

# ATLAS DES CONNAISSANCES SUR LES EAUX SOUTERRAINES DE **LANAUDIÈRE**

## **PACES** - LAMEMCN

**P**rogramme  
d'**A**cquisition  
de **C**onnaissances  
sur les **E**aux  
**S**outerraines

**L**anaudière  
**M**auricie-**E**st  
**M**oyenne-**C**ôte-**N**ord




Réalisé par : Équipe de recherche sur les eaux souterraines, CERM, UQAC

Mars 2022

# TABLE DES MATIÈRES

<b>INTRODUCTION</b>	<b>1</b>	<b>MILIEUX AQUIFÈRES</b>	<b>18</b>
Les PACES	1	Piézométrie et écoulements	19
Le CERM	1	Milieux aquifères fracturés	20
Remerciements	1	Milieux aquifères granulaires	21
L'équipe de recherche	1	Contextes hydrogéologiques	22
<b>TERRITOIRE À L'ÉTUDE</b>	<b>2</b>	Propriétés hydrauliques	24
Population et découpage administratif	3	Recharge et résurgence	26
Occupation du sol	4	Recharge annuelle	27
Activités potentiellement polluantes	5	Vulnérabilité selon l'indice DRASTIC	28
<b>MILIEU NATUREL</b>	<b>6</b>	<b>ÉTAT DE LA RESSOURCE EN EAU</b>	<b>31</b>
Topographie	7	Utilisation de l'eau	31
Hydrographie	8	Qualité de l'eau	34
Bassins versants	9	<b>PROTECTION ET GESTION DE LA RESSOURCE</b>	<b>37</b>
<b>MILIEU GÉOLOGIQUE ET STRATIGRAPHIQUE</b>	<b>11</b>	Aires d'alimentation et de protection des captages	38
Géologie du socle rocheux	11	Recommandations pour une meilleure gestion régionale de la ressource en eau souterraine	38
Géologie du quaternaire	12	<b>POUR PLUS D'INFORMATION</b>	<b>40</b>
La stratigraphie	14	Les résultats du PACES	40
L'épaisseur des dépôts meubles	16	Diffusion des résultats	41
Coupe conceptuelle de la région	17	L'équipe de professeurs et de professionnelles sur les eaux souterraines de l'UQAC	41



L'information se retrouvant sur les cartes de cet atlas ont été interprétées à partir des connaissances hydrogéologiques alors disponibles sur le territoire et elles ont été produites selon une échelle régionale. Puisque certaines particularités locales ne figurent pas sur ces cartes, elles ne doivent pas être utilisées à l'échelle locale (ex: à l'échelle d'une municipalité ou d'un terrain).



# INTRODUCTION

## LES PACES

Le **Centre d'études sur les ressources minérales** (CERM) de l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC) a réalisé la première caractérisation régionale des aquifères et des eaux souterraines du territoire municipalisé de la région de Lanaudière. Cette étude a été effectuée dans le cadre du projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines des territoires municipalisés de Lanaudière, l'est de la Mauricie et de la Moyenne-Côte-Nord (PACES-LAMEMCN), géré par le ministère provincial de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). Cet atlas présente les résultats des trois phases du PACES-LAMEMCN section Lanaudière échelonnées sur quatre années de travail (2018 – 2022).

À partir d'une base de données géospatiales, près de 30 cartes ont été élaborées décrivant le territoire à l'étude (le milieu naturel et le milieu humain), sa géologie (roc et dépôts meubles), les contextes hydrogéologiques, les propriétés et les limites des aquifères de Lanaudière, la piézométrie régionale, les zones préférentielles de recharge et de résurgence, la vulnérabilité des aquifères par la méthode DRASTIC, une appréciation de la qualité hydrogéochimique de l'eau souterraine et un portrait de l'utilisation de l'eau souterraine. Ces données ont aussi permis la réalisation de 43 coupes stratigraphiques distribuées sur l'ensemble du territoire.

### ■ POUR ALLER PLUS LOIN

Le présent rapport vise à présenter de façon résumée et simplifiée les livrables cartographiques réalisés dans le cadre du PACES-LAMEMCN section Lanaudière.

Nous recommandons aux lecteurs avertis de consulter le rapport scientifique complet du PACES-LAMEMCN section Lanaudière 2022 pour obtenir des informations supplémentaires. Les cartes présentées dans ce document sont aussi disponibles en format A0.

<https://cerm.uqac.ca/paces>

## LE CERM

Le **Centre d'Étude sur les Ressources Minérales** a pour mission de développer et de coordonner les activités de recherche dans le domaine des ressources minérales à l'Université du Québec à Chicoutimi.

La recherche au **CERM** porte sur les éléments suivants :

- l'exploration minérale et les processus métallogéniques;
- les eaux souterraines et l'hydrogéomécanique;
- la formation et l'évolution de la croûte précambrienne.

En plus de développer des connaissances sur les ressources minérales et de soutenir la formation de jeunes chercheurs, le CERM représente un acteur socio-économique important dans la région du Saguenay – Lac-Saint-Jean en participant aux différentes stratégies régionales visant les eaux souterraines, les minéraux industriels et le développement minéral.

Pour en savoir plus : [cerm.uqac.ca](https://cerm.uqac.ca)

- **CITATION** CERM-PACES, 2022. Atlas des connaissances sur les eaux souterraines de Lanaudière. Centre d'études sur les ressources minérales, Université du Québec à Chicoutimi.



## REMERCIEMENTS

Ce projet a été rendu possible par la contribution financière du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), ainsi que des partenaires suivants:

- la MRC d'Autray
- la MRC de Matawinie
- la MRC de Montcalm
- la MRC de Joliette
- la MRC de l'Assomption
- la Corporation de l'Aménagement de la Rivière L'Assomption (CARA)
- l'OBV de la zone Bayonne (OBVZB)
- l'Association pour la gestion intégrée de la rivière Maskinongé (AGIR).
- l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)

Nous tenons à souligner l'assistance apportée par M. Réal Daigneault, M. David Noël, M. Pierre Bedeaux, Mme Brigitte Poirier, et M. Francis Vaillancourt, ainsi que les étudiants et stagiaires suivants qui ont contribué à différents niveaux et phases du PACES : Mme Laura-Pier Perron-Desmeules, Josu Otaegi Alcaide, Mme Roxane Tremblay, M. Abi Attoumane, M. Yan Lévesque, M. Pierre Saint-Hilaire, M. Mike Bellemare, Mme Frédéric Lalancette, M. Alexandre Leclerc, Mme Anne-Marie Proulx, M. Alireza Shahbazi, Mme Chaima Miled, M. Juan Manuel, M. Hadrien Siney, M. Julien Berthe, M. Daouda Meite, M. Pier-Olivier Gilbert, M. Zachary Plamondon, M. Lamine Boumaiza, Mme Mélodie Lachapelle, Mme Aurélia Van-Ha Clément et M. Alexandre Montero-Gagnon.

### ■ L'ÉQUIPE DE RECHERCHE

Professeurs-Chercheurs :  
Julien Walter et Romain Chesnaux

Professeur émérite : Alain Rouleau

Professionnelles de recherche :  
Mélanie Lambert et Anouck Ferroud

Attaché d'administration / Comptabilité :  
Pierre-Luc Bilodeau



**CERM**  
Centre d'études sur  
les ressources minérales

**UQAC**  
Université du Québec  
à Chicoutimi



# TERRITOIRE À L'ÉTUDE

---





# TERRITOIRE À L'ÉTUDE

## POPULATION ET DÉCOUPAGE ADMINISTRATIF

Le territoire couvert par le PACES section Lanaudière regroupe **55 municipalités** réparties à l'intérieur de **5 municipalités régionales de comté (MRC)**.

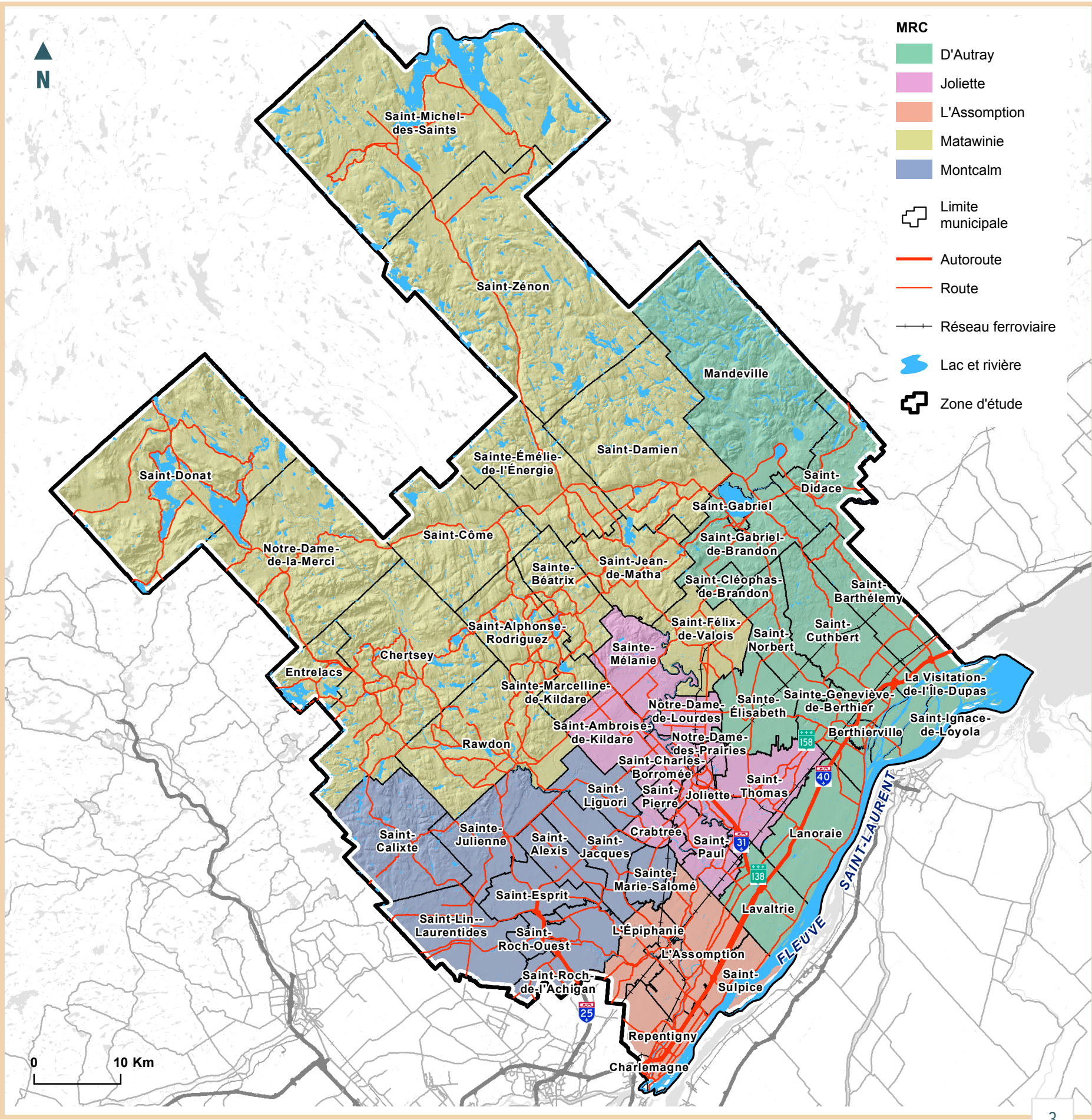
- La MRC d'Autray
- La MRC Joliette
- La MRC de l'Assomption
- La MRC de Matawinie
- La MRC de Montcalm

Le territoire municipalisé de Lanaudière est l'un des plus densément peuplé du Québec avec une population de **337 601 habitants** répartie sur une superficie de **5 962 km<sup>2</sup>**.

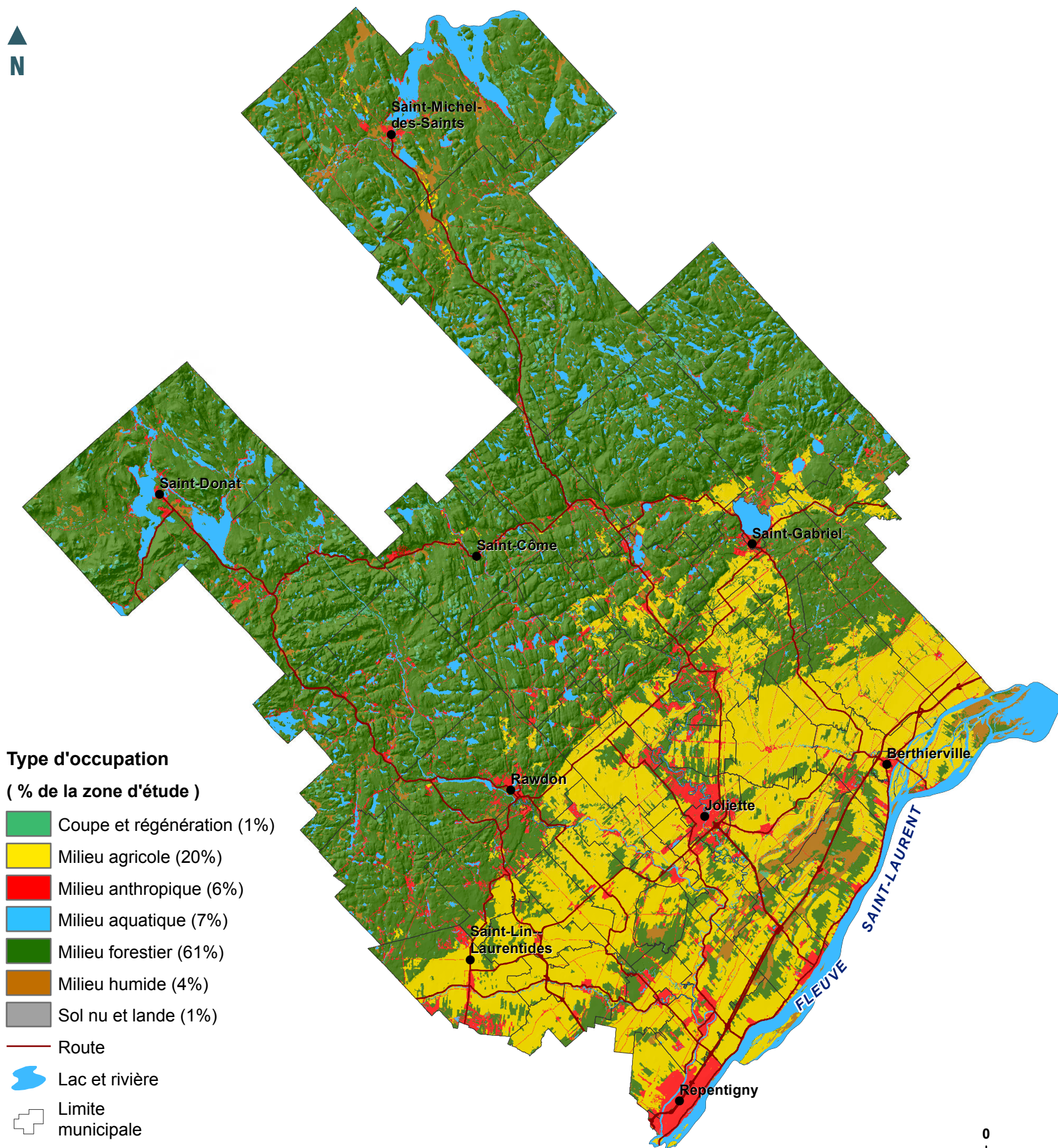
TERRITOIRES	Superficie (km <sup>2</sup> )	Population (2017)
MRC D'AUTRAY	1 279	42 006
Mandeville	339	2 105
Saint-Didace	103	580
Saint-Gabriel-de-Brandon	100	2 577
Saint-Gabriel	13	2 748
Saint-Barthélemy	106	1 896
Saint-Cuthbert	132	1 768
Saint-Norbert	74	1 030
Saint-Cléophas-de-Brandon	15	243
Sainte-Élisabeth	83	1 466
Saint-Ignace-de-Loyola	38	2 060
La Visitation-de-l'Île-Dupas	29	608
Sainte-Geneviève-de-Berthier	68	2 399
Berthierville	7	4 141
Lanoraie	103	4 585
Lavaltrie	69	13 800
MRC JOLIETTE	425	66 971
Sainte-Mélanie	78	3 073
Saint-Ambroise-de-Kildare	68	4 060
Notre-Dame-de-Lourdes	36	2 876
Saint-Charles-Borromée	19	13 709
Saint-Thomas	95	3 291
Notre-Dame-des-Prairies	19	9 800
Joliette	24	20 008
Saint-Pierre	10	320
Saint-Paul	50	5 899
Crabtree	26	3 935
MRC DE L'ASSOMPTION	259	124 990
L'Assomption	101	22 419
L'Épiphanie	58	8 895
Saint-Sulpice	36	3 457
Repentigny	62	84 156
Charlemagne	2	6 063

TERRITOIRES	Superficie (km <sup>2</sup> )	Population (2017)
MRC DE MATAWINIE	3 283	49 968
Saint-Michel-des-Saints	568	2 428
Saint-Zénon	492	1 198
Saint-Damien	269	2 029
Saint-Donat	388	4 122
Sainte-Émélie-de-l'Énergie	156	1 681
Notre-Dame-de-la-Merci	262	976
Saint-Côme	169	2 374
Saint-Jean-de-Matha	113	4 594
Sainte-Béatrix	84	1 971
Saint-Alphonse-Rodriguez	105	3 197
Chertsey	302	5 024
Saint-Félix-de-Valois	90	6 516
Entrelacs	56	938
Sainte-Marcelline-de-Kildare	36	1 639
Rawdon	193	11 281
MRC DE MONTCALM	717	53 666
Saint-Liguori	52	1 981
Sainte-Julienne	100	10 080
Saint-Calixte	147	6 348
Saint-Jacques	67	4 112
Saint-Alexis	43	1 480
Sainte-Marie-Salomé	34	1 168
Saint-Esprit	55	1 957
Saint-Lin - Laurentides	119	21 088
Saint-Roch-de-l'Achigan	80	5 171
Saint-Roch-Ouest	20	281

PACES-Lanaudière	5 963	337 601
------------------	-------	---------







### Type d'occupation

( % de la zone d'étude )

- Coupe et régénération (1%)
- Milieu agricole (20%)
- Milieu anthropique (6%)
- Milieu aquatique (7%)
- Milieu forestier (61%)
- Milieu humide (4%)
- Sol nu et lande (1%)

Route

Lac et rivière

Limite municipale

TERRITOIRE À L'ÉTUDE-SUITE

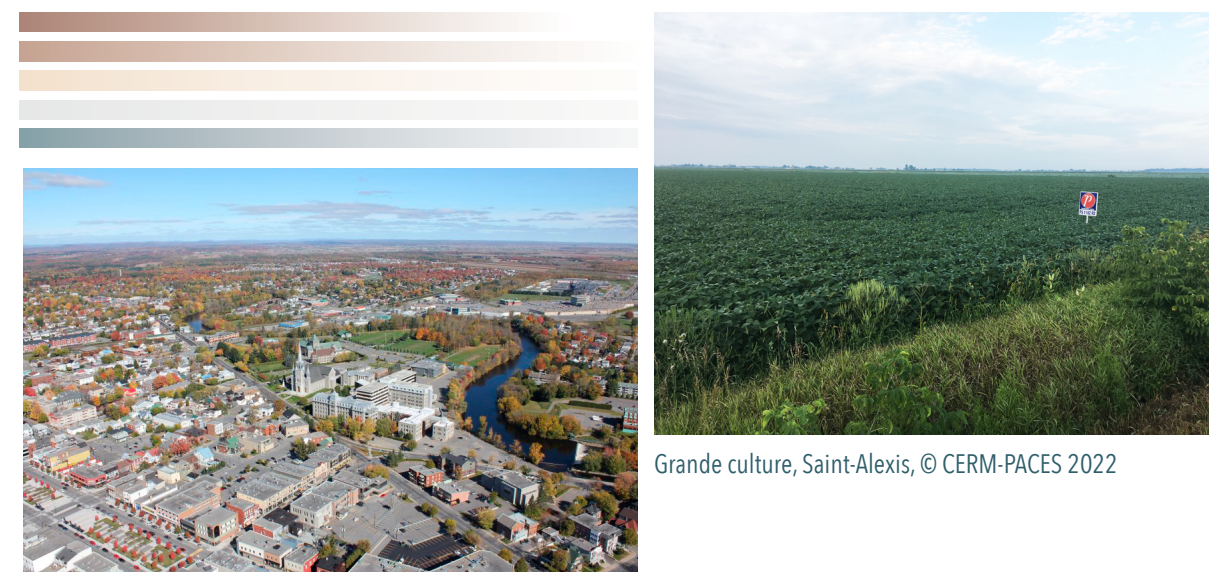
## OCCUPATION DU SOL

L'occupation des sols sur le territoire de Lanaudière est représentée en 7 classes d'occupation dont les milieux anthropiques, agricoles, forestiers, humides et aquatiques ainsi que les zones de coupes ou de régénération et les sols dénudés.

Cette carte élaborée par le CERM a été construite à partir de la compilation réalisée par le MDDELCC en novembre 2016. Le territoire municipalisé de Lanaudière est principalement occupé par :

- des **zones forestières** (61% de la zone d'étude) dans le nord ;
- des **zones agricoles** (20%) et **d'occupation humaine** (6%) dans le sud ;
- le milieu aquatique représente 7% du territoire d'étude avec une plus grande présence de lacs au nord du territoire

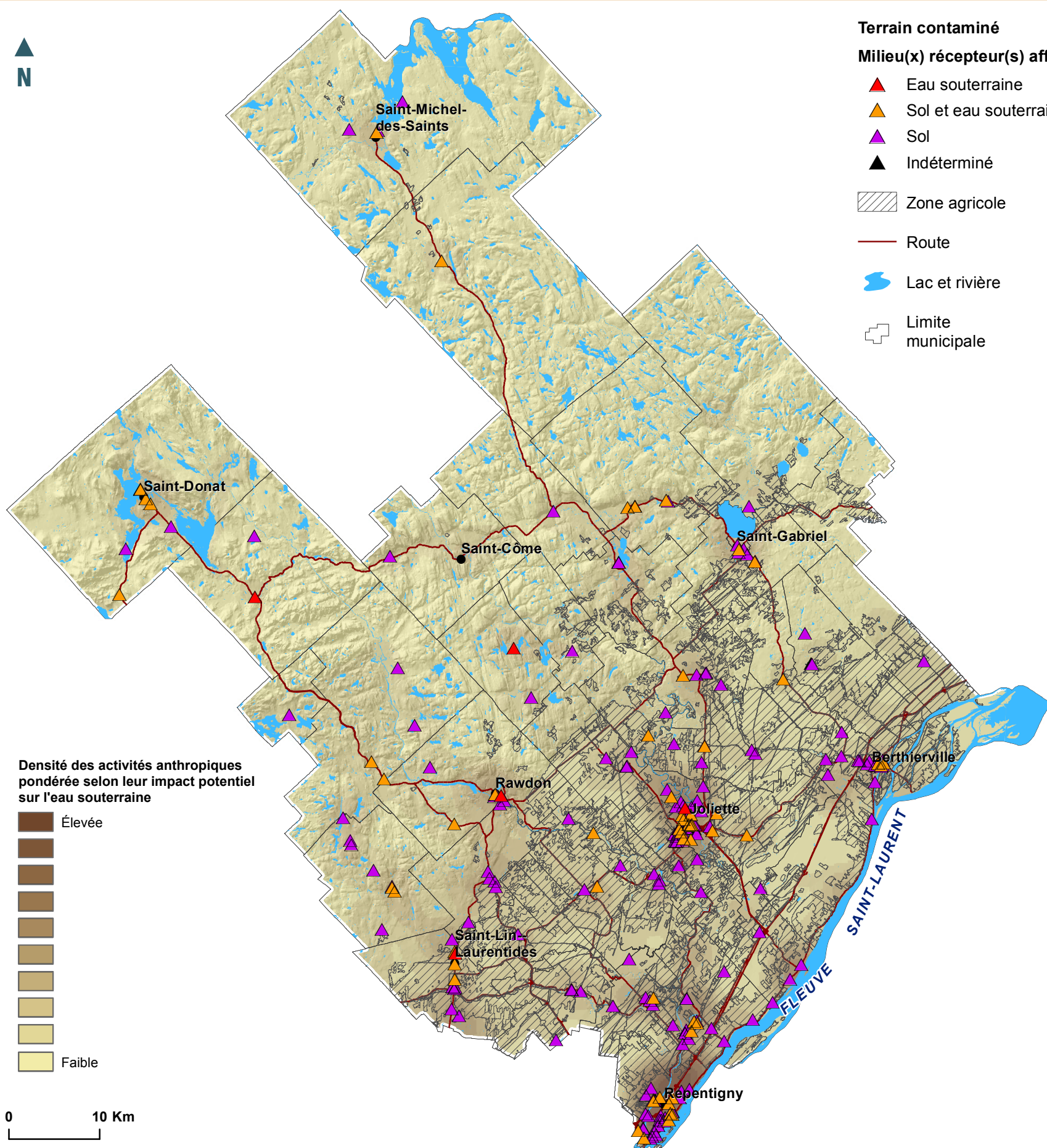
Le reste du territoire est occupé par des milieux humides (4%), des sols dénudés (1%) et des coupes forestières ou des régénérations (1%).



Ville de Joliette, © MRC de Joliette, [tourismejoliette.com](http://tourismejoliette.com)

Grande culture, Saint-Alexis, © CERM-PACES 2022





## ACTIVITÉS POTENTIELLEMENT POLLUANTES

Le territoire municipalisé est l'hôte d'activités d'origine anthropique diversifiées dont certaines peuvent avoir un impact sur la qualité de l'eau souterraine. La carte présente la densité des activités anthropiques pondérée selon leur impact potentiel sur l'eau souterraine ainsi que la localisation des terrains contaminés. La localisation et la classification des activités selon leur niveau d'impact potentiel sur l'eau souterraine sont réalisées avec les codes d'utilisation des biens-fonds (CUBF, édition 2018).

La pondération de l'impact potentiel est effectuée à partir de l'équation suivante :

$$IP = (TC + QC + ZIA) * RRC$$

Où : IP : Impact potentiel, TC : Toxicité des contaminants, QC : Quantité de contaminants, ZIA : Zone d'impact de l'activité et RRC : Réurrence des rejets de contaminants

Les quatre paramètres de l'équation précédente sont évalués de manière qualitative. À partir de la localisation des activités combinée au poids attribué à chacun des niveaux d'impact potentiel, un calcul de densité des impacts potentiels des activités anthropiques est réalisé. Les zones affichant les densités pondérées les plus élevées sont les zones urbaines. Plus précisément, ce sont celles situées à proximité des centres-villes ou d'un site d'enfouissement.

La région de Lanaudière affiche une importante **densité d'activités potentiellement polluantes** pour l'eau souterraine au sud du territoire. Les terrains contaminés affectant les eaux souterraines sont présents en plus grande quantité sur le territoire des municipalités affichant les plus fortes densités de population telles que Joliette, Repentigny, Charlemagne et Berthierville. Ces municipalités sont toutes situées au sud du territoire. Mis à part dans le secteur de Saint-Gabriel, Saint-Jean-de-Mathas et Saint-Chéophas-de-Brandon, les activités agricoles sont aussi principalement concentrées dans les Basses-Terres et au sud du territoire à l'étude.

Il est important de mentionner que la **carte des activités potentiellement polluantes pour l'eau souterraine** présente le niveau d'**impact potentiel** des activités sur l'eau souterraine et non le niveau de **risque**. En effet, la notion de **risque** apparaît lorsqu'une activité est située dans une zone où l'**aquifère** est **vulnérable**. Or, une activité peut avoir un impact potentiel élevé sur l'eau souterraine, mais présenter un **faible risque** si elle ne se situe pas dans une zone **vulnérable**.

