles (MERN), dont la résolution est 10 m. Aucune donnée LIDAR n’est disponible pour le territoire de la Minganie.

La topographie observée en surface est influencée à la fois par le socle rocheux et les dépôts meubles. Au niveau des plaines, d’importantes épaisseurs de dépôts meubles mises en place pendant le retrait de la mer de Goldthwait ne laissent entrevoir que très peu d’affleurements rocheux et la topographie y est très peu accidentée. La topographie du territoire plus au nord est contrôlée par le socle rocheux, sa surface est composée presque exclusivement d’affleurements rocheux et de tills. Les élévations y sont plus importantes. Ainsi, on distingue dans la suite du texte les Hautes-Terres (hautes élévations dominées par le roc affleurant et le till glaciaire) des Basses-Terres (plaines bordant le fleuve Saint-Laurent).

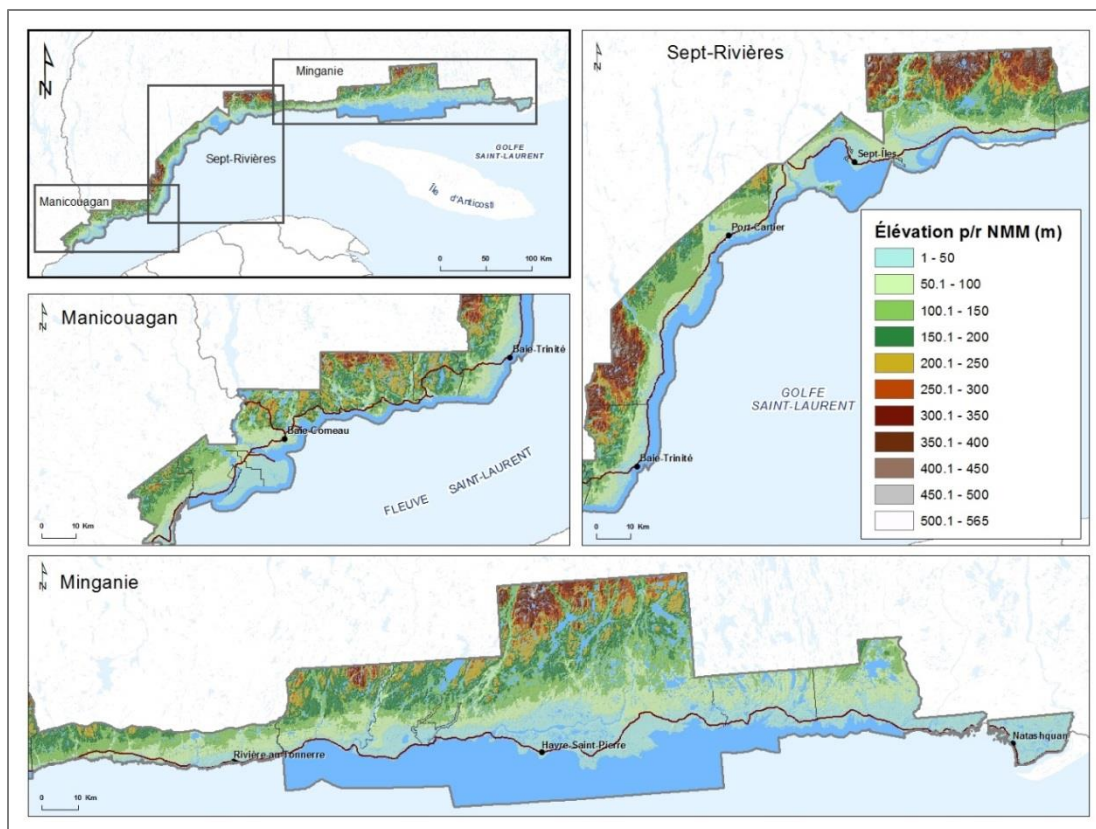


Figure 1-4 : Carte topographique du territoire municipalisé de la Moyenne-Côte-Nord.

1.6 Équipe de réalisation

Les membres du CERM qui travaillent à la réalisation du PACES (projet pilote) sur le territoire de la Moyenne-Côte-Nord sont présentés dans le tableau 1-6, avec leur rôle et leur expertise respectifs.

Tableau 1-6 : Équipe de réalisation.

Nom	Rôle-Expertise	Statut
Julien Walter	Co-coordonnateur-Hydrogéologie	Professeur-chercheur
Romain Chesnaux	Co-coordonnateur-Hydrogéologie	Professeur-chercheur
Alain Rouleau	Consultant-Hydrogéologie	Professeur émérite
Mélanie Lambert	Géomatique	Professionnelle de recherche
Anouck Ferroud	Hydrogéologie	Professionnelle de recherche
Pierre-Luc Bilodeau	Administration-Comptabilité	Professionnel
Pierre A. Cousineau	Spécialiste-Sédimentologie	Professeur retraité
Pierre St-Hilaire	Projet de maîtrise- Hydrogéologie	Étudiant 2 ^e cycle
Laura-Pier Perron-Desmeules	Auxiliaire de recherche	Étudiant 2 ^e cycle
Anne-Marie Proulx	Auxiliaire de recherche	Étudiante 1 ^{er} cycle
Pierre-Olivier Gilbert	Auxiliaire de recherche	Étudiant 1 ^{er} cycle
Zacharie Plamondon	Auxiliaire de recherche	Étudiant 1 ^{er} cycle
Frédéric Lalancette	Auxiliaire de recherche	Étudiant 1 ^{er} cycle
Mike Bellemare	Auxiliaire de recherche	Étudiant 1 ^{er} cycle

1.7 Comité de suivi

Ce projet coordonné et réalisé par le CERM de l'UQAC est cofinancé par les municipalités régionales de comté (MRC) de Sept-Rivières et de la Minganie, en plus du MELCC. Ce projet a été réalisé sur une période de trois ans, soit du 1^{er} janvier 2020 au 31 décembre 2022. Un comité (figure 1-5) regroupant l'ensemble des acteurs impliqués dans la réalisation du PACES (projet pilote) a été mis sur pied pour assurer le suivi du projet. La diversité de ces partenaires témoigne en elle-même de la grande importance sociale et économique accordée aux eaux souterraines et aux connaissances sur cette ressource dans la région. **Ce comité a permis d'orienter les réflexions et les travaux afin de répondre aux exigences du PACES (projet pilote) sur la MCN.** De plus, le comité constitue la porte d'entrée de l'ensemble des interventions planifiées sur le terrain.

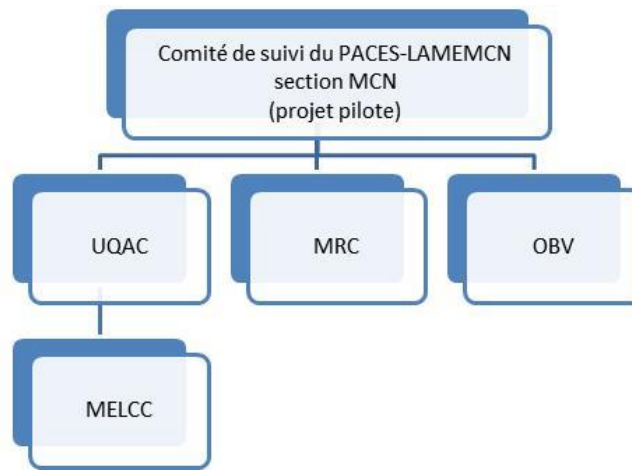


Figure 1-5 : Structure organisationnelle du PACES-LAMEMCN – section MCN (projet pilote).

Le comité s'est réuni à 2 occasions, et une troisième rencontre est prévue après la remise du présent rapport au MELCC, dans le but de présenter le contenu du présent rapport. Les comptes rendus de rencontre sont présentés à l'annexe numérique AN 2. Notons que la MRC Manicouagan n'a participé à aucune rencontre. La première rencontre a permis de présenter les objectifs du projet, de discuter de l'implication des partenaires régionaux en termes de support logistique et en termes financiers, et finalement de cibler certains enjeux en lien avec les eaux souterraines de la région. La seconde rencontre avait pour but le suivi du projet.

Les partenaires régionaux des territoires des MRC de Minganie et de Sept-Rivières ont exprimé des préoccupations à propos du manque de connaissance de la qualité de l'eau souterraine prélevée par les puits résidentiels, et l'impact potentiel des milieux humides et tourbeux sur la qualité de l'eau souterraine. Une autre préoccupation concernait l'impact des changements climatiques sur les ressources en eau potable, considérant notamment la montée des eaux du fleuve Saint-Laurent, l'augmentation des taux d'érosion côtière et l'intrusion dans les terres du biseau salin provenant du Golfe Saint-Laurent. Pour aborder ces enjeux spécifiques, les 2 MRC ont accepté de contribuer financièrement au projet, ce qui a permis de réaliser plusieurs travaux sur le terrain (chapitre 3 du présent rapport).

2 COLLECTE DES DONNÉES EXISTANTES

La réalisation du PACES (projet pilote) sur la MCN a permis l'acquisition de données numériques, dont certaines sont déjà structurées dans un format de données spatiales (shapefile, geodatabase, geoTIFF, etc.), tandis que d'autres (Excel, .txt, .mdb, etc.) nécessitent d'être importées, géoréférencées et structurées par l'équipe du PACES (projet pilote) dans un format de données géospatiales.

Les données numériques appartiennent généralement à divers organismes gouvernementaux et paragouvernementaux, fédéraux et provinciaux. Ces données sont généralement publiques et plusieurs peuvent être téléchargées directement en ligne sur Internet, par exemple la base de données nationale des stations hydrométriques (HYDAT).

Lorsque les données ne sont pas disponibles en ligne, mais qu'elles appartiennent à un ministère ou un organisme paragouvernemental provincial, la collaboration du MELCC a été requise, par exemple pour obtenir la localisation et les descriptions stratigraphiques des forages du MTMDDET (MTQ). Dans ces cas, le MELCC a servi d'intermédiaire pour accéder aux données.

L'ensemble des données disponibles sur le territoire municipalisé étudié par le PACES (projet pilote) ont été classées sous trois (3) thèmes : milieu naturel, milieu humain et contextes géologiques et hydrogéologiques. Le tableau 2-1 et le tableau 2-2 présentent le nom des couches, le mode de représentation (vectoriel, matriciel, classeur Excel, document Word, .Pdf, etc.), la primitive géométrique utilisée, le nom du propriétaire et une indication précisant les données récupérées par l'équipe du CERM pour le PACES (projet pilote).

2.1 Inventaire des données existantes concernant le milieu humain ou naturel

Dans cette section, il sera question de l'inventaire des données existantes se rapportant au milieu humain et au milieu naturel.

2.1.1 Données se rapportant au milieu humain

Les données disponibles utilisées pour caractériser le milieu humain correspondent à des données sur l'affectation du territoire, l'exploitation des carrières et sablières, les limites municipales, les orthophotos et les images satellites, l'occupation du sol, le réseau routier et les barrages, les réseaux d'aqueduc, les données agricoles, les terrains contaminés, les sites d'enfouissement ainsi que les dépôts de sols et de résidus industriels. Le tableau 2-1 présente l'ensemble de ces données et une indication mentionnant si la couche a été récupérée par l'équipe du CERM pour le PACES (projet pilote).

Tableau 2-1 : Données disponibles se rapportant au milieu humain.

<i>Jeux de données</i>	<i>Mode de représentation</i>	<i>Primitive géométrique</i>	<i>Propriétaire Diffuseur</i>	<i>Données récupérées</i>
Aire désignée (Banc d'emprunt, carrière, etc.) 100k	Vectoriel	Point, Polygone	MERN	X
Aire désignée 20k	Vectoriel	Point, Polygone	MERN	X
Carrières – Sablières (SAGO)	Vectoriel	Point	MELCC	X
Occupation du sol	Matriciel	Pixel	MELCC	Inexistant
Utilisation du territoire	Matriciel	Pixel	MELCC	X
Affectation du territoire	Vectoriel	Polygone	MRC	Incomplet

<i>Jeux de données</i>	<i>Mode de représentation</i>	<i>Primitive géométrique</i>	<i>Propriétaire Diffuseur</i>	<i>Données récupérées</i>
Affectation du territoire (PPAT)	Vectorel	Polygone	MAMROT	X
Feuillet SNRC	Vectorel	Polygone	RNCAN	X
Découpage administratif 20k	Vectorel	Polygone	MERN	X
Cadastre	Vectorel	Polygone	MAMOT	X
TPI	Vectorel	Polygone	MRC	Incomplet
Tenure (Terre publique et privée)	Vectorel	Polygone		Incomplet
CUBF	Vectorel	Polygone	MRC	Incomplet
Réseau routier (20k)	Vectorel	Ligne	MERN	X
Réseau routier (20k)	Vectorel	Ligne	Adresse Québec	X
Réseau routier (100k)	Vectorel	Ligne	MERN	X
Réseau routier (250k)	Vectorel	Ligne	RNCAN	X
Réseau routier national	Vectorel	Ligne	COCG	X
Barrages	Vectorel	Point	MELCC	X
Réseaux linéaires d'aqueduc municipaux	Vectorel	Ligne	MRC	
Type d'élevage (Bâtiment d'élevage)	Vectorel	Ponctuel	MAPAQ	
Zones agricoles (BDPPAD)	Vectorel	Polygone	FADQ	X
Zones agricoles	Vectorel		CPTAQ	X
Type de culture (Cultures assurées)	Vectorel	Polygone	Financière agricole	
Site enfouissement, anciens sites			MRC	Incomplet
Terrains contaminés	Tableau sur Internet	Ponctuel	MRC, MELCC	X
Sites d'enfouissement (LES)	Vectorel	Ponctuel, Polygone	MRC	Incomplet
Lieu d'enfouissement sanitaire (BDAT)	Vectorel	Ponctuel	MERN	X
Anciens dépotoirs	Vectorel	Ponctuel, Polygone	MRC	
Site d'enfouissement industriel (LEI)	Vectorel	Ponctuel	MRC	Incomplet
Dépôts de sols et de résidus industriels			MELCC	
Ligne de réseau électrique	Vectorel	Ligne	MERN	X
Rôle d'évaluation	Vectorel	Ponctuel		X
Orthophotos	Matriciel	Pixel	MRC	Incomplet

2.1.2 Données sur le milieu naturel (physiographiques et géologiques)

Les données disponibles utilisées pour caractériser le milieu naturel correspondent à des données sur la topographie et l'élévation, l'hydrographie, les limites des bassins et sous-bassins versants, les milieux humides et les données climatiques tels les apports verticaux. Le tableau 2-2 présente l'ensemble de ces données et une indication mentionnant si la couche a été récupérée par l'équipe du CERM pour le PACES (projet pilote).

La plupart de ces données proviennent des ministères fédéraux (Environnement Canada (EC) et Ressources naturelles Canada (RNCAN)) et provinciaux (MELCC, MERN) et la Commission géologique du Canada (CGC).

Tableau 2-2 : Données disponibles se rapportant au milieu naturel.

<i>Jeux de données</i>	<i>Mode de représentation</i>	<i>Primitive géométrique</i>	<i>Propriétaire Diffuseur</i>	<i>Données récupérées</i>
Stations hydrométriques	Vectoriel	Point	MELCC	X
Stations hydrométriques	.DAT	Point	EC	X
Bassins versants des stations hydrométriques	Vectoriel	Polygone	MELCC	X
Stations météorologiques	.XLS	Point	EC	X
Stations météorologiques	.XLS	Point	MELCC	X
Stations - Qualité Eau de surface (BQMA)	.XLS	Point	MELCC	X
Réseau hydrographique (20k)	Vectoriel	Ligne, Polygone	MERN	X
Réseau hydrographique (100k)	Vectoriel	Ligne, Polygone	MERN	X
Réseau hydrographique (250k)	Vectoriel	Ligne, Polygone	RNCAN	X
Réseau hydrographique (GRHQ)	Vectoriel	Ligne	MERN	X
Bassins hydrographiques (GRHQ)	Vectoriel	Polygone	MERN	X
Bassins versants hydrographiques (20k)	Vectoriel	Polygone	MELCC	X
Bassins versants hydrographiques (50k)	Vectoriel	Polygone	MELCC	X
MNA (20k)	Matriciel	Pixel	MERN	X
MNÉC (50k)	Matriciel	Pixel	COCG	X
MNEHR (Lidar)	Matriciel	Pixel	MFFP RNCAN	Incomplet
Courbe de niveau (20K)	Vectoriel	Ligne	MERN	X
Courbe de niveau (100k)	Vectoriel	Ligne	MERN	X
Zones inondables	Vectoriel	Point, Ligne, Polygone	MELCC	X
Milieux humides potentiels	Vectoriel	Polygone	MELCC	X
Milieux humides détaillés	Vectoriel	Polygone	MELCC	Inexistant
Milieux humides (100k)	Vectoriel	Polygone	MERN	X
Milieux humides (20k)	Vectoriel	Polygone	MERN	X
Apports verticaux interpolés	.AV	Point	MELCC	
Température et précipitation interpolées	.MET	Point	MELCC	
Climatologie	.NC		MELCC	X

2.2 Inventaire des données hydrogéologiques (et sciences connexes) existantes

Cette section du rapport présente les étapes impliquées dans l'organisation des données hydrogéologiques existante, notamment l'inventaire de ces données, la récupération des rapports techniques, la démarche de numérisation de 1^{er} niveau et d'archivage, et enfin la récupération d'autres informations géologiques et hydrogéologiques diverses.

2.2.1 Inventaire des données hydrogéologiques existantes

En date du 1 mars 2022, **122 rapports pertinents** ont été récupérés sur le territoire de la Moyenne-Côte-Nord. Ces rapports sont disponibles habituellement sur support papier ou image numérique (.pdf) et ont été réalisés par des firmes d'expertise-conseil. Ils sont de différentes natures :

- ✓ les études hydrogéologiques (caractérisation hydrogéologique, recherche en eau, détermination des périmètres de protection des aires de captage, calcul d'aire d'alimentation, etc.) ;
- ✓ les études géotechniques et environnementales.

Études hydrogéologiques

Les rapports hydrogéologiques peuvent se trouver directement dans les municipalités, ou bien être archivés à la direction générale des politiques de l'eau du MELCC ou dans les directions régionales du MELCC comme celle de la Côte-Nord (demande d'autorisation pour le prélèvement d'eau souterraine ou pour l'enfouissement de déchets, etc.). Ces derniers ont été récupérés durant la période comprise entre l'été 2018 et l'été 2021.

La majorité des municipalités du territoire visé s'alimente en eau potable à partir d'eau souterraine. Pour ce faire, les municipalités ont déboursé d'importantes sommes d'argent pour financer des études hydrogéologiques et les données qui s'y trouvent sont de grande valeur scientifique lorsqu'il s'agit de réaliser un portrait régional des connaissances hydrogéologiques. En effet, ces études renferment des informations indispensables à la compréhension des systèmes aquifères actuellement en exploitation sur le territoire de la Moyenne-Côte-Nord. Les documents existent généralement en format papier ou image numérique (scan ou format *Adobe Acrobat*) qui doivent être saisis dans une base de données. Ces documents impliquent donc des manipulations souvent laborieuses et minutieuses pour rendre accessible et exploitable intégralement toute l'information qu'ils contiennent.

Études géotechniques et environnementales

Les études géotechniques sont réalisées principalement avant la construction ou l'implantation d'infrastructures (réseau d'aqueduc, bâtiment, etc.) ou pour caractériser les sols et les massifs rocheux susceptibles de mouvement (coulée d'argile, éboulements, etc.). Ces études donnent principalement de l'information sur la stratigraphie du sol et ses propriétés.

Les études environnementales permettent d'obtenir des données stratigraphiques et des données hydrogéochimiques sur les sols et l'eau souterraine.

2.2.2 Procédure de récupération des rapports techniques

Les données de rapports techniques appartiennent majoritairement aux municipalités de la Moyenne-Côte-Nord. Elles se trouvent dans les rapports d'experts en hydrogéologie, en géotechnique, en environnement, et en

géologie. Ces études ont été réalisées par des firmes privées et l'obtention de ces rapports a représenté un des principaux défis de la phase 1 du PACES (projet pilote).

L'obtention des documents (études, rapports, etc.) propres à chaque municipalité implique qu'un représentant du CERM communique avec une personne-ressource de chaque municipalité, MRC et directions du MELCC. De façon générale, ces personnes-ressources sont respectivement les directeurs généraux et les inspecteurs, les urbanistes et les aménagistes, et les techniciens en administration. Des rencontres ont été réalisées du mois de juin 2020 au mois d'août 2021. Le tableau 2-3 présente le nombre de municipalités qui ont été visitées et le nombre de rapports qui ont été récupérés par MRC.

Tableau 2-3 : Nombre de municipalités par MRC et nombres de rapports techniques récupérés par MRC.

MRC	NB municipalités	NB municipalités visitées	Pourcentage de municipalités visitées	de NB rapports pertinents récupérés*
Sept-Rivières	2	2	100%	64
Minganie	7	7	100%	30
Manicouagan	8	7	88%	28
TOTAL	17	16	96%	122

*En date du 1 novembre 2021. Inclus les rapports récupérés aux archives du MELCC

En plus de permettre l'identification des rapports techniques d'intérêt, ces rencontres avaient pour but 1) de présenter de vive voix le projet de cartographie des connaissances (PACES – projet pilote) ; 2) d'échanger et de recueillir la perception des intervenants municipaux vis-à-vis la ressource en eau. Un compte-rendu a été produit pour plusieurs visites. L'ensemble des comptes rendus réalisés à l'occasion de la campagne de terrain 2020-2021 est présenté à l'annexe numérique AN 2. Notons qu'il n'a pas été possible de visiter la totalité des municipalités dans le cadre du PACES (projet pilote).