Il demeure que les observations présentées ici démontrent bien que le **développement urbain** en général augmente le nombre d'activités potentiellement polluantes et que l'aménagement du territoire doit prendre en compte la présence d'activités potentiellement polluantes ainsi que la vulnérabilité des nappes à une éventuelle contamination. En plus d'avoir un impact sur la qualité de la ressource en eau souterraine, le développement urbain aura aussi un impact direct sur les quantités d'eau souterraine disponibles.



# MILIEU NATUREL





# MILIEU NATUREL

## TOPOGRAPHIE

La zone d'étude présente une topographie composée de trois zones avec des altitudes et des reliefs différents : les **Hautes-Terres Laurentiennes** au nord, le **piedmont** et les **Basses-Terres du Saint-Laurent** au sud. La carte représente l'élévation du sol par rapport au niveau moyen des mers (NMM).

La topographie observée en surface est influencée à la fois par le socle rocheux et les dépôts meubles. Elle contrôle fortement l'écoulement régional, car elle permet le ruissellement des eaux de surface sur les terrains où le relief est accentué et elle favorise l'infiltration dans les terrains plats. D'une manière générale, les sommets topographiques constituent une ligne de partage des eaux. Ainsi, une goutte d'eau tombant d'un côté ou de l'autre de cette ligne va ruisseler dans des directions opposées.

### ■ HAUTES-TERRES LAURENTIENNES

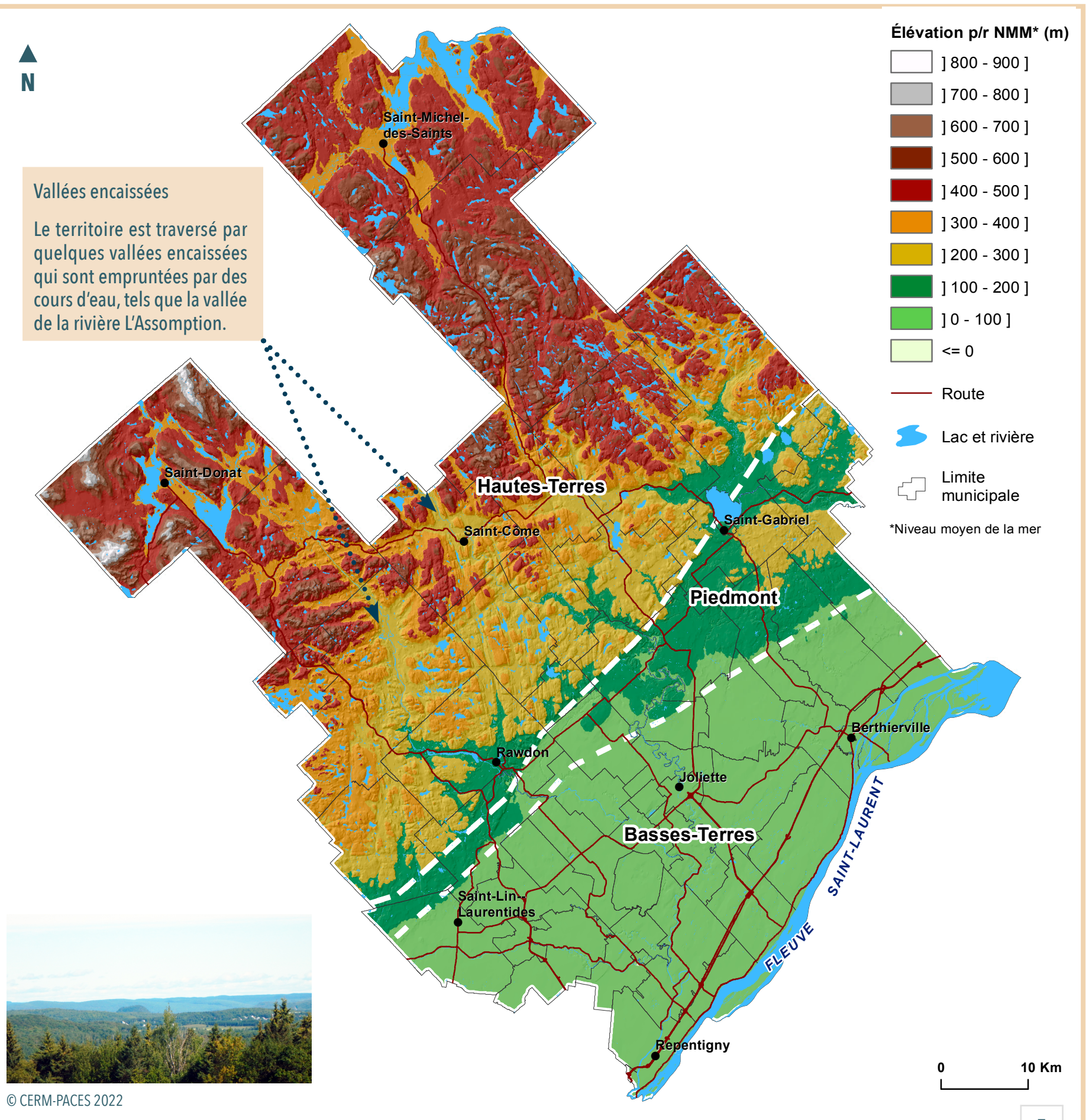
Les Hautes-Terres Laurentiennes sont définies par une altitude supérieure à 180 m. Elles sont situées au nord du territoire d'étude, constituent le relief le plus escarpé composé de collines, de plateaux et de dépressions dont l'altitude moyenne est de 390 m. Le point le plus haut se situe à l'ouest dans la région de Saint-Donat et atteint une altitude de 884 m. Les Hautes-Terres occupent 61 % du territoire soit une superficie de 3 692 km<sup>2</sup>. Les collines sont généralement recoupées de **vallées étroites et encaissées**, orientées NNO/SSE contrôlant le réseau hydrographique.

### ■ PIEDMONT

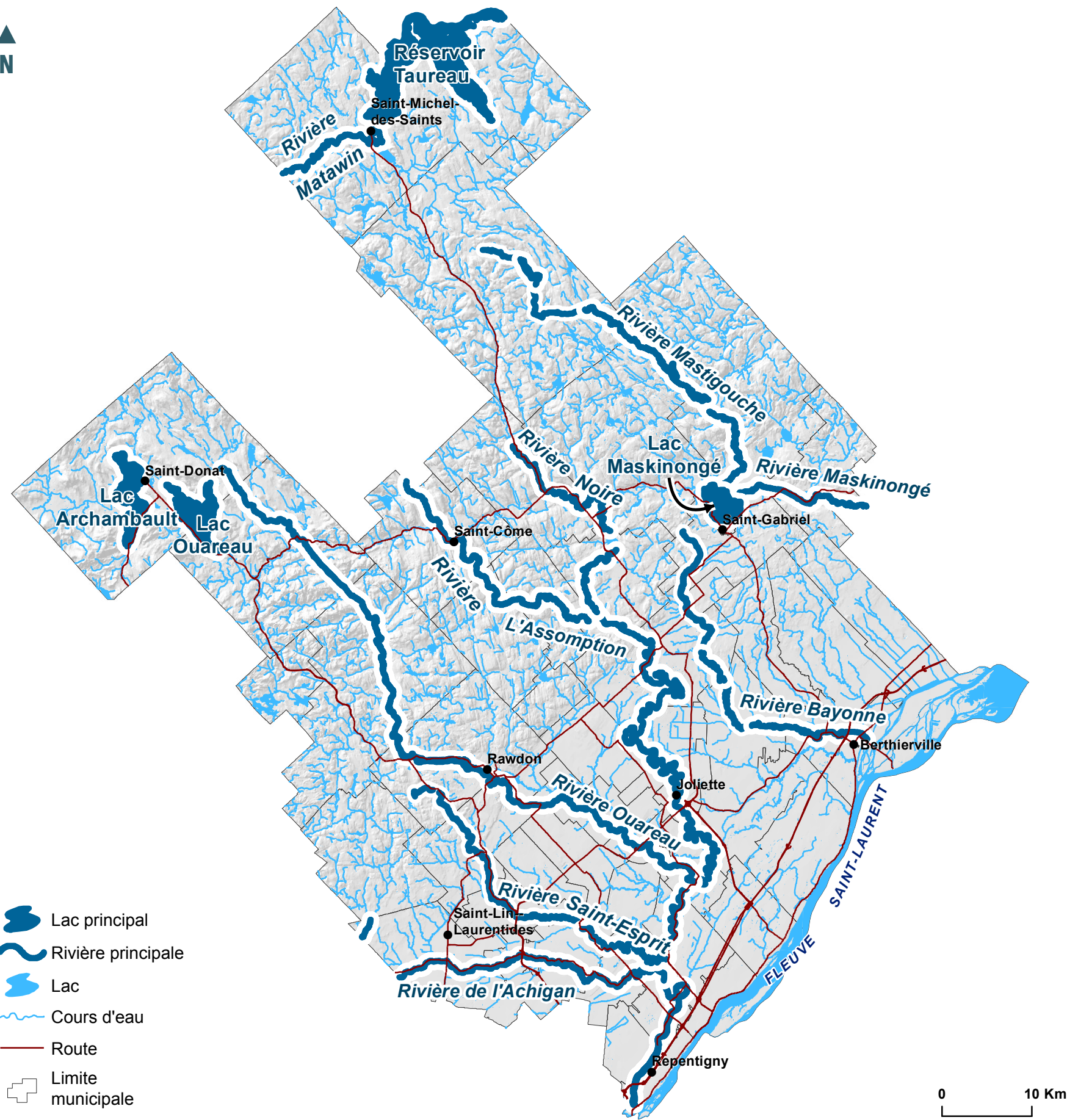
Le piedmont est une zone où la pente est généralement douce située au pied d'une chaîne de montagnes ou d'un massif. La zone de piedmont se situe entre les Hautes-Terres et les Basses-Terres et couvre une superficie de 694 km<sup>2</sup> soit 11 % du territoire à l'étude. La zone du piedmont est principalement bordée par la ligne d'élévation de 180 m au nord et la ligne de 80 m au sud. Elle s'élève à une altitude moyenne de 153 m.

### ■ BASSES-TERRES DU SAINT-LAURENT

Les Basses-Terres du Saint-Laurent sont définies par une altitude inférieure à 80 m et constituent une région où le relief est relativement plat. Elles s'élèvent à une altitude moyenne de 37 m. Les Basses-Terres occupent 28 % du territoire avec une superficie d'environ 1 700 km<sup>2</sup>.







## HYDROGRAPHIE

Le territoire de Lanaudière se caractérise par un réseau dense de lacs et de cours d'eau. Les principales rivières suivent pour la plupart un axe NNO-SSE et sont tributaires de la rive nord du fleuve Saint-Laurent.

Les caractéristiques des neuf principales rivières traversant le territoire sont présentées dans le tableau suivant :

Rivière	Source principale, affluence	Exutoire, confluence	Longueur (km)	Débit moyen (m³/s)
Bayonne	Petit lac de montagne	Fleuve Saint-Laurent	53.7	3.4
De l'Achigan	Lac de l'Achigan	Rivière L'Assomption	83.8	11.5
L'Assomption	Lac de l'Assomption	Fleuve Saint-Laurent	200	24.2
Noire	Lac Lemieux	Rivière L'Assomption	56.2	4
Ouareau	Lac Ouareau	Rivière L'Assomption	83.8	25.4
Saint-Esprit	Lac Huard	Rivière L'Assomption	61	3.4
Maskinongé	Lac Maskinongé	Fleuve Saint-Laurent	52	17.8
Mastigouche	Lac du Mardi	Lac Maskinongé	60	-
Matawin	Lac Matawin	Rivière Saint-Maurice	208	-

Rivière Bayonne. Par Veillg1, CC BY-SA 4.0, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>, via Wikimedia Commons



Les principaux lacs retrouvés sur le territoire de Lanaudière sont les lacs Archambault, Ouareau, Maskinongé et le réservoir Taureau.

Le tableau ci-dessous présente leur altitude et leur superficie.



Lac, Réservoir	Altitude (m)	Superficie (km²)
Archambault	390	14
Ouareau	384	15
Maskinongé	140	10
Taureau	356	95

Lac Ouareau.  
Par Alexane.Desbiens – Travail personnel, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=94567135>



■ **Le fleuve Saint-Laurent** est l'exutoire de la totalité des rivières présentes sur le territoire de Lanaudière. Ce dernier prend sa source au lac Ontario et s'écoule en direction nord-est sur une distance d'environ 1 200 km jusqu'au Golfe du Saint-Laurent qui lui est relié à l'Océan Atlantique.

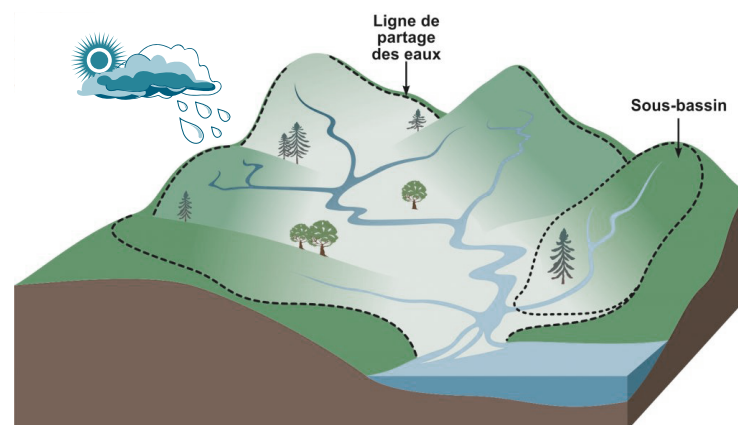
■ Le fleuve est divisé en trois grandes sections soit le fluvial, l'estuaire et le golfe.

Le territoire de Lanaudière est situé en amont du Lac Saint-Pierre et donc dans le tronçon fluvial du fleuve caractérisé par de l'eau douce.

■ Le fleuve Saint-Laurent affiche un débit moyen de l'ordre de 12 600 m<sup>3</sup>/s.

## BASSINS VERSANTS

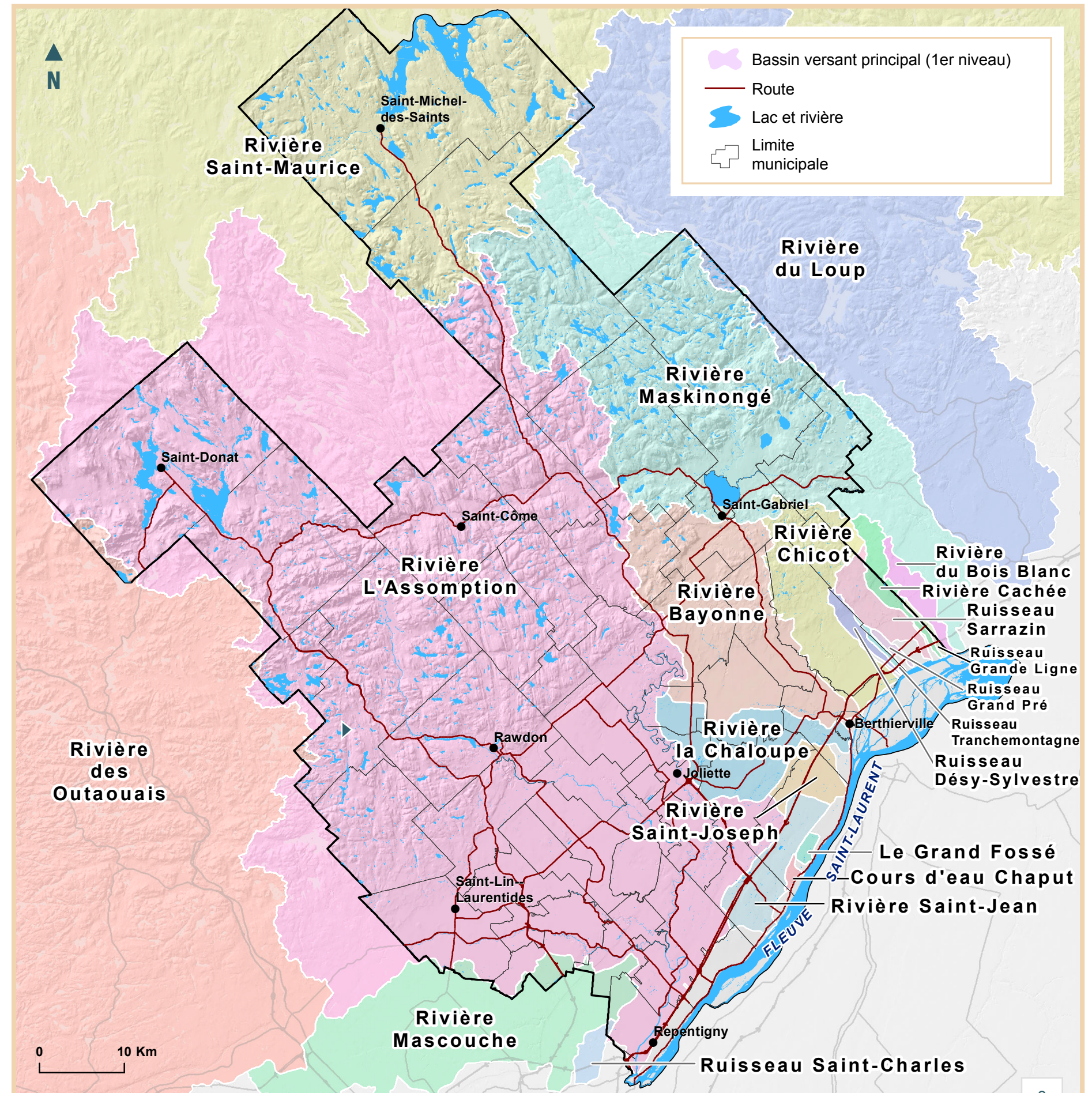
Un **bassin versant** représente le territoire où l'eau des précipitations ruisselle à travers la couche de sol superficielle et s'écoule dans les cours d'eau jusqu'à atteindre l'exutoire. Les limites du bassin sont déterminées par une crête topographique qui correspond à la **ligne de partage des eaux**.



Bassin versant. <https://rques.ca/les-eaux-souterraines/>

Le territoire de Lanaudière comprend **21 bassins versants de niveau 1** dont 3 principaux, le bassin versant des rivières de L'Assomption, de Maskinongé et de Saint-Maurice qui représentent respectivement 53%, 14% et 13% de la superficie du territoire municipalisé de Lanaudière.

Certains bassins versants, tels que celui de la rivière des Outaouais, représentent une superficie totale importante (96 230 km<sup>2</sup>), mais n'occupent qu'une très petite portion du territoire (<0.1%).

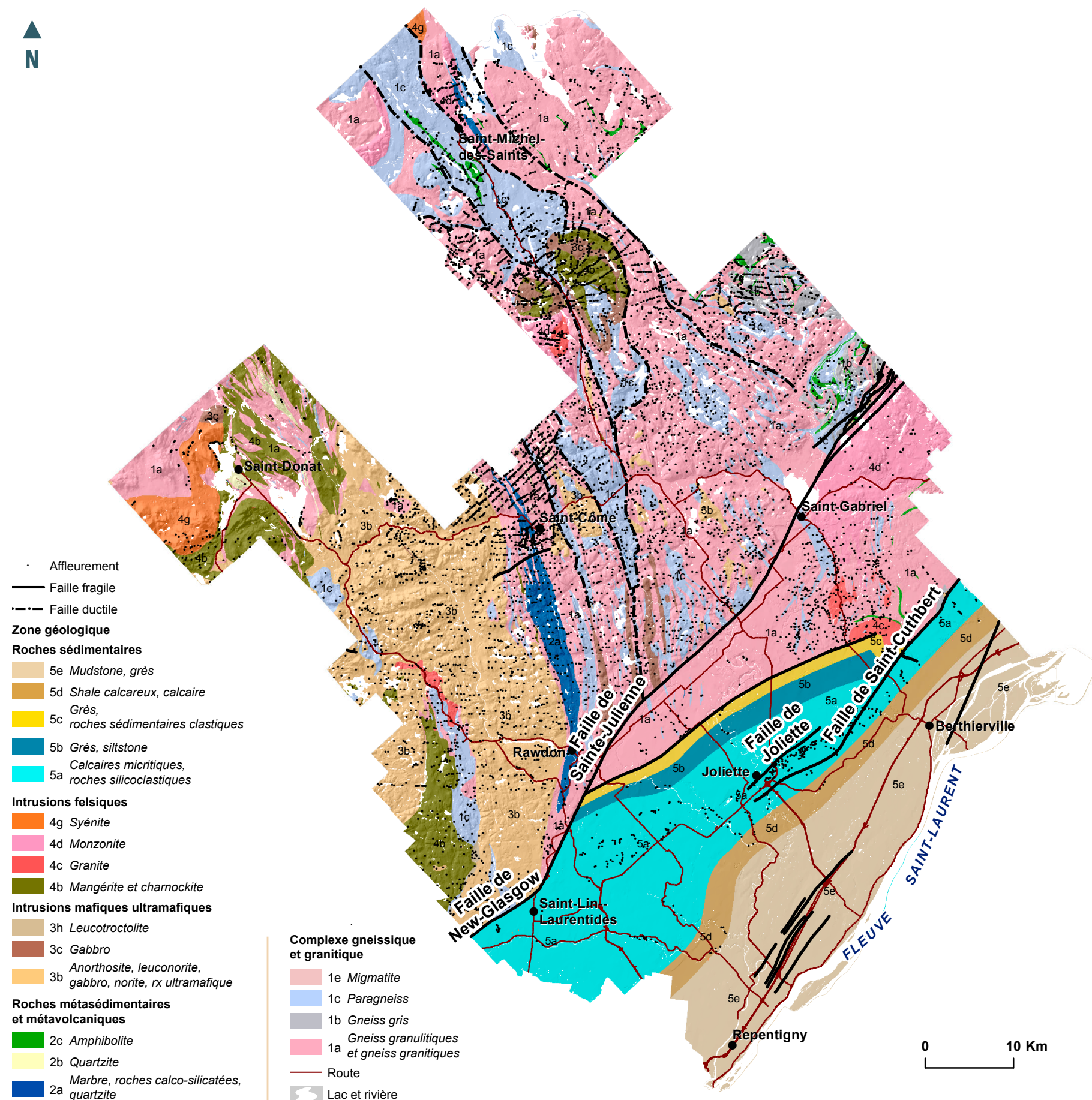






# MILIEU GÉOLOGIQUE ET STRATIGRAPHIQUE





# MILIEU GÉOLOGIQUE ET STRATIGRAPHIQUE

La caractérisation des eaux souterraines et des aquifères régionaux nécessite de bonnes connaissances géologiques, autant sur la géologie du socle rocheux et ses systèmes de fractures que sur la géologie des dépôts meubles incluant l'architecture des dépôts, leur épaisseur et leur étendue latérale.

## GÉOLOGIE DU SOCLE ROCHEUX

Le socle rocheux de la région de Lanaudière est composé des **roches cristallines grenvilliennes** de la province de Grenville et des **roches sédimentaires** des Basses-Terres du Saint-Laurent.

La carte de la géologie du roc indique les différentes unités géologiques présentes sur territoire. Cette carte provient d'une révision de la carte géologique du SIGEOM effectuée dans le cadre du projet PACES-LAMEMCN où la position des failles ductiles grenvilliennes a été interprétée et où les unités géologiques ont été regroupées et classifiées.

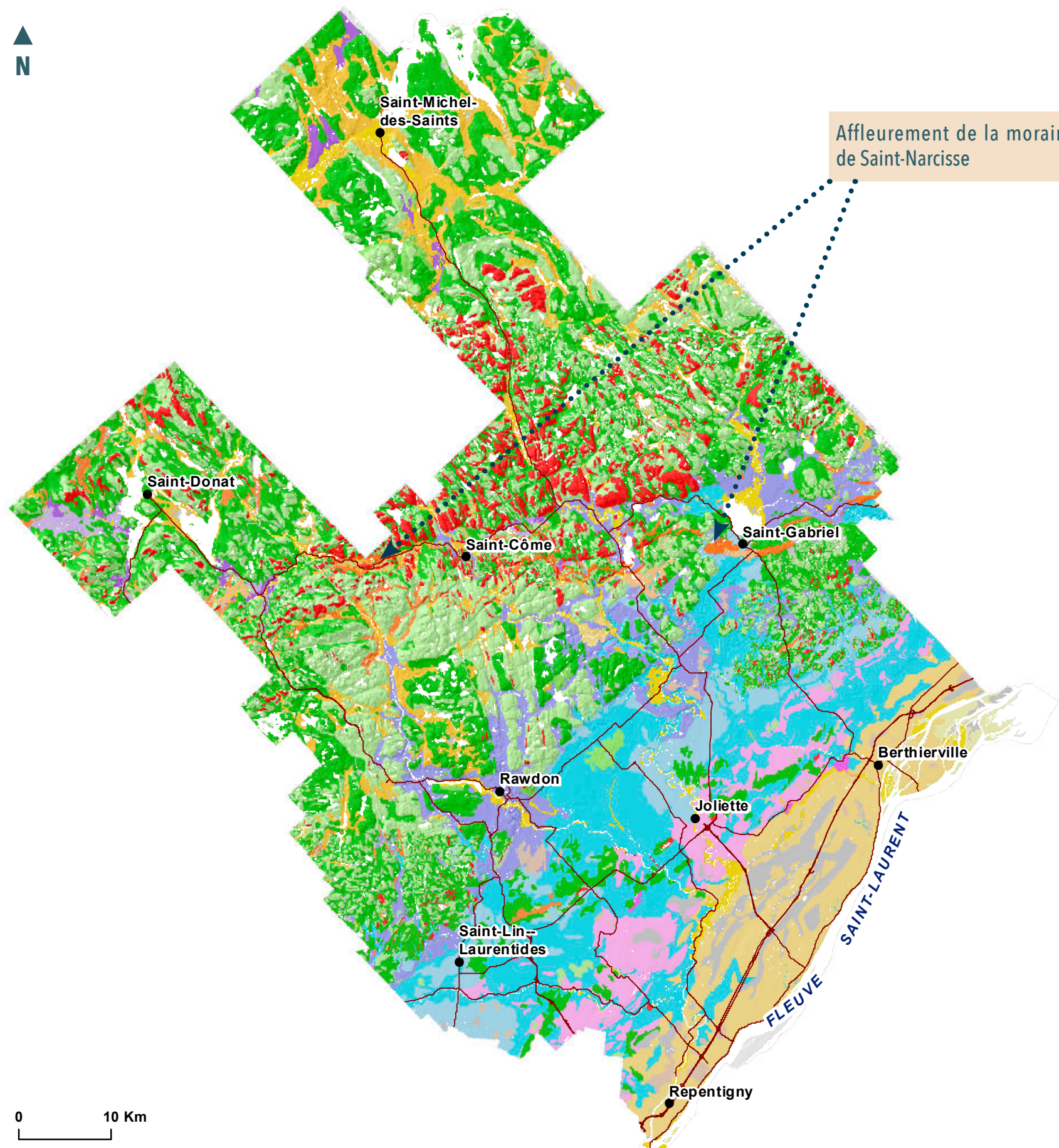
- Les **roches sédimentaires ordoviciennes** situées au sud de la région sont majoritairement des calcaires et des roches sédimentaires d'origine détritique (grès, shale, etc.).
- Les **roches cristallines de la Province de Grenville** caractérisant le nord de la région sont dominées par un complexe gneissique comprenant des paragneiss et des granites à l'est, et des unités plutoniques de la suite anorthosite-syérite-mangérite-charnockite à l'ouest. C'est près de **73%** du territoire à l'étude qui est occupé par des roches grenvilliennes.

La région de Lanaudière est marquée par de nombreuses **structures fragiles** :

- la faille de New-Glasgow ;
- la faille de Saint-Julienne (aussi appelée faille de Rawdon ou faille de Saint-Maurice) ;
- la faille de Joliette ;
- la faille de Saint-Cuthbert.

À l'ouest du territoire de Lanaudière, les failles de New-Glasgow et de Sainte-Julienne marquent le contact entre les roches précambriennes et les roches ordoviciennes alors qu'à l'est du territoire c'est la faille de Saint-Cuthbert qui délimite les deux provinces géologiques.





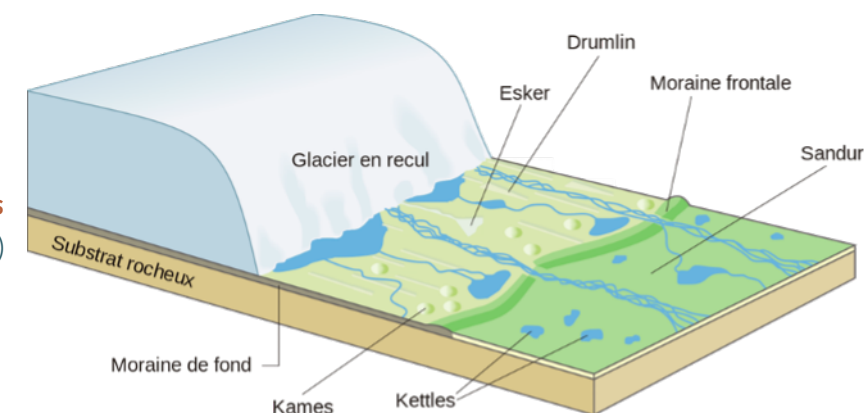
## GÉOLOGIE DU QUATERNAIRE

Au Québec, la plupart des dépôts de surface sont hérités de la dernière phase de glaciation, celle du Wisconsinien, qui a eu lieu entre 80 000 et 10 000 ans.

Durant cette période, un **glacier continental** d'épaisseur kilométrique, l'inlandsis Laurentidien, recouvrait la majeure partie du Canada.

Associé à ce dernier épisode glaciaire, une grande variété de **dépôts meubles** façonne le paysage quaternaire avec des natures, des origines, des tailles et des compositions différentes.

Bloc diagramme des différentes formations glaciaires (Benítez 2005)



Benítez, L. M. (2005). Glaziale Landschaftsformen. . Translation of Image:Retceding glacier-en.svg. Image renamed from Image:Retceding glacier FR Glacier en recul.svg This W3C-unspecified vector image was created with CorelDRAW. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Retceding\\_glacier-fr.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Retceding_glacier-fr.svg)

### Dépôts de surface

#### QUATERNAIRE POSTGLACIAIRE

#### DÉPÔTS DE VERSANT

Cg Dépôts de glissement de terrain

#### SÉDIMENTS ORGANIQUES

O Sédiments organiques non différenciés

#### DÉPÔTS ÉOLIENS

Ed Sédiments éoliens

#### SÉDIMENTS ALLUVIAUX

Ap Alluvions actuelles

At Alluvions des terrasses fluviales

Ax Alluvions des terrasses fluviales anciennes

#### SÉDIMENTS LACUSTRES

Ld Sédiments deltaïques et prodeltaïques

Lb Sédiments littoraux et pré-littoraux

La Sédiments fins d'eau profonde

L Sédiments lacustres non différenciés

#### DERNIÈRE GLACIATION

#### SÉDIMENTS GLACIOMARINS

MGd Sédiments deltaïques et prodeltaïques

MGb Sédiments littoraux et pré-littoraux

MGa Sédiments fins d'eau profonde

#### SÉDIMENTS GLACIOLACUSTRES

LGd Sédiments deltaïques et prodeltaïques

LGb Sédiments littoraux et pré-littoraux

LGa Sédiments fins d'eau profonde

#### SÉDIMENTS FLUVIOGLACIAIRES

Go Sédiments d'épandage proglaciaire subaérien

Gs Sédiments d'épandage proglaciaire subaquatique

Gx Sédiments juxtaglaciaires

GxT Sédiments de la moraine frontale de Saint-Narcisse

#### SÉDIMENTS GLACIAIRES

Trm Till remanié en couverture discontinue

Tr Till remanié en couverture continue

Tc Till en couverture généralement continue

Tm Till en couverture mince et discontinue

#### PRÉ-QUATERNAIRE

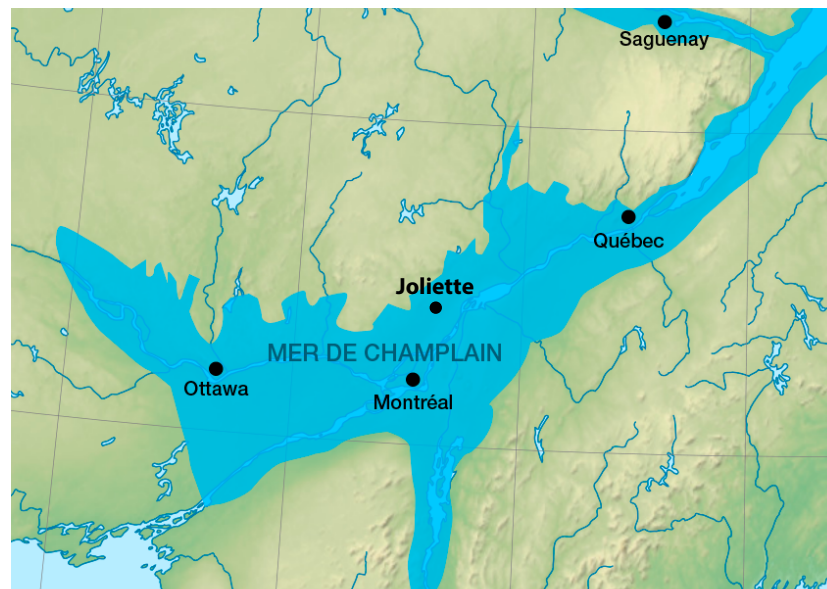
#### SUBSTRAT ROCHEUX

R Roche en place non différenciée



Lors de son avancée glaciaire, l'inlandsis a déposé un till de fond et d'ablation sur la roche en place. On retrouve également des dépôts glaciaires, fluvioglaciaires et glaciolacustres. Une formation majeure présente sur le territoire est la **moraine frontale de Saint-Narcisse**, un cordon qui s'étend sur 500 km de long au Québec composé de sédiments non stratifiés et très hétérogènes qui se sont formés à l'avant du glacier.

Suite à la déglaciation, la **mer de Champlain** s'est installée et a déposé des sédiments fins (argile) dans les Barres-Terres du Saint-Laurent.



Reconstitution approximative de l'étendue maximale de la mer de Champlain.  
Orbitale, CC BY-SA 3.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>>, via Wikimedia Commons

## ■ LES DÉPÔTS GLACIAIRES (Tc, Tm)

Constitués de sédiments non stratifiés et de granulométrie généralement très hétérogène. Lors de son retrait définitif, le glacier continental a laissé sur place une **moraine** de fond, également nommée **till**.

Le **till** est observé sur la plupart du territoire. Il constitue la sous-couche des formations meubles et apparaît en couverture discontinue sur le roc affleurant.

Ces formations sont semi-perméables et ne constituent généralement pas de bons **aquifères**.



Dépôts de till, Saint-Gabriel-de-Brandon © CERM-PACES 2022

## ■ SÉDIMENTS ALLUVIAUX (Ax, Ap, At)

Les sédiments alluviaux ont été mis en place par les cours d'eau actuels et sont constitués de sable, silt ou gravier. Ils sont des formations perméables, mais souvent de faibles épaisseurs. Ils représentent des **aquifères** parfois intéressants



Sable d'ancienne terrasse, Saint-Thomas © CERM-PACES 2022

## ■ SÉDIMENTS FLUVIOGLACIAIRES (Go, Gx, GxT)

Constitués principalement de **gravier et de sable** ces sédiments ont été mis en place par les eaux de fonte du glacier. Ils forment les **eskers** et la **moraine de Saint-Narcisse** (GxT).

Les dépôts fluvioglaciaires apparaissent en surface principalement dans les Hautes-Terres. On les retrouve, entre autres, le long des vallées empruntées par les rivières comme par exemple dans le fond de la vallée de l'Assomption et d'Ouareau.

Ces formations sont généralement très perméables et constituent d'excellents **aquifères**.



Dépôts de sable et gravier d'origine fluvioglaciaire, Saint-Gabriel-de-Brandon © CERM-PACES 2022

## ■ SÉDIMENTS GLACIOMARINS (MGd, MGb)

Étant donné que l'invasion marine dans les terres a commencé lors de la fonte du glacier, des complexes deltaïques, composés principalement de **sable et gravier**, ont été mis en place entre le glacier et la mer de Champlain. On les retrouve dans les Basses-Terres principalement le long de l'ancienne limite marine de la mer de Champlain

Ces formations sont perméables et peuvent constituer de bons **aquifères**



Dépôts deltaïques, Saint-Félix-de-Valois © CERM-PACES 2022

## ■ SÉDIMENTS MARINS (MGa)

Mis en place dans la mer de Champlain, ou dans des lacs alimentés par les eaux de fonte, pendant et après la déglaciation.

Lorsque déposés en eau profonde ces dépôts sont composés de **silt et d'argile**. On les retrouve sur l'ensemble des Basses-Terres en situation soit affleurante ou enfouie sous une couche de sable.

Ces formations sont imperméables et confinent les formations géologiques situées en-dessous. Ce sont des **aquitards**.



Dépôts d'argile, Saint-Didace © CERM-PACES 2022



# LA STRATIGRAPHIE

Dans le but de mieux définir les limites des aquifères granulaires, et pour modéliser l'épaisseur des dépôts, **43 coupes stratigraphiques** ont été interprétées.

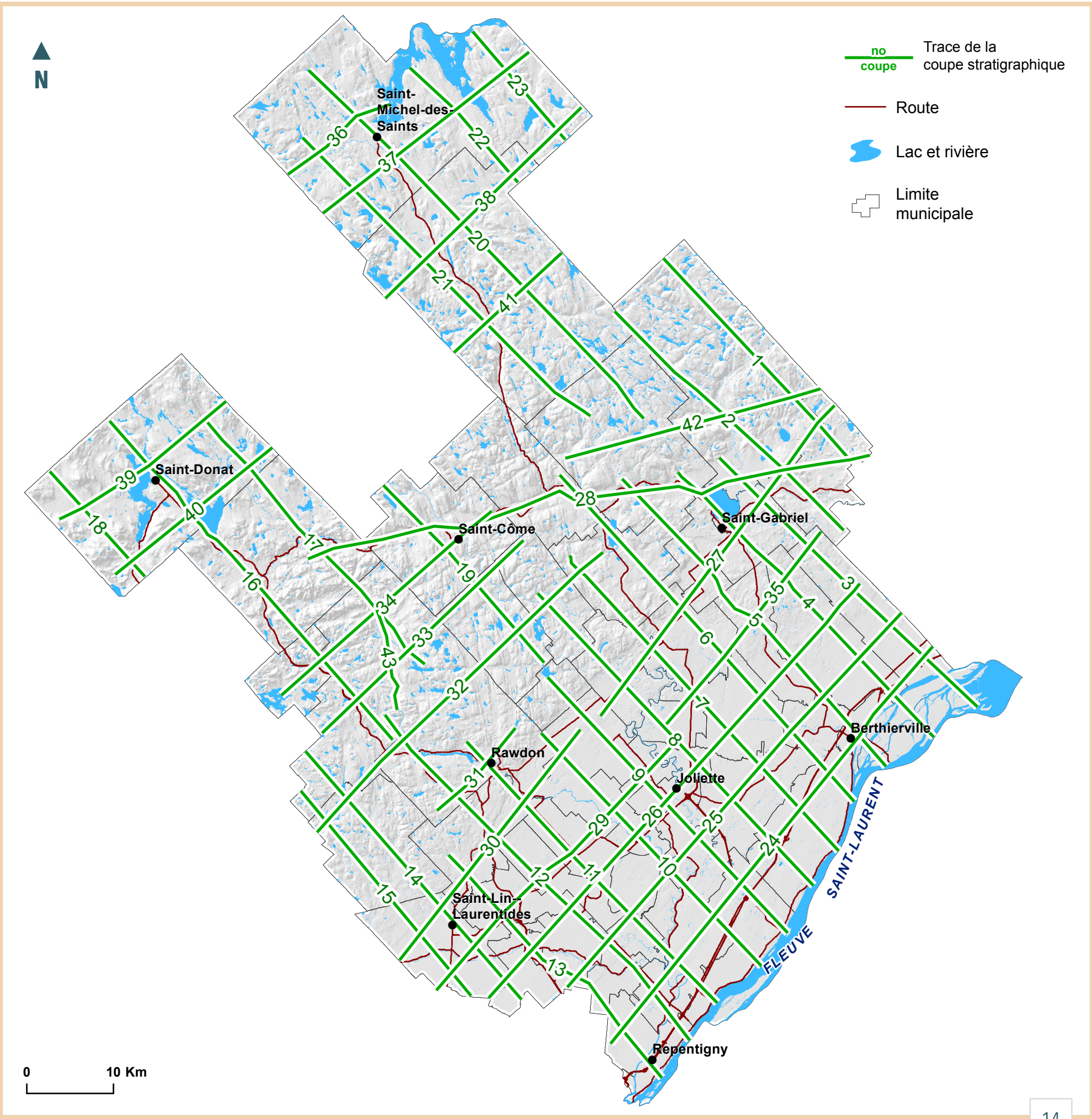
La stratigraphie régionale des dépôts meubles résultent de la combinaison des informations cartographiques et ponctuelles disponibles dans la base de données géospatiales créée dans le cadre du PACES section Lanaudière.

Les données utilisées pour créer et interpréter les coupes stratigraphiques sont :

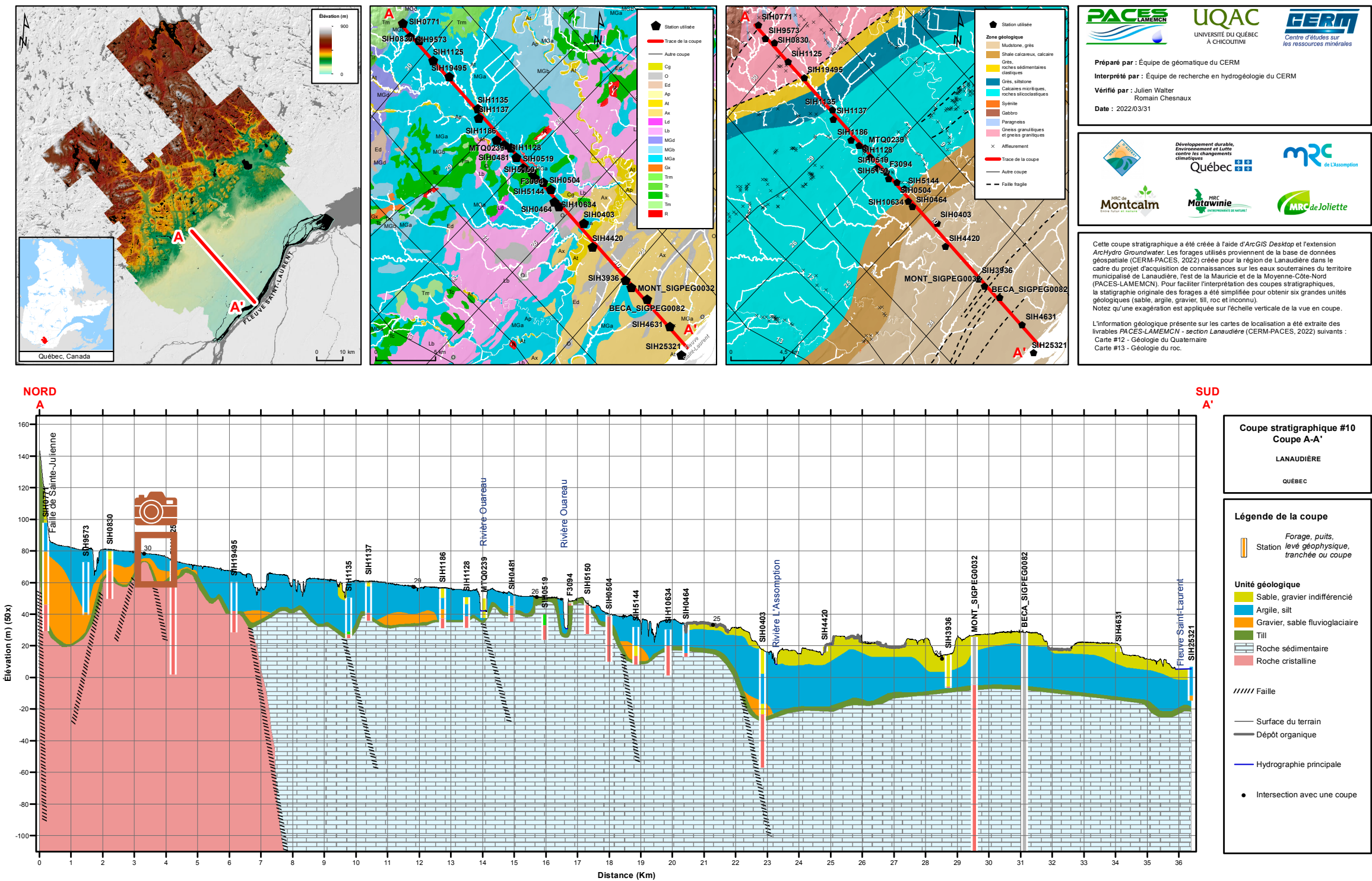
- les données stratigraphiques simplifiées obtenues pour les stations (puits, forages, piézomètres, etc.);
- les affleurements rocheux;
- la géologie du roc et les failles régionales;
- les dépôts de surface;
- la topographie de la surface du terrain;
- le réseau hydrographique;
- la topographie du roc préliminaire;
- la localisation de l'intersection avec les autres coupes stratigraphiques.



Photo représentant un exemple d'un empilement stratigraphique retrouvé dans une coupe © CERM-PACES 2022







Gabarit 11x17 des coupes stratigraphiques

Les 43 coupes stratigraphiques sont disponibles dans un **gabarit** de format 11 x 17 comprenant trois cartes localisant la trace de la coupe selon la topographie, les dépôts de surface et la géologie du roc (vue en plan).

Les unités interprétées dans la coupe avec les stations projetées et la topographie de surface (vue en coupe) complètent l'information retrouvée sur le gabarit.

La stratigraphie régionale interprétée dans les coupes est composée des unités suivantes :

- Roc cristallin (milieu **aquifère** fracturé);
- Roches sédimentaires ordoviciennes (milieu **aquifère** fracturé);
- Till;
- Quaternaire ancien;
- Gravier, sable d'origine fluvioglacière (milieu **aquifère**);
- Argile et silt (milieu confinant);
- Sable, gravier indifférencié (milieu **aquifère**);



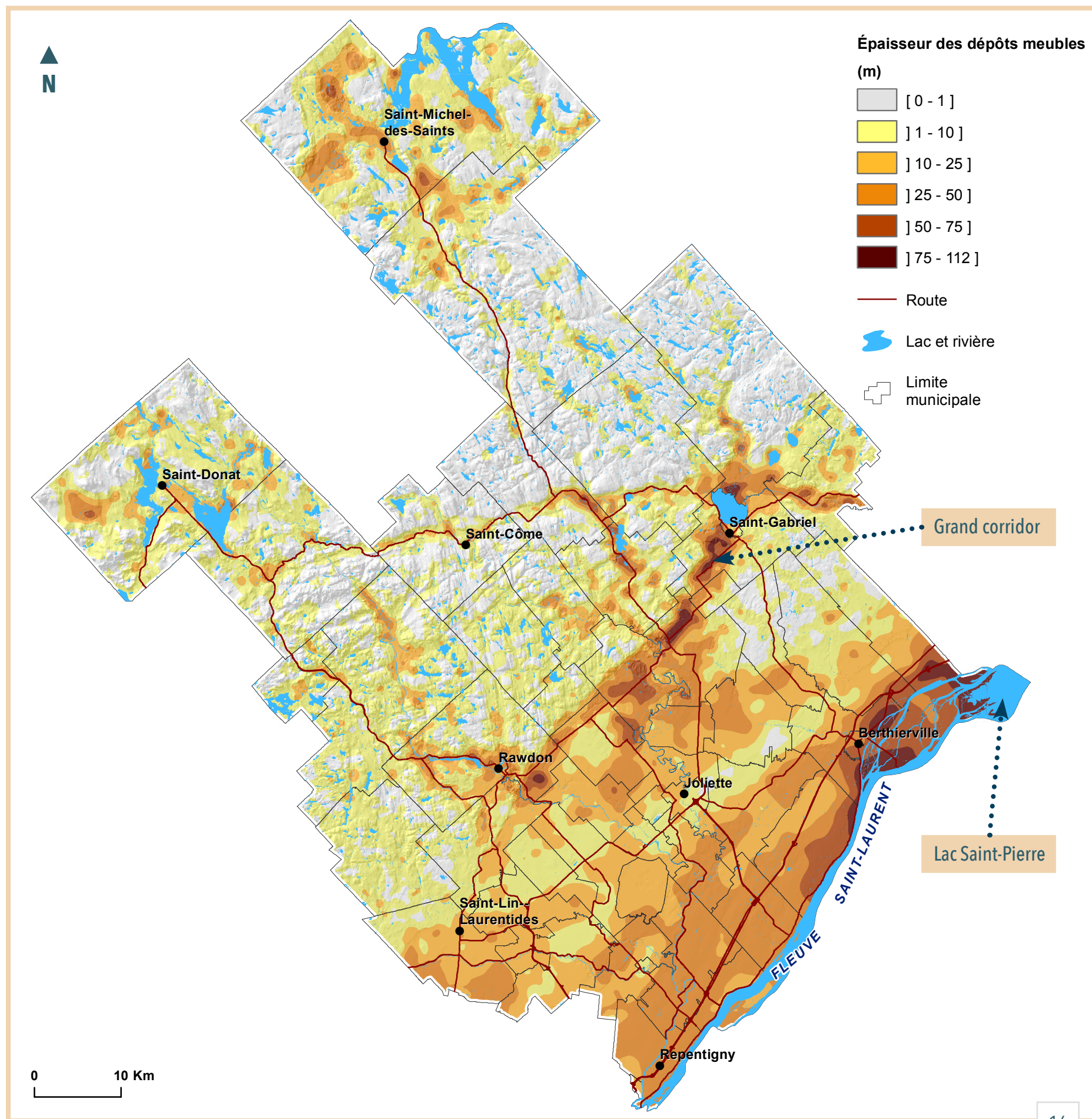
## L'ÉPAISSEUR DES DÉPÔTS MEUBLES

L'épaisseur des dépôts meubles a été obtenue suite à une interpolation par krigeage de l'épaisseur indiquée par les stations ponctuelles présentes sur le territoire, les affleurements et les forages virtuels créés à partir des 43 coupes stratigraphiques interprétées. C'est plus de 3 118 forages virtuels qui ont été générés sur le territoire, augmentant ainsi la quantité d'information ponctuelle sur la profondeur du socle rocheux, une donnée essentielle pour estimer l'épaisseur des dépôts meubles. Selon la carte obtenue, sur le territoire de Lanaudière, l'épaisseur des dépôts peut atteindre 112 m. Les épaisseurs les plus importantes sont notées dans les Basses-Terres alors que, mis à part dans les vallées, elles sont généralement faibles, voire nulles dans les Hautes-Terres.

- Dans les **Hautes-Terres**, les vallées montrent des épaisseurs plus significatives de dépôts entre 20 et 50 m et pouvant atteindre localement plus de 75 m particulièrement dans le secteur de Mandeville et de Saint-Émélie-de-l'Énergie. Les secteurs de Saint-Donat et de Saint-Michel-des-Saints montrent également quelques zones de dépôts relativement épais (50 – 60 m).
- Dans les **Basses-Terres**, les épaisseurs de dépôts les plus importantes se situent en bordure du fleuve, avec des épaisseurs atteignant 90 m dans les municipalités de Saint-Geneviève-de-Berthier, de La Visitation-de-l'Île-Dupas et de Saint-Ignace-de-Loyola, près du lac Saint-Pierre.
- Dans le **piepmont**, des épaisseurs relativement importantes (atteignant 85 m) se retrouvent également au pied du grand corridor, notamment dans les municipalités de Rawdon, Sainte-Mélanie, Saint-Félix-de-Valois et Saint-Gabriel-de-Brandon. Les dépôts sont composés de sédiments fluvioglaciaires (par endroit), surmontés d'une épaisse couche d'argile recouvrant l'ensemble des Basses-Terres (d'une épaisseur moyenne de 20 m et maximale de 90 m) affleurante ou enfouie sous des sables indifférenciés de surface (par endroit).