Le type de rencontre (aucune, visite ou discussion téléphonique) et le nombre de rapports pertinents récupérés sont présentés pour chaque municipalité au tableau 2-4. Les rencontres permettaient aussi d'officialiser l'entente sur l'accès, l'utilisation et la diffusion des données par la signature de cette entente par les deux parties. Certaines municipalités officialisaient cette entente par l'adoption d'une résolution au conseil municipal. Le tableau 2-4 indique si une entente ou une résolution de la municipalité a été obtenue par l'équipe de recherche. Toutes les ententes ou les résolutions par municipalité sont fournies à l'annexe numérique AN 1.

Tableau 2-4 : Nombre de rapports récupérés, type de rencontre et autorisation d'accès, d'utilisation et de diffusion pour chacune des municipalités de la région de la Moyenne-Côte-Nord.

Municipalités	Rencontre	Entente/Résolution	Nb rapports pertinents récupérés¹
MRC Sept-Rivières			
Port-Cartier	Visite	oui	15
Sept-Îles	Visite	oui	49
MRC de la Minganie			
Rivière-au-Tonnerre	Visite	oui	5
Rivière-Saint-Jean ³	Visite	oui	1
Longue-Pointe-de-Mingan	Visite	oui	2
Havre-Saint-Pierre	Visite	oui	13
Baie-Johan-Beetz	Visite	oui	2
Aguanish	Visite	oui	1
Natashquan	Visite	oui	6

Municipalités	Rencontre	Entente/Résolution	Nb rapports pertinents récupérés¹
MRC Manicouagan			
Baie-Comeau	Visite	oui	2
Baie-Trinité ³	Visite	oui	2
Franquelin ³	Visite	oui	1
Pointe-Aux-Outardes	Visite	oui	18
Ragueneau	Visite	n/a ²	1
Chute-Aux-Outardes	Visite	oui	4
Godbout ³	Aucune	non	0
Pointe-Label ³	Visite	non	0
TOTAL			122

¹En date du 1 décembre 2021. Inclus les rapports récupérés aux archives du MELCC

²Aucun document pertinent disponible à la municipalité

³Suivi nécessaire

Suite aux rencontres, un suivi auprès de certaines municipalités a été réalisé pour s'assurer de récupérer un maximum de rapports. Tel qu'indiqué dans le tableau 2-4, le processus de récupération des rapports n'est pas entièrement terminé pour certaines municipalités puisqu'un suivi est encore nécessaire.

Il est à noter que les rapports techniques récupérés des municipalités et du MELCC ont été triés et archivés dans une base de données *EndNote*, mais les données qu'ils renferment n'ont pas été extraites en format numérique, et n'ont pas été intégrées à la base de données géospatiales. Seule l'étape #1 du protocole d'archivage et la numérisation des données (annexe numérique AN 6) a donc été réalisée. Tous les rapports techniques récupérés et la base de données *EndNote*, se retrouvent à l'annexe numérique AN 7.

2.2.3 Données se rapportant aux contextes géologiques et hydrogéologiques

Les données géologiques et hydrogéologiques constituent des données essentielles au PACES (projet pilote). Les données géologiques se rapportent à toutes les informations qui caractérisent les milieux aquifères, c'est-à-dire les dépôts meubles et le socle rocheux. Tandis que les données hydrogéologiques correspondent à l'ensemble des informations spécialisées qui caractérisent l'eau souterraine en termes de quantité et de qualité.

Les données disponibles se représentent sous forme de polygone pour les cartes numériques de la géologie du socle rocheux, de la géologie des dépôts de surface et de la pédologie ; sous forme de ligne pour les failles, les linéaments et les stries glaciaires ; sous forme de données ponctuelles correspondant à des puits (MELCC), à des rapports de forage (MRN, MTQ, HQ) ou à des affleurements.

Le tableau 2-5 présente l'ensemble des types de données et une indication mentionnant si la couche a été récupérée par l'équipe du CERM pour la Moyenne-Côte-Nord.

Tableau 2-5 : Données disponibles se rapportant aux contextes géologiques et hydrogéologiques.

Jeux de données	Mode de représentation	Primitive géométrique	Propriétaire Diffuseur	Données récupérées
Dépôts de surface	Vectorel	Polygone	MERN	Inexistant
Dépôts de surface (SIEF)	Vectorel	Polygone	MERN	X
Pédologie	Vectorel	Polygone	IRDA	Inexistant
Zones géologiques (≈50K)	Vectorel	Polygone	MERN	X

<i>Jeux de données</i>	<i>Mode de représentation</i>	<i>Primitive géométrique</i>	<i>Propriétaire Diffuseur</i>	<i>Données récupérées</i>
Zones géologiques simplifiées pour le Québec	Vectorel	Polygone	MERN	X
Linéaments	Vectorel	Ligne	MERN	X
Faïlles	Vectorel	Ligne	MERN	X
Faïlles Dykes	Vectorel	Ligne	MERN	X
Affleurements	Vectorel	Point	MERN	X
Rapports géologiques (SIGEOM et autres)	.doc ou .pdf	-	MERN	X
Puits domestiques SIH	.MDB	Ponctuel	MELCC	X
Station du Quaternaire avec photos	.shp	Ponctuel	MERN	Inexistant
Forage SIGEOM	Vectorel et .PDF	Point	MERN	X
Forage MTQ	.XLS	Point	MTMDET (MTQ)	X
Forage HQ		Point	Hydro-Québec	
Forage SIGPEG	PDF	Point	MERN	X
Forage géothermique		Point	CCÉG	
Données de la BADGEQ	.mdb	Point	MELCC	X
Débits de base	.txt	Point	MELCC	X
Rapports de consultants	Papier, .pdf.	Point	Consultant Municipalités	X
Rapports historiques (ministère des richesses naturelles)			MERN	X
Rapport annuel de l'usage de l'eau potable	.XLS		MAMOT	X
Site de prélèvement	.GDB	Point	MELCC	X
Grands préleveurs d'eau	XLS	Point	MELCC	X
Réseau du suivi des eaux souterraines du Québec (RSESQ) (Piézomètres)	Site internet	Point	MELCC	X

Le tableau 2-5 montre que certaines données sont manquantes, dont les données cartographiques se rapportant aux dépôts de surface et à la pédologie. Cette observation est très importante, car elle constitue un enjeu régional majeur lorsque viendra le temps de réaliser un portrait exhaustif de l'hydrogéologie du territoire, à l'image des autres territoires du Québec méridional couvert par les PACES. En effet, les données se rapportant sur les dépôts de surface sont des données essentielles pour établir les contextes hydrogéologiques du territoire. Avec la pédologie, les données sur les dépôts de surface sont aussi indispensables pour appliquer les méthodes actuellement élaborées pour déterminer la vulnérabilité des premiers aquifères rencontrés à partir de la surface.

3 ACQUISITION DE NOUVELLES DONNÉES

Les nouvelles données ont été acquises sur le terrain avec 3 objectifs : 1) échantillonner l'eau souterraine ; 2) se familiariser avec l'hydrogéologie régionale ; 3) évaluer les voies d'accès à différentes parties du territoire. Pour ce faire, 2 grandes catégories d'activités de terrain ont été réalisées : 1) des activités d'échantillonnage d'eau et 2) des activités de reconnaissance géologique.

3.1 Données hydrogéochimiques

Deux types de données hydrogéochimiques ont été acquises sur le territoire de la Moyenne-Côte-Nord soit les données hydrogéochimiques provenant d'échantillons d'eau souterraine de puits privés résidentiels et les données hydrogéochimiques provenant d'eau souterraine prélevée dans certaines tourbières.

3.1.1 *Collecte d'échantillons d'eau souterraine dans les puits privés*

La campagne d'échantillonnage et d'analyses hydrogéochimiques s'est déroulée au mois d'août 2020, et aux mois d'août et septembre 2021.

Objectifs

L'échantillonnage d'eau souterraine vise à évaluer de façon quantitative la chimie inorganique de l'eau, notamment les paramètres qui définissent sa qualité en matière de potabilité, en fonction du Règlement sur la qualité de l'eau potable du Québec (RQEP) et des recommandations pour la qualité de l'eau potable de Santé Canada.

Description de la méthode

L'échantillonnage est effectué suivant un protocole élaboré à cet effet et validé par les partenaires des projets PACES déjà réalisés. Ce protocole est fourni dans l'annexe numérique AN 3. Les analyses ont été réalisées par un laboratoire agréé par le Centre d'expertise en analyse environnemental du Québec (CEAEQ). Comme pour tous les projets du PACES, c'est le Bureau Veritas qui a été sélectionné par appel d'offres. La figure 3-1 montre l'étape de prélèvement d'eau souterraine dans les contenants appropriés.



Figure 3-1 : Prise de données in situ et prise d'échantillons dans les contenants fournis par le laboratoire d'analyse.

Le protocole d'échantillonnage incluait un suivi en continu des paramètres physico-chimiques *in situ* (potentiel d'oxydo-réduction, pH, température, oxygène dissous, solides totaux dissous et conductivité électrique). Le tableau 3-1 présente les paramètres physico-chimiques analysés dans le cadre du PACES (projet pilote). Tous les résultats d'analyse sont fournis dans l'annexe numérique AN 4.

Tableau 3-1 : Liste des paramètres physico-chimiques analysés en laboratoire et *in situ*.

PARAMÈTRES ANALYSÉS (Laboratoire)

- Aluminium (Al)
- Antimoine (Sb)
- Argent (Ag)
- Arsenic (As)
- Baryum (Ba)
- Cadmium (Cd)
- Chrome (Cr)
- Cobalt (Co)
- Cuivre (Cu)
- Manganèse (Mn)
- Molybdène (Mo)
- Nickel (Ni)
- Sodium (Na)
- Zinc (Zn)
- Bore (B)
- Fer (Fe)
- Magnésium (Mg)
- Lithium (Li)
- Potassium (K)
- Sélénium (Se)
- Strontium (Sr)
- Etain (Sn)
- Titane (Ti)
- Vanadium (V)
- Béryllium (Be)
- Bismuth (Bi)
- Calcium (Ca)
- Silicium (Si) – (soluble dans HNO₃)
- Plomb (Pb)
- Uranium (U)
- Alcalinité Totale (en CaCO₃) à pH 4.5
- Azote ammoniacal (N-NH₃)
- Bromure (Br)
- Chlorures (Cl)
- Fluorure (F)
- Nitrate (N) et Nitrite (N)
- Phosphore inorganique
- Sulfates (SO₄)
- Sulfures (S)

PARAMÈTRES MESURÉS *IN SITU*

- Température
- Solides dissous totaux / conductivité
- Oxygène dissous
- pH
- Potentiel d'oxydoréduction (Eh)
- Alcalinité Totale (en CaCO₃)

PARAMÈTRES ORGANOLEPTIQUES OBSERVÉS *IN SITU*

- Couleur
- Odeur
- Goût
- Turbidité

La collecte d'échantillons a été précédée d'une période de sondage téléphonique exécutée par les étudiants de l'UQAC. Les réseaux sociaux ont permis d'identifier plus d'une centaine de personnes intéressées à connaître la qualité de l'eau souterraine de leur puits résidentiel. Au total, **60 puits** ont été échantillonnés sur le territoire de

la Moyenne-Côte-Nord. À la fin de la campagne, les résultats d'analyse ont été remis par courriers postaux ou électroniques aux propriétaires de puits. Tous ces envois se retrouvent dans l'annexe numérique AN 5.

Localisation

Comme le montre la figure 3-2, les points d'échantillonnage sont principalement localisés à proximité de la rive du Saint-Laurent dans les MRC de Sept-Rivières et de la Minganie.

Au total **60 échantillons** ont été prélevés dans des puits privés dont :

- 10 dans le roc fracturé (5 dans le calcaire),
- 50 dans les dépôts granulaires.

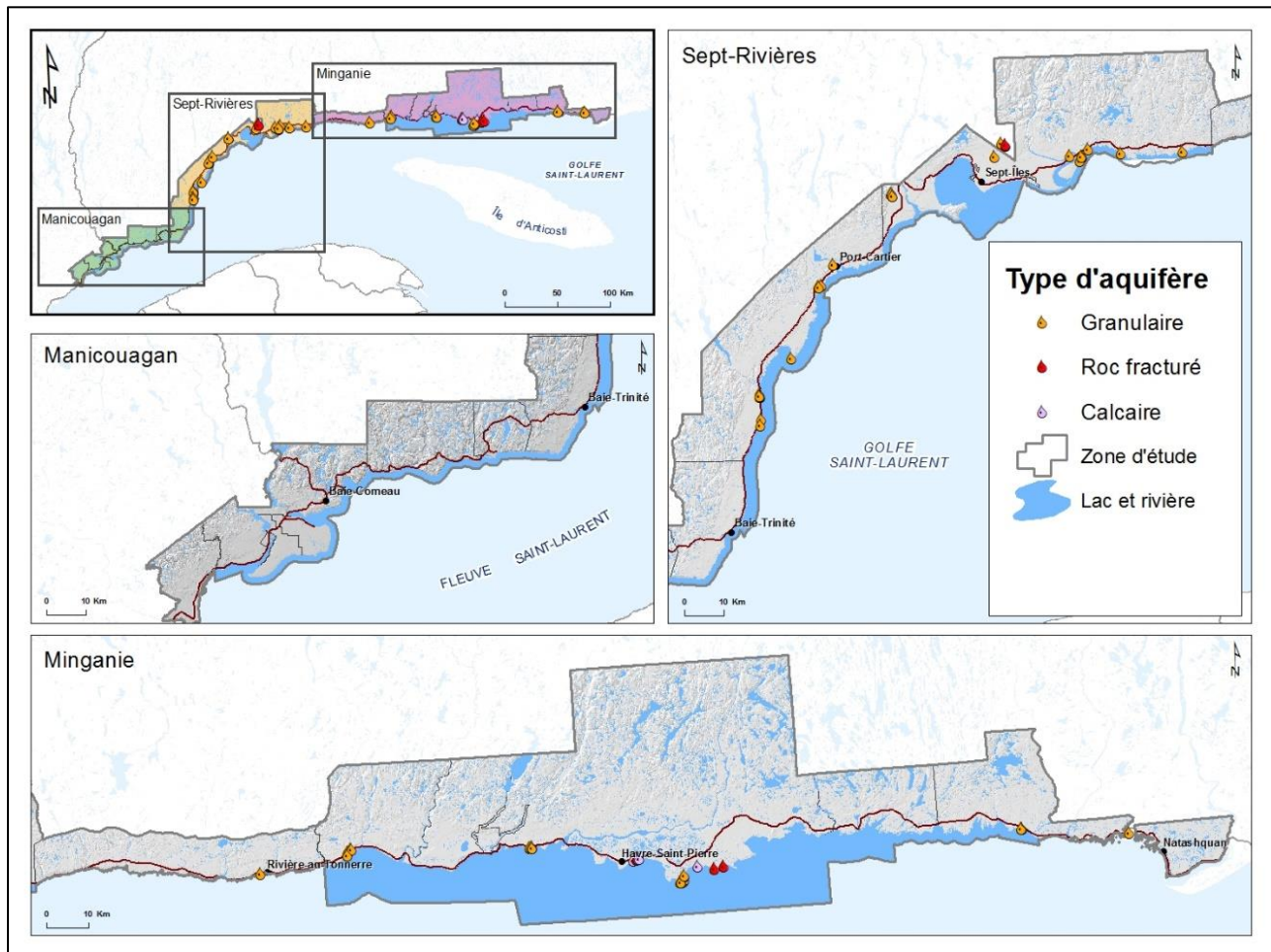


Figure 3-2 : Localisation des échantillons hydrogéochimiques (roc fracturé et dépôts granulaires).

Des cinquante (50) puits échantillonnés dans le granulaire, vingt-huit (28) sont situés dans la MRC de Sept-Rivières et vingt-deux (22) en Minganie. Pour les puits échantillonnés dans le roc fracturé neuf (9) des puits sont situés en Minganie alors qu'un (1) seul a été échantillonné sur le territoire de la MRC de Sept-Rivières. Les coordonnées des puits échantillonnés sont accessibles dans la base de données géochimique de type ACCES disponible à l'annexe numérique AN 9. Toutes les photos prises lors de la campagne de terrain sont également disponibles dans l'annexe numérique AN 9.

3.1.2 Collecte d'échantillons d'eau dans les tourbières

La campagne d'échantillonnage et d'analyses hydrogéochimiques s'est déroulée du 15 au 21 août 2020 et du 14 août au 9 septembre 2021. Tous les détails de la campagne d'échantillonnage et les résultats d'analyses hydrogéochimiques se retrouvent à l'annexe numérique AN 4.

Objectifs

L'échantillonnage d'eau de tourbière vise à évaluer de façon quantitative la chimie inorganique de l'eau des tourbières de façon à pouvoir étudier l'influence de la présence de tourbières en amont des installations de captages sur la qualité des eaux souterraines. L'échantillonnage a été réalisé dans l'objectif de recueillir de l'eau souterraine à l'intérieur, sous et en aval des tourbières sélectionnées.

Description de la méthode

Une fois une tourbière sélectionnée, l'équipe responsable de l'échantillonnage installait un réseau de trois pointes filtrantes en PVC d'un diamètre de 6 po en triangle afin de pouvoir prendre plusieurs mesures de niveaux d'eau autour d'un point d'échantillonnage donné. La station d'échantillonnage (pointe filtrante en PVC de 12po) était installée au centre de ce triangle. L'eau était prélevée de la tourbière à l'aide d'une pompe 12 volts et d'une batterie. Un suivi des paramètres mesurés in situ était effectué en continu. L'échantillonnage se faisait par la suite en utilisant les méthodes recommandées par le laboratoire agréé (Bureau Veritas).

Localisation

La figure 3-3, présente la localisation des stations d'échantillonnage dans les 12 tourbières. Certaines tourbières échantillonnées sont à une distance trop proche l'une de l'autre pour être convenablement distinguées à l'échelle des cartes présentées dans cette figure.

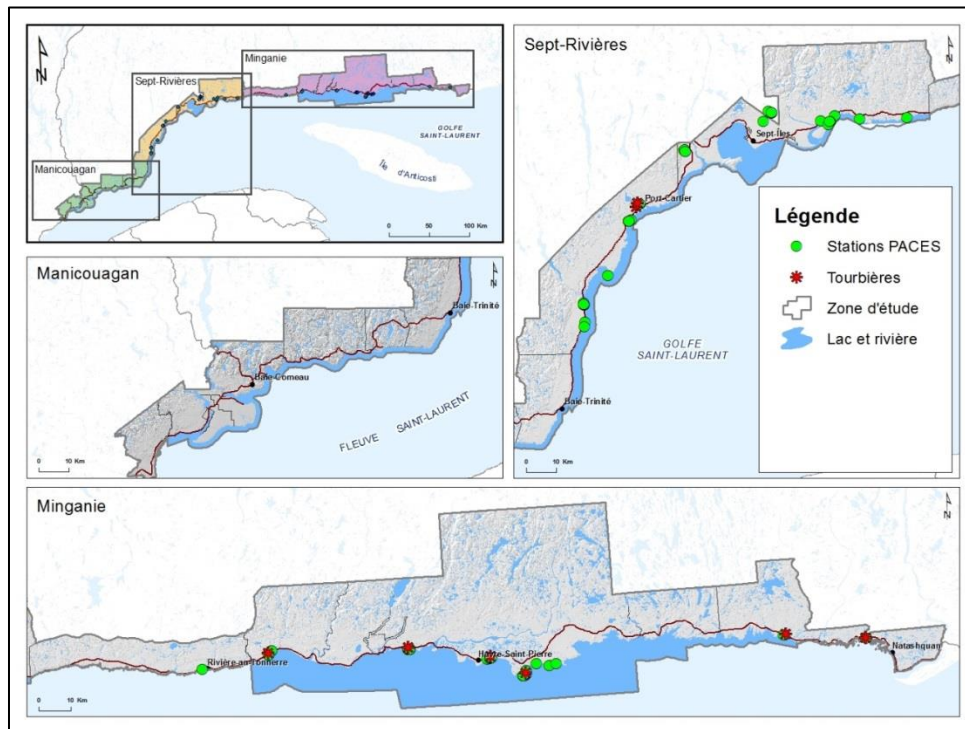


Figure 3-3 : Localisation des stations d'échantillonnage dans les tourbières.

3.2 Données stratigraphiques

Avec l'objectif d'acquies une meilleure compréhension du contexte physiographique du territoire d'étude, 30 stations stratigraphiques ont été visitées. Les travaux étaient supervisés par le professeur à la retraite, Dr. Pierre Cousineau, ing. en géologie, spécialiste du Quaternaire. Dr. Cousineau a participé aux sorties des 14 et 15 août 2020.

Objectifs

L'objectif principal consiste à identifier sommairement certains contextes hydrogéologiques régionaux associés aux dépôts granulaires de surface. Les levés consistaient à décrire la nature des différentes unités géologiques, donner un aperçu de leur perméabilité et de leur épaisseur. Un second objectif était d'évaluer les voies d'accès au territoire et de se familiariser avec les réalités de l'aménagement du territoire d'étude.

Description de la méthode

La méthode utilisée préconisait l'exploration des voies carrossables du territoire dans l'objectif de trouver des sites favorables à l'observation des dépôts meubles tels que :

- Les ruisseaux s'étant creusé un lit dans les dépôts et exposant une coupe,
- les carrières de sable/gravier,
- les faces des falaises de dépôts meubles,
- les dépotoirs en tranchées et
- les routes et chemins secondaires des surplombs de dépôts meubles.

À chaque site, un point GPS est noté avec l'altitude et une description avec schémas est réalisée dans le carnet de terrain. La description stratigraphique des stations ainsi que les photos sont fournis à l'annexe numérique AN 8.

Localisation

La localisation des levés stratigraphiques est présentée dans le tableau 3-2 et sur la figure 3-4

Tableau 3-2 : Localisation des levées stratigraphiques effectuées sur le territoire de la MCN en 2020 et 2021.

NoStation	Nom de l'arrêt	Date	X	Y	SYST. COORD	Elev. p/r NMM (m)
S2020MCN001	Ruisseau de tourbière1	14-août-2020	451299	5569846	NAD83UTM20	16
S2020MCN002	Ruisseau de tourbière2	14-août-2020	447333	5571816	NAD83UTM20	16
S2020MCN003-01	Avant Falaise Montagne Ronde	14-août-2020	462235	5567428	NAD83UTM20	19
S2020MCN003-02	Base Falaise Montagne Ronde	14-août-2020	452737	5567360	NAD83UTM20	2
S2020MCN003-03	Haut Falaise Montagne Ronde	14-août-2020	462872	5567360	NAD83UTM20	17
S2020MCN004	Sablière HSP 1	14-août-2020	459374	5567792	NAD83UTM20	19
S2020MCN005	Sablière HSP 2	14-août-2020	459441	5567784	NAD83UTM20	19
S2020MCN006	Dépotoir Aguanish/Natashquan	14-août-2020	577063	5565790	NAD83UTM20	20
S2020MCN007	Rivière Des Plaines	14-août-2020	587805	5560454	NAD83UTM20	13
S2020MCN008	Sablière Pointe-aux-Morts	15-août-2020	452676	5568331	NAD83UTM20	16
S2020MCN009	Sud-Est Grande-Pointe	15-août-2020	471261	5561757	NAD83UTM20	15
S2020MCN010	Carrière Polycore	15-août-2020	468643	5564289	NAD83UTM20	32
S2021MCN1001	Aguanish Ouest	15-août-2021	552426	5567978	NAD83UTM20	3

NoStation	Nom de l'arrêt	Date	X	Y	SYST. COORD	Elev. p/r NMM (m)
S2021MCN1002	Pointe Baie Landry	16-août-2021	577493	5565511	NAD83UTM20	2
S2021MCN1003	Baie Washtawouka	16-août-2021	570166	5563715	NAD83UTM20	5
S2021MCN1004	Aguanish Est	16-août-2021	573217	5564802	NAD83UTM20	19
S2021MCN1005	Aguanish 1	17-août-2021	563784	5564367	NAD83UTM20	2
S2021MCN1006	Aguanish 2	17-août-2021	563887	5564402	NAD83UTM20	4
S2021MCN1007	Magpie 1	22-août-2021	392679	5574366	NAD83UTM20	42
S2021MCN1008	Magpie 2	22-août-2021	393488	5574673	NAD83UTM20	23
S2021MCN1009	Chemin Carrière 1	23-août-2021	440252	5576376	NAD83UTM20	64
S2021MCN1010	Chemin Carrière 2	23-août-2021	440181	5576261	NAD83UTM20	66
S2021MCN1011	Chemin Carrière 3	23-août-2021	440130	5579116	NAD83UTM20	107
S2021MCN1012	Chemin Carrière 4	23-août-2021	440204	5579283	NAD83UTM20	97
S2021MCN1013	Chemin Carrière 5	23-août-2021	440138	5579262	NAD83UTM20	99
S2021MCN1014	Chemin Carrière 6	23-août-2021	440125	5578633	NAD83UTM20	105
S2021MCN1015	Chemin Carrière 7	23-août-2021	440038	5577782	NAD83UTM20	88
S2021MCN1016	Chemin Carrière 8	23-août-2021	440021	5576958	NAD83UTM20	76
S2021MCN1017	Pointe à Luc 1	24-août-2021	639744	5522880	NAD83UTM19	18
S2021MCN1018	Pointe à Luc 2	24-août-2021	640066	5523392	NAD83UTM19	42

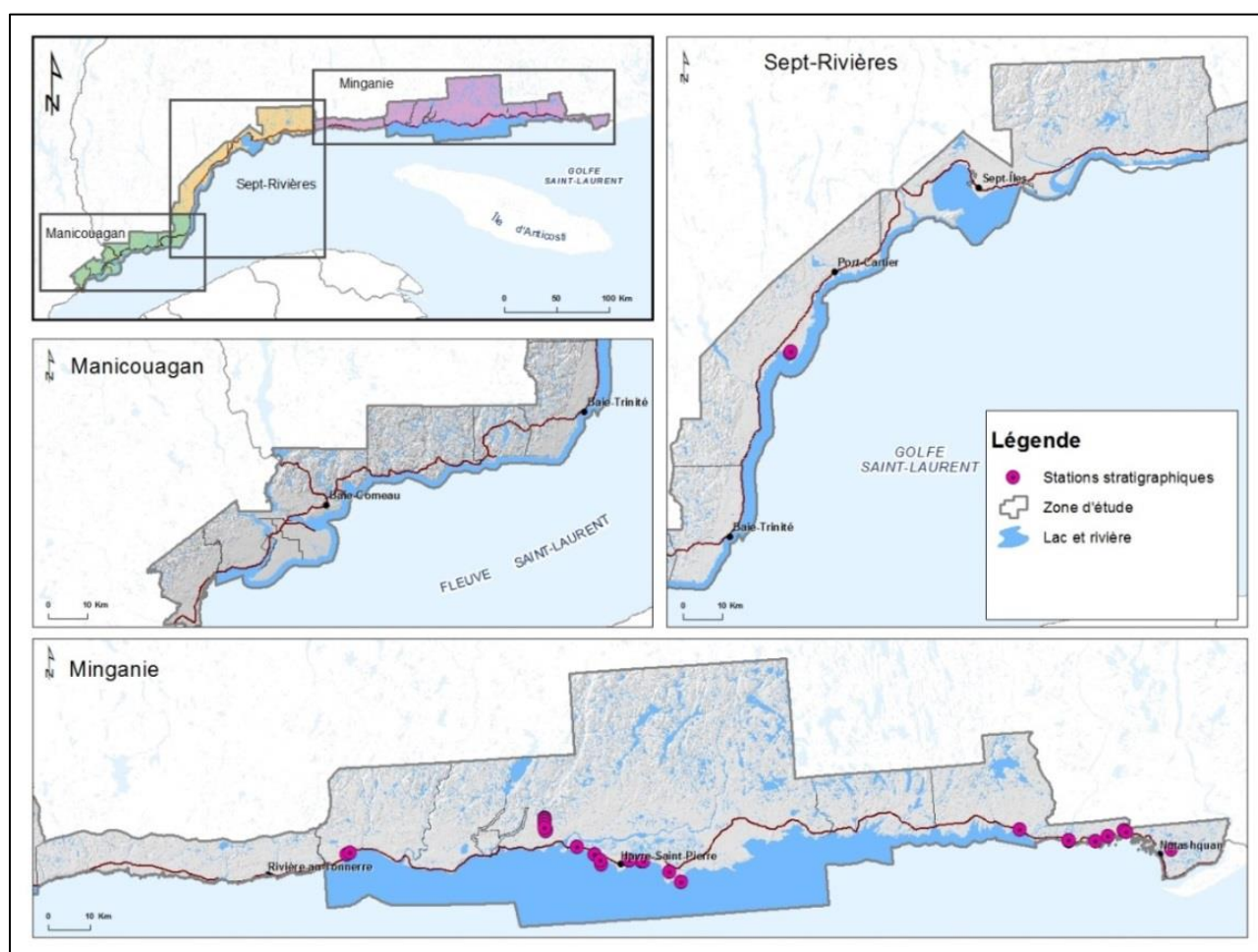


Figure 3-4 : Localisation des levés stratigraphiques effectués en MCN.

4 ENJEUX DE CONNAISSANCES ET LOGISTIQUES

Les rencontres avec les partenaires régionaux (section 1.7), la collecte et l'inventaire des données existantes (chapitre 2) et l'acquisition de nouvelles connaissances (chapitre 3) ont permis de confirmer certains enjeux de connaissances sur les eaux souterraines de la MCN, et d'en identifier des nouveaux. Aux enjeux de connaissances, s'ajoutent aussi des enjeux logistiques dont il conviendra de tenir compte lors de la réalisation d'un projet d'acquisition des connaissances sur les eaux souterraines. La suite du texte présente les différents enjeux ciblés.

4.1 Enjeux liés à l'information ponctuelle existante

La figure 4-1 présente la répartition des stations d'information ponctuelles (forages, puits, piézomètres etc..) publiques sur le territoire de la MCN et met en évidence la faible quantité de données qu'il a été possible de récupérer dans le Système d'information hydrogéologique (SIH) du MELCC, au MTQ et dans le Système d'informations géominières (SIGÉOM) du MERN. Pour toute la Moyenne-Côte-Nord, les données disponibles se chiffrent à 329 puits provenant du SIH, 131 stations du MTQ et 1 781 forages provenant du SIGEOM.

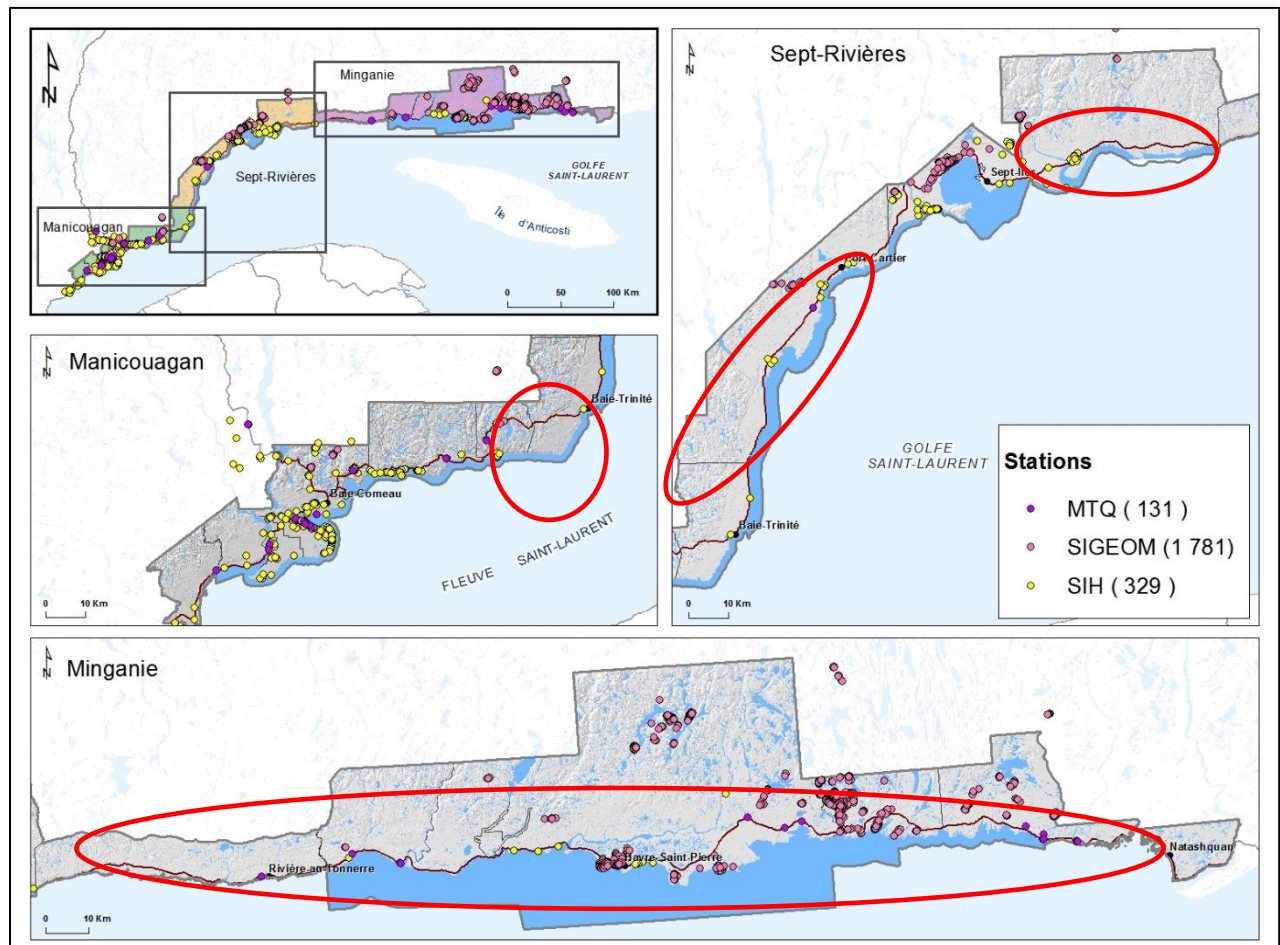


Figure 4-1 : Localisation et répartition des stations d'information selon leur source sur le territoire.

Ces données ponctuelles, desquelles sont extraites principalement les connaissances stratigraphiques (3^e dimension), sont essentielles à l'amélioration des connaissances sur les eaux souterraines. Elles permettent la création d'un modèle conceptuel régional, l'élaboration de coupes stratigraphiques et permettent de définir les limites et l'épaisseur des aquifères granulaires et de roc fracturé. Ces points d'information sont également cruciaux pour l'interprétation des contextes hydrogéologiques régionaux.

Le jeu de données actuel de la Moyenne-Côte-Nord est insuffisant pour la création de la carte de l'épaisseur des dépôts meubles et de la carte de la topographie du roc. À titre comparatif, pour la région de Charlevoix-Haute-Côte-Nord (PACES-CHCN), le nombre de données hydrogéologiques provenant du SIH se chiffrait à 1 376 alors que le nombre disponible sur la Moyenne-Côte-Nord est de 329 (figure 4-2). De plus, la répartition des données sur le territoire est très hétérogène entre les différentes municipalités régionales de comtés (MRC) puisqu'il est possible de dénombrer 247 puits du SIH dans la MRC Manicouagan, 66 pour la MRC Sept-Rivières et seulement 16 puits pour la MRC de la Minganie. Les ellipses rouges sur la figure 4-1 représentent les secteurs où les points d'information sont en nombre insuffisant pour permettre une bonne compréhension de la dynamique des eaux souterraines sur le territoire.

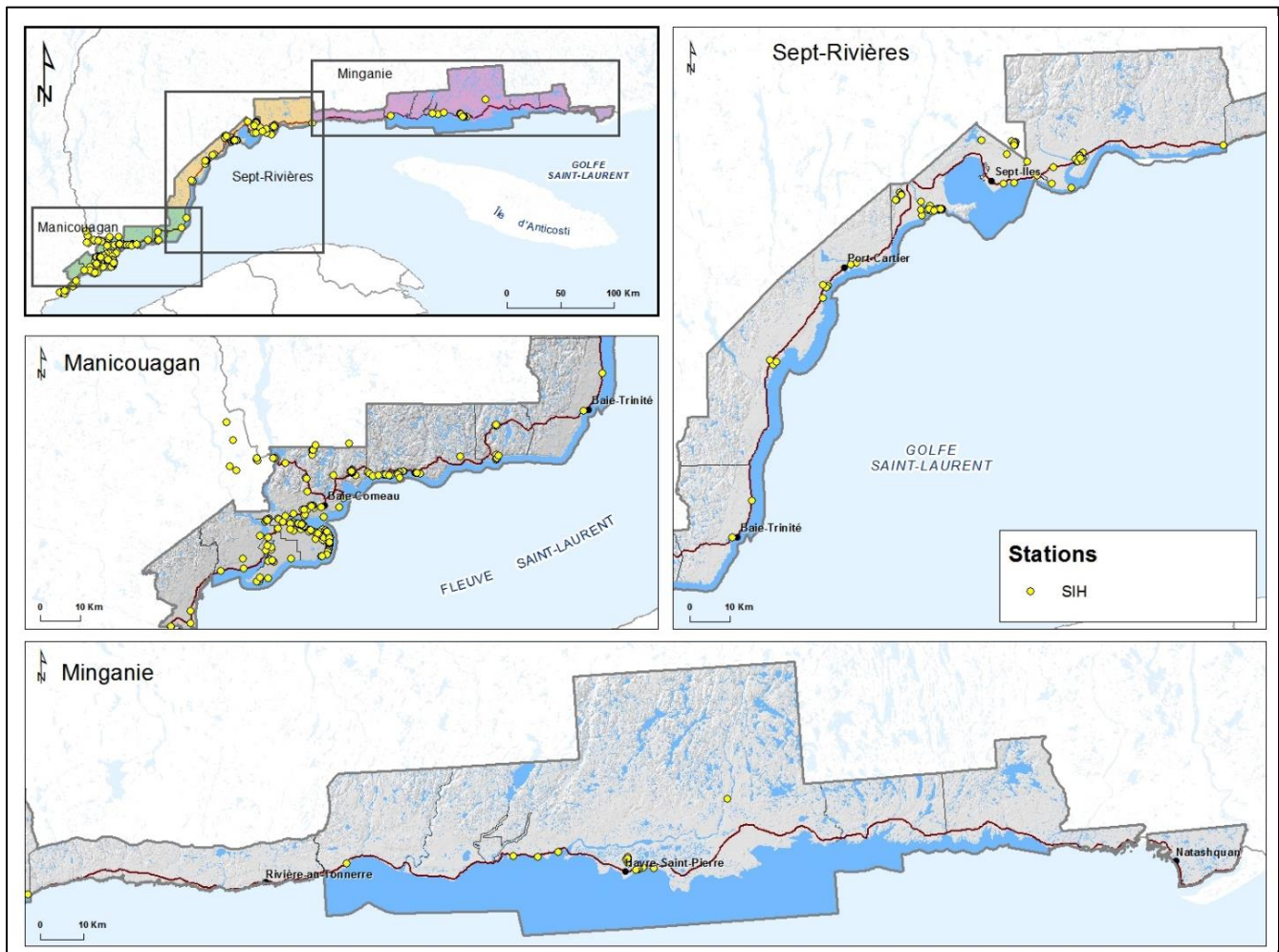


Figure 4-2 : Localisation et répartition des stations du SIH sur le territoire.

Bien que peu de puits se retrouvent dans le SIH (figure 4-2), les travaux réalisés dans le cadre du PACES (projet pilote) ont permis de relever la présence d’au minimum une cinquantaine de puits privés non répertoriés, notamment sur le territoire de la Minganie. La présence de grandes épaisseurs de dépôts granulaires de surface permet des installations de puits rudimentaires, réalisés par les propriétaires des résidences desservies par un puits résidentiel, et explique très probablement le manque de données de forages disponibles via le SIH.

4.2 Enjeux sur les données géologiques existantes

L’inventaire des données existantes a montré qu’il n’existe actuellement pas de données cartographiques des dépôts de surface pour le territoire de la MCN. La figure 4-3 présente une carte des types de dépôts de surface réalisés grâce aux données disponibles sur le Système d’information écoforestière (SIEF). Une correspondance entre les types de dépôts de surface inscrits dans le SIEF et la légende de la Commission Géologique du Canada (CGC) (figure 4-4) a été établie par l’équipe du CERM. Une partie de la Minganie n’est pas couverte par les données du SIEF disponibles.

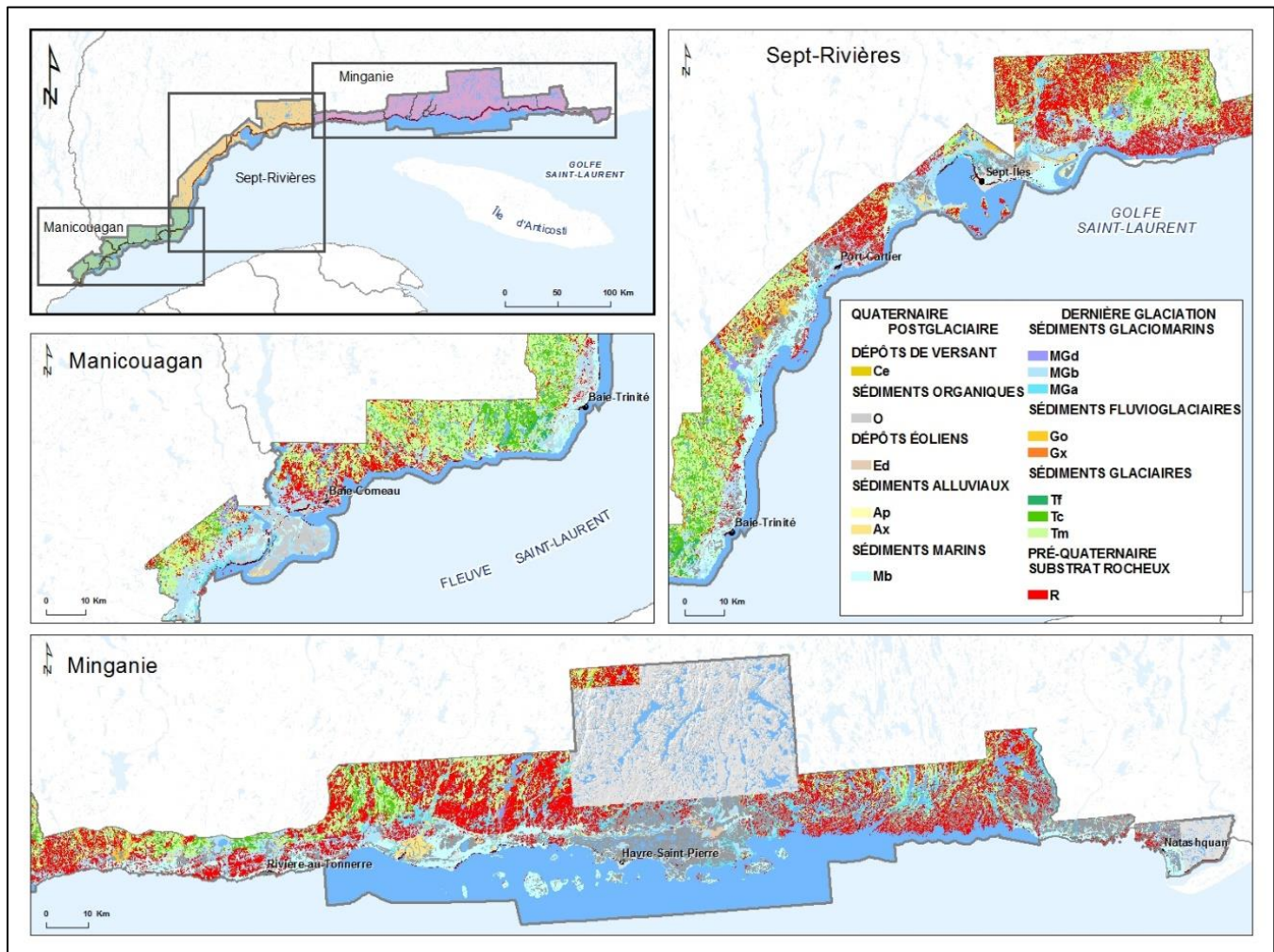


Figure 4-3 : Géologie du Quaternaire (légende complète présentée à la page suivante).