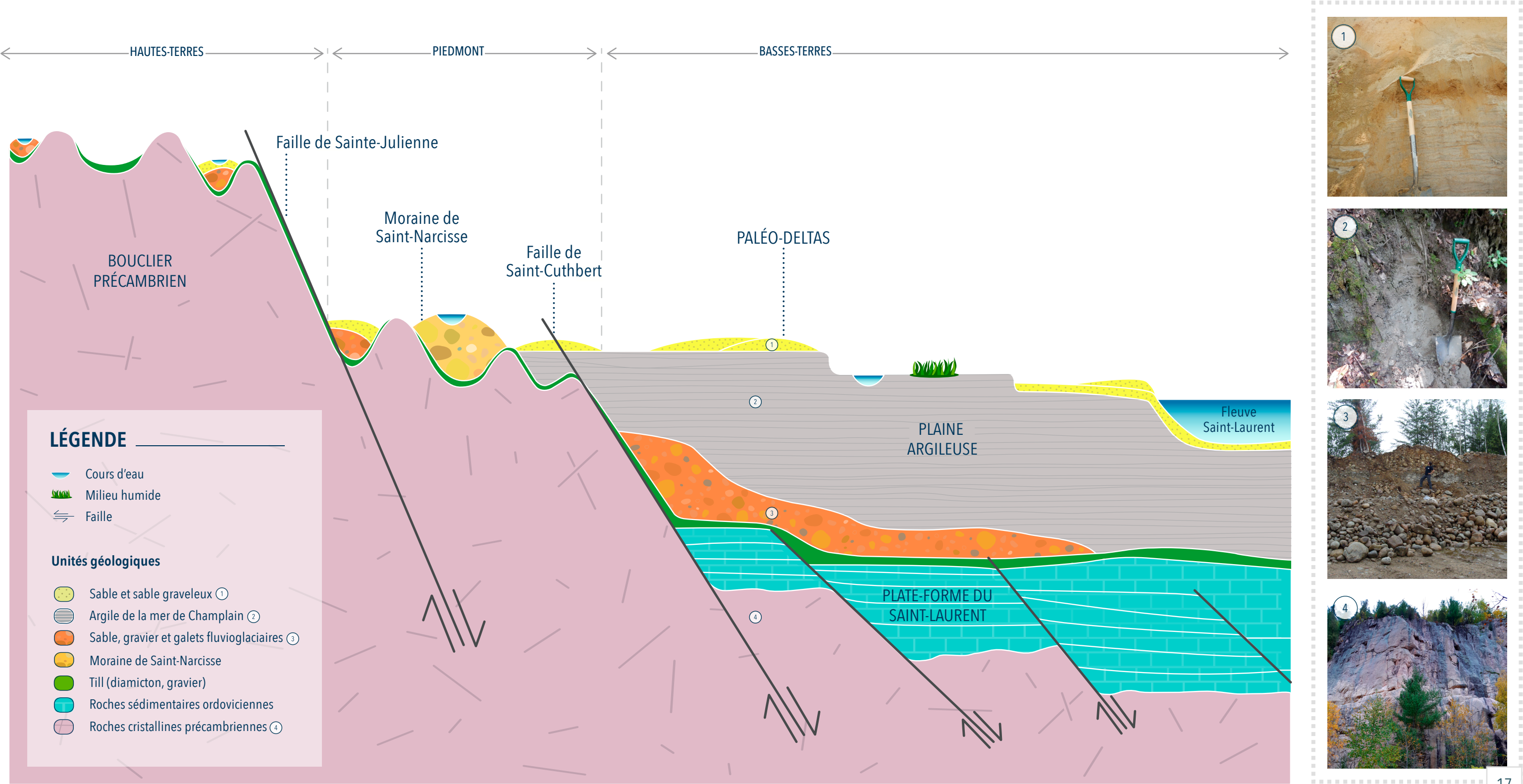


Dépôts de sable, Mandeville,  
© CERM-PACES 2022





# COUPE CONCEPTUELLE DE LA RÉGION







# MILIEUX AQUIFÈRES

---



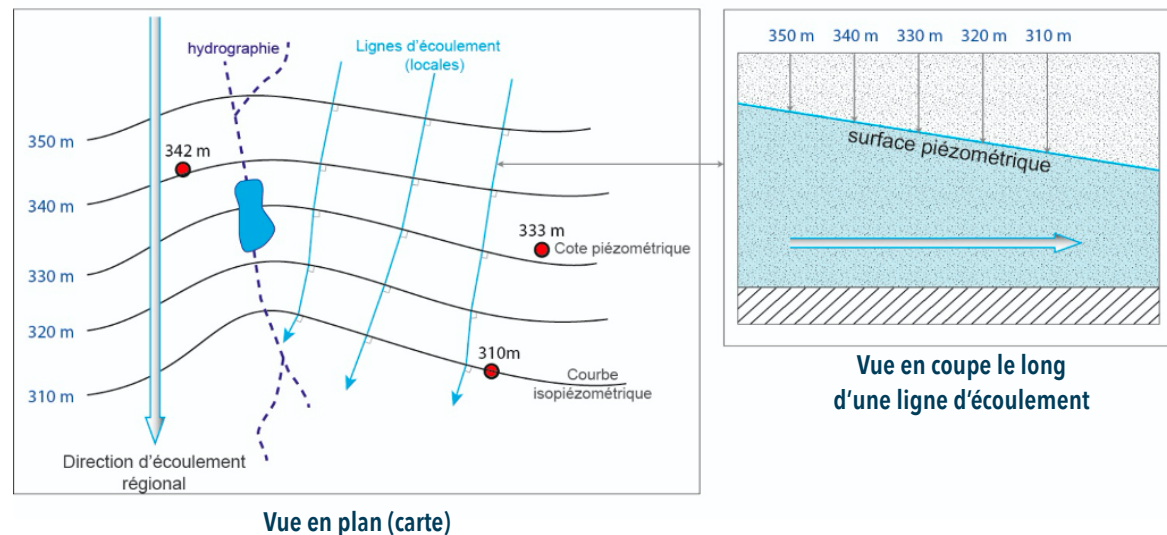


# MILIEUX AQUIFÈRES

## PIÉZOMÉTRIE ET ÉCOULEMENTS

La **piézométrie** est la mesure de la profondeur (ou de la **charge hydraulique**) d'une **nappe d'eau souterraine**. Sa représentation cartographique peut s'apparenter à une carte topographique où **les courbes de niveau, ou courbes iso-piézométriques**, correspondent à des points de même **charge hydraulique**. Ce type de représentation fournit des indications importantes sur la direction de l'écoulement (perpendiculairement aux courbes iso-piézométriques) et sur sa vitesse.

La **direction de l'écoulement** est généralement **perpendiculaire aux courbes iso-piézométriques**, avec un sens d'écoulement allant des piézométries élevées vers les plus faibles.

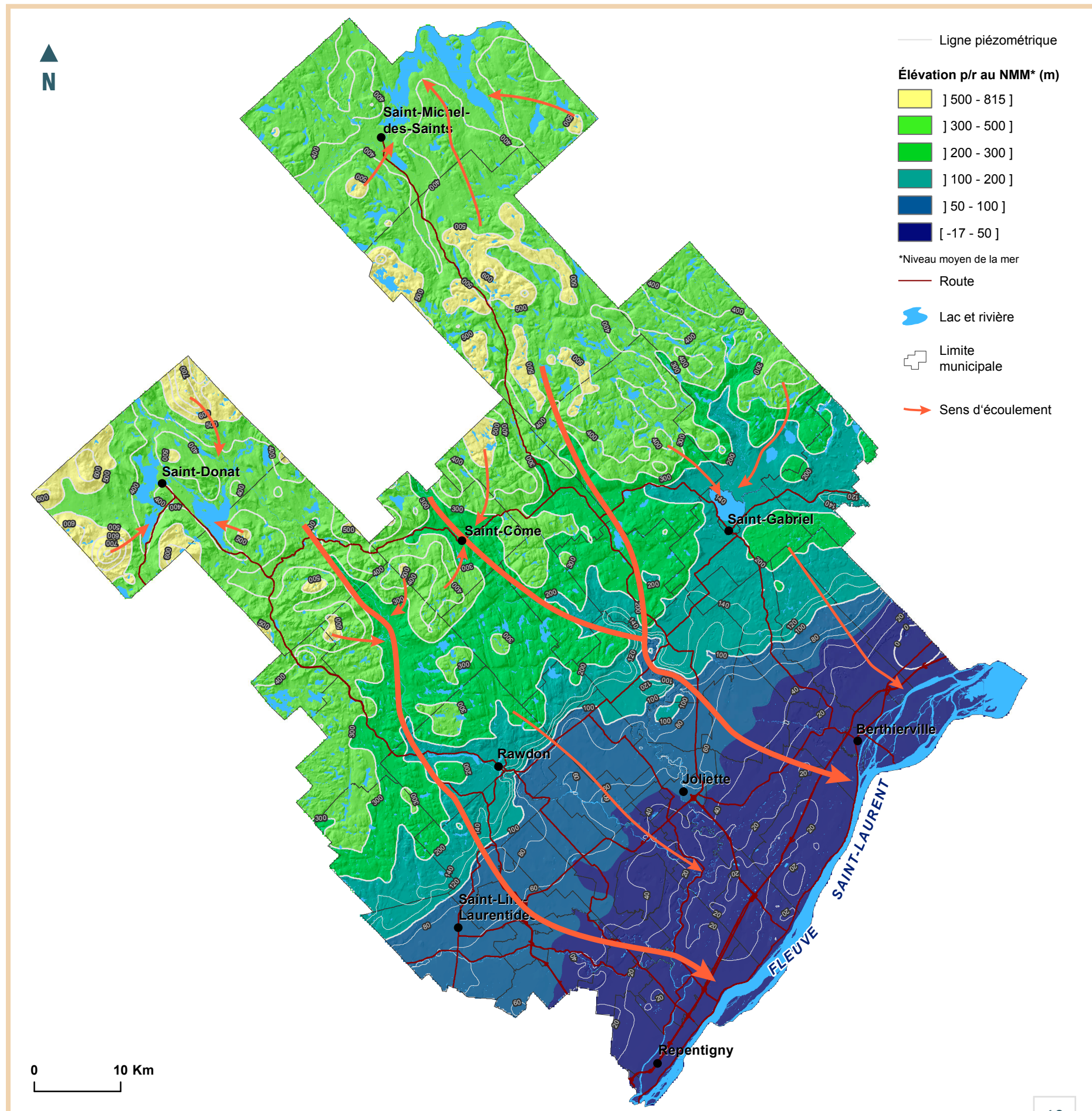


Éléments de cartographie piézométrique.

La détermination de la piézométrie et la direction d'écoulement devient de plus en plus **approximative** avec l'augmentation de la superficie du territoire considéré et sa précision dépend directement du nombre de points de mesure (cote piézométrique). Dans cette étude, l'**hydrographie** est hypothétiquement assimilée à « un affleurement » de la surface des nappes souterraines et, de ce fait, toute mesure de l'élévation de l'hydrographie est considérée comme une valeur de **cote piézométrique**.

Régionalement, l'écoulement s'effectue des Hautes-Terres vers le fleuve Saint-Laurent.

Localement, les écoulements sont orientés vers le creux des vallées et l'hydrographie principale telle que les rivières Ouareau et l'Assomption ainsi que le lac Maskinongé, le lac Ouareau et le réservoir Taureau.





## MILIEUX AQUIFÈRES FRACTURÉS

Le potentiel aquifère des **roches fracturées** est principalement dicté par la **densité de fracturation** et la **connectivité des fractures**, contrairement aux milieux granulaires dont le potentiel aquifère est dominé par la **porosité des sédiments**.

### LES ROCHES PRÉCAMBRIENNES CRISTALLINES

La fracturation du socle rocheux cristallin peut être très **hétérogène** et variable. La perméabilité des aquifères de roches cristallines est donc très variable allant de quasi **imperméable à très perméable**. Le roc cristallin est généralement considéré comme semi-perméable.

Une zone très fracturée a été détectée grâce à des études géophysiques (tir sismique) dans la municipalité de Saint-Barthélemy. Les puits interceptant la zone très fracturée (manifestée par une dépression importante dans le socle rocheux) sont très productifs avec un débit exploitable de l'ordre de 68 m<sup>3</sup>/h.

### LES ROCHES SÉDIMENTAIRES CARBONATÉES - CALCAIRES

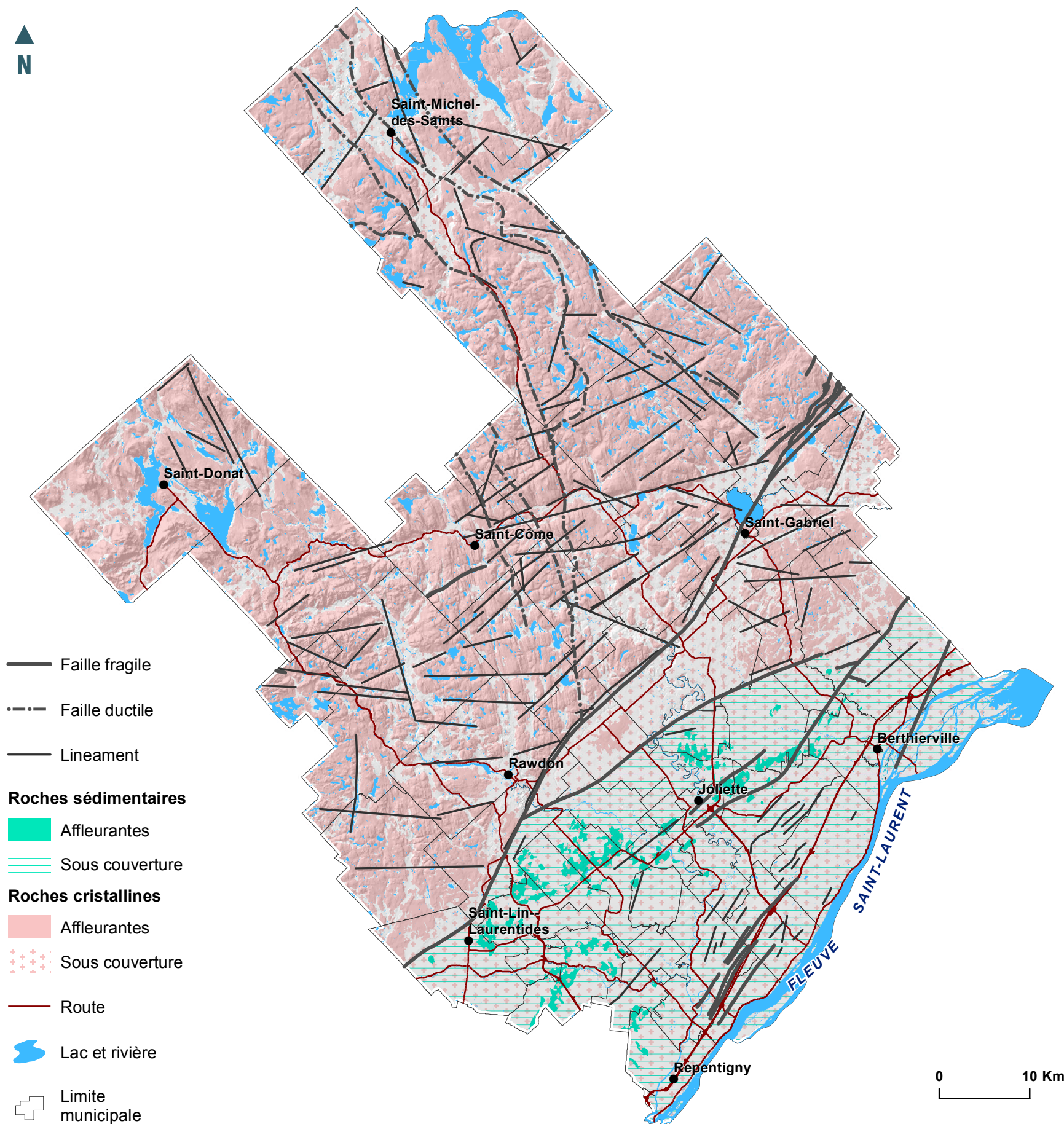
Les **roches sédimentaires** (carbonatées) de la Plate-forme du Saint-Laurent reposent sur le socle rocheux cristallin (Bouclier Canadien, âge précambrien) et regroupent différents milieux géologiques : des mudstones (milieu peu perméable), des shales (milieu généralement peu perméable avec une eau pouvant contenir du gaz ou du pétrole), des calcaires (milieu relativement perméable selon la densité et la connectivité des fractures) et du grès (milieu relativement perméable).



Roc fracturé, Saint-Norbert,  
© CERM-PACES 2022

Certaines municipalités exploitent les aquifères constitués de roches sédimentaires :

- La municipalité de Saint-Charles-de-Borromée qui capte l'eau souterraine à partir de **fractures** situées dans le **calcaire**.
- La municipalité de Saint-Roch-de-l'Achigan qui possède un puits situé dans le **shale** (schiste noir)





# MILIEUX AQUIFÈRES GRANULAIRES

Les évènements de la dernière ère glaciaire et des dernières transgressions et régressions marines ont permis de déposer sur le socle rocheux une accumulation de différents types de **formations granulaires**, plus ou moins perméables. Il en résulte une accumulation de dépôts granulaires dont les dépôts les plus récents se retrouvent en surface et les dépôts les plus anciens sont situés plus en profondeurs. La simplification régionale réalisée dans le cadre du PACES permet de distinguer de bas en haut : du **till** (semi-perméable), des **dépôts fluvioglaciaires** (très perméables), des **argiles marines** (imperméables) et des **sables indifférenciés de surface** (perméables).

## Milieux aquifères de sable indifférencié de surface

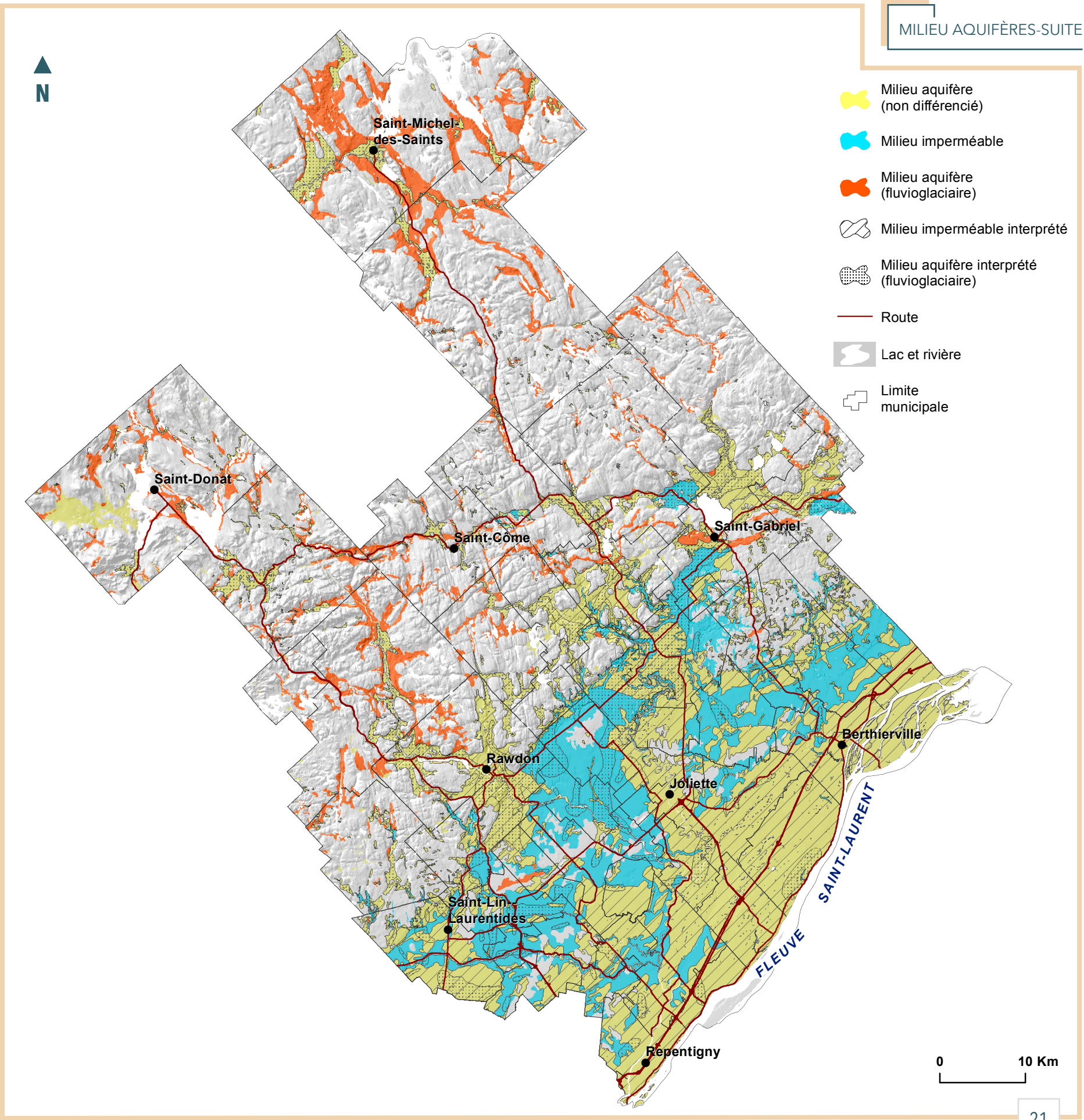
Les sables indifférenciés de surface sont généralement composés de sable, de sable graveleux et silt sableux. Ils regroupent les sédiments alluviaux, les sédiments lacustres, les sédiments deltaïques glaciomarins, les sédiments littoraux et les sédiments organiques. Dans les Basses-Terres, ces sédiments sont déposés au-dessus des sédiments fins d'eau profonde de la mer de Champlain, alors que dans les Hautes-Terres, ils sont déposés sur les sédiments fluvioglaciaires. Ces milieux aquifères sont généralement peu épais mais d'une vaste étendue latérale dans les Basses-Terres. Les sables indifférenciés de surface alimentent les réseaux d'aqueduc municipaux des municipalités de Saint-Sulpice et de Lanoraie.

## Milieux aquifères d'origine fluvioglaciaire

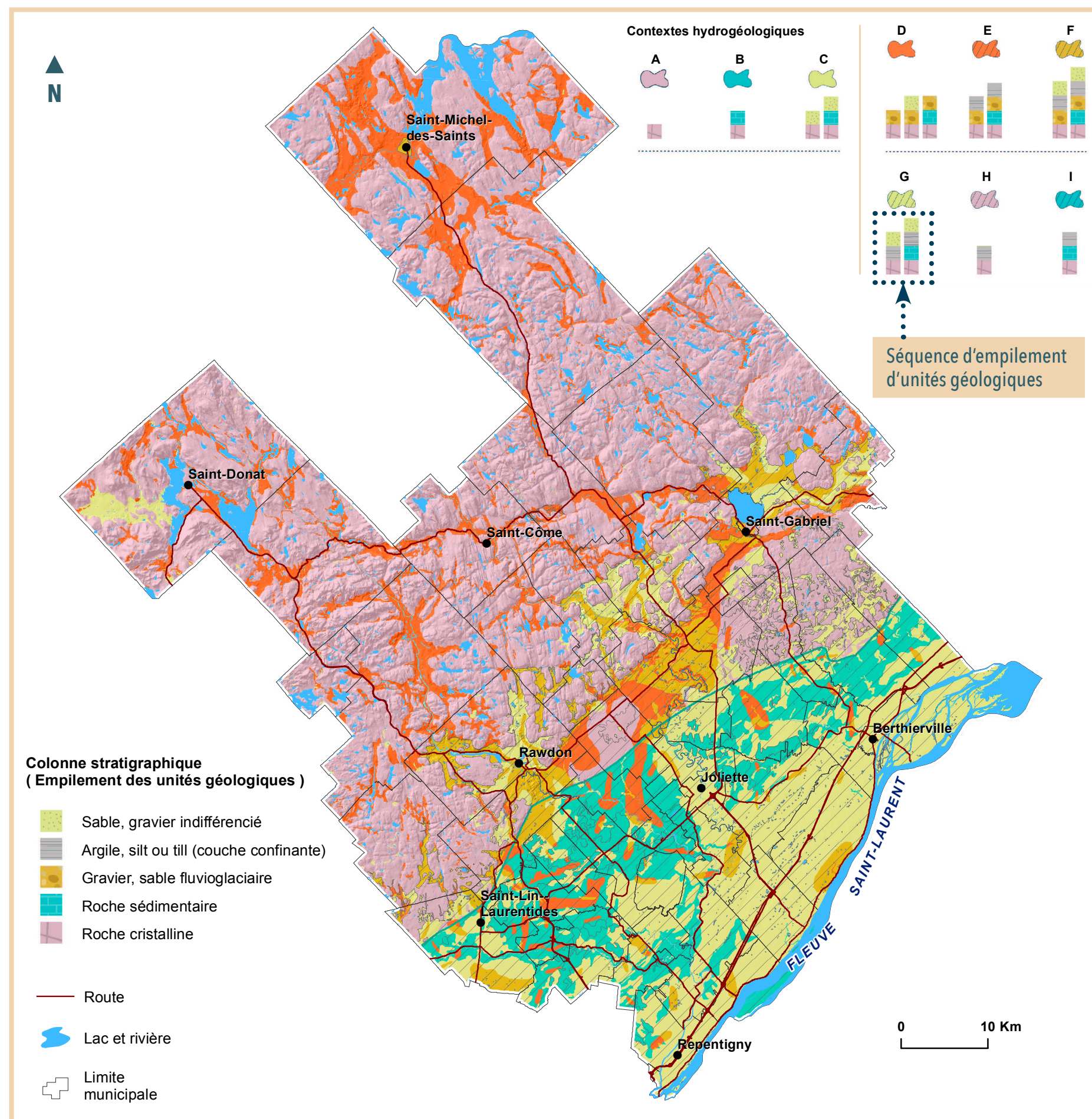
Les sédiments fluvioglaciaires sont composés principalement de gravier, de sable et de blocs. Ils regroupent les sédiments d'épandage proglaciaires subaériens, les sédiments juxtaglaciaires, les sédiments de la moraine frontale de Saint-Narcisse et les sédiments proglaciaires non différenciés. Les sédiments fluvioglaciaires prennent généralement la forme de zone d'épandage, d'eskers (avec des formes longitudinales), de terrasses de kame, de deltas et de moraines. Les sables et graviers fluvioglaciaires sont notamment captés par les municipalités de Rawdon, Sainte-Mélanie, Saint-Gabriel, Mandeville, Saint-Damien, Saint-Côme, Saint-Donat, Saint-Zénon et Saint-Michel-des-Saints.



Photo représentant un milieu aquifère granulaire © CERM-PACES 2022



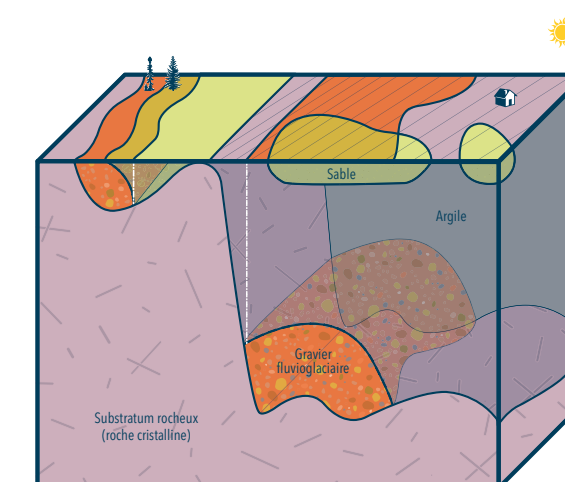




## CONTEXTES HYDROGÉOLOGIQUES

La carte des contextes hydrogéologiques localise le ou les milieux aquifères rencontrés depuis la surface, qu'ils soient affleurants ou enfouis sous une couche confinante et qu'ils soient en contexte de roc fracturé ou de dépôts meubles. Le jeu de couleur de la carte fait référence aux **empilements géologiques** (informations stratigraphiques de la surface jusqu'au roc) et permet d'intégrer la 3e dimension à une carte en 2D. La carte permet aussi de distinguer les aquifères à nappe libre des aquifères à nappe captive selon leur position par rapport à une unité imperméable constituée de sédiments fins (argile, silts ou till). Cette couche confinante est représentée sur la carte des contextes hydrogéologiques par une trame hachurée et dans les colonnes stratigraphiques (séquence d'empilement des unités) par un carré gris.

La figure suivante illustre avec un bloc-diagramme 3D différentes séquences d'empilement d'unités géologiques possibles ainsi que la façon dont elles sont représentées sur la carte des contextes hydrogéologiques (vue en plan).



Modèle conceptuel simplifié expliquant l'utilisation du jeu de couleur de la carte des contextes hydrogéologiques afin de décrire les milieux aquifères affleurants en surface et interprétés en profondeur

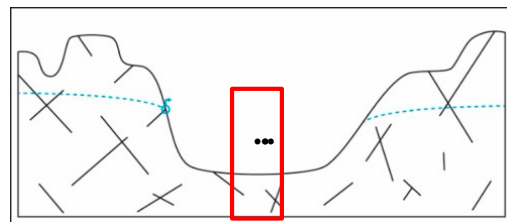
### Légende de la carte des contextes hydrogéologiques (vue en plan)

- Sable affleurant
- Gravier fluvioglaciaire affleurant ou en profondeur
- Gravier fluvioglaciaire en profondeur avec présence de sable en surface
- Roche cristalline

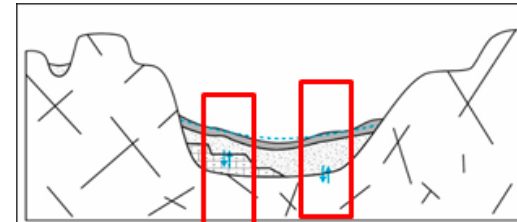
/// Lignes hachurées = présence d'argile en surface ou en profondeur



■ UN TOTAL DE 9 CONTEXTES HYDROGÉOLOGIQUES SONT INTERPRÉTÉS POUR LE TERRITOIRE MUNICIPALISÉ DE LANAUDIÈRE :

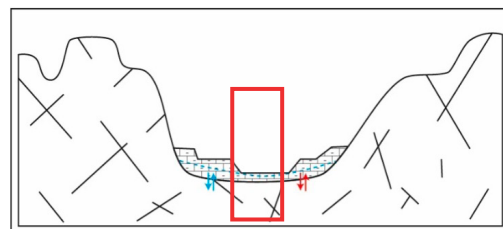


**Contexte A- Milieu aquifère cristallin fracturé, à nappe libre ou captive** regroupe l'ensemble des aquifères de socle rocheux fracturé qui affleurent en surface. Ce contexte hydrogéologique est caractérisé par la présence d'une nappe d'eau souterraine libre ou captive selon le degré de fracturation. Le contexte A se retrouve sur 51% du territoire. Il est caractéristique des hauts reliefs du territoire de Lanaudière et se retrouve principalement au niveau des Hautes-Terres (91% des Hautes-Terres) et sur une partie des piedmonts (9% du piedmont). Le contexte A est principalement présent sur la MRC de la Matawinie.