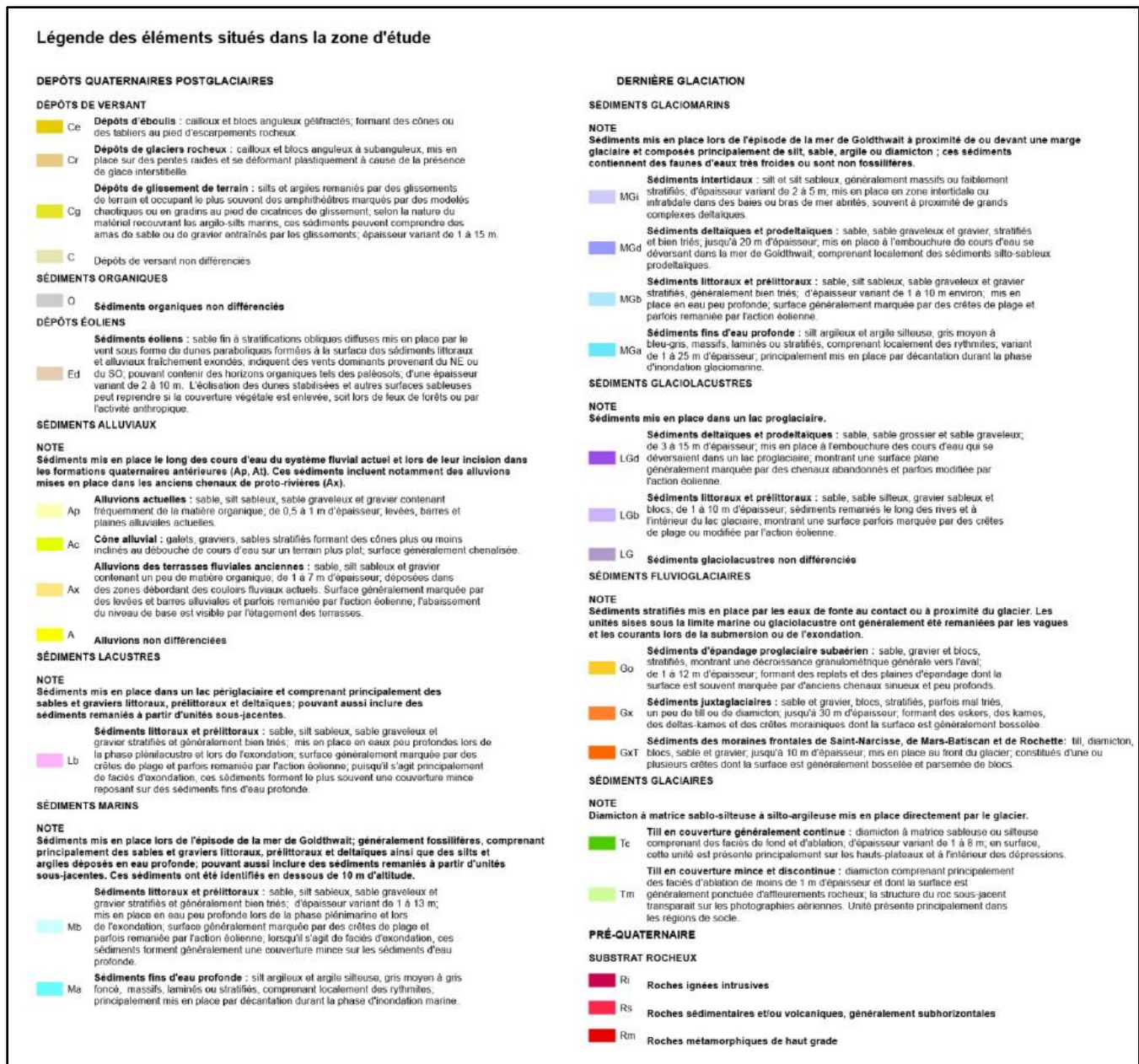


Figure 4-4 : Légende de la Commission Géologique du Canada.

Bien que la présentation des données du SIEF selon la légende de CGC permette une représentation générale des grands ensembles de sédiments meubles, il demeure que plusieurs incongruités existent entre la réalité du terrain et la donnée ainsi cartographiée. Par exemple, les dépôts d'origine fluvioglaciaire observés dans les vallées des Hautes-Terres, de même que les sédiments glaciomarins littoraux et pré-littoraux observés dans les Basses-Terres ne sont pas représentés sur la figure 4-3. Les observations réalisées dans les trente (30) stations stratigraphiques visitées dans le cadre du PACES (projet pilote) (section 3.2) a permis de faire ressortir des différences majeures, par exemple l'absence de sédiments d'origine deltaïque et pro-deltaïque sur la carte modifiée du SIEF. La figure 4-5 présente la localisation des stations de description stratigraphique effectuées

dans le cadre du PACES (projet pilote) superposée à la carte des dépôts du Quaternaire créée par le CERM à partir des données du SIEF. La légende complète des types de dépôts de surface est disponible à la figure 4-4.

La carte de la géologie du quaternaire est un intrant essentiel à la création de différents livrables des PACES : vulnérabilité des aquifères selon la méthode DRASTIC (section 4.3), limites des milieux aquifères, contextes hydrogéologiques, zones de recharge et de résurgence préférentielles ainsi que l'épaisseur des dépôts de surface.

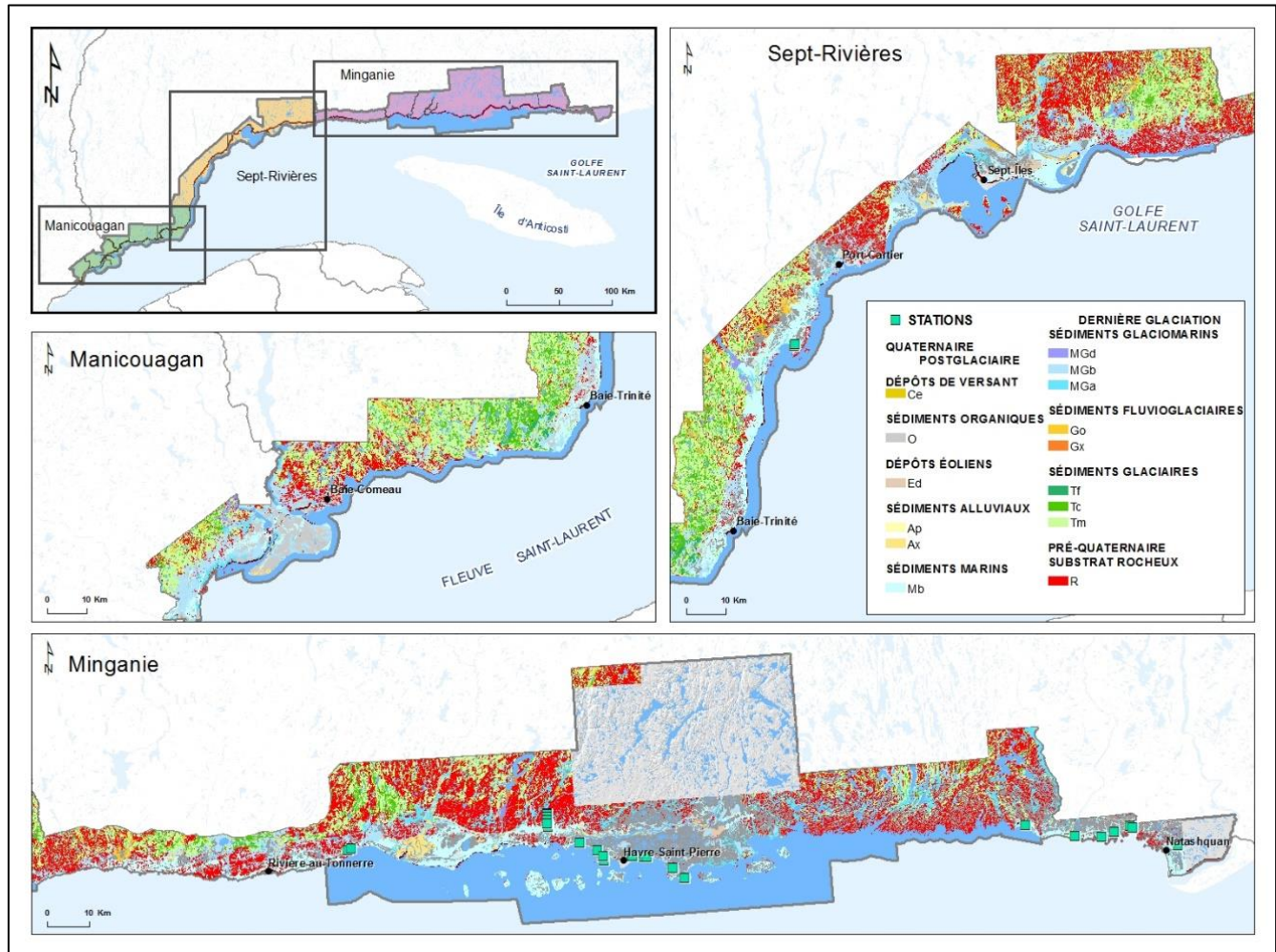


Figure 4-5 : Localisation des levées stratigraphiques et carte des dépôts de surface.

4.3 Vulnérabilité de la ressource en eau souterraine

La vulnérabilité des eaux souterraines à la contamination de surface peut être établie d'après la méthode DRASTIC (méthode paramétrique pondérée, développée par la *U.S. Environmental Protection Agency* (U.S. EPA) par Aller et al.; 1985) et adaptée par le MDDEP; 2006). Cette méthode est basée sur la pondération de sept paramètres dont la première lettre de chacun définit l'acronyme «D.R.A.S.T.I.C». Ces paramètres sont décrits brièvement dans la section qui suit.

- Paramètre D - Profondeur de la nappe : Ce paramètre correspond à la profondeur du toit de la nappe d'eau souterraine à partir de la surface du sol. Il peut être déduit en utilisant une carte de la piézométrie régionale.
- Paramètre R – Recharge : Reflète le taux de recharge annuelle qui percole à travers la zone non saturée pour atteindre la nappe. Il se détermine en calculant la recharge moyenne sur une période donnée.
- Paramètre A – Milieu aquifère : La circulation de l'eau souterraine est fortement influencée par la perméabilité, la composition et la porosité du milieu aquifère qui la contient. De façon générale, plus le milieu est perméable, plus les circulations d'eau sont rapides et plus la vulnérabilité sera élevée. Le milieu aquifère est un paramètre qualitatif et subjectif et il peut être déduit en créant la carte des milieux aquifères.
- Paramètre S – Type de sol : De façon analogue à la perméabilité du milieu aquifère considéré, la texture et la structure du premier mètre de sol influencent la circulation et surtout l'infiltration de l'eau souterraine. De façon générale, plus le sol présente une granulométrie grossière, plus sa perméabilité est élevée et plus la vulnérabilité sera élevée. Le type de sol est déterminé grâce à la carte de la géologie du quaternaire.
- Paramètre T – Pente du sol : La pente du sol est un élément contrôlant le ruissellement, ce qui influence la recharge de l'aquifère. La pente d'un territoire peut être calculée à partir du modèle numérique de terrain ou du LIDAR.
- Paramètre I – Impact de la zone vadose : La zone vadose représente la zone non saturée située entre le sol et la nappe. Les caractéristiques de la zone vadose influencent la circulation et surtout l'infiltration de l'eau souterraine. De façon générale, plus la zone vadose est constituée d'un milieu perméable, plus la vulnérabilité sera élevée. La zone vadose étant représentative du premier environnement rencontré depuis la surface, des cartes géologiques (roc et dépôts de surface) sont nécessaires pour identifier cet environnement.
- Paramètre C – Conductivité hydraulique : La conductivité hydraulique (K) traduit la facilité avec laquelle l'écoulement souterrain peut se produire. Ce paramètre quantifie l'aptitude d'un milieu aquifère à laisser circuler l'eau qu'il contient. De façon générale, plus K est élevée, plus un contaminant peut migrer facilement, et plus la vulnérabilité sera considérée élevée.

Les paramètres énumérés R, A, S, I et C sont estimés directement ou indirectement à partir des données cartographiques de surface et de l'estimation de leur épaisseur. Il s'agit principalement des données de forages ponctuelles, les cartes de dépôts de surface et la pédologie. L'inventaire des données existantes a montré que ces données ne sont pas disponibles uniformément sur le territoire de la MCN.

4.4 Enjeux liés à la qualité de l'eau souterraine

Cette section présente les résultats d'analyses chimiques de la campagne d'échantillonnage qui a eu lieu sur le territoire de la MCN dans l'objectif de documenter en partie les enjeux liés à la qualité de l'eau soulevés par les intervenants du milieu (section 4.4). Cette campagne d'échantillonnage, décrite dans la section 3.1, a permis d'acquérir des connaissances hydrogéochimiques ponctuelles pour soixante (60) puits privés dont 50 puits installés dans le granulaire et 10 puits installés dans le roc fracturé. Les analyses ont été financées exclusivement

par la contribution financière des MRC de Sept-Rivières et de Minganie, ce qui explique que tous les échantillons ont été prélevés sur ces 2 territoires.

Le tableau 4-1 présente les concentrations moyennes, minimales, maximales et les médianes obtenues pour les 60 échantillons analysés. Pour les échantillons dont les valeurs se retrouvent sous la limite de détection, la valeur de la limite de détection divisée par 2 (LD/2) leur a été attribuée pour les calculs statistiques.

Tableau 4-1 : Tableau statistique des résultats d'analyses chimiques de la campagne d'échantillonnage.

Paramètres	Nombre de données	Minimum	25%	Médiane	75%	Maximum	Moyenne	Mode	Limite de détection (LD)	Nombre de détection en %
Baryum (Ba) (mg/L)	60	0.0010	0.0060	0.0110	0.0243	0.1600	0.0213	0.0010	0.002	93.33%
Calcium (Ca) (mg/L)	60	0.38	3.18	5.95	24.25	150.00	23.29	12.00	0.3	100.00%
Cuivre (Cu) (mg/L)	60	0.000	0.001	0.004	0.009	1.300	0.028	0.000	0.0005	85.00%
Fer (Fe) (mg/L)	60	0.030	0.030	0.110	0.793	100.000	2.503	0.030	0.06	58.33%
Magnésium (Mg) (mg/L)	60	0.050	1.275	2.150	6.125	180.000	9.102	1.400	0.1	98.33%
Manganèse (Mn) (mg/L)	60	0.000	0.003	0.008	0.032	1.300	0.056	0.015	0.0004	96.67%
Plomb (Pb) (mg/L)	60	0.000	0.000	0.000	0.001	0.012	0.001	0.000	0.0001	81.67%
Potassium (K) (mg/L)	60	0.220	0.658	1.200	3.100	68.000	3.798	1.200	0.1	100.00%
Silicium (Si) (mg/L)	60	1.300	3.875	5.200	6.900	18.000	5.680	5.200	0.1	100.00%
Strontium (Sr) (mg/L)	60	0.001	0.027	0.044	0.110	1.100	0.103	0.025	0.002	98.33%
Sodium (Na) (mg/L)	60	2.80	6.35	12.00	53.75	2200.00	86.88	6.90	0.1	100.00%
Zinc (Zn) (mg/L)	60	0.003	0.007	0.014	0.044	6.300	0.185	0.003	0.005	86.67%
Alcalinité Totale (en CaCO3) pH 4,5	60	3.10	11.00	26.00	187.50	800.00	102.59	12.00	1	100.00%
Chlorures (Cl) (mg/L)	60	0.02	7.18	17.00	48.25	2700.00	94.28	12.00	0.05	100.00%
Fluorure (F) (mg/L)	60	0.01	0.03	0.04	0.06	2.10	0.19	0.05	0.1	96.67%
Sulfates (SO4) (mg/L)	59	0.15	1.90	3.70	6.88	310.00	12.13	11.00	0.3	93.22%
pH	59	4.44	5.52	5.94	7.32	9.49	6.43	5.55	-	

Pour assurer la qualité de l'eau potable, Santé Canada émet des recommandations sur les concentrations de différents contaminants pouvant se retrouver dans l'eau. Les **concentrations maximales acceptables (CMA)** correspondent aux recommandations pour les paramètres physico-chimiques ou microbiologiques ayant un effet connu sur la santé humaine, alors que les **objectifs esthétiques (OE)** sont les recommandations émises pour l'aspect esthétique de l'eau telles que sa couleur, son goût ou son odeur. Au Québec, la qualité de l'eau potable est régie par le *Règlement sur la qualité de l'eau potable (RQEP, Q-2, r.40)* de *Loi sur la qualité de l'environnement* qui, suite aux recommandations de Santé Canada, prescrit et norme des **concentrations maximales (CM)** pour les paramètres physico-chimiques et microbiologiques pouvant avoir un effet sur la santé des Québécois. Certains paramètres possèdent une CMA, mais ne sont pas régis par une CM dans le RQEP (ex.

manganèse, strontium). Les CM prescrites par le RQEP peuvent aussi différer des CMA émises par Santé Canada, mais pour plusieurs paramètres elles sont identiques.

Les résultats des 60 analyses hydrogéochimiques indiquent que certains paramètres ont des concentrations supérieures aux concentrations maximales (CM) en vigueur au Québec ou supérieures aux recommandations de Santé Canada (CMA ou OE). Des concentrations supérieures aux normes québécoises (CM) ont été observées pour le cuivre, les fluorures et le plomb. Des dépassements de la CMA recommandée par Santé Canada ont aussi été notés pour le manganèse. En ce qui concerne les objectifs esthétiques, des dépassements sont observés pour le fer, le manganèse, les chlorures, le sodium et les sulfures et le zinc.

Chacun des paramètres présentant des dépassements des CM, CMA ou OE est représenté sur une carte du territoire de la MCN dans la section qui suit. Les données relatives aux dépassements des valeurs des concentrations supérieures aux CM et CMA sont présentées dans le tableau 4-2 alors que celles relatives aux dépassements des OE sont présentées dans le tableau 4-3.

Tableau 4-2 : Échantillons dans les puits privés dont les concentrations de certains paramètres sont supérieures à la concentration maximale (CM) selon le RQEP ou à la concentration maximale acceptable (CMA) recommandée par Santé Canada.

Échantillons (puits privés)	Concentration maximale (CM) et concentration maximale acceptable (CMA) (RQEP et Santé Canada) ²			
	Cuivre (mg/L)	Fluorures (mg/L)	Plomb (mg/L)	Manganèse (mg/L)
Normes	CM : 1	CM : 1.5	CM : 0.005	
Recommandations	CMA : 2	CMA : 1.5	CMA : 0.005	CMA : 0.12
H2021MCN1001			0.012	
H2021MCN1004				0.12
H2021MCN1011				0.22
H2021MCN1022				0.20
H2021MCN1031				0.40
H2021MCN1036		1.5		
H2021MCN1037				0.28
H2021MCN1040				1.30
H2021MCN1041	1.3			
H2021MCN1052		2.1		
Nombre d'échantillons		2	1	6

² Les concentrations maximales (CM) et les concentrations maximales acceptables (CMA) présentées dans ce tableau proviennent du <http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/potable> et du <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/> et sont valides en date du 31 mars 2021.

Tableau 4-3 : Échantillons dans les puits privés dont les concentrations de certains paramètres sont supérieures aux objectifs esthétiques (OE) recommandés par Santé Canada.

Échantillons (puits privé)	Objectifs esthétiques (OE) (Santé Canada ³)						
	Aluminium (mg/L)	Chlorures (mg/L)	Fer (mg/L)	Manganèse (mg/L)	Sodium (mg/L)	Sulfures (mg/L)	Zinc (mg/L)
Recommandations	VOR : 0.1	OE : 250	OE : 0.3	OE : 0.02	OE : 200	OE : 0.05	OE : 5
H2020MCN004		460					
H2020MCN010				0.034			
H2021MCN1001	1.300		1.40				6.3
H2021MCN1004	1.400		6.70	0.120			
H2021MCN1005	0.230		1.90	0.043			
H2021MCN1006	0.33		0.67				
H2021MCN1008		2700	1.60		2200		
H2021MCN1009	0.56						
H2021MCN1010		680	0.75		680		
H2021MCN1011			0.65	0.220			
H2021MCN1012			1.00				
H2021MCN1013			0.67	0.021			
H2021MCN1014	0.76		2.50				
H2021MCN1015	0.24		3.40				
H2021MCN1016					350	0.310	
H2021MCN1017	0.12				220	0.081	
H2021MCN1018						0.140	
H2021MCN1021				0.037			
H2021MCN1022			4.50	0.200			
H2021MCN1023	0.24		0.63	0.037			
H2021MCN1025	1.60		1.80	0.070			
H2021MCN1026	0.38						
H2021MCN1027	0.27		1.30	0.029			
H2021MCN1028	0.17						
H2021MCN1029	0.24		0.42				
H2021MCN1030	0.11						
H2021MCN1031	1.10		2.90	0.400			
H2021MCN1033	0.31						
H2021MCN1035			0.51	0.021			
H2021MCN1036						0.500	
H2021MCN1037	0.19		8.00	0.280			
H2021MCN1038				0.054			
H2021MCN1039	0.11						
H2021MCN1040	0.14		100	1.300		0.550	
H2021MCN1041				0.099			
H2021MCN1047	0.11			0.031			
H2021MCN1048				0.077			
H2021MCN1049	0.11						

³ Les objectifs esthétiques (OE) présentés dans ce tableau proviennent du <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/> et sont valides en date du 31 mars 2021.

Échantillons (puits privé)	Objectifs esthétiques (OE) (Santé Canada ³)						
	Aluminium (mg/L)	Chlorures (mg/L)	Fer (mg/L)	Manganèse (mg/L)	Sodium (mg/L)	Sulfures (mg/L)	Zinc (mg/L)
Recommandations	VOR : 0.1	OE : 250	OE : 0.3	OE : 0.02	OE : 200	OE : 0.05	OE : 5
H2021MCN1052			0.92				
H2021MCN1055	0.18		5.50	0.065			
H2021MCN1056							
Nombre d'échantillons	23	3	22	19	4	5	1

4.4.1 Dépassements des concentrations maximales (CM) selon le Règlement sur la qualité de l'eau potable (RQEP) et des recommandations de Santé Canada (CMA)

Cuivre

Un seul (1) échantillon sur les soixante (60) analysés dépasse la concentration maximale (CM) du RQEP pour le cuivre qui est fixée à 1 mg/L. Cet échantillon provient d'un aquifère granulaire et a été prélevé au Lac-Daigle (figure 4-6).

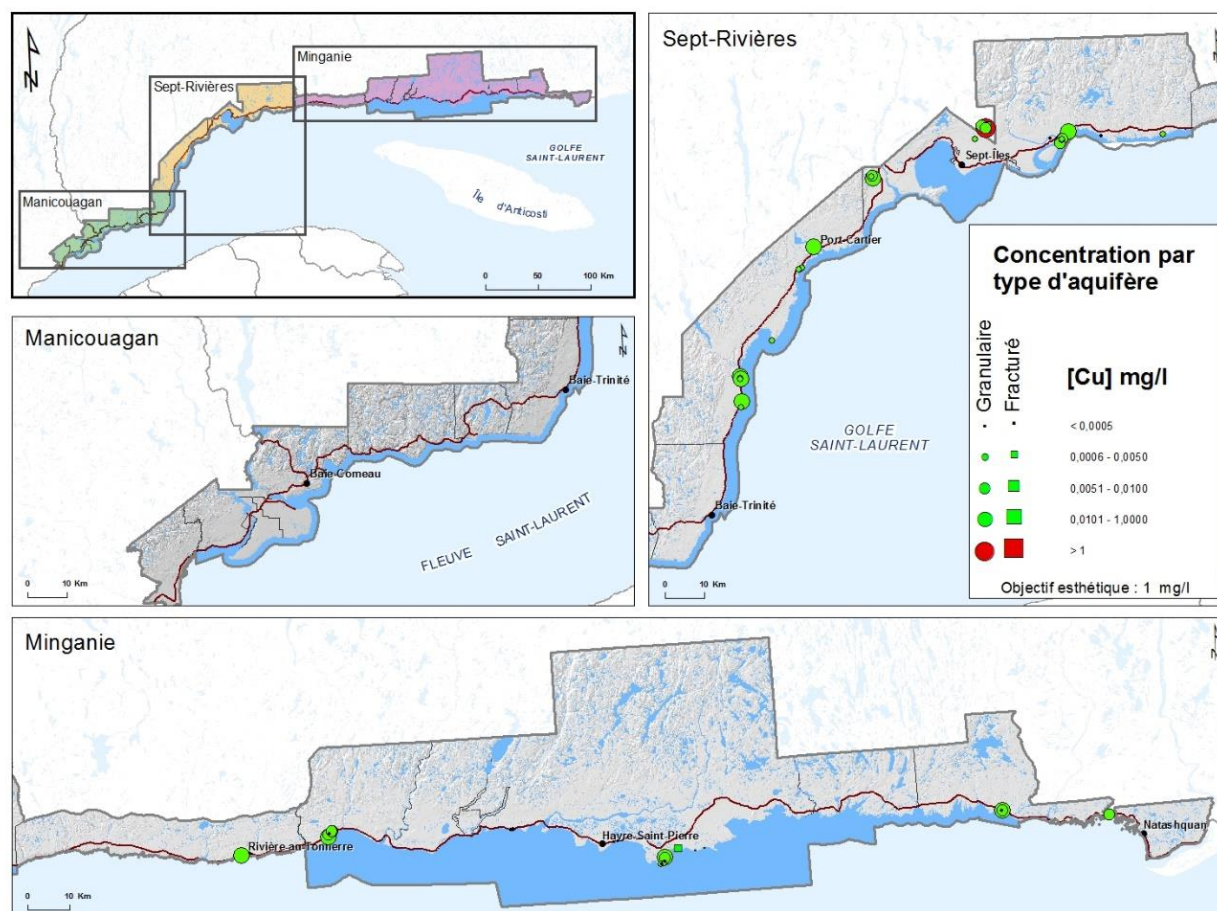


Figure 4-6 : Répartition de la concentration en cuivre dans l'eau souterraine.

Fluorures

Deux (2) échantillons sur les soixante (60) analysés, soit < 3%, des échantillons, dépassent la concentration maximale (CM) pour les fluorures qui est de 1.5 mg/L. Tel que présenté à la figure 4-7, les deux (2) échantillons proviennent d'un aquifère granulaire dans la MRC de Sept-Rivières.

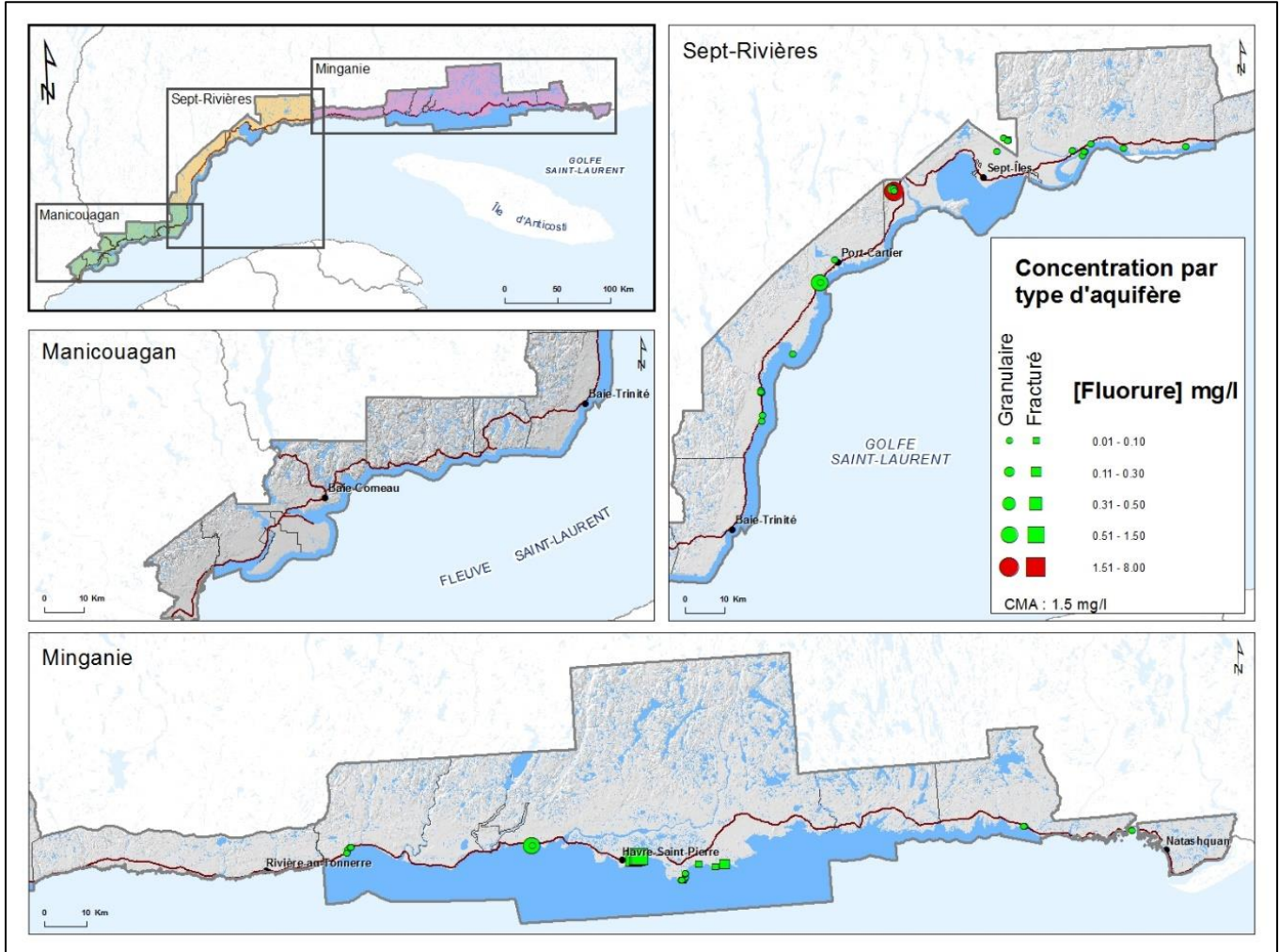


Figure 4-7 : Répartition de la concentration en fluorures dans l'eau souterraine.

Plomb

Un (1) échantillon sur les soixante (60) analysés dépasse la concentration maximale (CM) pour le plomb. Cet échantillon a été prélevé dans un aquifère granulaire de la Minganie (figure 4-8).

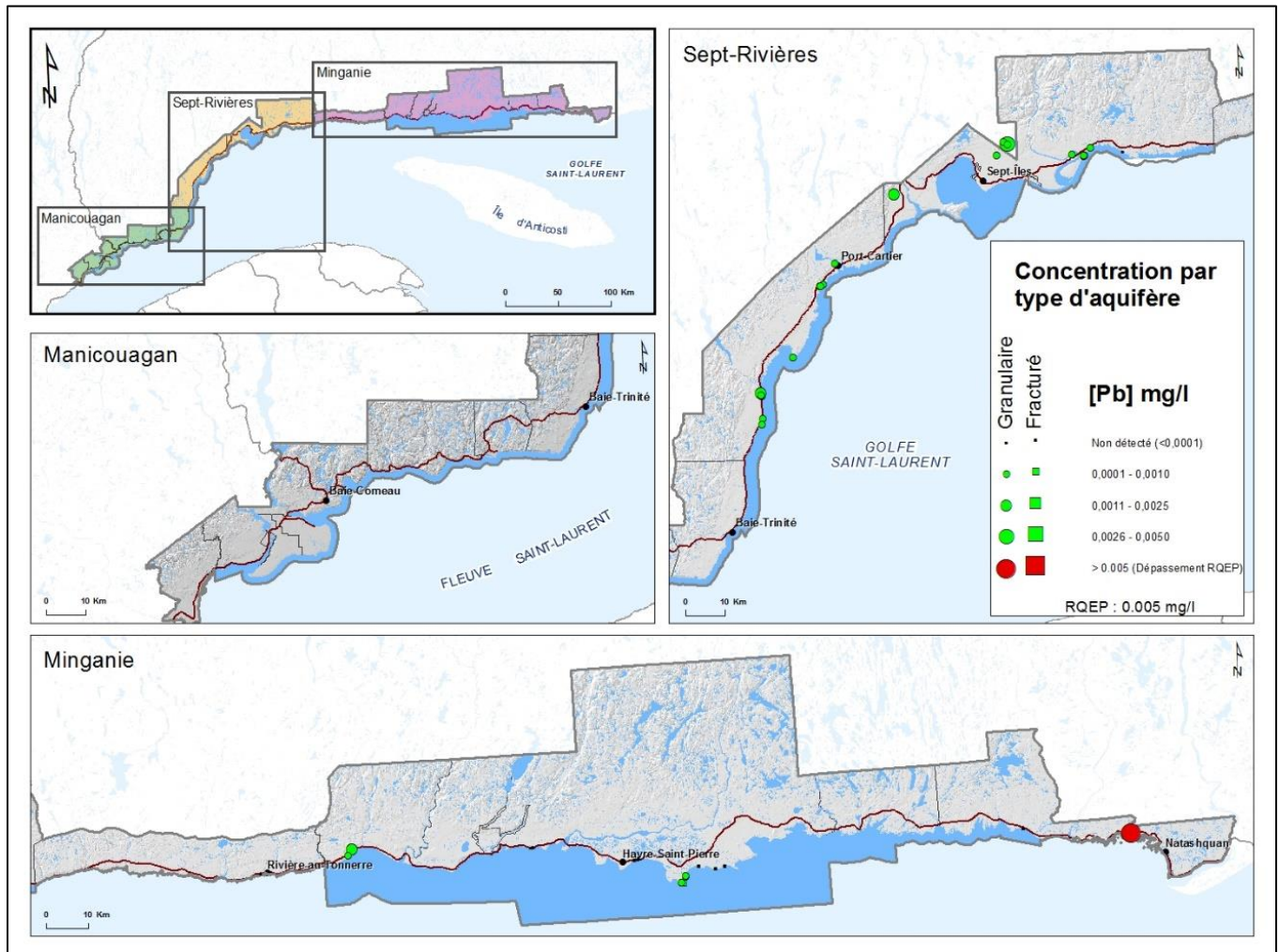


Figure 4-8 : Répartition de la concentration en plomb dans l'eau souterraine.

Manganèse

Un total de six (6) échantillons sur les soixante (60) analysés, soit 10% des échantillons, dépassent la concentration maximale acceptable (CMA) recommandée par Santé Canada pour le manganèse. Bien qu'il n'y ait pas actuellement de normes québécoises (CM) pour le manganèse, le gouvernement québécois incite à la prudence lorsque la concentration dépasse la concentration maximale acceptable (CMA) recommandée par Santé Canada et fixée à 0,12 mg/L.

Des six (6) échantillons affichant un dépassement de la CMA, trois (3) échantillons proviennent d'aquifères granulaires situés sur le territoire de la MRC des Sept-Rivières. Pour la MRC de la Minganie, un (1) seul échantillon prélevé dans le roc fracturé et deux (2) échantillons provenant d'aquifères granulaires dépassent la CMA pour le manganèse. La répartition spatiale des échantillons est présentée à la figure 4-9.

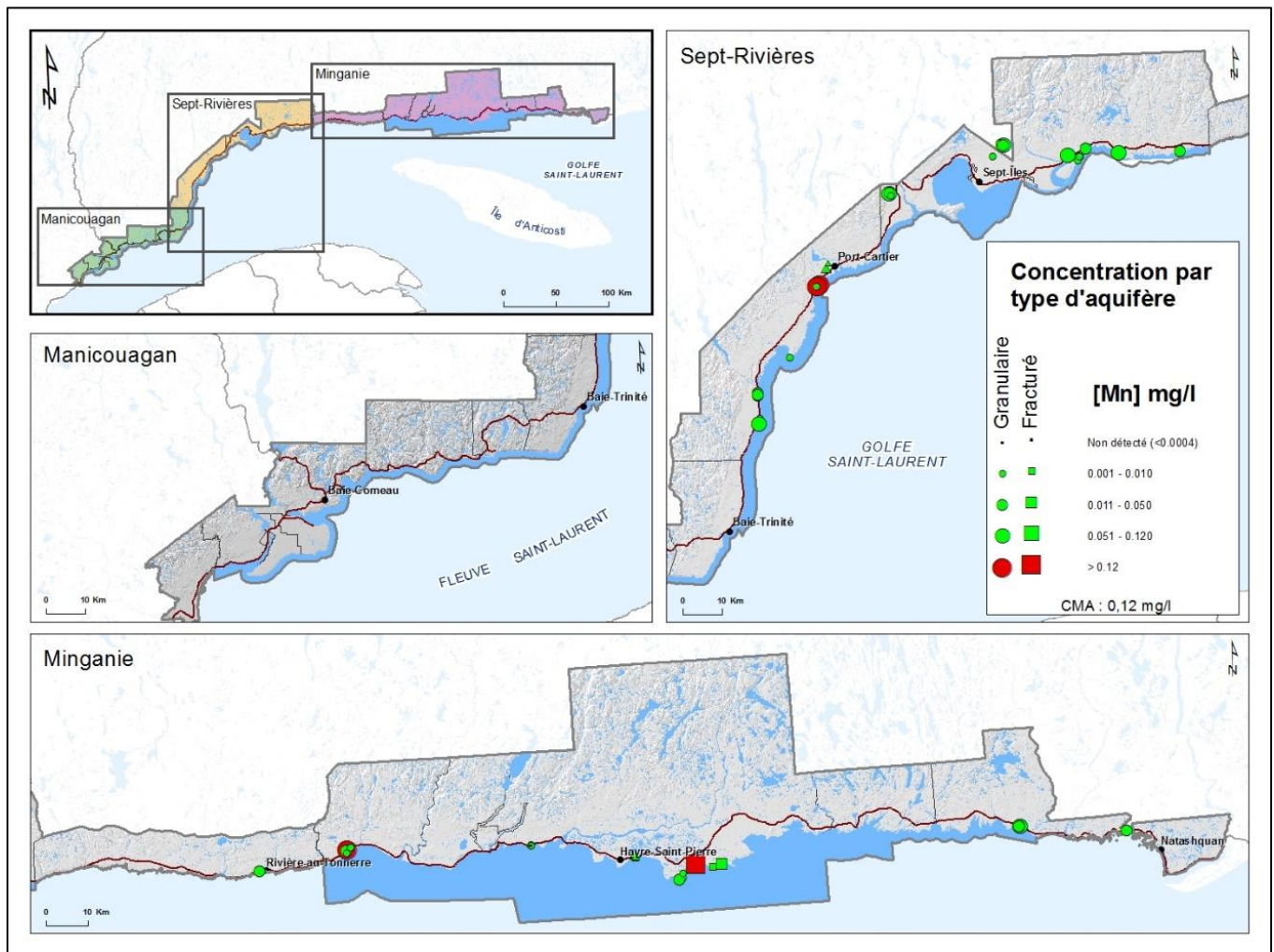


Figure 4-9 : Répartition de la concentration en manganèse dans l'eau souterraine.

4.4.2 Dépassements des objectifs esthétiques (OE) selon Santé Canada

Fer

Pour le fer, vingt-deux (22) échantillons sur les soixante (60) analysés, soit 36% des échantillons, dépassent les objectifs esthétiques de 0,3 mg/L.

Des vingt-deux échantillons, neuf (9) ont été prélevés dans la MRC de Sept-Rivières et ils proviennent tous des dépôts granulaires. Treize (13) autres échantillons dépassant l'objectif esthétique pour le fer ont été prélevés dans la MRC de la Minganie. Sur ces treize (13) échantillons, cinq (5) ont été prélevés dans le roc fracturé et huit (8) dans les dépôts granulaires.

La figure ci-dessous montre la répartition spatiale de la concentration en fer sur le territoire de la Moyenne-Côte-Nord.