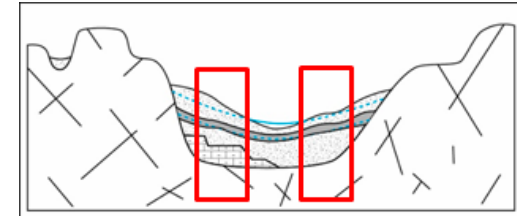
**Contexte E- Milieu aquifère granulaire, d'origine fluvioglaciaire à nappe captive** regroupe l'ensemble des milieux aquifères granulaires, d'origine fluvioglaciaire qui sont, enfouis sous une unité imperméable qui confine la nappe.

Le contexte E se retrouve uniquement dans les Basses-Terres et est particulièrement présent au pied du grand corridor où une épaisseur de plus de 40 m a été interceptée par certains puits au niveau des municipalités de Sainte-Mélanie, Saint-Félix-de-Valois et Saint-Gabriel-de-Brandon. Le contexte E couvre 3% du territoire.



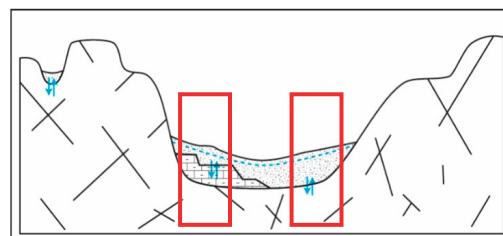
**Contexte B- Deux milieux aquifères de roc fracturé superposés (cristallin et sédimentaire), à nappe libre ou captive** identifie les milieux aquifères fracturés sédimentaires qui reposent sur les milieux aquifères cristallins. Des connexions entre ces deux milieux aquifères peuvent avoir lieu localement.

Le contexte B se retrouve sur 2% du territoire. Il est caractérisé par la présence d'une ou deux nappes d'eau souterraine libre ou captive selon le degré de fracturation.



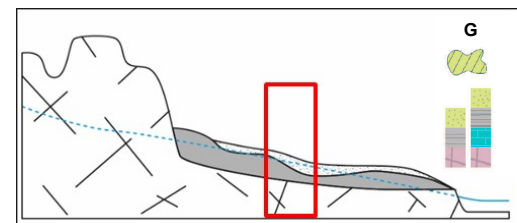
**Contexte F- Deux aquifères perméables superposés, en milieu poreux, à nappe libre et captive** regroupe l'ensemble des environnements où deux aquifères perméables en milieu poreux sont séparés par une unité imperméable.

On retrouve le contexte F sur d'importantes superficies au niveau de la municipalité de Saint-Lin-Laurentide et à l'embouchure des rivières Ouareau et Noire au pied du grand corridor. Ce contexte se retrouve également sur de très petites zones sur les municipalités de Saint-Cuthbert, Saint-Barthélemy, Lanoraie, Saint-Thomas, Saint-Sulpice et l'Épiphanie. Le contexte F couvre 5% du territoire.

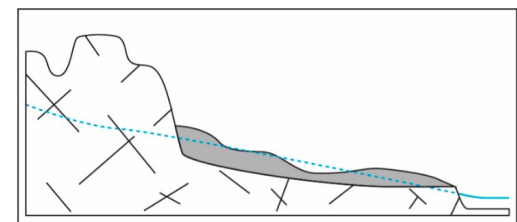


**Contexte C- Milieu aquifère granulaire à nappe libre, en possible connexion avec les aquifères de socle rocheux fracturé** représente les zones où des dépôts granulaires indifférenciés de surface sont déposés sur le socle rocheux cristallin ou carbonaté.

Le contexte C est peu présent sur le territoire et représente seulement 1% de toute sa superficie. On le retrouve très localement et sporadiquement dans les Hautes-Terres.



**Contexte G- Deux aquifères perméable et semi-perméable superposés, en milieu poreux et fracturé, à nappe libre et captive** regroupe les aquifères perméables en milieux poreux sus-jacents à une unité imperméable qui confine d'éventuels aquifères dans le socle rocheux fracturé. On retrouve le contexte G principalement dans les Basses-Terres ainsi que dans le creux des vallées du piedmont et du sud des Hautes-Terres. Le contexte G couvre 18% du territoire.



**Contexte H- Milieu aquifère cristallin fracturé recouvert par une couche confinante (milieu imperméable)** identifie les milieux cristallins fracturés confinés par une unité imperméable (argiles et silts de la mer de Champlain ou silts déposés en fond de lac).

Le contexte H est peu présent sur le territoire, il représente seulement 2% du territoire. Il se retrouve notamment sur les municipalités de Saint-Ambroise-de-Kildare et de Rawdon.



**Contexte D- Milieu aquifère granulaire d'origine fluvioglaciaire ou glaciolacustre à nappe libre** regroupe l'ensemble des aquifères perméables, en milieu poreux à nappe libre d'origine fluvioglaciaire ou glaciolacustre. Le contexte D est particulièrement présent dans les Hautes-Terres ainsi que dans la partie ouest et est du piedmont. Il couvre 10% du territoire.



**Contexte I- Deux milieux aquifères de roc fracturé superposés (cristallin et sédimentaire), recouverts par une couche confinante (milieu imperméable)** identifie les milieux sédimentaires fracturés confinés par une unité imperméable (argiles et silts de la mer de Champlain ou silts déposés en fond de lac).

Le contexte I se retrouve uniquement dans les Basses-Terres et représente 9% de tout le territoire. On le retrouve notamment au niveau des municipalités suivantes : Saint-Pierre, Sainte-Ambroise-de-Kildare, Saint-Norbert et Saint-Cuthbert.

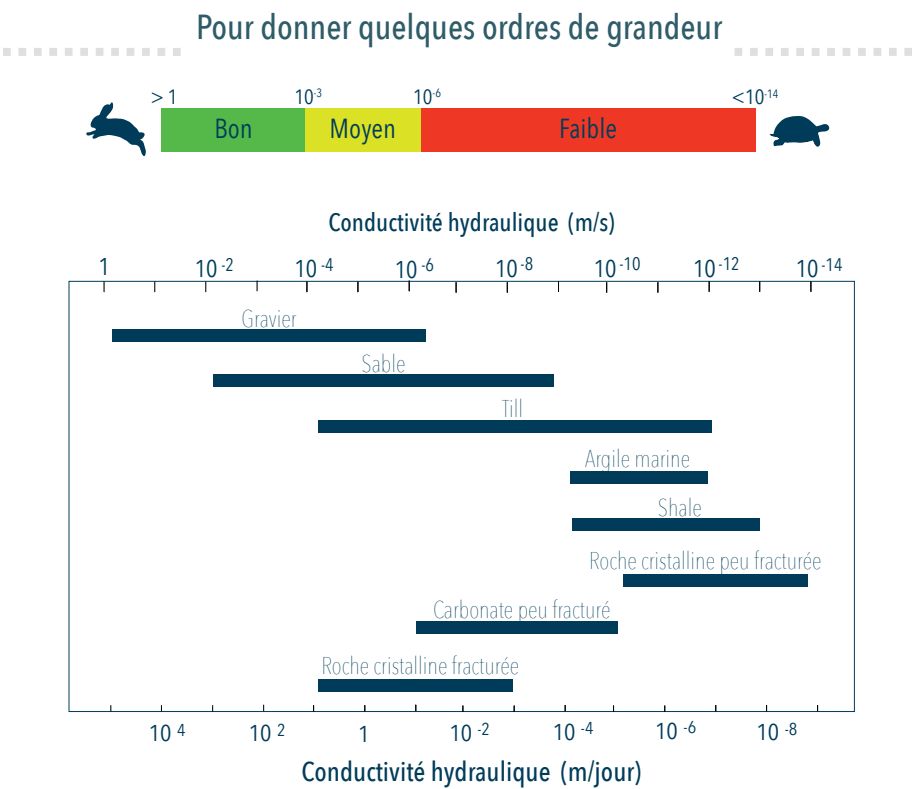


# PROPRIÉTÉS HYDRAULIQUES

La carte localise les stations où des valeurs de propriétés hydrauliques sont disponibles et identifie le type d'aquifère pour lequel les valeurs ont été estimées. Les propriétés hydrauliques permettent d'analyser de façon quantitative les écoulements souterrains. Elles dépendent à la fois des propriétés du fluide, en l'occurrence de l'eau, et des propriétés physiques du milieu permettant l'emménagement et l'écoulement de l'eau.

Les propriétés hydrauliques sont généralement représentées par les paramètres suivants :

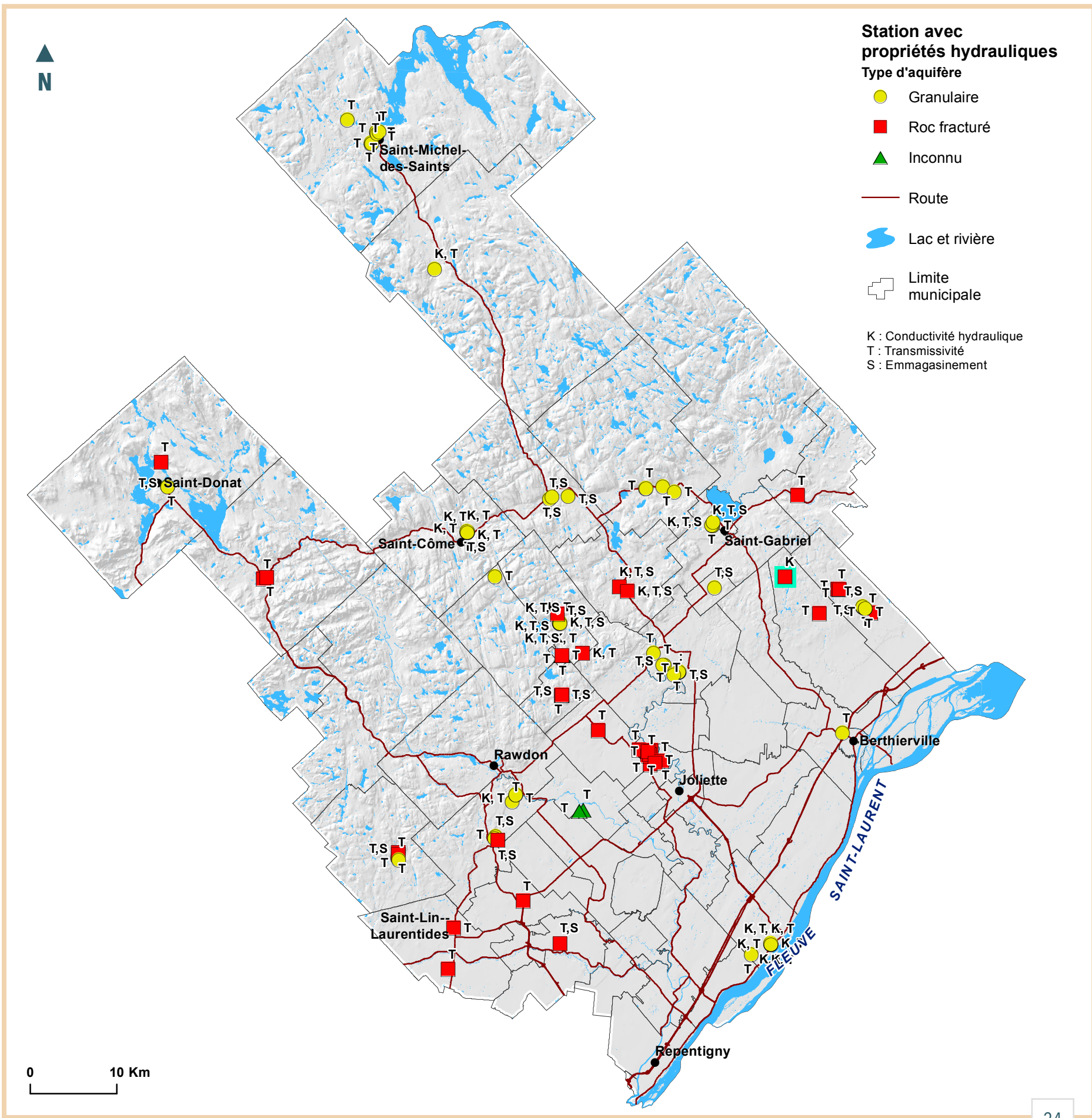
■ **La conductivité hydraulique K** : définit la capacité d'un milieu à laisser circuler l'eau. Elle s'exprime en longueur par unité de temps (m/s).



Valeurs typiques de la conductivité hydraulique K (modifié de Freeze and Cherry 1979) et potentiel des aquifères (bon, moyen, faible) selon les valeurs de K.

■ **La transmissivité T** : correspond au produit de la conductivité hydraulique par l'épaisseur de l'aquifère. Elle s'exprime en surface par unité de temps [m²/s].

■ **Le coefficient d'emménagement S** : reflète le volume d'eau qu'une unité perméable peut emmagasiner, ou libérer, par unité de surface pour un changement unitaire de la charge hydraulique. Ce paramètre est sans unité.





# PROPRIÉTÉS HYDRAULIQUES DES MILIEUX AQUIFÈRES GRANULAIRES

Conductivité hydraulique K

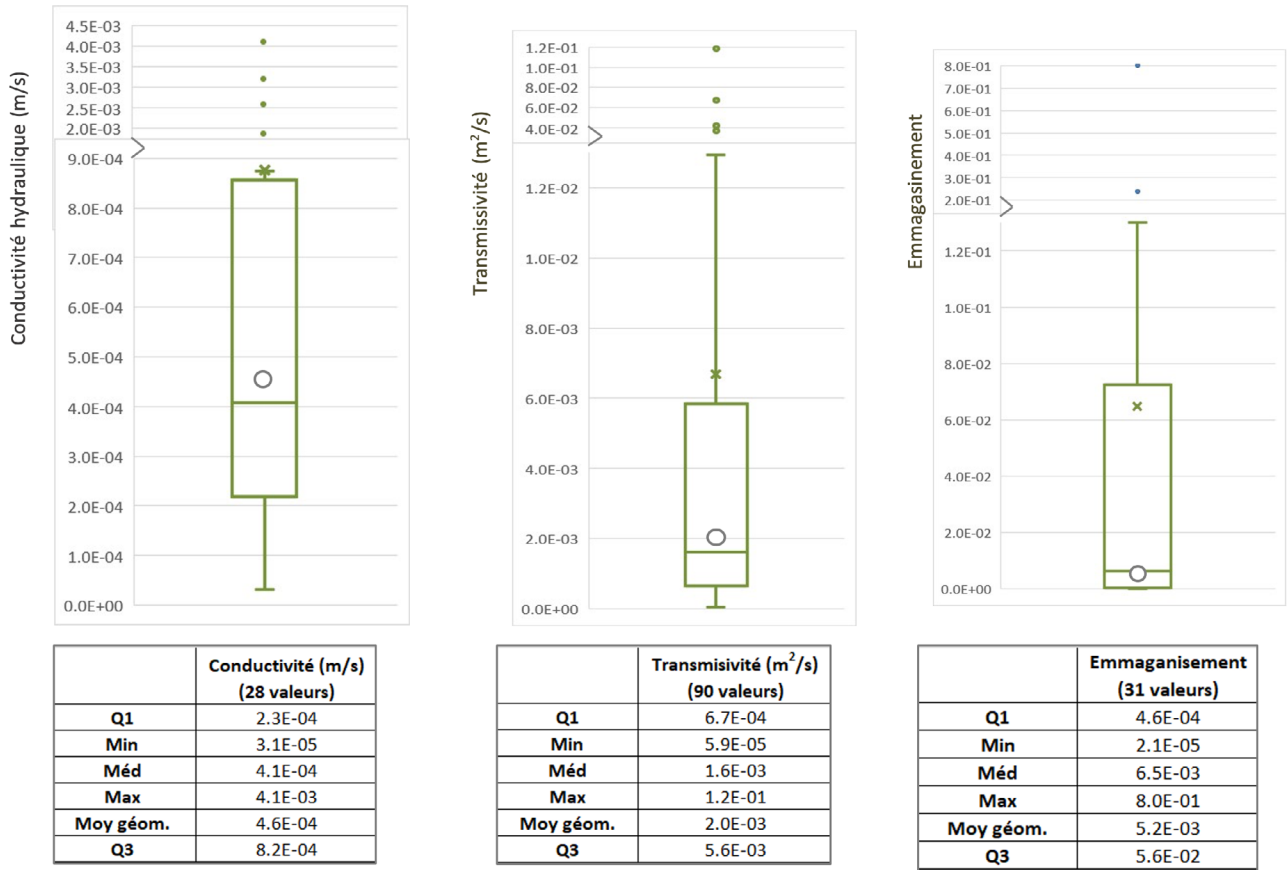
La conductivité hydraulique des aquifères granulaires varie entre  $3,1 \cdot 10^{-5}$  et  $4,1 \cdot 10^{-3}$  m/s avec une moyenne géométrique de  $4,6 \cdot 10^{-4}$  m/s et une valeur médiane de  $4,1 \cdot 10^{-4}$  m/s. La valeur moyenne correspond aux sables moyens. Cette valeur est cohérente avec la géologie dominée par des sédiments deltaïques, littoraux, alluviaux et fluvioglaciaux qui sont composés de sables, sables graveleux, des sables silteux et des graviers.

Transmissivité T

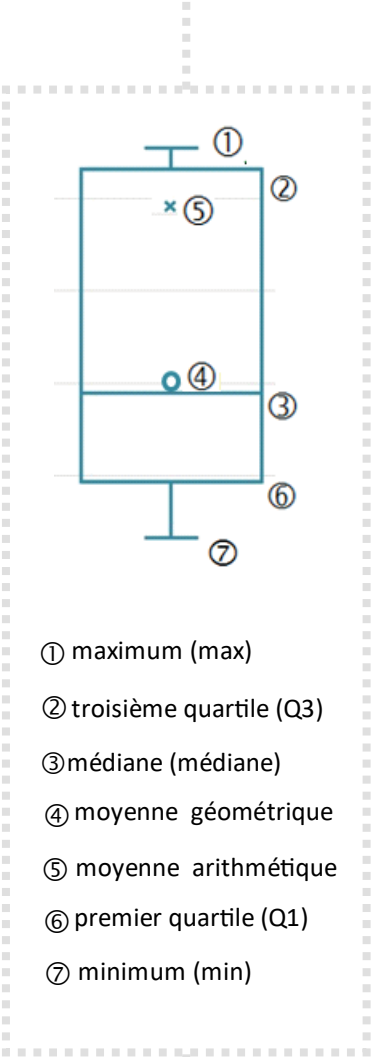
La transmissivité des aquifères granulaires varie entre  $5,9 \cdot 10^{-5}$  et  $1,2 \cdot 10^{-1}$  m<sup>2</sup>/s avec une moyenne géométrique de  $2,0 \cdot 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s et une valeur médiane de  $1,6 \cdot 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s. Les valeurs de transmissivité des sédiments granulaires correspondent à celles de relativement bons aquifères.

Emmagasinement S

L'emmagasinement des aquifères granulaires varie entre  $2,1 \cdot 10^{-5}$  et 0,8 avec une moyenne géométrique de  $5,2 \cdot 10^{-3}$  et une valeur médiane de  $6,5 \cdot 10^{-3}$ . Les données récoltées sur le territoire ont des valeurs associées à des aquifères captifs et des aquifères libres.



Distribution des valeurs des propriétés hydrauliques dans les aquifères granulaires.



# PROPRIÉTÉS HYDRAULIQUES DES MILIEUX AQUIFÈRES DE ROC FRACTURÉ

Conductivité hydraulique K

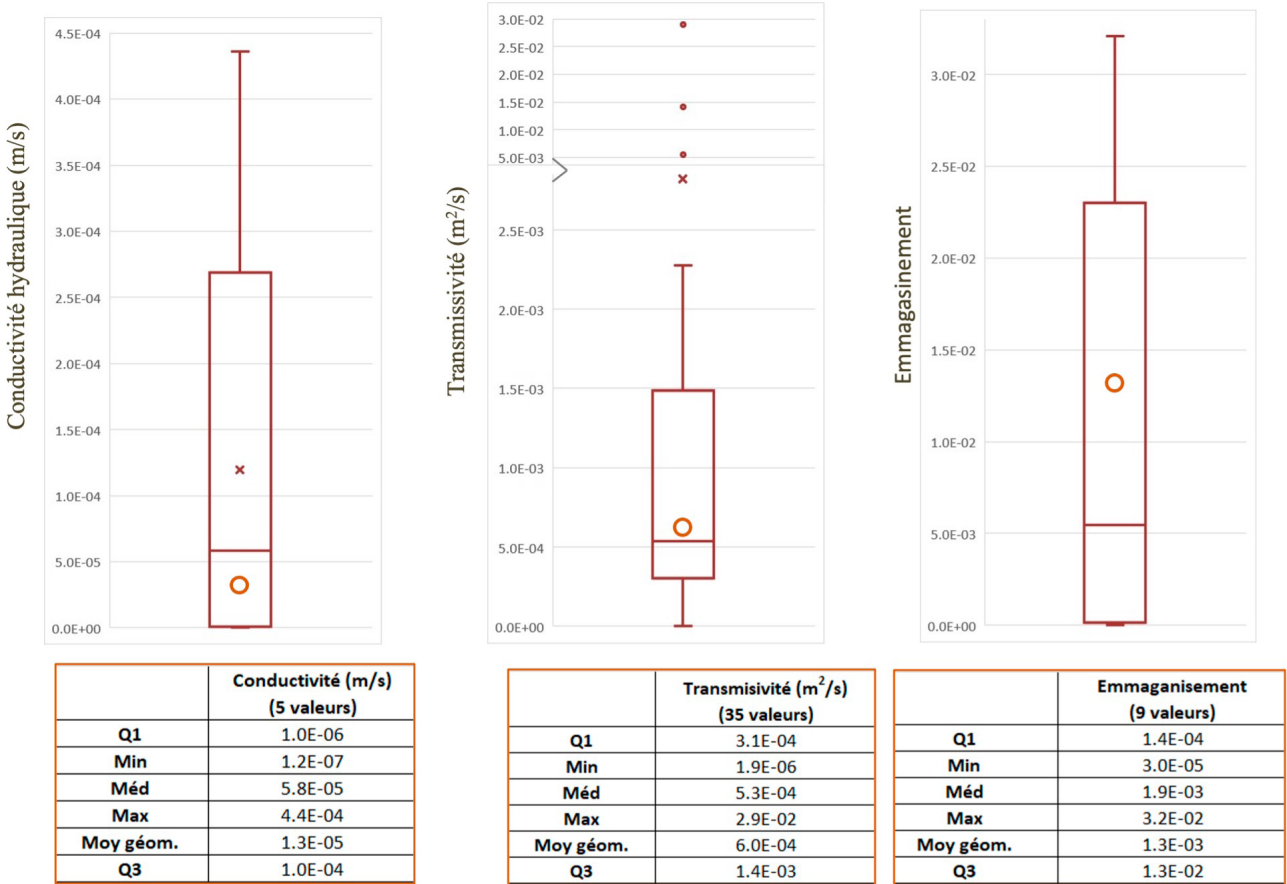
La conductivité hydraulique des aquifères de roc fracturé varie entre  $1,2 \cdot 10^{-7}$  et  $4,4 \cdot 10^{-4}$  m/s avec une moyenne géométrique de  $1,3 \cdot 10^{-5}$  m/s et une valeur médiane de  $5,8 \cdot 10^{-5}$  m/s. Selon la charte de conductivités hydrauliques de Freeze et Cherry (1979), les données ont des valeurs de conductivité hydraulique qui correspondent à des roches relativement bien fracturées et perméables. Cette constatation est cohérente, car les valeurs de conductivité hydraulique proviennent de roches cristallines fracturées, de calcaires fracturés (non karstifiés) et de grès. Ces deux derniers milieux aquifères sont des roches en général relativement perméables.

Transmissivité T

La transmissivité des aquifères de socle rocheux fracturé varie entre  $1,9 \cdot 10^{-6}$  et  $2,9 \cdot 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s avec une moyenne géométrique de  $6,0 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s et une valeur médiane de  $5,3 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s. Les valeurs de transmissivité des roches fracturées correspondent à celles d'aquifères moyens à bons.

Emmagasinement S

L'emmagasinement des aquifères de socle rocheux fracturé varie entre  $3,0 \cdot 10^{-5}$  et  $3,2 \cdot 10^{-2}$  avec une moyenne géométrique de  $1,3 \cdot 10^{-3}$  et une valeur médiane de  $1,9 \cdot 10^{-3}$ . 5,2\*10<sup>-3</sup> et une valeur médiane de 6,5\*10<sup>-3</sup>. Les données récoltées sur le territoire ont des valeurs associées à des aquifères captifs et des aquifères libres.



Distribution des valeurs des propriétés hydrauliques dans les aquifères de roc fracturé.



## RECHARGE ET RÉSURGENCE

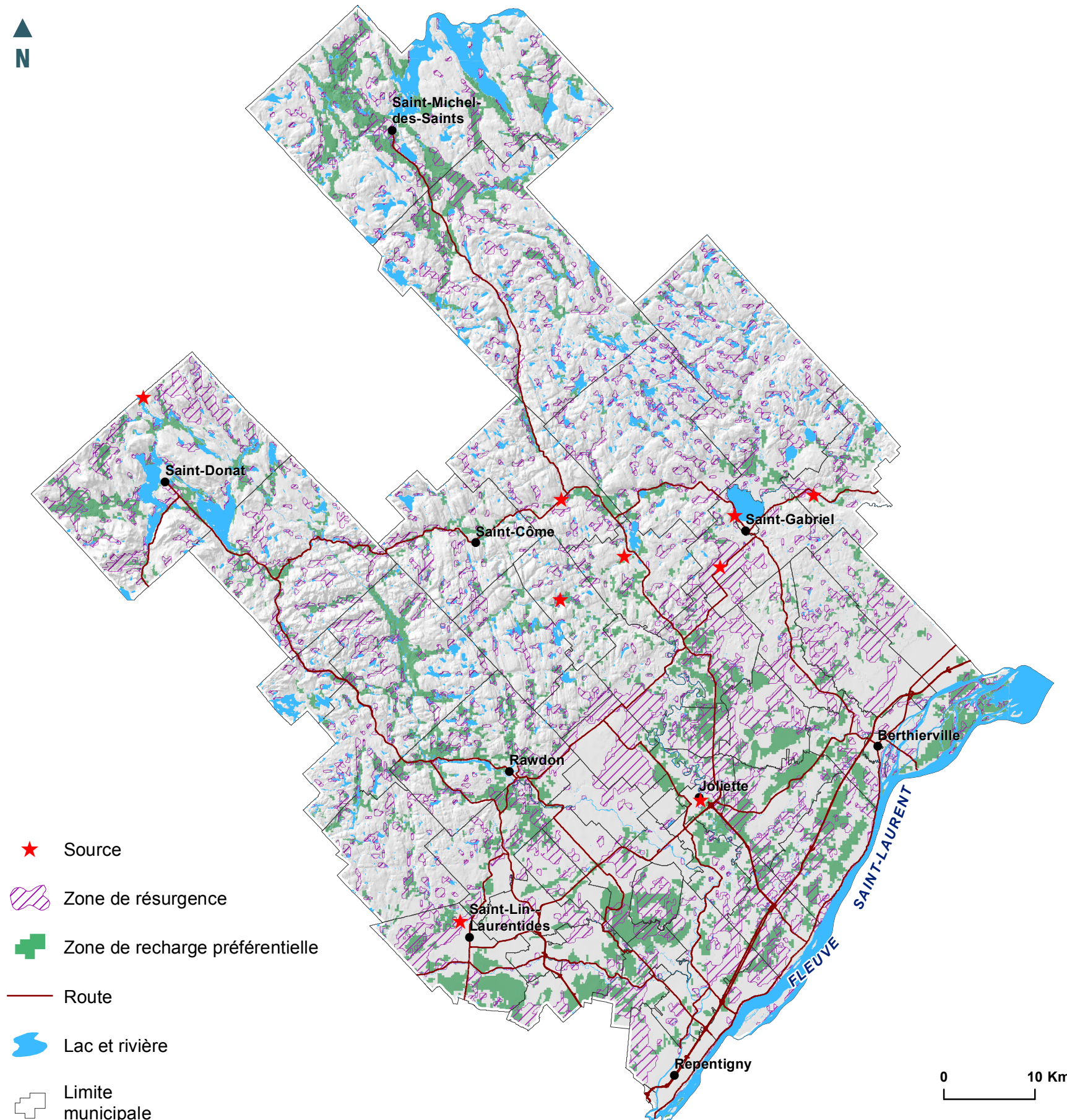
La **recharge** est le processus par lequel la zone saturée d'un milieu aquifère reçoit un apport d'eau extérieur. Cet apport est direct au milieu (à partir de la surface) ou indirect par l'intermédiaire d'un milieu aquifère sus-jacent. L'estimation de la recharge est nécessaire pour évaluer les quantités d'eau disponible dans un aquifère, car les quantités d'eau qui peuvent être prélevées de façon durable dépendent de son niveau de renouvellement.

Une **résurgence** est un terme hydrologique qui caractérise la réapparition en surface d'un cours d'eau suite à un certain parcours souterrain. Ce terme appliqué aux eaux souterraines caractérise la transition d'une eau souterraine à une eau de surface. Les résurgences sont de deux types :

- Les sources, qui sont un phénomène ponctuel d'émergence naturelle de l'eau souterraine à la surface, très fréquent dans les milieux aquifères fracturés. Ce phénomène est apparent lorsque la surface piézométrique de la nappe contenue dans un aquifère se situe au-dessus du niveau du sol.
- Les phénomènes de lignes de suintements qui correspondent à un écoulement lent et diffus de l'eau souterraine en surface. Ces phénomènes sont le plus souvent observés sur des versants abrupts de certains escarpements.

Les **zones de recharge préférentielles** correspondent aux parties du territoire où l'on retrouve les plus grandes capacités d'infiltration de l'eau. Elles ont été établies à partir des limites des milieux aquifères de dépôts meubles présents en surface desquelles ont été soustraites les zones affichant un ratio inférieur à **25%** des précipitations annuelles converties en recharge. Ces zones (zones vertes) représentent une subdivision des zones de forte recharge, caractéristiques de zones de forte infiltration et correspondent grossièrement à des **secteurs à protéger**.

- Dans les **Hautes-Terres**, les zones de résurgence se situent principalement dans le fond des vallées puisque la hauteur du toit de la nappe se trouve généralement au-dessus de la surface du sol. C'est aussi dans le fond des vallées que se retrouvent les zones de recharge préférentielle c'est à ces endroits que sont généralement accumulées les plus grandes proportions de sédiments perméables.
- Dans les **Basses-Terres**, c'est quelque peu différent. Même si la topographie est plane, la présence d'argile en surface empêche l'infiltration des précipitations dans le sol et favorise plutôt le ruissellement. Toutefois, lorsqu'il y a présence d'une couche de sable en surface, les données quantitatives de recharge sont plus élevées et définissent des zones de recharge préférentielles.





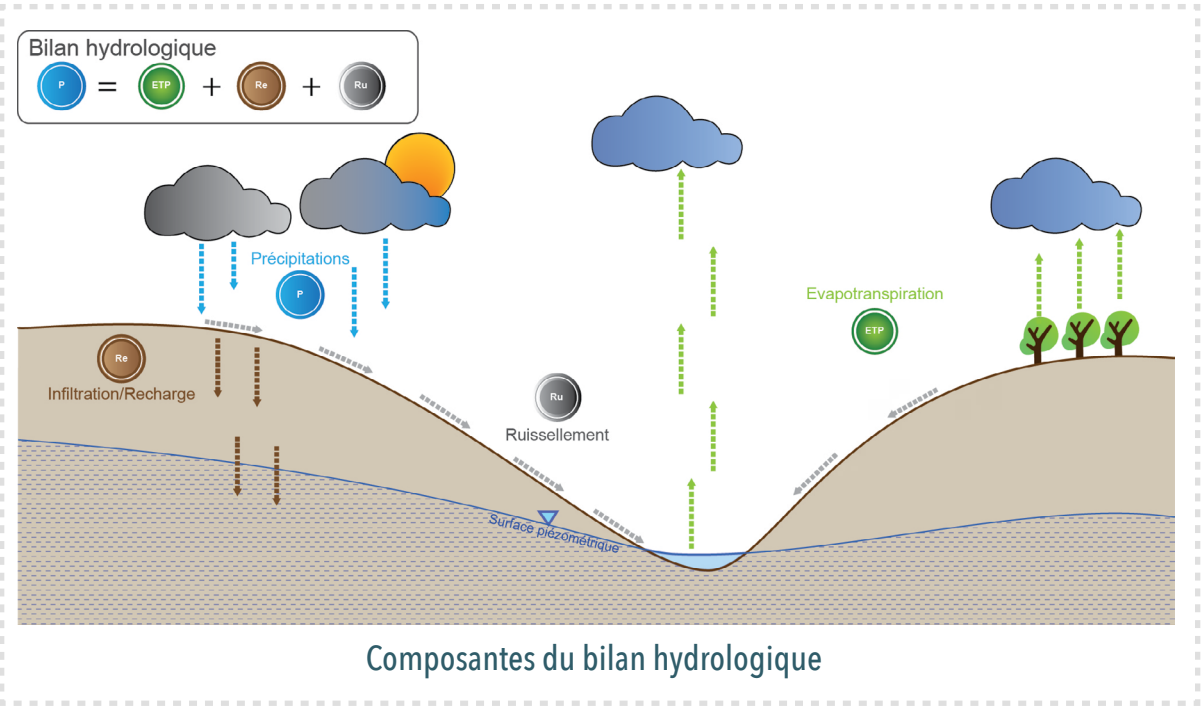
# RECHARGE ANNUELLE

La carte de **recharge annuelle** présente les valeurs de recharge estimée pour des cellules de 250x250m sur l'ensemble du territoire en millimètres par année (mm/an). Les valeurs de la recharge sont une moyenne calculée sur 10 ans soit les valeurs calculées de 2000 à 2009.

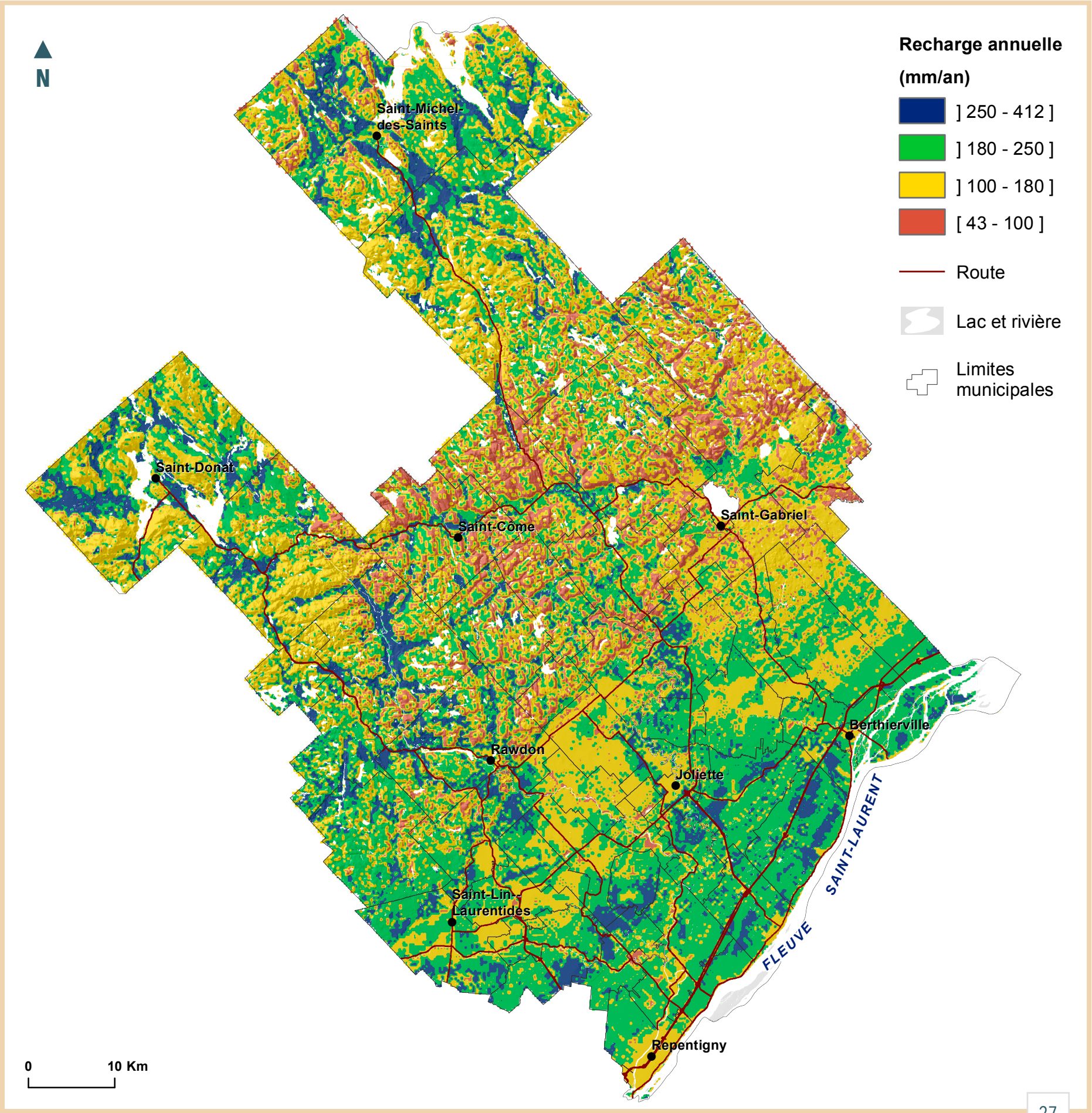
■ Comment évalue-t-on la recharge ?

Puisque la recharge est un des paramètres qui composent le cycle de l'eau, sa valeur peut être estimée à partir de l'équation du **bilan hydrologique** : la quantité d'eau disponible pour l'**infiltration** et la **recharge (Re)** des milieux aquifères est régie par les quantités de **précipitation (P)** ou les **apports verticaux (Av)**, l'**évaporation** et la **transpiration** du couvert végétal (**ETP**) et par le **ruissellement (Ru)**.

L'estimation de la recharge (Re) a donc été effectuée par le calcul du bilan hydrologique nécessitant l'estimation des autres paramètres du bilan hydrologique (Av, ETP et Ru).



Tel que montrées sur la carte, les valeurs de recharge sur le territoire de Lanaudière varient entre **43 mm/an** et **412 mm/an**. Les zones de **forte recharge** sont celles où la recharge annuelle est estimée **supérieure à 250 mm**. Ces zones sont représentatives des vallées dans les Hautes-Terres et de certains secteurs dans les Basses-Terres. La présence de sols favorisant l'infiltration de l'eau et les faibles pentes favorisent ces valeurs de recharge élevées.

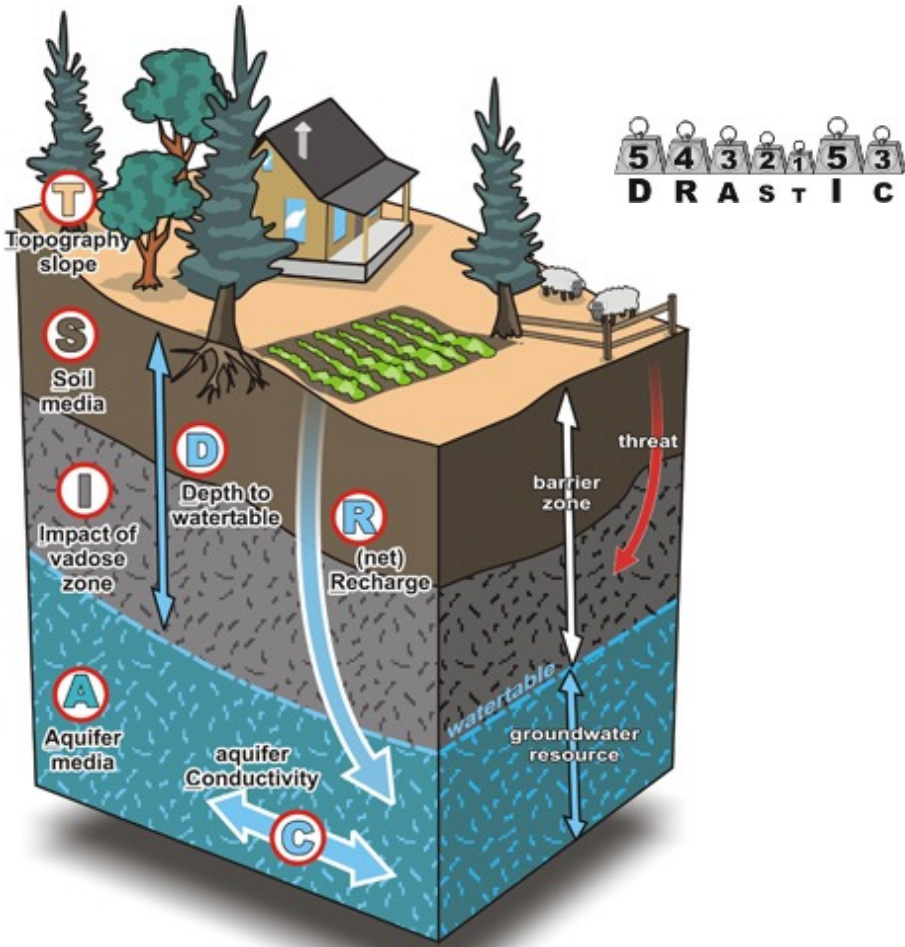




# VULNÉRABILITÉ SELON L'INDICE DRASTIC

La vulnérabilité se définit comme étant « la sensibilité de l'aquifère à toute contamination provenant du sol »

La vulnérabilité des eaux souterraines à la contamination de surface pour le territoire de Lanaudière est définie d'après la méthode DRASTIC. Cette méthode paramétrique pondérée a été développée par la U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA). Elle est basée sur la pondération de sept paramètres dont la première lettre de chacun définit l'acronyme « DRASTIC ». Les valeurs obtenues pour chaque paramètre sont additionnées et leur somme donne une valeur caractéristique de la vulnérabilité des eaux souterraines à la contamination (Aller et al., 1987).



Représentation schématisée de la méthode DRASTIC et de la pondération des paramètres à la base de son évaluation (modifié de Franklin et Turner, GSC, 2009).

Chaque paramètre est défini par :

- **SA COTE** qui correspond à un intervalle de valeurs (variables quantitatives) attribué à un type de milieu (variables qualitatives) et qui sont croissantes de 1 à 10 suivant l'impact de la valeur du paramètre sur l'estimation de l'indice de vulnérabilité.
- **SON POIDS** qui varie de 1 à 5 et qui pondère l'importance relative d'un paramètre d'après l'importance du processus physique qu'il représente influençant le caractère vulnérable ou non d'un aquifère.

L'indice de vulnérabilité est par la suite déterminé par la somme du produit des cotes (indice R : rating) et du poids (indice W : weight) attribués aux différents paramètres.

$$\text{Indice DRASTIC} = D_R D_W + R_R R_W + A_R A_W + S_R S_W + T_R T_W + I_R I_W + C_R C_W$$

## ■ Paramètre D - Profondeur de la nappe (poids = 5)

Ce paramètre correspond à la profondeur du toit de la nappe d'eau souterraine à partir de la surface du sol. Son poids (5) est traduit l'importance du temps de transfert de polluants de la source de pollution en surface vers les eaux souterraines. En effet, plus la nappe est profonde, plus le temps parcouru par un polluant pour atteindre la surface de la nappe sera long. La cote pour l'indice de vulnérabilité est, de ce fait, inversement proportionnelle à la profondeur de la nappe.

## ■ Paramètre R - Recharge (4)

Ce paramètre reflète le taux de recharge annuelle qui percole à travers la zone non saturée pour atteindre la nappe. Son poids (4) est le deuxième en importance puisque la recharge donne la quantité d'eau infiltrée et représente donc le principal vecteur pour le transport des contaminants à partir de la surface.

## ■ Paramètre A - Milieu aquifère (3)

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 poreux, plus les circulations d'eau sont rapides et plus la vulnérabilité sera élevée. Le milieu aquifère est un paramètre qualitatif et subjectif et son poids est de 3. Dans l'évaluation de la vulnérabilité des aquifères, le paramètre A (milieu aquifère) représente le premier milieu aquifère intercepté à partir de la surface du terrain.

## ■ Paramètre S - Type de sol (2)

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.

## ■ Paramètre T - Pente du sol (1)

La pente du sol est un élément contrôlant le ruissellement, ce qui influence la recharge de l'aquifère. Le faible poids (1) du paramètre de la pente provient en partie de son utilisation antérieure dans le calcul de la recharge qui est elle-même un paramètre intrant de la méthode DRASTIC.



### Paramètre I - Impact de la zone vadose (5)

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, les cartes géologiques (roc et dépôts de surface) ont été utilisées pour identifier cet environnement.

### Paramètre C - Conductivité hydraulique (3)

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 données matricielles initiales utilisées pour le paramètre (C) correspondent aux données matricielles du paramètre (A) auxquelles sont attribuées des valeurs différentes correspondant à la conductivité hydraulique.

Selon le Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection (RPEP) du MELCC, la vulnérabilité est :

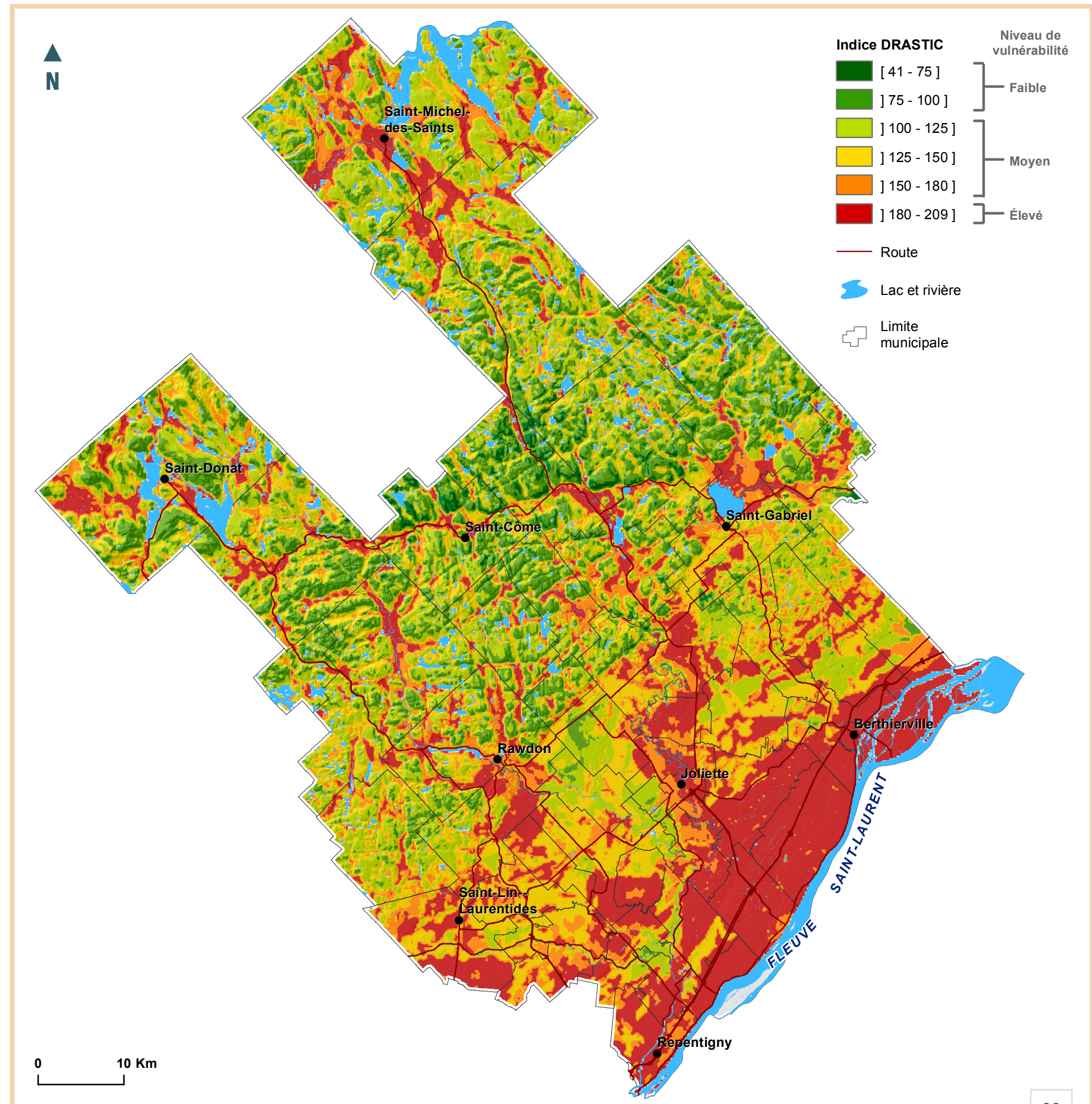
- faible lorsque l'indice de vulnérabilité est inférieur ou égal à 100 ;
- moyenne lorsque l'indice de vulnérabilité est supérieur à 100 et inférieur ou égal à 180 ;
- élevée lorsque l'indice de vulnérabilité est supérieur à 180.

Les secteurs où la **vulnérabilité est moyenne** correspondent aux suivants :

- dans les Hautes-Terres, en bordure de certaines vallées ;
- dans les Basses-Terres, aux endroits où l'argile est affleurante et où du till en couverture continue est cartographié.

Les secteurs où la **vulnérabilité est élevée** se trouvent principalement :

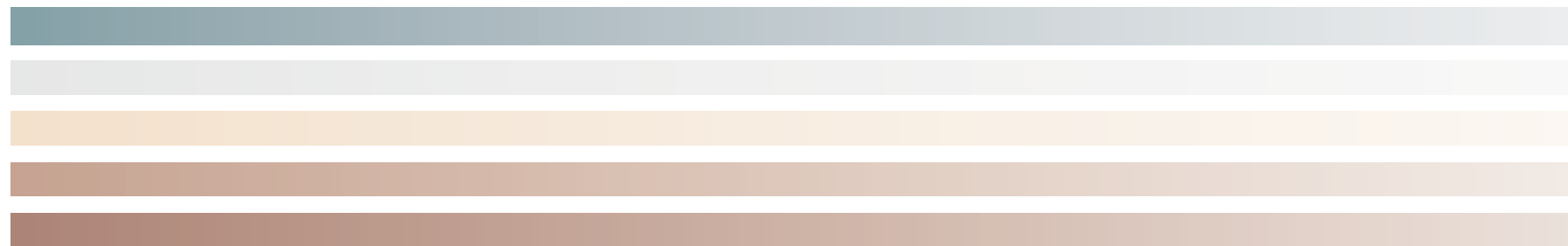
- dans le sud des Basses-Terres, soit là où il y a présence d'une couche de sable perméable en surface, une topographie relativement plane et où la nappe d'eau souterraine est nécessairement près de la surface.
- dans le fond des vallées des Hautes-Terres, là où l'élévation est faible et où les dépôts de surface perméables sont généralement d'origine fluvioglaciaire. Ces secteurs correspondent aussi à des zones préférentielles d'infiltration et de recharge.



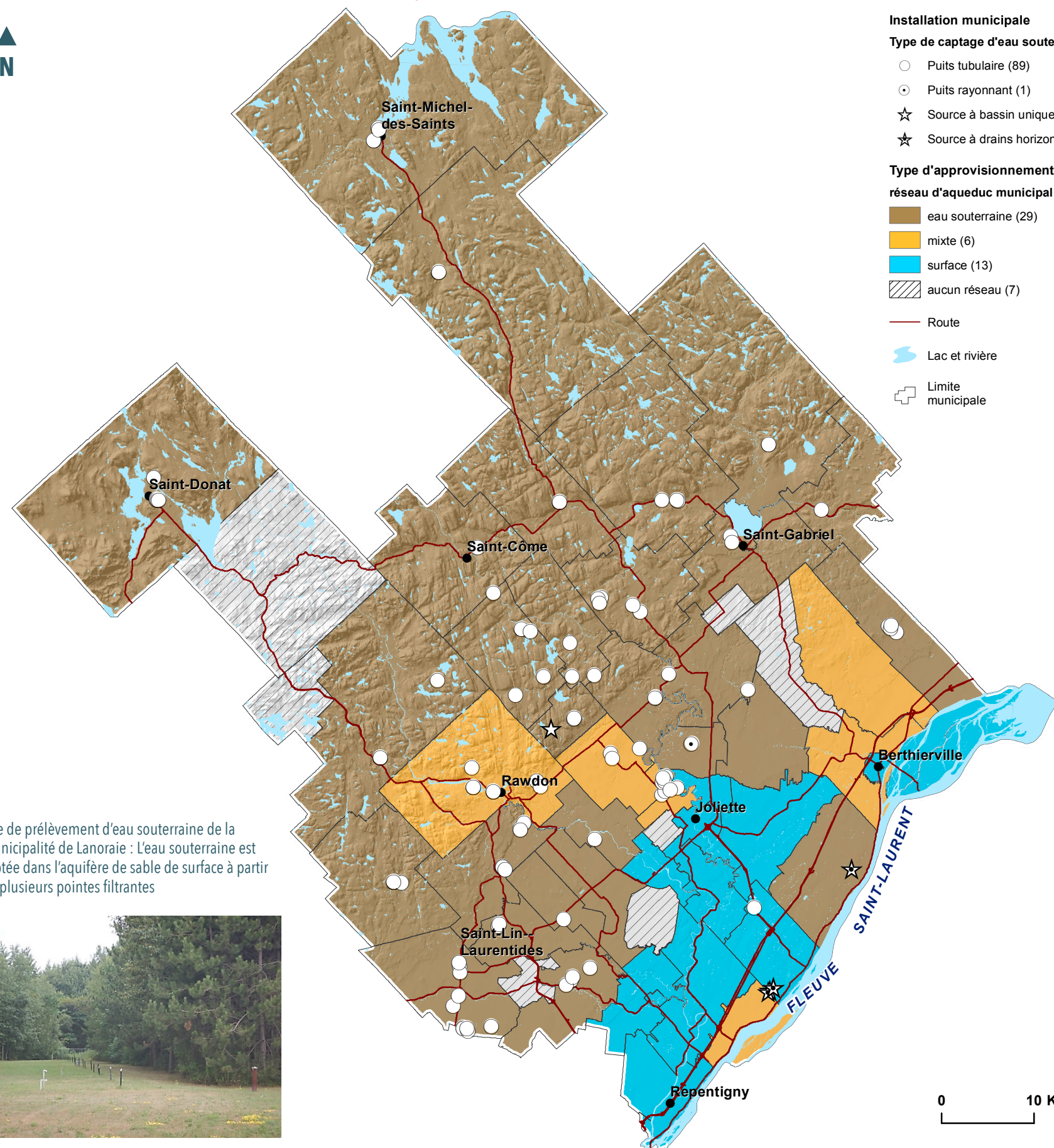




# ÉTAT DE LA RESSOURCE EN EAU







Site de prélèvement d'eau souterraine de la municipalité de Lanoraie : L'eau souterraine est captée dans l'aquifère de sable de surface à partir de plusieurs pointes filtrantes



© CERM-PACES 2022

# ÉTAT DE LA RESSOURCE EN EAU

## UTILISATION DE L'EAU

### ■ CAPTAGES MUNICIPAUX

Les prélèvements d'eau pour le territoire de Lanaudière répondent premièrement à un besoin d'alimentation en eau potable. La plupart des municipalités possèdent leurs propres installations de prélèvement et de distribution d'eau destinée à l'alimentation en eau potable. Les réseaux municipaux alimentent une proportion importante de foyers et de personnes en eau potable.