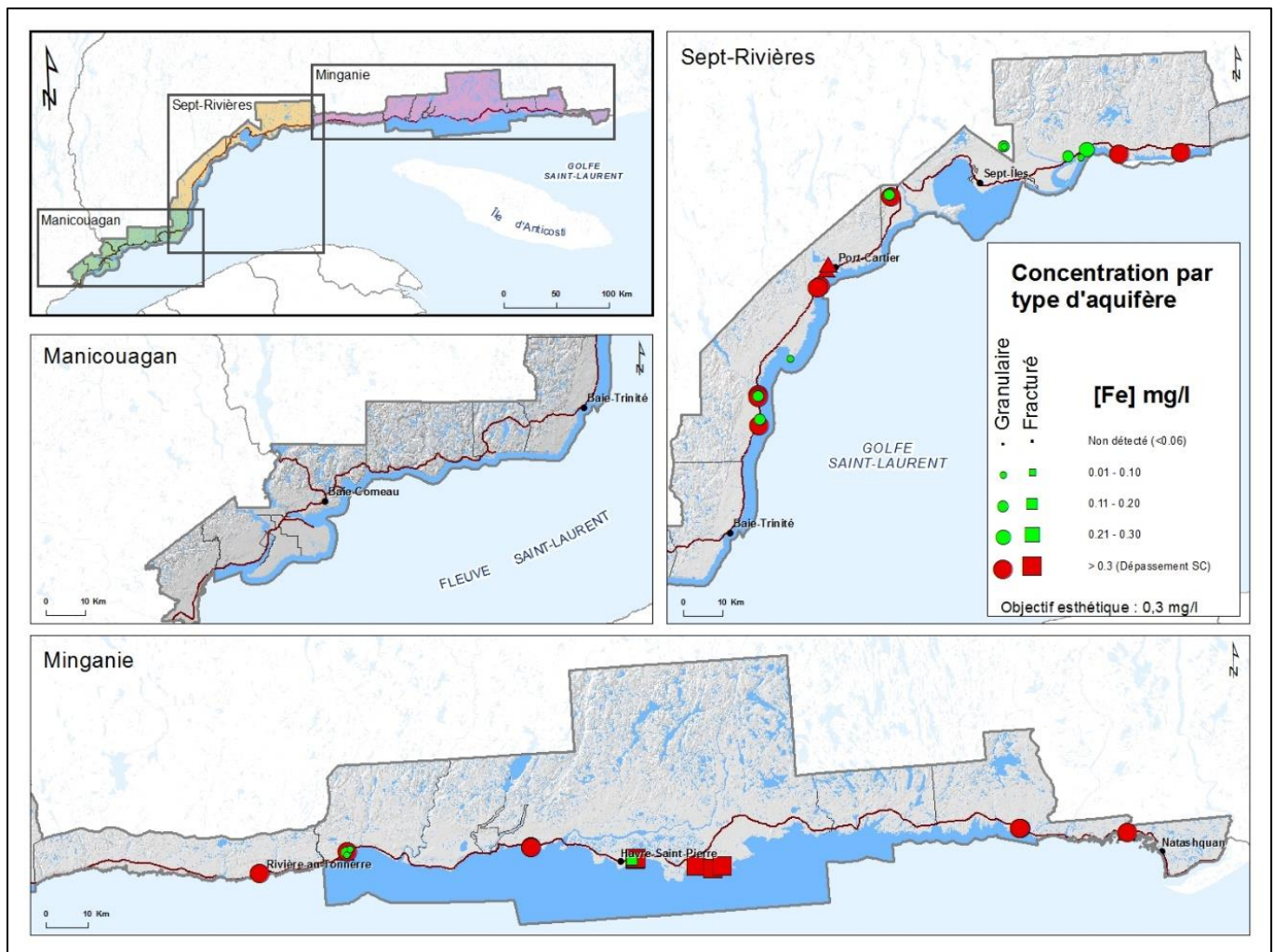


Figure 4.2 : Répartition de la concentration en fer dans l'eau souterraine.

Manganèse

Pour le manganèse, dix-neuf (19) échantillons sur les soixante (60) analysés, soit 32% des échantillons, dépassent les objectifs esthétiques de 0,02 mg/l. Des dix-neuf (19), douze (12) ont été prélevés sur le territoire de Sept-Rivières. De ces douze (12), un (1) échantillon provient du roc fracturé et les onze (11) autres de puits situés dans les dépôts granulaires.

En Minganie, six (6) échantillons prélevés dans les dépôts granulaires et un (1) dans le roc fracturé dépassent l'objectif esthétique pour le manganèse pour un total de sept (7) dépassements.

La répartition spatiale des concentrations en manganèse est présentée à la figure 4-10.

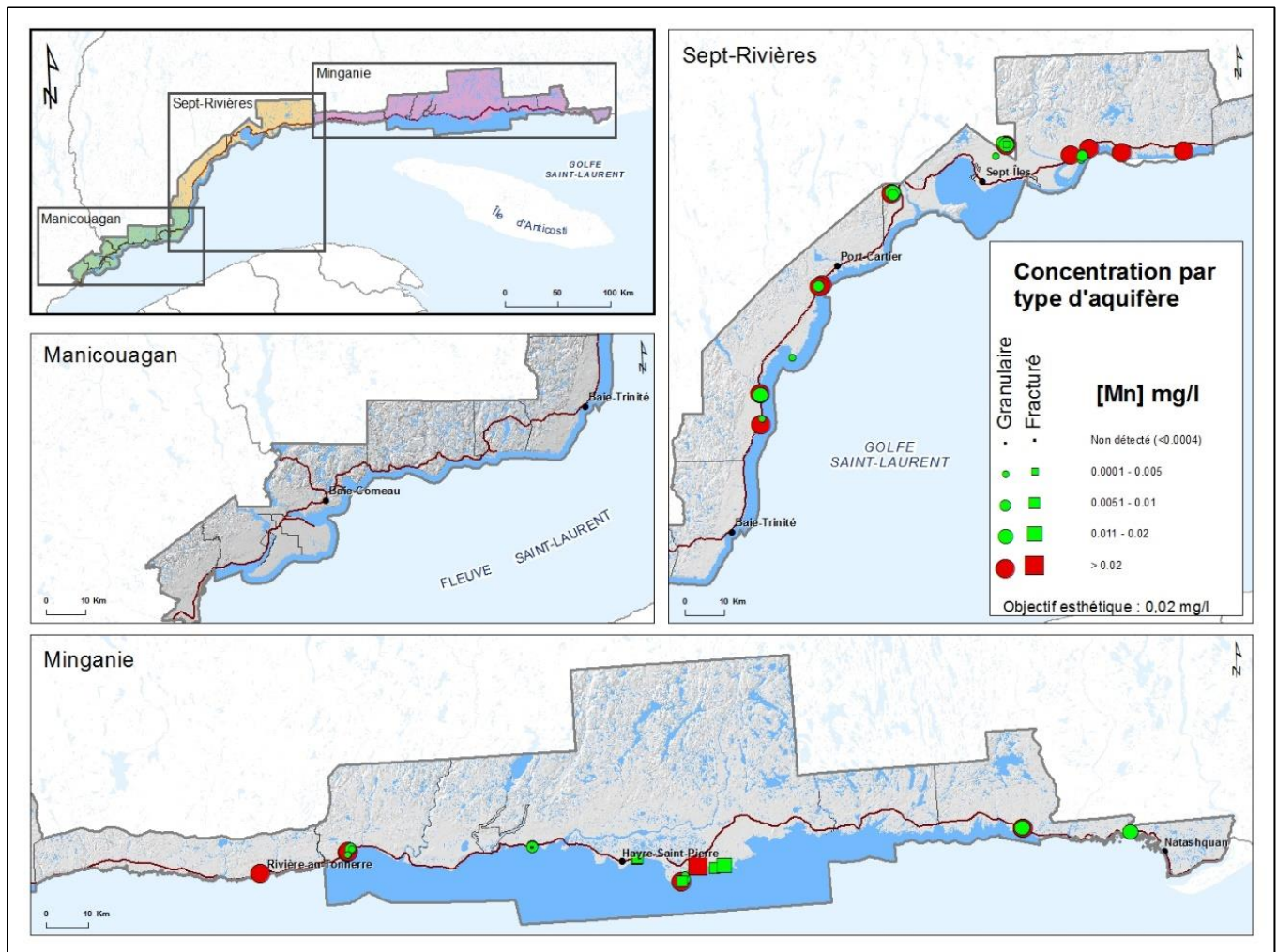


Figure 4-10 : Répartition de la concentration en manganèse dans l'eau souterraine.

Chlorures

Trois (3) échantillons sur les soixante (60) analysés, soit environ 5 % des échantillons, présentent des dépassements des objectifs esthétiques, et ils proviennent d'aquifères rocheux fracturés de la Minganie (figure 4-11) et sont localisés à moins de 100 mètres du fleuve Saint-Laurent.

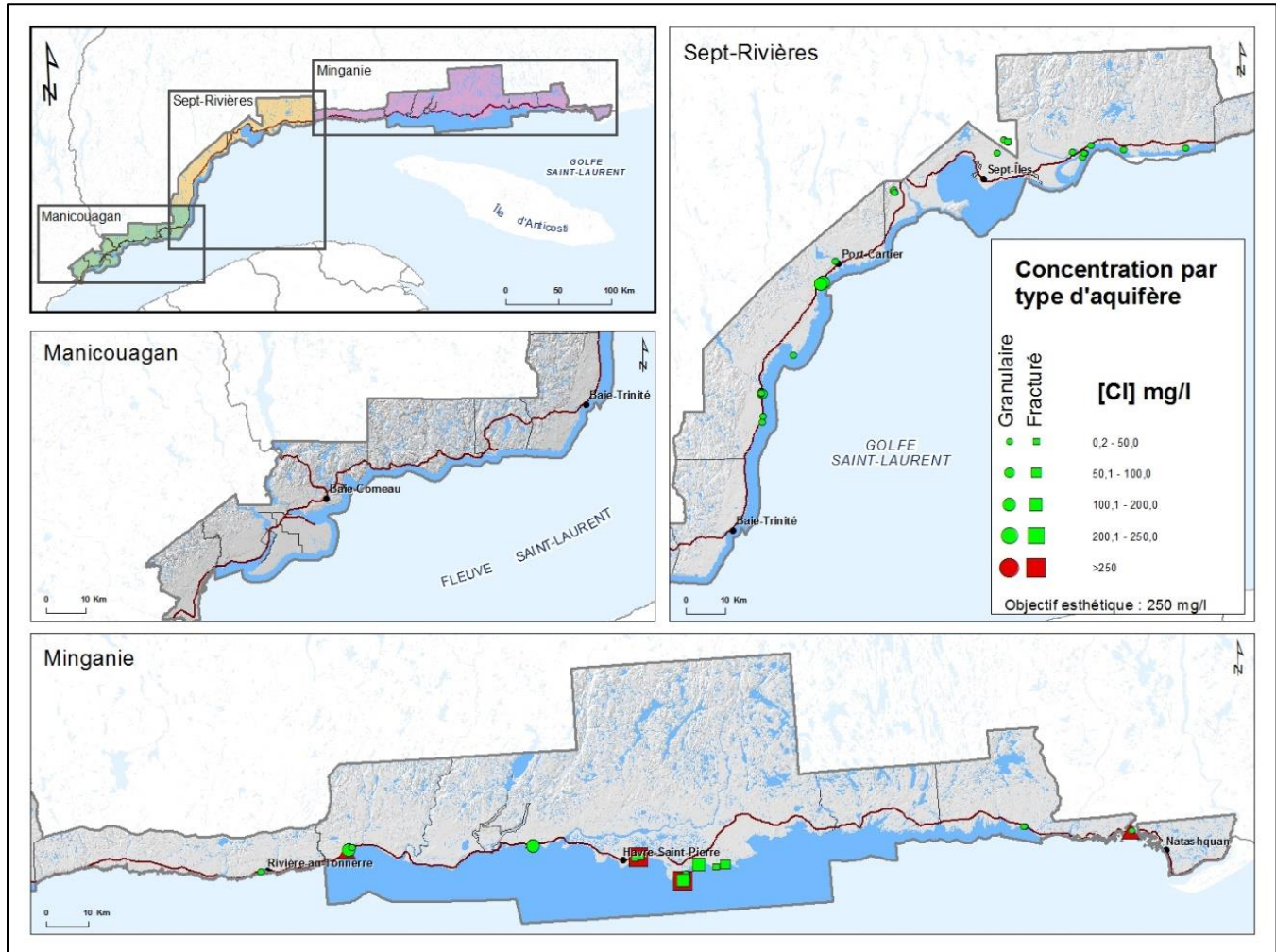


Figure 4-11 : Répartition de la concentration en chlorures dans l'eau souterraine.

Sodium

Pour le sodium, quatre (4) échantillons sur les soixante (60) analysés, soit 7 % des échantillons, dépassent les objectifs esthétiques en sodium, dont deux (2) ayant été prélevés dans le roc fracturé, deux (2) dans des aquifères granulaires de la Minganie. La figure 4-12 montre la répartition spatiale de la concentration en sodium sur le territoire. Deux de ces dépassements sont corrélés à ceux des chlorures (sous-section précédente).

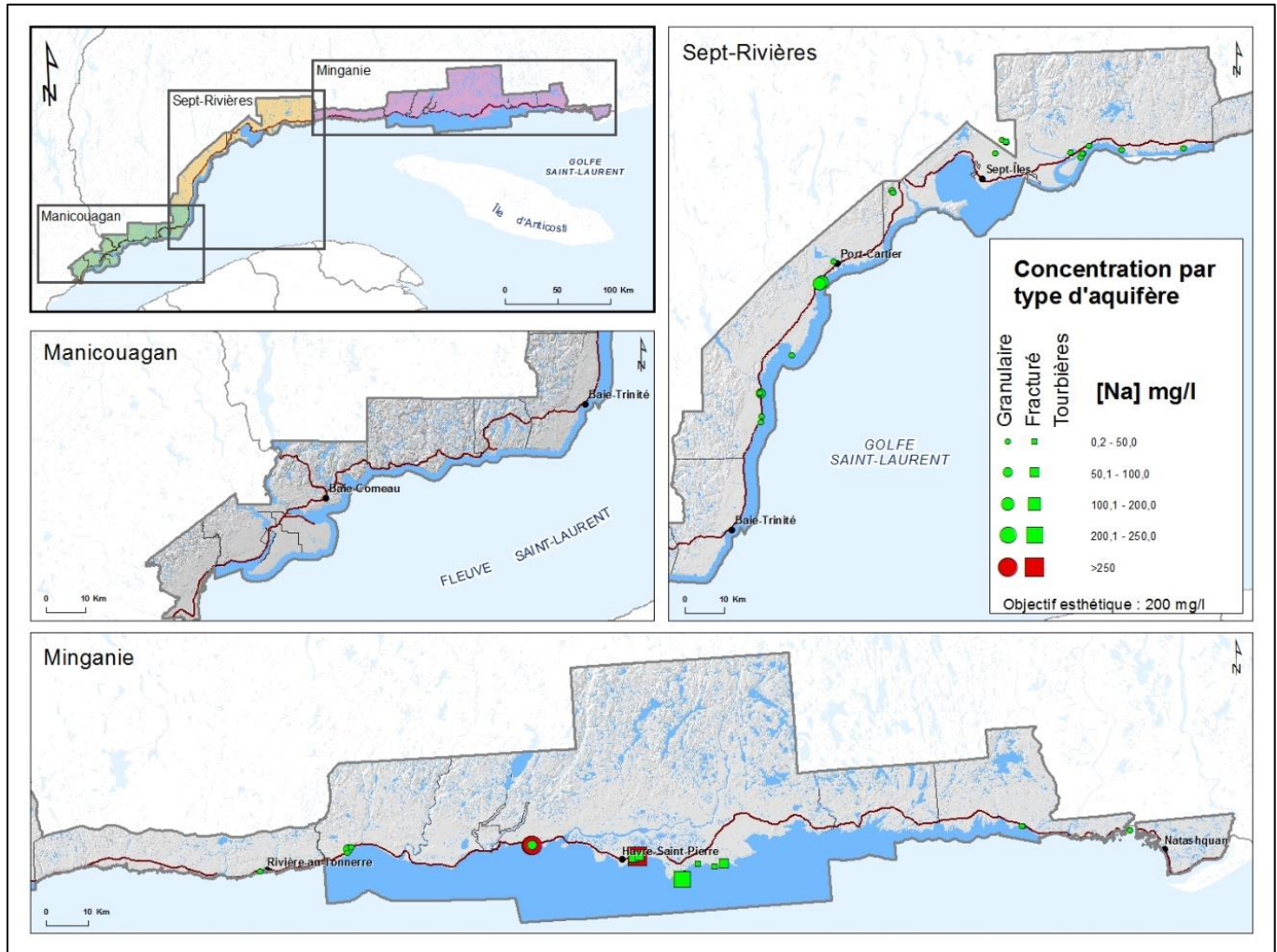


Figure 4-12 : Répartition de la concentration en sodium dans l'eau souterraine.

Sulfures

Pour les sulfures, cinq (5) échantillons sur les soixante (60) analysés, soit environ 8% des échantillons, dépassent les objectifs esthétiques (0.05 mg/L) dont deux (2) ayant été prélevés dans des aquifères granulaires sur le territoire de la MRC Sept-Rivières. Dans la MRC de la Minganie, un (1) échantillon provenant du roc fracturé et deux (2) échantillons provenant d'aquifères granulaires dépassent les objectifs esthétiques pour les sulfures.

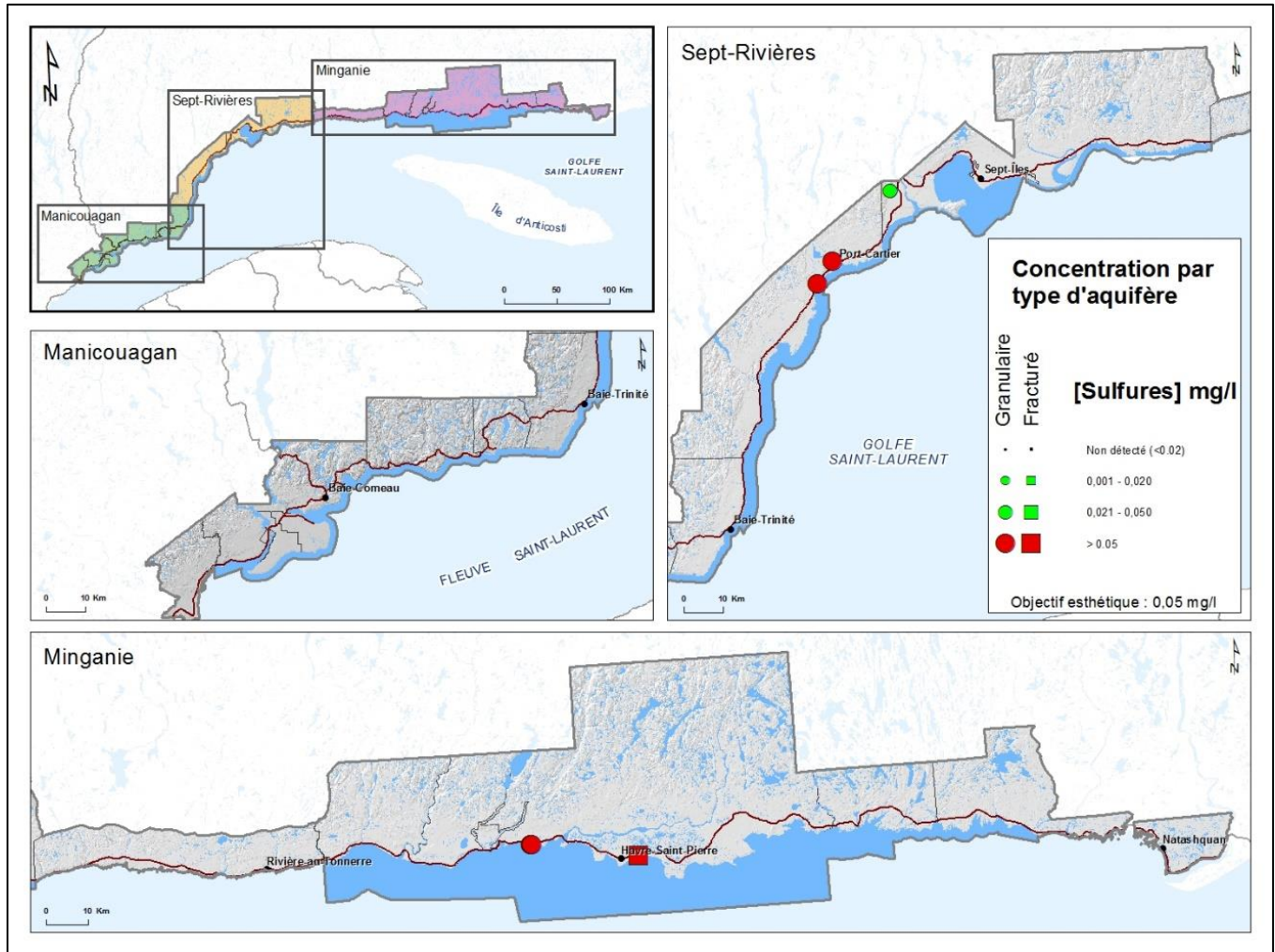


Figure 4-13 : Répartition de la concentration en sulfures dans l'eau souterraine.

Zinc

Pour le zinc, un seul (1) échantillon sur les soixante (60) analysés dépasse les objectifs esthétiques qui sont fixés à 5 mg/L. Comme vu sur la figure 4-14, l'échantillon provient d'un aquifère granulaire et est situé dans la MRC de la Minganie.