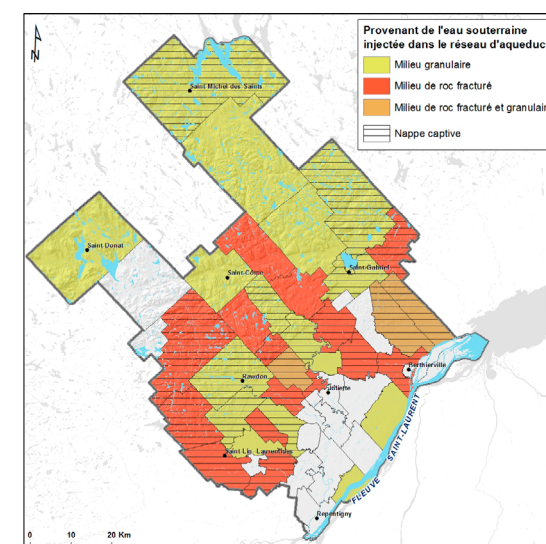
**35 municipalités** parmi les 55 municipalités du territoire de Lanaudière, approvisionnent en entier ou en partie **leur réseau d'aqueduc via une source d'eau souterraine** ce qui représente **64%** des municipalités présentes sur le territoire à l'étude.

Toutes les municipalités situées dans les Hautes-Terres, le piedmont et au nord des Basses-Terres sont en **eau souterraine** ou en approvisionnement **mixte**. La majorité des municipalités au sud du territoire approvisionne leur réseau via une source d'**eau de surface** mise à part les municipalités de Saint-Sulpice, Lanoraie, Sainte-Genève-de-Berthier, Saint-Cuthbert et Saint-Barthélemy.

Sur les **35 municipalités** approvisionnant leur réseau d'aqueduc via une source d'eau souterraine :

- **17 municipalités** distribuent l'eau provenant d'un **aquifère granulaire**;
- **15 municipalités** distribuent l'eau provenant d'un **aquifère de roc fracturé**;
- **3 municipalités** distribuent de l'eau provenant d'un **aquifère granulaire et d'un aquifère de roc fracturé**;

Sur les 35 municipalités approvisionnant leur réseau d'aqueduc via une source d'eau souterraine ou mixte, 22 municipalités distribuent dans leur réseau une eau souterraine en nappe captive.





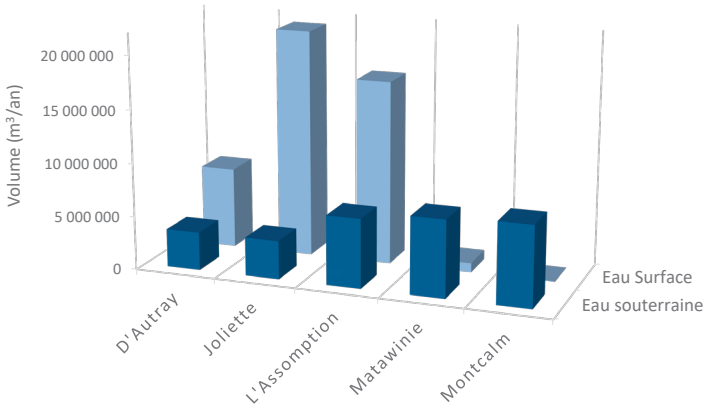
ESTIMATION DES QUANTITÉS D'EAU SOUTERRAINE ET D'EAU DE SURFACE PRÉLEVÉES PAR MRC

Plus de **75 000 000 m³** d'eau sont consommés annuellement sur l'ensemble du territoire de Lanaudière. Les MRC utilisant le plus d'eau sont les deux MRC les plus peuplées de la région soit la MRC de Joliette et de L'Assomption avec des volumes sensiblement égaux et totalisant près de 50 000 000 m³/an.

Les 2/3 de l'eau utilisée pour l'ensemble du territoire proviennent d'eau de surface et l'autre 1/3 provient d'eau souterraine. Pour la MRC de Joliette la consommation en eau de surface est nettement plus élevée que celle en eau souterraine avec un pourcentage de 86%. L'opposé est noté dans la consommation des MRC de Matawinie et Montcalm puisque ces MRC prélèvent presque uniquement de l'eau souterraine avec des proportions de 89% et 99.5% respectivement.

MRC	Eau de surface utilisée annuellement		Eau souterraine utilisée annuellement		Consommation totale eau de surface et souterraine	
	m³/an	%¹	m³/an	%¹	m³/an	%²
D'Autray	7 555 844	68	3 573 605	32	11 129 449	15
Joliette	21 319 611	86	3 597 381	14	24 916 992	33
L'Assomption	17 181 683	73	6 493 761	27	23 675 444	31
Matawinie	865 809	11	7 243 985	89	8 109 794	11
Montcalm	38 008	0.5	7 591 017	99.5	7 629 025	10
TOTAL	46 960 955	62	28 499 748	38	75 460 704	100

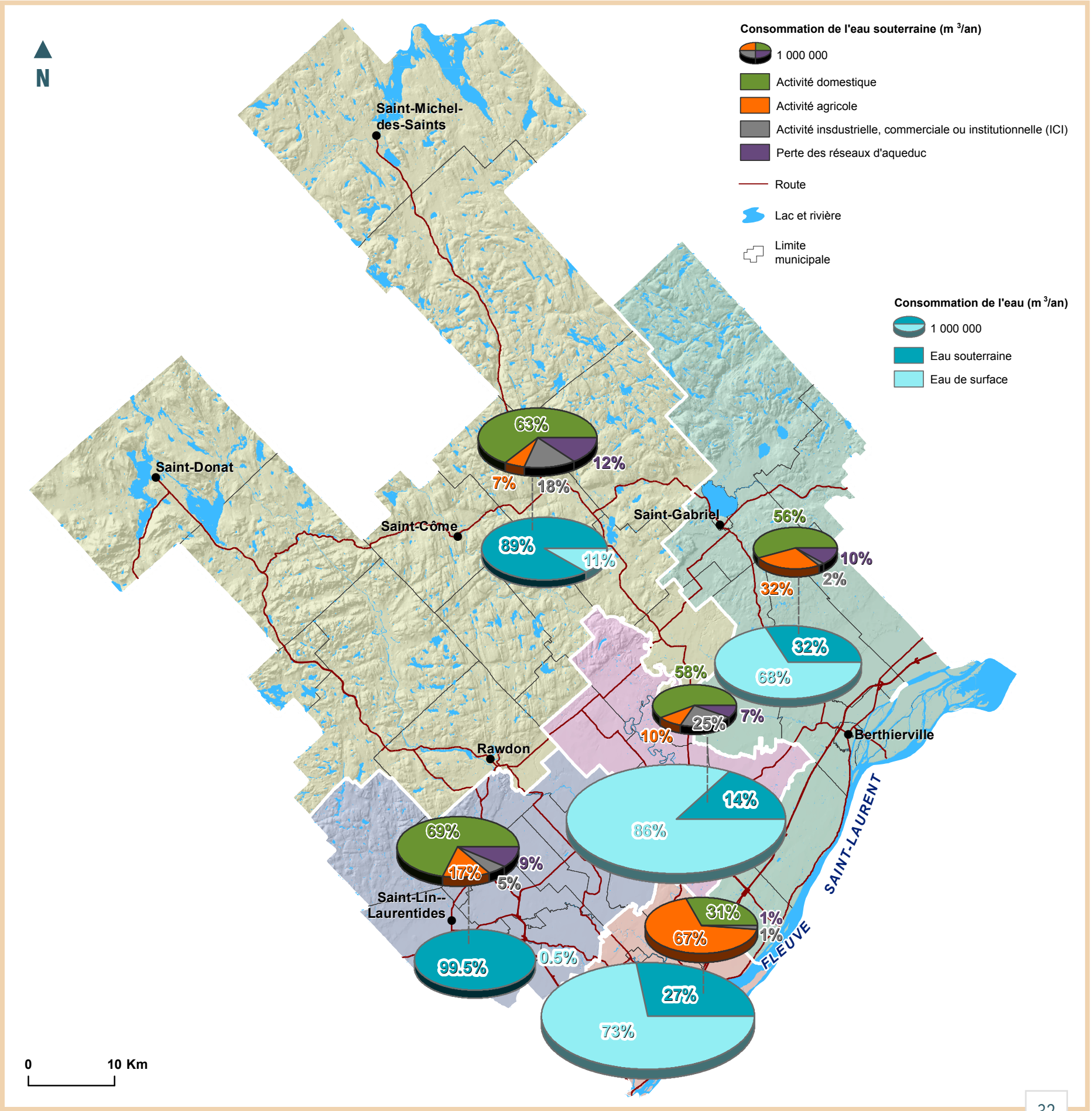
¹ Les % se lisent par MRC.  
² Le % correspond à la consommation totale pour le territoire de Lanaudière.



Près de 100% de l'eau prélevée sur le territoire de la MRC de Montcalm provient d'eau souterraine.

Sur le territoire de la MRC de Matawinie la consommation est à 89% d'eau souterraine et à 11% d'eau de surface.

L'eau de surface représente une proportion plus élevée que l'eau souterraine pour les trois autres MRC, soit 68% pour la MRC D'Autray, 86% pour la MRC de Joliette et 73% pour la MRC de L'Assomption.



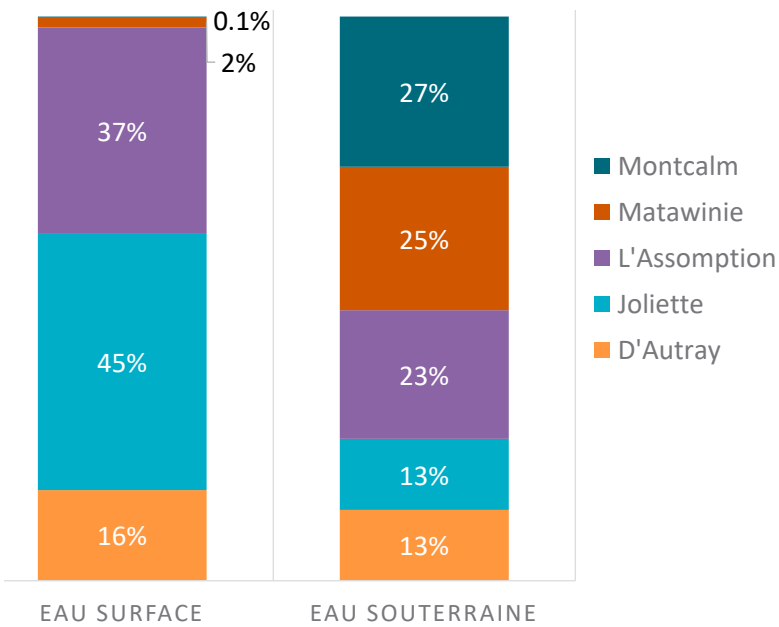


■ Utilisation régionale de l'eau de surface et de l'eau souterraine

La MRC qui prélève la plus grande proportion de l'eau de surface sur le territoire de Lanaudière est la MRC de Joliette avec un pourcentage de 45%. Les MRC prélevant le plus d'eau souterraine sont celles de Montcalm, Matawinie et L'Assomption avec chacune des proportions autour de 25% du total de l'eau souterraine utilisée.

Les MRC de L'Assomption, Matawinie et Montcalm utilisent le quart de l'eau souterraine utilisée sur territoire de Lanaudière pour des pourcentages de population de 37%, 15% et 16% respectivement.

Les MRC D'Autray et Joliette utilisent 13% de toute l'eau souterraine et leur population correspond à respectivement 13% et 20% de la population totale.

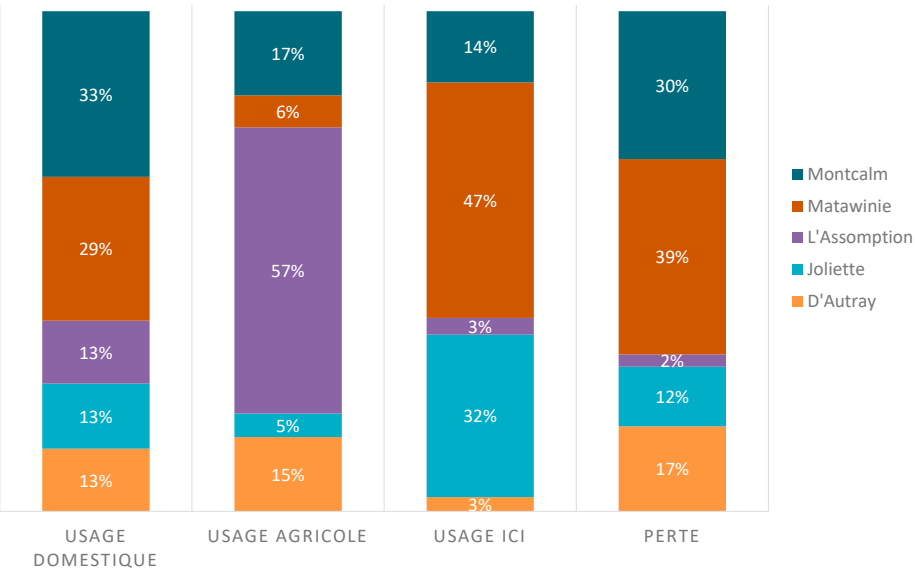


■ ESTIMATION DES QUANTITÉS D'EAU SOUTERRAINE PRÉLEVÉE PAR CATÉGORIES D'USAGE

Le volume total d'eau souterraine utilisée s'estime à 6 296 592 m³/an :

- 56% de ce volume sert à l'alimentation en eau potable pour usage **domestique**;
- 27% sert pour l'approvisionnement en eau souterraine pour l'usage **agricole**;
- 10% sert à l'approvisionnement en eau potable pour la catégorie des **ICI** (Industriel-Commercial-Institutionnel);
- 7% du volume total correspond à des **fuites** des réseaux de distribution.

■ Utilisation régionale de l'eau souterraine selon les types d'usage



Plus de la moitié de la consommation de l'eau souterraine régionale pour l'usage agricole est utilisée sur le territoire de la MRC de L'Assomption;

49% de la consommation d'eau souterraine ICI est utilisée par la MRC de Matawinie;

33% de la consommation d'eau souterraine pour l'usage domestique provient de la MRC de Montcalm suivi de près par la MRC de Matawinie avec 29%.

MRC	POPULATION <sup>3</sup>		USAGE DOMESTIQUE <sup>4</sup>		USAGE AGRICOLE <sup>5</sup>		USAGE ICI <sup>6</sup>		PERTES EN RÉSEAU <sup>7</sup>		TOTAL	
	Nombre	% <sup>1</sup>	m³/an	% <sup>1</sup>	m³/an	% <sup>2</sup>	m³/an	% <sup>1</sup>	m³/an	% <sup>1</sup>	m³/an	% <sup>2</sup>
D'Autray	44 168	13	1 992 991	56	1 128 925	32	79 452	2	372 236	10	3 573 605	13
Joliette	70 376	20	2 068 729	58	356 287	10	911 352	25	261 013	7	3 597 381	13
L'Assomption	128 532	37	1 999 561	31	4 346 526	67	93 898	1	53 776	1	6 493 761	23
Matawinie	51 242	15	4 580 659	63	486 704	7	1 320 940	18	855 682	12	7 243 985	25
Montcalm	57 723	16	5 267 224	69	1 277 844	17	398 649	5	647 300	9	7 591 017	27
TOTAL	352 041	100	1 992 991	56	7 596 286	27	2 804 291	10	2 190 007	7	28 499 748	100

<sup>1</sup> Les % se lisent par MRC.

<sup>2</sup> Le % correspond à la consommation totale pour le territoire de Lanaudière.

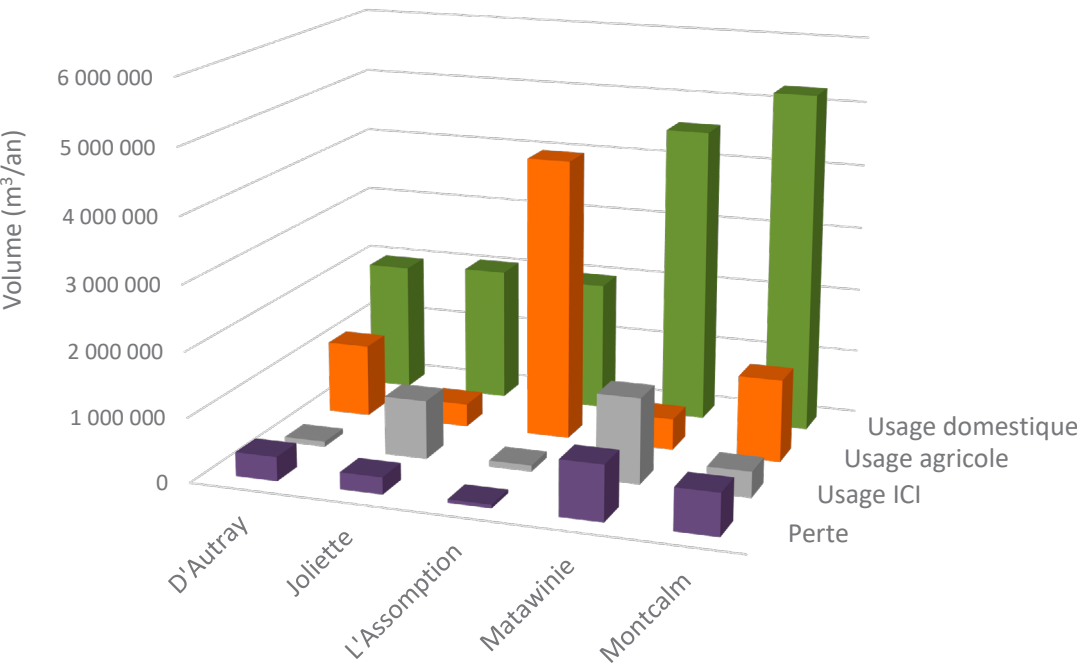
<sup>3</sup> Population des municipalités du Québec, décret de 2021, Institut de la statistique du Québec.;

<sup>4</sup> Le calcul est basé sur une moyenne de 250 L d'eau par personne par jour.;

<sup>5</sup> Données provenant du fichier des grands préleveurs (75 m³ d'eau par jour et plus) (MELCC, 2020) et calculées à partir du portrait de la production animale (MAPAQ, 2020);

<sup>6</sup> Données provenant du fichier des grands préleveurs (75 m³ d'eau par jour et plus) (MELCC, 2020). La différence entre le volume total acheminé dans le réseau d'aqueduc (avec les pertes) et la consommation domestique est présumée ;

<sup>7</sup> Les pertes sont estimées à 20% de la consommation des réseaux d'aqueduc municipaux.





# QUALITÉ DE L'EAU

Les substances indésirables peuvent se retrouver dans l'eau souterraine de façon naturelle en raison des caractéristiques géologiques du milieu ou peuvent découler des activités anthropiques présentes à proximité. Au Québec, le MELCC et Santé Canada définissent respectivement les concentrations maximales permises et recommandées pour différents paramètres physicochimiques et microbiologiques de l'eau potable.

## LES CONCENTRATIONS MAXIMALES PERMISES (CM)

La potabilité de l'eau souterraine, en ce qui concerne les paramètres physico-chimiques (substances inorganiques et organiques), doit respecter les normes (CM) définies par le Règlement sur la qualité de l'eau potable (RQEP, Q-2, r.40) de la Loi sur la qualité de l'environnement du Québec. Les CM sont fixées suite aux recommandations de Santé Canada (CMA) émises pour les contaminants ayant un effet connu sur la santé humaine.

## LES OBJECTIFS ESTHÉTIQUES (OE)

Parmi les paramètres mesurés *in situ* et analysés en laboratoire, certains paramètres sont soumis à des objectifs esthétiques (OE) selon Santé Canada. Les OE ne sont pas reconnus pour avoir des incidences sur la santé, mais ils peuvent être incommodes pour ce qui est du goût, de la couleur et de l'odeur (*i.e* paramètres organoleptiques). Ils peuvent également engendrer de la corrosion ou de l'entartage dans les puits ou dans les réseaux d'alimentation en eau potable. Ils peuvent également avoir une incidence sur la détérioration de la plomberie et des appareils électroménagers.



Photo d'un échantillonnage géochimique d'eau souterraine © CERM-PACES 2022

Paramètre (publié, réaffirmé)	CMA (mg/L)	OE (mg/L)	Norme québécoise 7A (mg/L)
Aluminium (1998)		VOR* : < 0,1 (traitement conventionnel) < 0,2 (autres types de traitement)	
Antimoine (1997)	0.006		0.006
Argent (1986, 2005)	Aucune		
Arsenic (2006)	0,01 ALARA		0.01
Baryum (1990)	1		1
Bore (1990)	5		5
Cadmium (1986, 2005)	0.005		0.005
Calcium (1987, 2005)	Aucune		
Chlore (2009)	Aucune		
Chlorure (1979, 2005)		OE : ≤ 250	
Chrome (1986)	0.05		0.05
Cuivre (2019)	2	OE : 1	1
Fer (1978, 2005)		OE : ≤ 0,3	
Fluorure (2010)	1.5		1.5
Magnésium (1978)	Aucune		
Manganèse (2019)	0.12	OE : ≤ 0,02	
Nitrate (2013)	45 sous forme de nitrate; 10 sous forme d'azote		Nitrates + nitrite = 10
Nitrite (2013)	3 sous forme de nitrite; 1 sous forme d'azote		Nitrates + nitrite = 10
Plomb (2019, 2021)	0.005 ALARA		0.005
Sélénium (2014)	0.05		0.01
Sodium (1979)		OE: ≤ 200	
Strontium (2019)	7		
Sulfates (1994)		OE: ≤ 500	
Sulfure (1992)		OE ≤ 0.05	
Uranium (1999)	0.02		0.02
Zinc (1979, 2005)		OE : ≤ 5,0	

## COMMENT LA QUALITÉ DE L'EAU SE MODIFIE-T-ELLE ?

### Les variations anthropiques

Un grand nombre de substances solubles peuvent intégrer les eaux souterraines à la suite de pollutions ponctuelles ou diffuses.

Suivant l'importance des événements de pollution, la qualité des eaux souterraines peut ainsi être modifiée à court, moyen ou très long terme.

### Les variations naturelles

Naturellement, la matrice dans laquelle circulent les eaux souterraines peut se dissoudre. Cette dissolution engendre une minéralisation des eaux. Ces mécanismes de dissolution sont très lents et encore méconnus.



ANALYSE DES CONCENTRATIONS MAXIMALES (CM)

Lors de la campagne hydrogéochimique du PACES, deux cent dix-huit (218) stations (209 puits et 9 sources) sur le territoire ont été échantillonnées. Un contrôle de qualité sur les analyses chimiques a permis de sélectionner deux cent un (201) échantillons respectant l'électroneutralité des éléments chimiques. Parmi 201 échantillons, trente-six (36) dépassements des CM ou CMA ont été identifiés par la campagne hydrogéochimique.

Les éléments chimiques qui concernent ces dépassements sont :

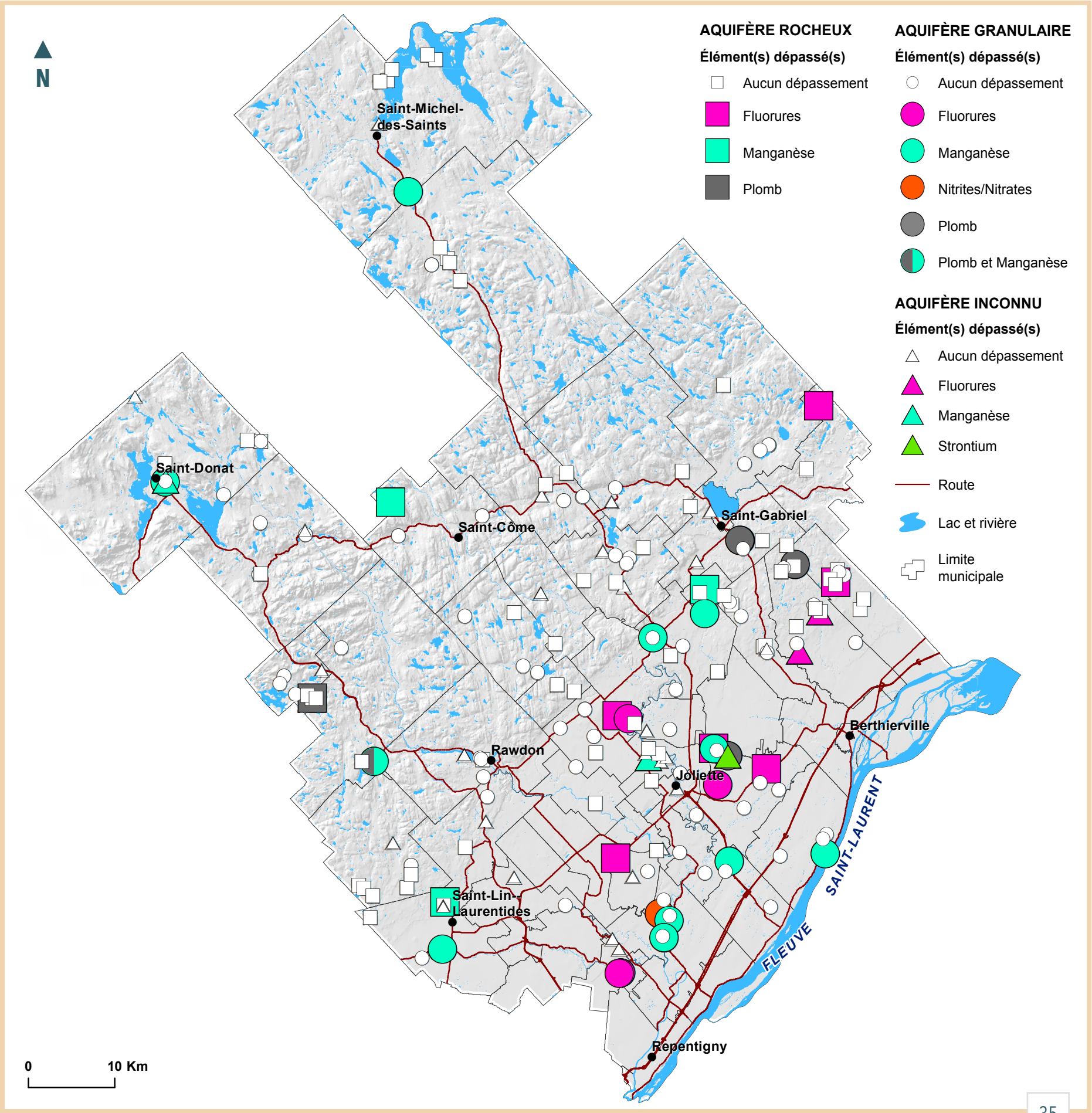
- les fluorures (12 dépassements);
- le plomb (5 dépassements);
- les nitrites-nitrates (1 dépassement);
- le manganèse (17 dépassements de la CMA) et;
- le strontium (1 dépassement de la CMA).

Paramètre	Nombre d'analyse <sup>1</sup>	Nombre de détection	Limite de détection	Minimum <sup>2</sup>	25%	Médiane	75%	Maximum	CM	Nombre de dépassement
F (mg/l)	201	200	0.01	0.005	0.045	0.1	0.43	3.7	1.5	12
Mn*(mg/l)	201	177	0.0004	0.0002	0.0015	0.0069	0.03	1.3	0.12*	17
NO2-NO3 (mg N/l)	201	113	0.02-1.0	0.01	0.01	0.06	0.56	12	10	1
Pb (mg/l)	201	119	0.0001	0.00005	0.00005	0.0002	0.0005	0.016	0.005	5
Sr*(mg/l)	201	199	0.002	0.001	0.084	0.16	0.44	9.9	7*	1

\*Paramètre possédant une CMA recommandée par Santé Canada, mais non régi actuellement par une CM dans le RQEP.