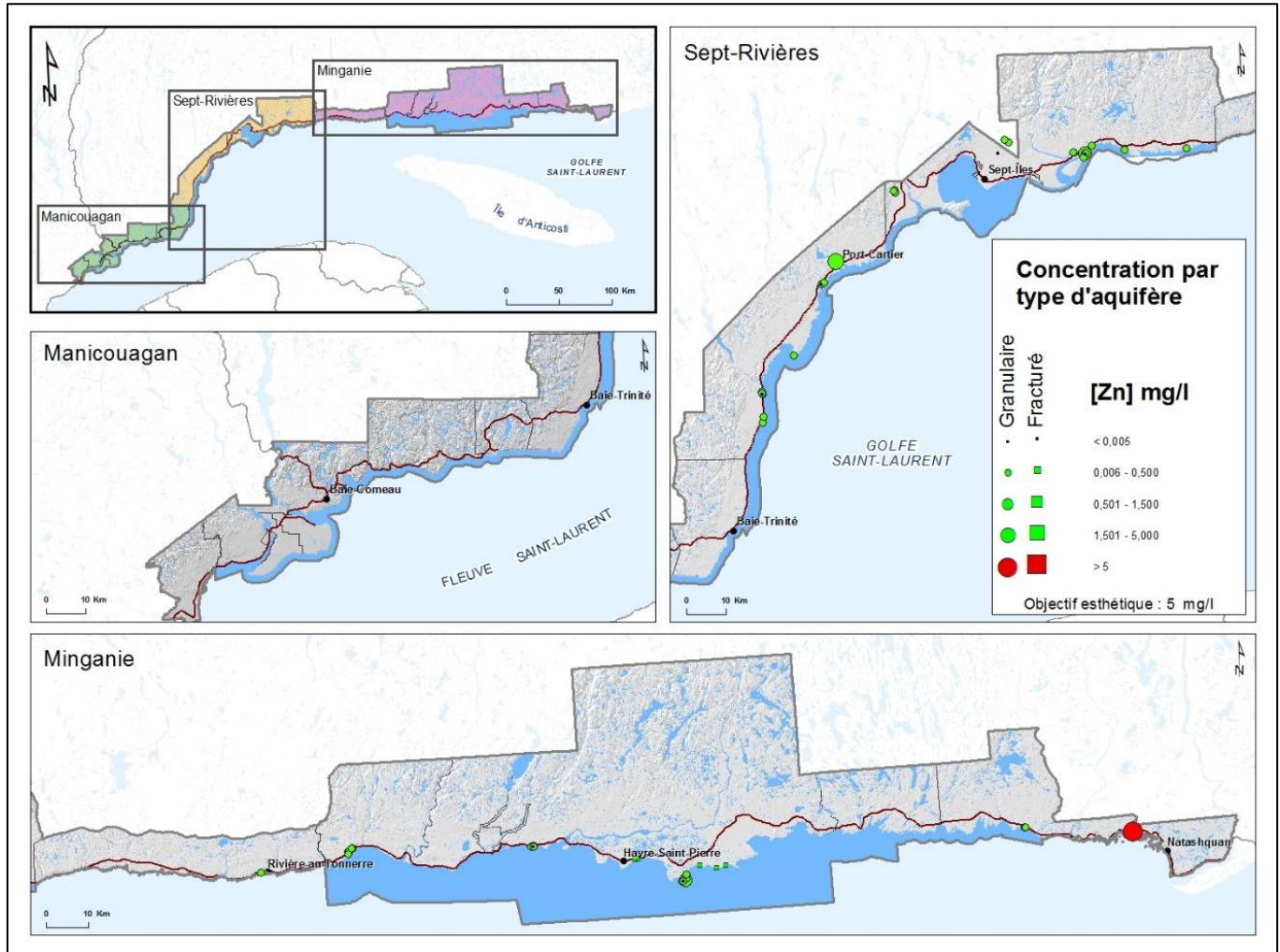


Figure 4-14 : Répartition de la concentration en zinc dans l'eau souterraine.

pH

Pour le pH, trente-sept (37) des soixante (60) échantillons d'eau analysés, soit 61% des échantillons, présentent un pH non conforme. Le pH de trente-quatre (34) échantillons est trop acide (<6.5) et le pH des trois (3) autres est trop alcalin (>8.5). Tel que présenté sur la Figure 4-15, pour la MRC de Sept-Rivières, vingt-trois (23) eaux acides et une (1) eau alcaline proviennent d'aquifères granulaires. En Minganie, deux (2) échantillons d'aquifères rocheux fracturés présentent des eaux alcalines et onze (11) échantillons provenant d'aquifères granulaires sont acides.

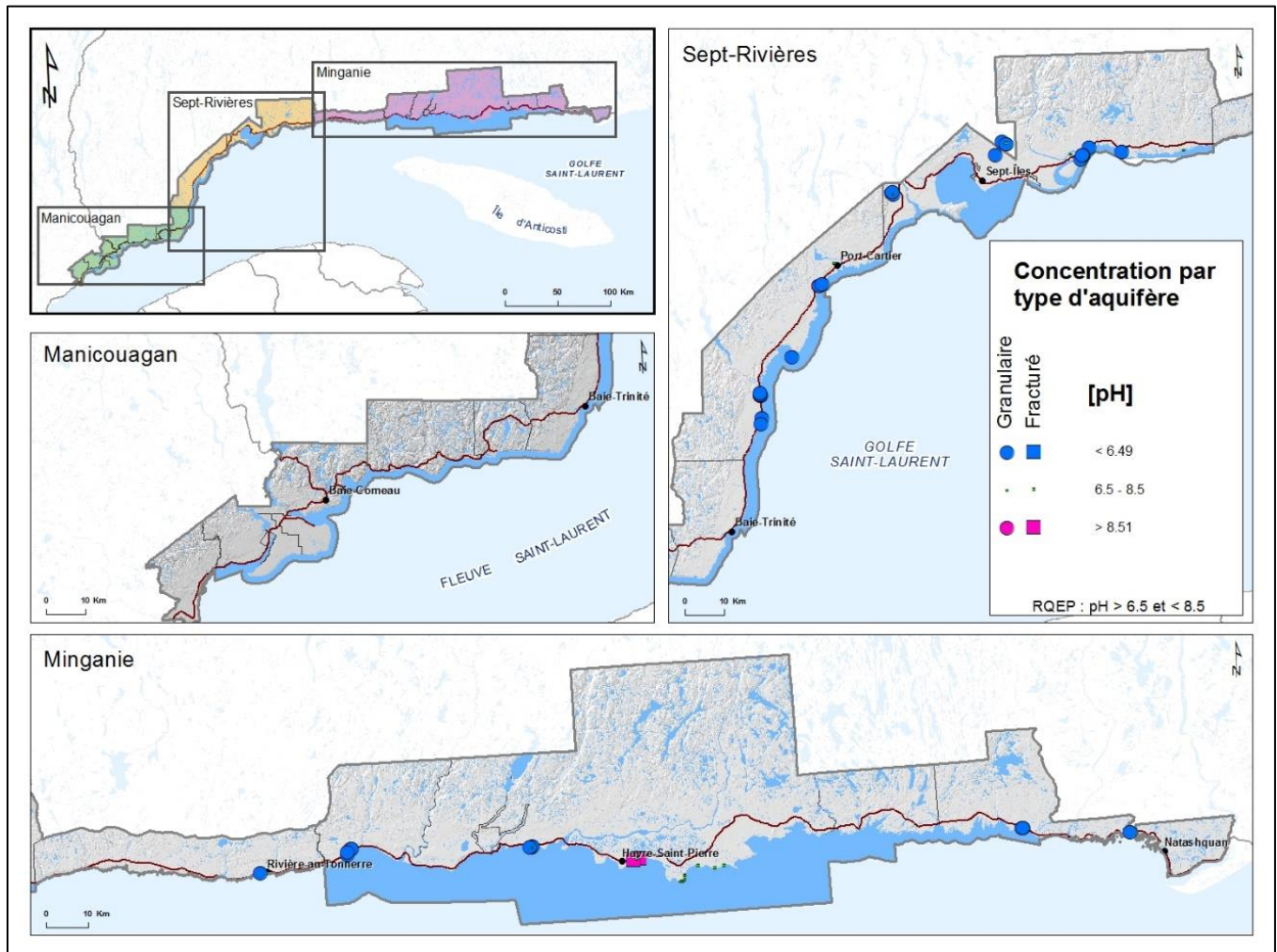


Figure 4-15 : Répartition des dépassements de pH de l'eau souterraine.

4.4.3 Lien entre les tourbières et l'eau souterraine (résultats préliminaires)

De manière à documenter certaines questions relatives à l'influence des tourbières et des milieux humides sur la qualité des eaux souterraines, un échantillonnage de l'eau de certaines tourbières a été réalisé. Les résultats d'analyse sont disponibles à l'annexe numérique AN 4.

Le tableau 4-4 présente les dépassements des concentrations maximales (CM) selon le RQEP ainsi que des concentrations maximales acceptables (CMA) recommandées par Santé Canada. Des dépassements de norme (CM) ont été observés pour le plomb alors que des dépassements des recommandations (CMA) ont été notés pour le manganèse (CMA). Le tableau 4-5, quant à lui, présente les dépassements des objectifs esthétiques de Santé Canada. Les principaux dépassements des OE détectés dans les tourbières sont pour l'aluminium, le fer et le manganèse.

L'ensemble des résultats, à savoir les données d'analyses chimiques de l'eau souterraine et de l'eau des tourbières fera l'objet d'une étude spécifique dans le cadre du projet de maîtrise de M. Pierre Saint-Hilaire, étudiant à l'UQAC. Les conclusions de l'étude sont attendues au courant de l'année 2023.

Préalablement à ces échantillonnages, une rencontre a été réalisée en septembre 2021 avec les membres de l'association des producteurs de tourbières horticoles du Québec (APTHQ), afin d'obtenir les autorisations requises. Le compte rendu de cette rencontre est disponible à l'annexe numérique AN 2. Ces derniers ont démontré un grand intérêt à participer au projet et ont fait preuve d'une grande collaboration en permettant l'échantillonnage.

Tableau 4-4 : Échantillons dans les tourbières dont les concentrations de certains paramètres sont supérieures à la concentration maximale (CM) selon le RQEP ou à la concentration maximale acceptable (CMA) recommandée par Santé Canada.

Échantillons (Tourbières)	Concentration maximale (CM) et concentration maximale acceptable (CMA) (RQEP et Santé Canada) ⁴	
	Plomb (mg/L)	Manganèse (mg/L)
Normes	CM : 0.005	
Recommandations	CMA : 0.005	CMA : 0.12
H2020MCN001		0.32
H2021MCN1003		0.28
H2021MCN1046	0.04	
Nombre d'échantillons	1	2

⁴ Les concentrations maximales (CM) et les concentrations maximales acceptables (CMA) présentées dans ce tableau proviennent du <http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/potable> et du <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/> et sont valides en date du 31 mars 2021.

Tableau 4-5 : Échantillons dans les tourbières dont les concentrations de certains paramètres sont supérieures aux objectifs esthétiques (OE) recommandés par Santé Canada.

Échantillons (Tourbières)	Objectifs esthétiques (OE) (Santé Canada) ⁵				
	Aluminium (mg/L)	Fer (mg/L)	Manganèse (mg/L)	Sulfures (mg/L)	Zinc (mg/L)
Recommandations	VOR : 0.1	OE : 0.3	OE : 0.02	OE : 0.05	OE : 5
H2020MCN001		20	0.32	0.1	59
H2020MCN001-PZ2	0.16	0.33			
H2020MCN001-PZ5	0.87				
H2020MCN001-PZ6	0.17	0.32			
H2021MCN1002	0.21	0.63			
H2021MCN1003	0.51	49	0.28		
H2021MCN1019					
H2021MCN1020					
H2021MCN1024	0.11	0.36			
H2021MCN1044	0.24		0.036		
H2021MCN1045	0.14				
H2021MCN1046					
Nombre d'échantillons	8	6	3	1	1

La figure 4-16 et la figure 4-17 présentent respectivement la localisation des échantillons d'eau de tourbière qui dépassent les objectifs esthétiques en fer et en manganèse.

⁵ Les objectifs esthétiques (OE) présentés dans ce tableau proviennent du <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/> et sont valides en date du 31 mars 2021.

Fer

Six (6) des douze (12) échantillons d'eau prélevés dans les tourbières présentent des dépassements de l'objectif esthétique pour le Fer (0.3 mg/L). La répartition spatiale des échantillons est visible à la figure 4-16.

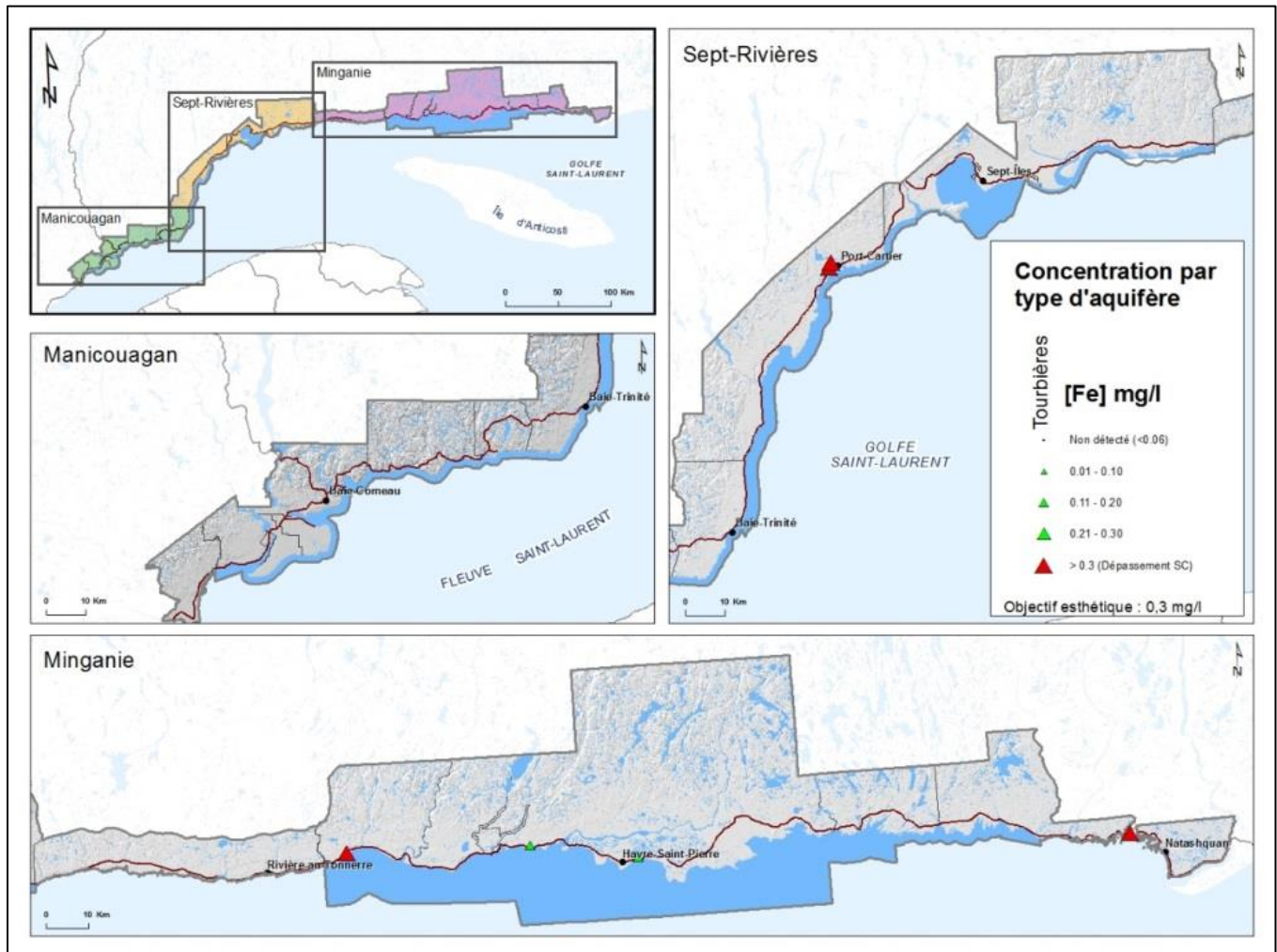


Figure 4-16 : Répartition de la concentration en fer dans l'eau des tourbières.

Manganèse

Trois (3) des douze (12) échantillons d'eau prélevés dans les tourbières présentent des dépassements de l'objectif esthétique pour le Manganèse (0.02 mg/L). La répartition spatiale des échantillons est visible à la figure 4-17.

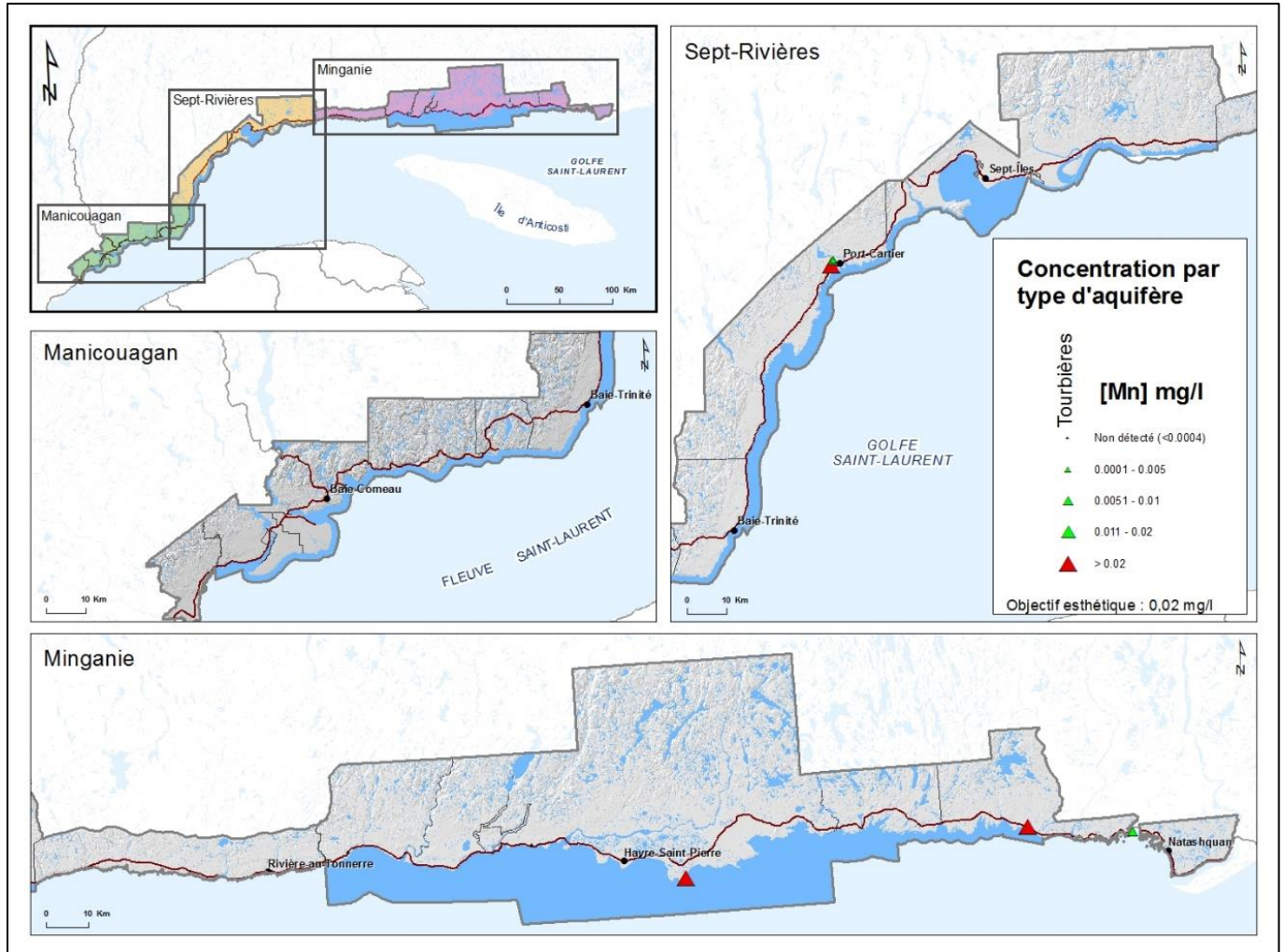


Figure 4-17 : Répartition de la concentration en manganèse dans l'eau des tourbières.

4.5 Enjeux liés aux préoccupations du milieu

Les rencontres avec les personnes-ressources de chaque municipalité et MRC a permis la collecte des rapports existants (section 0) et d'identifier divers enjeux en lien avec l'eau souterraine. Les comptes rendus de ces rencontres sont présentés à l'annexe numérique AN 2. Les faits saillants de chaque rencontre ainsi que les principales préoccupations du milieu qui sont ressortis de ces rencontres sont présentées dans le tableau tableau 4-6.

Tableau 4-6 : Préoccupations du milieu en lien avec la ressource en eau souterraine.

Localisation	Faits saillants et préoccupations du milieu	Source
Baie-Comeau	<p>Problème de quantité : La municipalité a déjà fait une recherche en eau souterraine, mais la quantité d'eau trouvée était insuffisante.</p> <p>Certains secteurs ne sont pas desservis (Lac Potvin, Lac Fer à Cheval et Pointe-Lebel).</p>	Rencontre avec la municipalité de Baie-Comeau (2021-08-03)
Baie-Johan-Beetz	Problème de qualité : Uranium dans l'eau.	Rapport consultant récupéré (RN001)
Chute-aux-Outardes	<p>Problème de quantité : Difficulté à trouver de l'eau souterraine.</p> <p>Présence de puits privés sur le territoire</p>	Rencontre avec la municipalité de Chutes-aux-Outardes (2021-08-04)
Franquelin	<p>Problème de quantité : La municipalité a déjà manqué d'eau par le passé (2020).</p> <p>Certains secteurs ne sont pas desservis par l'aqueduc (Rue des Merisiers) et présentent des problèmes liés à la quantité et à la qualité de l'eau (eau ferreuse dans secteur Mistassini).</p>	Rencontre avec la municipalité de Franquelin (2021-08-03)
Havre-Saint-Pierre	Problèmes liés à la qualité : Étude de relocalisation de 3 puits due à la proximité de l'aéroport (produit de déglacage)	Rencontre avec la municipalité de Havre-Saint-Pierre (2020-09-18)
Natasquan	Certains secteurs ne sont pas desservis par l'aqueduc.	Rencontre avec la municipalité de Natasquan (2021-01-31)
Pointe-aux-Outardes	<p>Inquiétudes en lien avec une grande quantité de puits privés dans le secteur Buissons.</p> <p>Problèmes avec la qualité : Un des puits de la municipalité doit être traité pour le fer.</p>	Rencontre avec la municipalité de Pointes-aux-Outardes (2021-08-04)
Pointe-Lebel	<p>Problèmes avec la qualité : Un des puits de la municipalité doit être traité pour le fer. Certains puits privés présentent également de l'eau ferreuse, sulfureuse ou salée.</p> <p>Problème de quantité : Certains résidents ont manqué d'eau qui serait causée par un abaissement de la nappe en raison de l'exploitation de tourbières.</p>	Rencontre avec la municipalité de Pointe-Lebel (2021-08-04)

Rivière-au-Tonnerre	Problème de qualité : Intrusion d'eau salée par la rivière et le fleuve	Rencontre avec une résidente (Scherrer Sophie)
Rivière-au-Tonnerre	Problème de quantité (surtout en hiver) Problème de qualité : Dépassement en manganèse d'un des puits municipaux	Rencontre avec la municipalité de Rivière-au-Tonnerre (2021-08-02)
Rivière-Saint-Jean	Problème de qualité : Eau ferreuse dans puits municipal, doit être traitée.	Rencontre avec la municipalité de Rivière-Saint-Jean (2021-08-02)
Rivière-Saint-Jean (secteur Magpie)	Problèmes liés à la qualité : Bactéries dans l'eau	Rencontre avec la municipalité de Rivière-Saint-Jean (2021-08-02)
MRC de Sept-Rivières et MRC de la Minganie	Préoccupations reliées aux installations sanitaires individuelles et prises d'eau individuelles	Rencontre avec les partenaires régionaux (MRC et OBV).
MRC de Sept-Rivières et MRC de la Minganie	Préoccupations reliées à l'érosion des berges et ouvrage de captage près des côtes	Rencontre avec les partenaires régionaux (MRC et OBV).
MRC de Sept-Rivières et MRC de la Minganie	Préoccupations reliées à la relation entre les eaux souterraines et la présence de tourbières (adressé dans le cadre d'une maîtrise à l'UQAC).	Rencontre avec les partenaires régionaux (MRC et OBV).
MRC de Sept-Rivières et MRC de la Minganie	Préoccupations reliées aux aires d'alimentation et de protection (RPEP)	Rencontre avec les partenaires régionaux (MRC et OBV).
MRC de Sept-Rivières et MRC de la Minganie	Préoccupations reliées à la qualité de l'eau (présence d'eau salée)	Rencontre avec les partenaires régionaux (MRC et OBV).

Les préoccupations du milieu sont très tangibles et la lecture du tableau 4-6 permet de constater que l'eau souterraine dans l'ensemble constitue un enjeu de taille sur le territoire de la MCN. Cette observation renforce d'autant plus l'intérêt de tenir un projet d'envergure visant un portrait exhaustif des eaux souterraines, par l'entremise duquel des travaux spécifiques permettraient de se pencher sur certaines de ces préoccupations. Grâce aux rencontres réalisées en avant-projet avec les MRC partenaires (section 1.7), certaines préoccupations du milieu (tableau 4-6) ont été en partie documentées à l'occasion de ce projet pilote, mais des travaux additionnels demeurent à entreprendre. Certains projets appliqués dans le cadre de projets à caractère académique, permettraient notamment de faire la lumière sur certains processus à l'origine des préoccupations du milieu.

5 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Ce chapitre présente une conclusion générale (section 5.1) et les recommandations (section 5.2) du projet PACES (projet pilote) sur la MCN.

5.1 Conclusion générale

La surface du territoire municipalisé est d'environ 10 911 km² pour une population de 72 806 habitants, soit 2 fois plus que l'est de la Mauricie. Des 17 municipalités, 9 utilisent l'eau souterraine comme source d'alimentation en eau potable, et 2 présentent une alimentation en eau mixte (surface/souterraine). Au total, c'est donc environ 65% des municipalités qui utilisent l'eau souterraine comme source d'alimentation en eau potable. À ce pourcentage, s'ajoute un nombre important de puits résidentiels. **Ces observations renforcent l'importance de réaliser un premier portrait des connaissances sur les eaux souterraines de la MCN.**

Une première contrainte à la réalisation de ce portrait est le manque de données ponctuelles (données stratigraphiques) et leur mauvaise répartition au sein du territoire lorsqu'elles sont présentes. Ces lacunes ne permettent pas d'appliquer les méthodes prescrites par les PACES pour la production de certains livrables cartographiques tels que les cartes d'épaisseur des dépôts de surface, les limites des milieux aquifères, et les contextes hydrogéologiques. Des lacunes d'informations ont aussi été constatées concernant la cartographie des dépôts de surface (inexistante) et la pédologie (partiellement manquante). Rappelons que la cartographie des dépôts de surface permet aussi d'établir le modèle conceptuel hydrogéologique du territoire d'étude. Ce modèle est à la base de la création de coupes stratigraphiques interprétées permettant une représentation simplifiée de l'empilement vertical et de l'extension latérale des unités géologiques. Ces coupes stratigraphiques permettent l'élaboration de la carte des contextes hydrogéologiques régionaux. La carte des contextes hydrogéologiques constitue un des livrables les plus importants du PACES. Les travaux réalisés dans le cadre de ce projet pilote montrent qu'une part importante des puits résidentiels d'alimentation en eau potable sont installés dans les dépôts granulaires de surface, de manière rudimentaire, et qu'ils ne sont pas répertoriés, ni à l'échelle locale ni à l'échelle provinciale. La localisation des puits résidentiels constitue une information de premier ordre pour la gestion de la ressource en eau potable d'un territoire, d'autant plus que l'échantillonnage de l'eau souterraine de 60 puits révèle que 30 à 60% d'entre eux présentent plusieurs dépassements des objectifs esthétiques pour le Fe, le Mn, et le pH et quelques dépassements des maximums acceptables selon le RQEP pour les fluorures, le cuivre et le plomb. Les travaux préliminaires ont aussi révélé que 10% des puits échantillonnés dépassent la concentration maximale acceptable recommandée par Santé Canada pour le manganèse (0.12 mg/l) et à partir de laquelle le gouvernement québécois incite à la prudence. À ces défauts de qualité, s'ajoute la présence d'eau salée dans les puits d'eau potable résidentiels. Des cas ont été rapportés aux membres de l'équipe du CERM par des citoyens, ou du personnel municipal à l'occasion d'entretiens téléphoniques ou de rencontres en personne sur le terrain. Les cas rapportés concernent les municipalités de Rivière-au-Tonnerre, de Ragueneau et de Chute-aux-Outardes. L'origine de cette salinité demeure inconnue, mais l'intrusion de l'eau du fleuve est suspectée. Considérant que les travaux ne visaient pas spécifiquement à documenter cette problématique d'eau souterraine salée, il est présumé que d'autres cas puissent être identifiés sur le territoire de la MCN.

Soulignons en terminant que le PACES (projet pilote) sur la MCN a surtout permis de montrer que les intervenants du milieu (MRC, municipalités et OBV) sont préoccupés par plusieurs enjeux de protection et de pérennité des ressources en eau souterraine. Ainsi, ils sont mobilisés et sont prêts à contribuer davantage à

l'acquisition des connaissances sur les eaux souterraines de leur territoire, afin de protéger et de garantir la pérennité de cette précieuse ressource.

5.2 Recommandations

Les conclusions générales présentées dans ce rapport conduisent à formuler une série de recommandations en prévision de la réalisation d'un portrait plus complet des connaissances sur les eaux souterraines de la MCN.

5.2.1 Mauvaise répartition des données ponctuelles et données manquantes :

Ce problème peut être en partie comblé par la réalisation de travaux de terrain sur l'ensemble du territoire à l'étude. Parmi les travaux à envisager, il y a :

- Une campagne régionale de levés géophysiques : ce type de travaux permet de couvrir de grandes superficies de territoire à moindre coût en comparaison avec d'autres types de méthodes (forage, sondage au piézocône, etc.) ;
- Une campagne de sondages au piézocône et de forages stratigraphiques pour caler, confirmer ou infirmer les résultats obtenus à partir de la géophysique ;
- La cartographie des dépôts de surface par photo-interprétation à l'échelle 1:40 000, à laquelle s'ajoutent des travaux de validation sur le terrain (descriptions détaillées uniformisées) ;
- Un inventaire des puits résidentiels d'alimentation en eau potable dans les zones périurbaines. L'inventaire pourra inclure la participation des OBV et des municipalités, ainsi qu'une sollicitation directe des propriétaires de puits privés par l'intermédiaire de techniques de « crowdsourcing ».

5.2.2 Qualité/potabilité de l'eau souterraine :

Une campagne d'échantillonnage et d'analyse de l'eau souterraine est indispensable pour préciser le portrait préliminaire de la qualité de l'eau souterraine de la MCN tel que défini dans ce rapport. Actuellement, aucun échantillon n'a été prélevé sur le territoire de la MRC de Manicouagan. De plus, les travaux d'échantillonnage préliminaires réalisés dans le cadre du PACES (projet pilote) avait pour but de documenter l'influence des tourbières sur la qualité de l'eau souterraine, ce qui biaise en partie les résultats. L'inventaire de puits résidentiels des zones périurbaines permettrait aussi de cibler des citoyens intéressés à connaître la qualité de l'eau de leur puits. Un effort particulier devra être fait pour identifier des puits dont l'eau provient du socle rocheux. Considérant les épaisseurs importantes de dépôts de surface, il est possible que l'échantillonnage soit biaisé en faveur des puits installés dans les dépôts granulaires.

5.2.3 Salinité de l'eau souterraine en contexte côtier:

Une problématique de salinisation des puits en contexte côtier peut constituer à court et moyen termes une menace sur la qualité des eaux souterraines des aquifères côtiers et compromettre l'alimentation en eau potable résidentielle et municipale des localités de la MCN. Ces localités sont d'autant plus vulnérables qu'elles sont situées le long de la bande côtière. Des modèles analytiques et numériques ont pu être développés et exposés dans la littérature pour quantifier les intrusions salées marines dans les aquifères côtiers et prédire les scénarios futurs d'intrusions en fonction des changements climatiques (Melloul et Collin, 2006; Sulzbacher et al., 2012; Ketabchi et al., 2014; Lemieux et al., 2015). Entre autres, des modèles analytiques ont été établis, mettant en relation les variations du niveau d'eau marin et de l'érosion des berges (inondation marine) avec les variations associées (Chesnaux, 2015 et 2016; Chesnaux et al., 2021) : 1) de la progression continentale du

biseau salé dans les aquifères côtiers, 2) des volumes d'eau douce disponibles, 3) des niveaux de nappe et de salinisation des puits, et 4) des temps de transit de l'eau souterraine dans les aquifères côtiers.

Grâce aux données du PACES et de prédictions des niveaux d'eau marins, les modèles analytiques permettraient d'estimer pour les prochaines décennies les intrusions salées du Saint-Laurent et leurs impacts sur les ressources en eau souterraine de la MCN. Concrètement, des cartes de prévision d'intrusions salées souterraines pourraient être produites et constituer de nouveaux produits intégrés dans des bases de données de type PACES. Ces cartes permettraient de visualiser les prévisions de la progression du biseau salé en fonction du temps et présenteraient aussi l'évolution des volumes d'eau douce des aquifères, lesquels s'amenuisent avec la perte de recharge totale occasionnée par l'inondation marine. De telles cartes seraient utiles pour les aménagistes qui doivent inclure les ressources en eau souterraine dans la planification de leurs interventions. Ceci justifie la poursuite de travaux d'acquisition de connaissances hydrogéologiques sur ces régions et plus spécifiquement sur leur bande côtière, la plus soumise à la salinisation des aquifères, mais aussi la plus peuplée, donc la plus vulnérable en termes de pérennité de la ressource.

5.2.4 Protection et pérennité de la ressource en eau souterraine de la MCN

Il est impératif de doter les instances responsables de l'aménagement du territoire des outils nécessaires à la prise en compte de l'eau souterraine. Dans cette optique, la base de données géospatiales élaborée dans le cadre des PACES est probablement l'outil le plus pertinent. Les données qu'elle contient peuvent servir à répondre à de multiples problématiques, à des échelles variées. Plusieurs types de données ont été inventoriés, récupérés et numérisés (pdf) dans le cadre de ce projet pilote. Des efforts additionnels devront être fournis pour mettre à jour et compléter cet inventaire, toutefois, les données pourraient dès maintenant être colligées au sein d'une base de données géospatiales de type PACES qui serait mise à la disposition des partenaires régionaux du projet. Cette base de données donnerait lieu à des ateliers de transfert de connaissances des producteurs des données vers les utilisateurs. Notons que le PACES (projet pilote) a permis de créer un environnement favorable à la réalisation de tels ateliers, en mobilisant et sensibilisant déjà en partie les acteurs du milieu autour de la question de l'eau souterraine.

5.2.5 Intégration des communautés des Premières nations.

Il apparaît essentiel d'intégrer les communautés des Premières Nations à un projet de connaissances sur les eaux souterraines de la MCN. Les peuples Innus sont omniprésents sur le territoire et font aussi probablement face à des enjeux liés à l'eau souterraine. Leur intégration au sein d'un comité de suivi d'un projet de cartographie des connaissances sur les eaux souterraines permettrait donc une meilleure représentativité des acteurs du milieu. De plus, cette intégration garantirait l'atteinte des objectifs fixés par ces projets d'acquisition de connaissances hydrogéologiques, à savoir dresser un portrait des ressources régionales en eau souterraine, accompagner les acteurs du milieu pour la connaissance et la protection de la ressource en eau potable et assurer le transfert des connaissances au fur et à mesure de la réalisation du projet.

6 RÉFÉRENCES

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2012. ATSDR - Toxicological profile: manganese. Available from <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp.asp?id=102&tid=23> [accessed 5 March 2020].
- Alexanderson, H., Henriksen, M., Ryen, H.T., Landvik, J.Y., and Peterson, G. 2018. 200 ka of glacial events in NW Svalbard: an emergence cycle facies model and regional correlations. *arktos*, **4**: 1–25. Springer Nature. doi:10.1007/s41063-018-0037-z.
- Aller L., Bennet T., Lehr J.H. et Petty R., 1985. *DRASTIC: A Standardized System for Evaluating Ground Water Pollution Potential Using Hydrogeologic Settings*; US. Environmental Protection Agency, Rap. EPA/600/2-85/018, 163p.
- Benitez, L.M. 2005. Glaziale Landschaftsformen. Available from https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Receding_glacier-fr.svg [accessed 14 March 2021].
- Bouchard, M., Laforest, F., Vandelac, L., Bellinger, D., and Mergler, D. 2007. Hair manganese and hyperactive behaviors: Pilot study of school-age children exposed through tap water. *Environmental Health Perspectives*, **115**: 122–127. doi:10.1289/ehp.9504.
- Brassington, R. 2017. *Field Hydrogeology*. In 4th edition. John Wiley & Sons, Ltd, Hoboken, NJ.
- Chapuis, R.P., and Saucier, A. 2013. A Leaky Aquifer below Champlain Sea Clay: Closed-Form Solutions for Natural Seepage. *Groundwater*, **51**: 960–967. John Wiley & Sons, Ltd. doi:10.1111/gwat.12023.
- Chesnaux, R., Lambert, M., Fillastre, U., Walter, J., Hay, M, Rouleau, A., Daigneault, R., Germaneau, D., Moisan, A. 2011. Building a geodatabase for mapping hydrogeological features and 3D modeling of groundwater systems: application to the Saguenay-Lac-St-Jean region, Canada, *Computers & Geosciences* 37: 1870-1882.
- Chesnaux, R. 2015. Closed-form analytical solutions for assessing the consequences of sea-level rise on groundwater resources in sloping coastal aquifers, *Hydrogeology Journal*, 23(7): 1399-1413.
- Chesnaux, R. 2016. Closed-form analytical solutions for assessing the consequences of sea-level rise on unconfined sloping island aquifers. *Global and Planetary Change* 139: 109-115.
- Chesnaux, R., Marion, D., Boumaiza, L., Richard, S. and Walter, J. 2021. An analytical methodology to estimate the changes of fresh groundwater resources with sea-level rise and coastal erosion in strip island unconfined aquifers: illustration with Savary Island, Canada. *Hydrogeology Journal* 29: 1355-1364.
- Cooper, G.E. 1957. Région de Johanne-beetz District électoral de Saguenay (Rapport géologique 74). Ministère des mines, Québec, Canada.
- Desrochers, A. 1988. Startigraphie de l'Ordovicien de la région de l'Archipel de Mingan (Mémoires 87-01). Ministère énergie et ressources naturelles, Québec, Canada.
- Dionne, J.-C. 2001. Relative-sea-level changes in the St. Lawrence Estuary from deglaciation to present day. *Geological Society of America, Special Pa*: 271–282. doi:10.1130/0-8137-2351-5.271.
- Dubois, J.-M. 1977. La déglaciation de la Côte Nord du Saint-Laurent : analyse sommaire. *Géographie physique et Quaternaire*, **31**: 229–246. Consortium Erudit. doi:10.7202/1000275ar.

- Faessler, C. 1945. Région de Moisie Compté de Saguenay (Rapport géologique 21). Ministère des mines, Québec, Canada.
- Franconi, A., and Sharma, K.N.M. 1975. Région des rivières Magpie, Saint-Jean et Romaine (Grenville 1970) (Rapport géologique 163). Ministère des richesses naturelles, Québec, Canada.
- Greig, E.W. 1945. Région du lac Matamec Compté de Saguenay (Rapport géologique 22). Ministère des mines, Québec, Canada.
- Hocq, M., and ministère des ressources naturelles. 1994. Géologie du Québec. Gouvernement du Québec, Québec.
- Ketabchi, H., Mahmoodzadeh, D., Ataie-Ashtiani, B., Werner, A.D., Simmons, C.T. 2014. Sea-level rise impact on fresh groundwater lenses in two-layer small islands. *Hydrological Processes* 28(24): 5938-5953.
- Kish, L. 1993. Géologie de la région de Nabisipi Moyenne-Côte-Nord (Manuscrit brut 93-66). Ministère énergie et ressources naturelles, Québec, Canada.
- Kondakis, X.G., Makris, N., Leotsinidis, M., Prinou, M., and Papapetropoulos, T. 1989. Possible health effects of high manganese concentration in drinking water. *Archives of Environmental Health*, **44**: 175–178. Taylor & Francis Group. doi:10.1080/00039896.1989.9935883.
- Lemieux, J.-M., Hassaoui, J., Molson, J., Therrien, R., Therrien, P., Chouteau, M., Ouellet, M. 2015. Simulating the impact of climate change on the groundwater resources of the Magdalen Islands, Québec, Canada. *Journal of Hydrology: Regional Studies* 3: 400-423.
- Levac, E., Lewis, M., Stretch, V., Duchesne, K., and Neulieb, T. 2015. Evidence for meltwater drainage via the St. Lawrence River Valley in marine cores from the Laurentian Channel at the time of the Younger Dryas. *Global and Planetary Change*, **130**: 47–65. Elsevier. doi:10.1016/j.gloplacha.2015.04.002.
- Levasseur, D. 1995. Les eskers : essai de synthèse bibliographique. *Géographie physique et Quaternaire*, **49**: 459–479. Consortium Erudit. doi:10.7202/033066ar.
- Melloul, A. and Collin, M. 2006. Hydrogeological changes in coastal aquifers due to sea-level rise. *Ocean & Coastal Management* 49: 281-297.
- Ministère du Développement durable, de l'environnement et des parcs (MDDEP), 2006, Guide de conception des installations de production d'eau potable - Volume 2, Québec, 268p.
- Moukhsil, A., Lacoste, P., Solgadi, F., and David, J. 2011. Géologie de la partie orientale de la région de Baie-Comeau (partie ouest de 22G).
- Prest, V.K., Grant, D.R., and Rampton, V.N. 1970. Carte glaciaire du Canada. doi:<https://doi.org/10.4095/221127>.
- Radio-Canada. 2019a. Manganèse: enfants en danger. Canada. Available from <https://ici.radio-canada.ca/premiere/emissions/Ecoutez-l'estrie/segments/chronique/135755/manganese-enfants-danger-exposes-acton-vale>.
- Radio-Canada. 2019b. Enquête: une histoire d'eau. Canada. Available from <https://ici.radio-canada.ca/tele/enquete/site/episodes/442438/manganese-eau-enfants-famille-trouble-neurotoxique-monteregie>.

- Sahni, V., Léger, Y., Panaro, L., Allen, M., Giffin, S., Fury, D., and Hamm, N. 2007. Case report: A metabolic disorder presenting as pediatric manganism. *Environmental Health Perspectives*, **115**: 1776–1779. doi:10.1289/ehp.10421.
- Sharma, K.N.M. 1973. Région du lac Victor, Compté Duplessis (Document préliminaire 122). Ministère des richesses naturelles, Québec, Canada.
- Sulzbacher, H., Wiederhold, H., Siemon, B., Grinat, M., Igel, J., Burschill, T., Günther, T., Hinsby, K. 2012. Numerical modelling of climate change impacts on freshwater lenses on the North Sa Island of Borkum using hydrological and geophysical methods. *Hydrology and Earth System Sciences* 16: 3621-3643.
- Syvitski, J.P.M., and Praeg, D.B. 1989. Quaternary Sedimentation in the St. Lawrence Estuary and Adjoining Areas, Eastern Canada: An Overview Based on High-Resolution Seismo-Stratigraphy. *Géographie physique et Quaternaire*, **43**: 291–310. Consortium Erudit. doi:10.7202/032784ar.