<sup>1</sup> Au total, 218 puits ou sources ont été échantillonnés, mais seuls 201 échantillons respectant l'électroneutralité (EN) ont été évalués.

<sup>2</sup> Une concentration égale à la moitié de la limite de détection a été considérée pour les éléments non détectés.





ANALYSE DES OBJECTIFS ESTHÉTIQUES

Parmi les deux cent un (201) échantillons sélectionnés sur le territoire, deux cent cinquante-trois (253) dépassements des objectifs esthétiques (OE) ont été identifiés par les campagnes hydrogéochimiques. Des dépassements ont été observés pour :

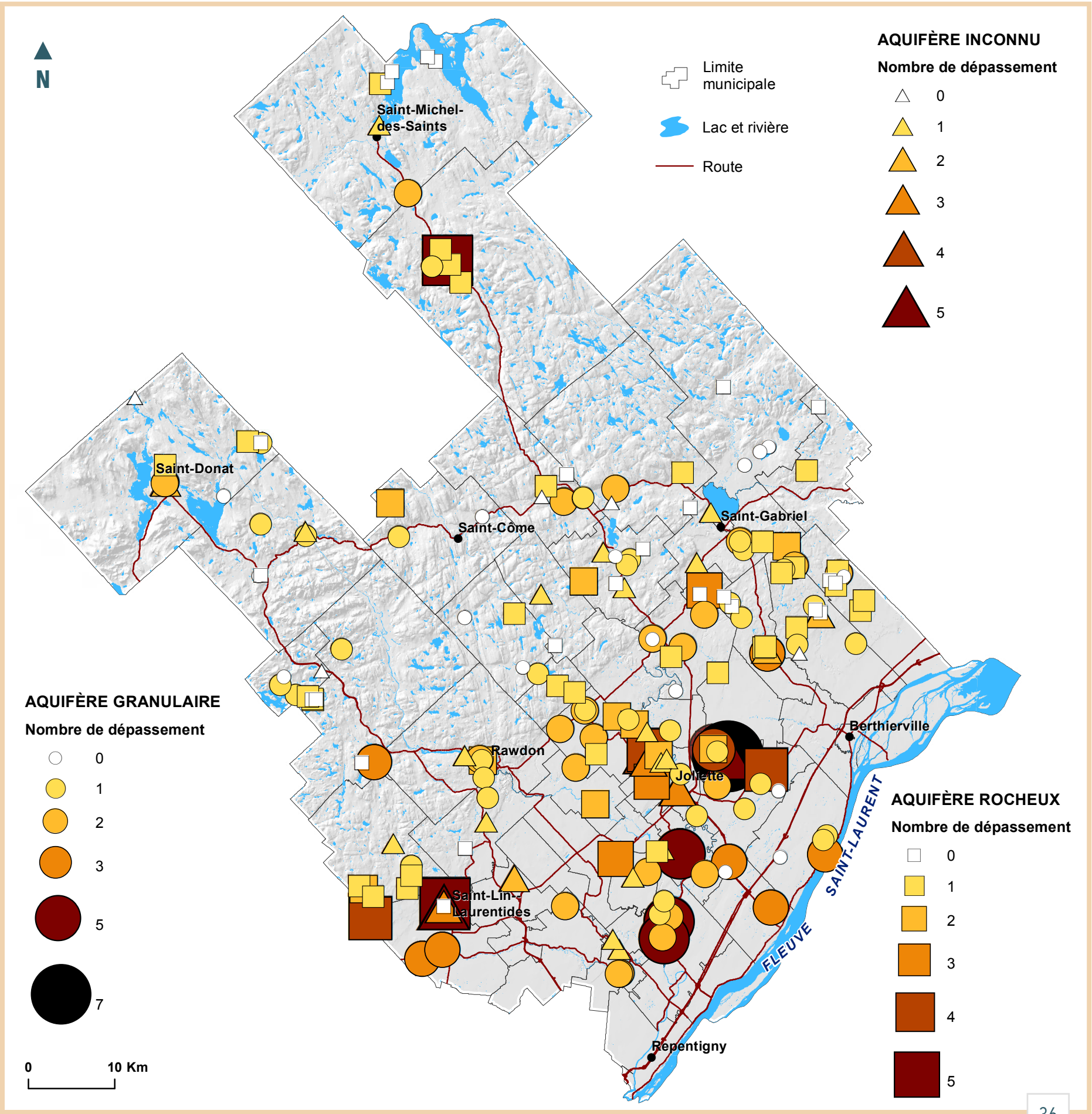
- l'aluminium (1 dépassement);
- les chlorures (8 dépassements);
- la dureté estimée (21 dépassements);
- le fer (19 dépassements);
- la matière dissoute totale (MDT) estimée (41 dépassements);
- le manganèse (59 dépassements);
- le sodium (11 dépassements);
- le pH (74 dépassements);
- les sulfures (17 dépassements) et;
- la température (2 dépassements).

Le plus grand nombre de dépassements des OE se situent dans les Basses-Terres. Un échantillon dans les Basses-Terres a notamment montré des dépassements de 7 paramètres tels que l'aluminium, le fer, chlorure, manganèse, sodium, dureté et la MDT. Les dépassements des OE des sulfures se situent principalement sur le territoire de la MRC de Joliette.

Paramètre	Nombre d'analyse¹	Nombre de détection	Limite de détection	Minimum²	25%	Médiane	75%	Maximum	OE	Nombre de dépassement
Al (mg/l)	201	34	0.01	0.01	0.005	0.005	0.005	1.6	0.1	1
Cl (mg/l)	201	201	0.05	0.1	2.9	19	58	2200	250	8
Dureté estimée	201	201	-	0.6	37	66.5	131.8	556.8	200	21
Fe (mg/l)	201	51	0.06	0.03	0.03	0.03	0.1	9	0.3	19
MDT estimée	201	201	-	26.5	131.9	247.3	424.5	4497.4	500	41
Mn (mg/l)	201	177	0.0004	0.0002	0.0015	0.0069	0.03	1.3	0.02	59
Na (mg/l)	201	201	0.1	1	4.9	18	73	1400	200	11
pH	180	180	-	5.1	6.3	7.1	7.9	9.31	6.5 - 8.5	74
Sulfures (mg S/l)	195	26	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	9.6	0.05	17
Temp. (°C)	181	181	-	6.1	8.2	9.2	10.2	15.6	15	2

¹ Au total, 218 puits ou sources ont été échantillonnés, mais seuls 201 échantillons respectant l'électroneutralité (EN) ont été évalués.

² Une concentration égale à la moitié de la limite de détection a été considérée pour les éléments non détectés.







# PROTECTION ET GESTION DE LA RESSOURCE





# PROTECTION ET GESTION DE LA RESSOURCE

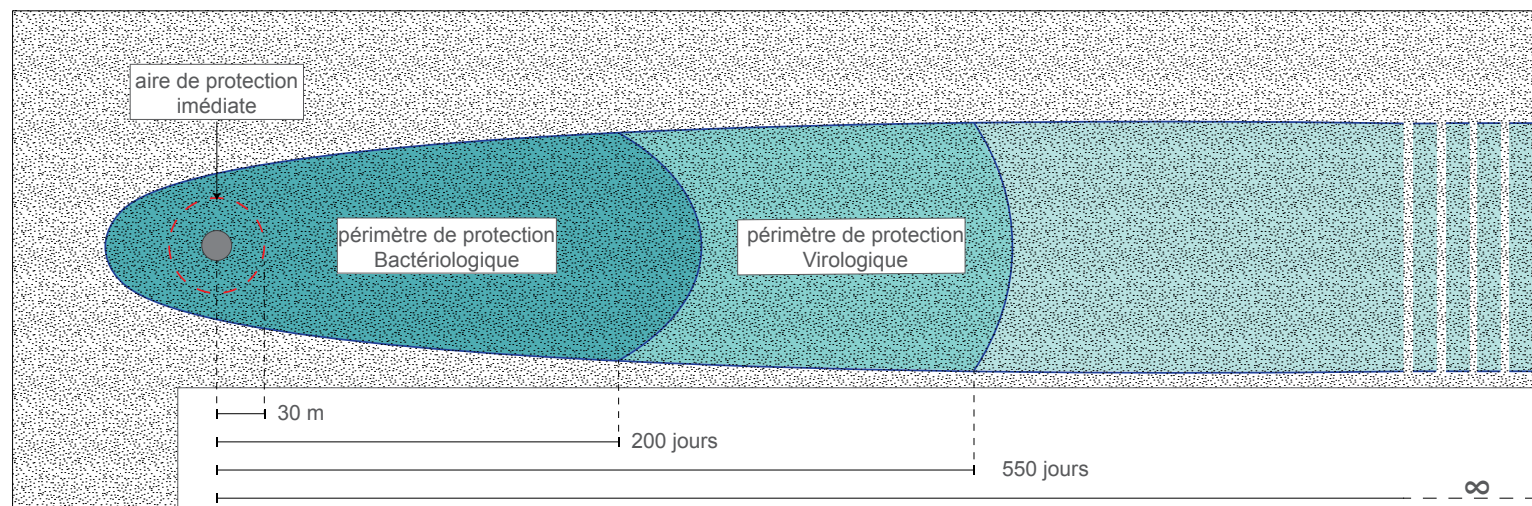
Les eaux souterraines constituent un réservoir important d'eau potable. En milieu urbain ou industriel, celles-ci peuvent devenir rapidement fragiles à la surexploitation ou à la contamination. Les hydrogéologues, les acteurs du milieu et le gouvernement du Québec mettent ainsi en place des outils et un cadre législatif pour une protection et une exploitation rationnelle de la ressource.

## AIRES D'ALIMENTATION ET DE PROTECTION DES CAPTAGES

Tel qu'illustré, l'aire d'alimentation correspond à la surface sur laquelle toute l'eau qui s'y infiltre sera captée un jour ou l'autre par l'ouvrage de captage. Les aires de protections constituent une partie de cette aire d'alimentation qu'il est indispensable de protéger convenablement, on distingue :

- l'aire de protection immédiate qui correspond à un cercle de 30 m de rayon autour de l'ouvrage;
- le périmètre de protection bactériologique correspondant à un temps de résidence de 200 jours;
- le périmètre de protection virologique correspondant à un temps de résidence de 550 jours.

Au Québec, il est exigé par le Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection (RPEP) d'estimer l'aire d'alimentation de tout ouvrage de captage servant à l'alimentation en eau potable de 21 personnes et plus. Ce règlement impose aux municipalités responsables d'un système de distribution d'eau alimentant plus de 500 personnes (catégorie 1) l'obligation d'effectuer une analyse de vulnérabilité.



## RECOMMANDATIONS POUR UNE MEILLEURE GESTION RÉGIONALE DE LA RESSOURCE EN EAU SOUTERRAINE

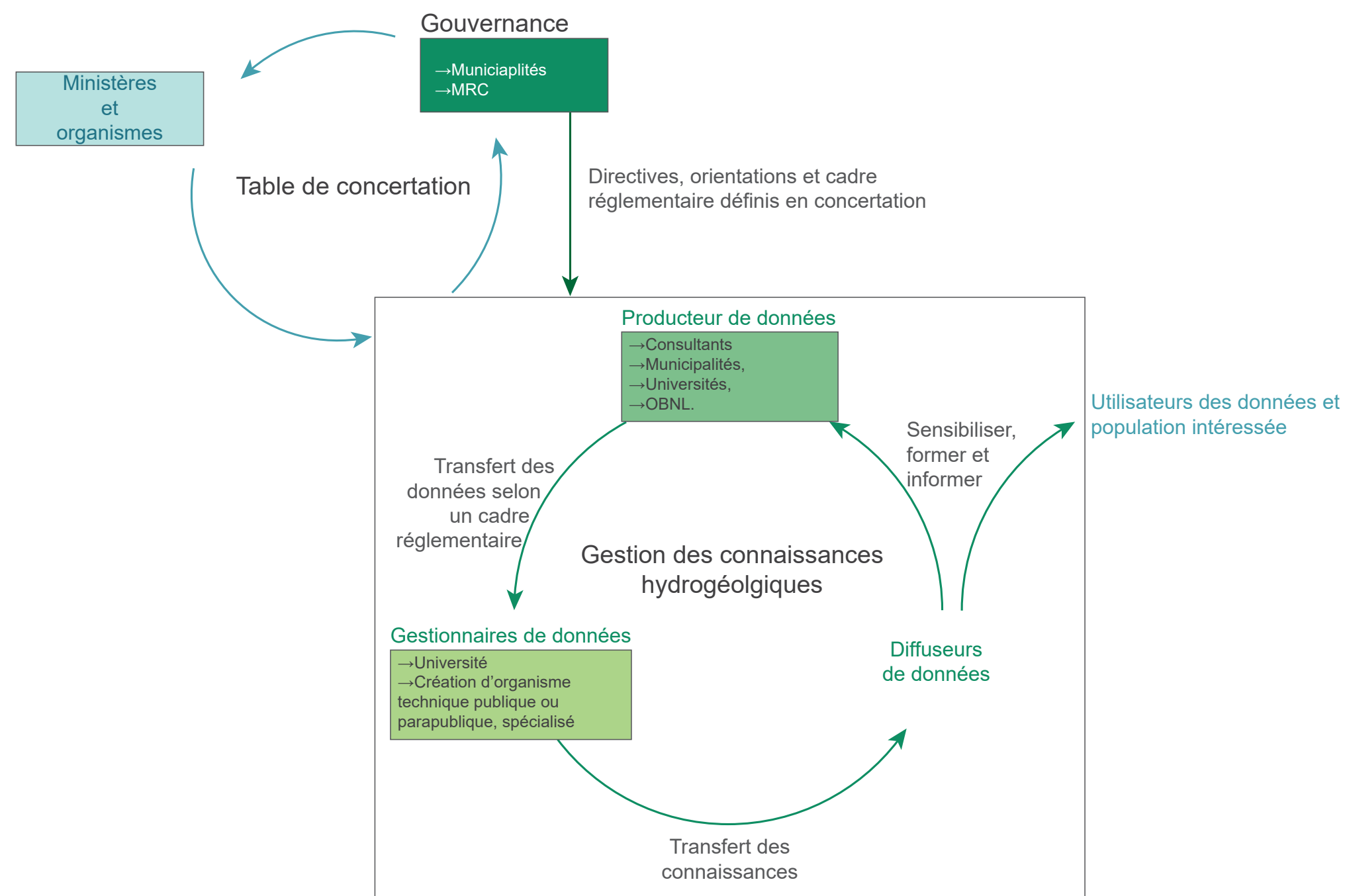
L'amélioration des connaissances sur les eaux souterraines permet une valorisation et une meilleure protection de la ressource en eau. L'équipe du CERM-PACES recommande donc d'assurer la mise en place :

- d'un système d'acquisition de nouvelles données en lien avec :
  - la qualité géochimique des eaux souterraines,
  - le niveau piézométrique des eaux souterraines,
  - les quantités d'eau prélevées,
  - l'information stratigraphique de chaque nouveau forage réalisé autant dans le cadre privé, gouvernemental que municipal,
  - le suivi météorologique
- de mécanismes permettant d'assurer la perpétuité et la mise à jour en continu des données hydrogéologiques dans une base de données et l'interprétation des données hydrogéologiques pour un maintien et une amélioration des connaissances régionales sur les eaux souterraines



La valorisation et la protection de la ressource doivent toutefois s'inscrire dans une perspective de communication et de développement durable de la ressource, ce qui nécessite une gouvernance et une gestion cohérente et concertée entre les différents acteurs et utilisateurs de la ressource, à savoir :

- Les producteurs de données : La production de données sur les eaux souterraines est réalisée quotidiennement tant dans le secteur public que privé. Annuellement, un grand nombre d'études sont ainsi réalisées chaque année par des consultants ou des organismes publics pour répondre aux besoins scientifiques, réglementaires ou environnementaux. Ces producteurs de données sont principalement les entreprises de forages, les consultants, les municipalités, les universités et les OBNL.
- Les gestionnaires de données : La gestion des données est réalisée depuis 4 ans par le CERM de l'UQAC dans le cadre du projet PACES-LAMEMCN. Le mandat du CERM en ce sens prend fin le 31 mars 2022. Il est donc important de se pencher sur une suite à donner au projet PACES en ce qui concerne le stockage et la gestion des données récemment acquises.
- Les diffuseurs de la donnée : Une saine gestion et valorisation de la ressource en eau passe également par un système de communication publique des connaissances, pour former, informer et sensibiliser le public et les utilisateurs des données hydrogéologiques. Les organismes de bassin versant (OBV) présents sur le territoire jouent actuellement un rôle dans la sensibilisation des intervenants et la diffusion des informations sur l'eau.
- La concertation : Dans une perspective de développement régional, il est important de souligner l'intérêt de la concertation pour une gouvernance éclairée d'une ressource aussi importante que les eaux souterraines. Cette concertation devrait regrouper l'ensemble des intervenants mentionnés ci-dessus ainsi que les ministères concernés afin de définir les cadres réglementaires et les grandes orientations régionales pour une meilleure gestion de la ressource.



Ce schéma illustre une structure de gestion de l'eau souterraine applicable régionalement. Chaque territoire devrait avoir à sa disposition les ressources humaines et matérielles pour supporter les MRC et les OBV dans la gestion des données et l'orientation d'interventions portant sur les eaux souterraines. Une telle structure de gestion permettrait une bonne gouvernance des eaux souterraines à l'échelle régionale.



# POUR PLUS D'INFORMATION

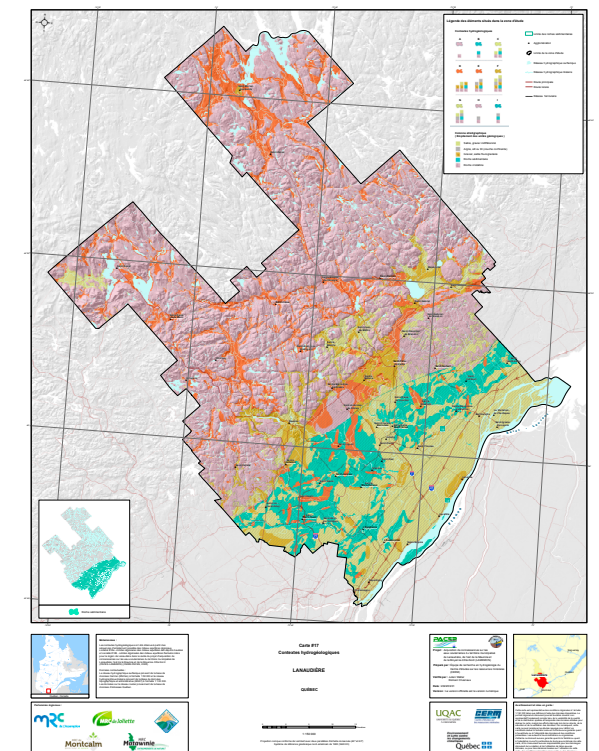
## LES RÉSULTATS DU PACES

Les résultats du projet PACES sont remis au MELCC et aux partenaires régionaux et prennent la forme de quatre livrables :

1. Une base de données géospatiales.
2. Des cartes thématiques en format A0.
3. Le présent atlas des eaux souterraines.
4. Un rapport scientifique.

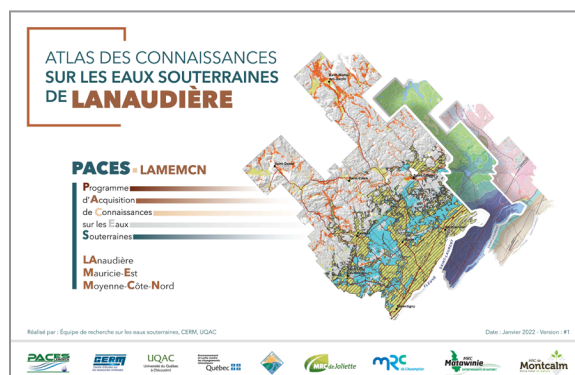
## ■ LES 29 CARTES NUMÉRIQUES EN FORMAT A0 REPRÉSENTENT DIFFÉRENTS ASPECTS AYANT TRAIT AUX EAUX SOUTERRAINES :

- carte #1 : Topographie
- carte #2 : Routes, limites municipales et toponymie
- carte #3 : Modèle numérique de terrain
- carte #4 : Pente du sol
- carte #5 : Hydrographie
- carte #6 : Bassins et sous-bassins versants
- carte #7 : Occupation du sol
- carte #8 : Couverture végétale
- carte #9 : Milieux humides
- carte #10 : Affectation du territoire
- carte #11 : Pédologie
- carte #12 : Géologie du Quaternaire
- carte #13 : Géologie du roc
- carte #14 : Localisation des coupes stratigraphiques
- carte #15 : Épaisseur des dépôts meubles
- carte #16a : Topographie du roc
- carte #16b : Topographie du roc TIN
- carte #17 : Contextes hydrogéologiques
- carte #18a : Limites régionales des milieux aquifères des dépôts meubles
- carte #18b : Limites régionales des milieux aquifères fracturés
- carte #19 : Piézométrie régionale
- carte #22 : Vulnérabilité de l'aquifère situé le plus près de la surface
- carte #23 : Activités potentiellement polluantes pour l'eau souterraine
- carte #24 : Qualité de l'eau souterraine en fonction des concentrations maximales acceptables
- carte #25 : Qualité de l'eau souterraine en fonction des objectifs esthétiques
- carte #26 : Utilisation de l'eau
- carte #27 : Stations météorologiques, stations hydrométriques et de suivi de la nappe d'eau souterraine
- carte #28a : Zones de recharge préférentielle et de résurgence
- carte #28b : Recharge annuelle



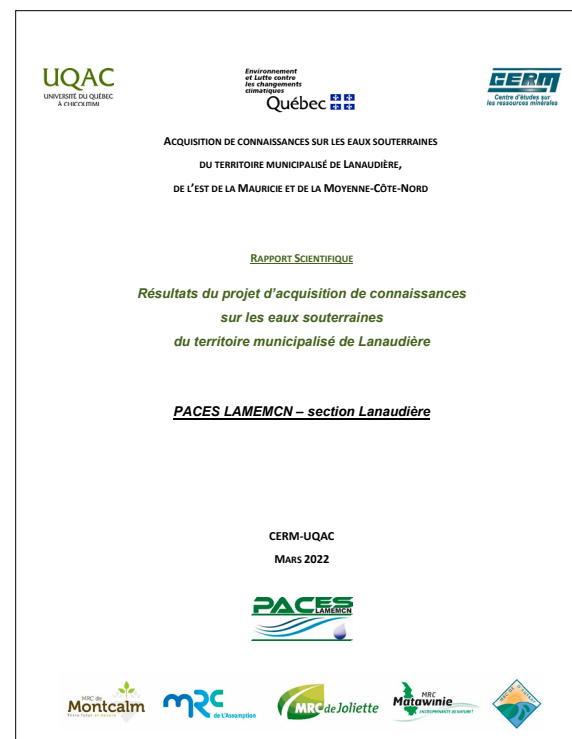
## ■ LA BASE DE DONNÉES GÉOSPATIALES

La base de données géospatiales contient des informations sur plus de 30 000 stations ponctuelles acquises dans le cadre du projet PACES. Ces informations correspondent soit à des données existantes provenant majoritairement de rapports hydrogéologiques appartenant aux municipalités présentes sur le territoire ou à des données acquises sur le terrain par l'équipe PACES entre 2018 et 2021.



## ■ L'ATLAS SUR LES EAUX SOUTERRAINES DU TERRITOIRE DE LANAUDIÈRE

L'atlas a pour objectif de rendre les résultats du projet PACES accessibles à un plus large public. Pour ce faire, des notions de base d'hydrogéologie sont intégrées. Il ne constitue pas un résumé de l'ensemble de l'information contenue dans le rapport scientifique, mais un document présentant les principaux résultats.



## ■ LE RAPPORT SCIENTIFIQUE

Le rapport scientifique présente les résultats du PACES en dix chapitres thématiques :

- la collecte des données existantes sur le territoire;
- l'acquisition de nouvelles données sur le territoire par l'équipe de recherche;
- l'uniformisation et la centralisation des données dans une base de données géospatiales;
- la description du territoire à l'étude, autant pour les aspects physiques qu'humains;
- le portrait géologique et stratigraphique du territoire avec les caractéristiques du roc et des dépôts d'origine quaternaire;
- la description des milieux aquifères régionaux présents sur le territoire de Lanaudière;
- l'état de la ressource en eau au niveau de son utilisation et de sa qualité;
- les contributions des projets de recherche au niveau de la connaissance sur les eaux souterraines du territoire ;
- les recommandations et propositions d'actions pour assurer la gestion adéquate de la ressource.

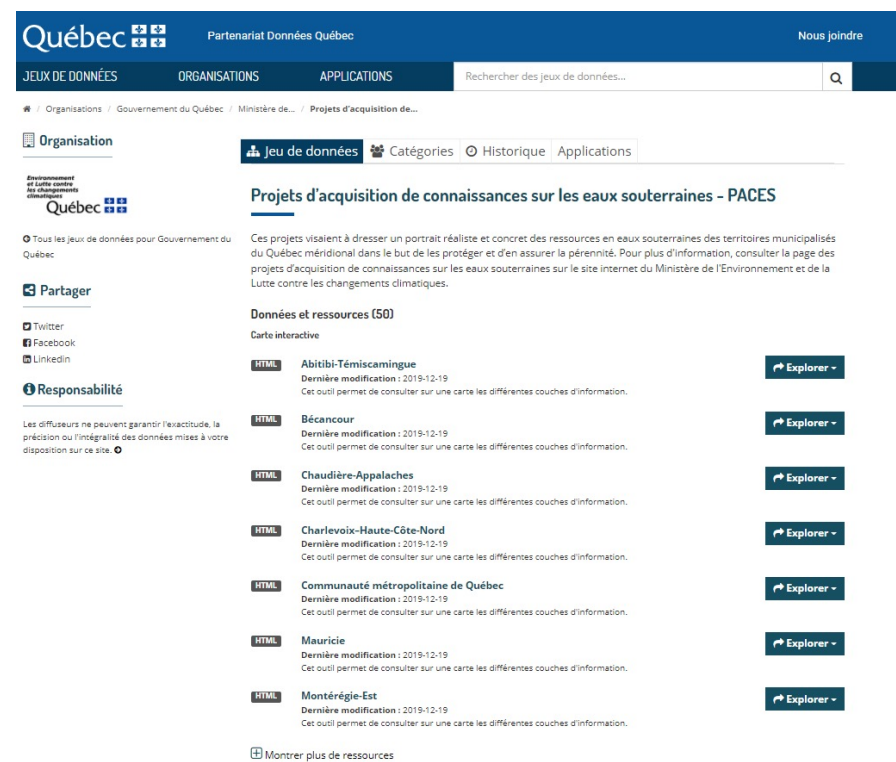


## POUR PLUS D'INFORMATION - SUITE

## DIFFUSION DES RÉSULTATS

La plupart des livrables cartographiques réalisés dans le cadre des projets PACES sont mis à la disposition du public sur le site de diffusion provincial Données Québec, les site web du MELCC ainsi que celui de l'UQAC :

Site internet de **Données Québec**  
<https://www.donneesquebec.ca>



Site internet du **MELCC**  
<https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/souterraines/programmes/acquisition-connaissance.htm>

Site internet du **PACES de l'UQAC**  
Tous les livrables produits pour le PACES sont disponibles en format PDF sur le site du PACES de l'UQAC : <https://cerm.uqac.ca/paces/>



Tous les livrables du **PACES** sont disponibles auprès des municipalités régionales de comté (MRC) de la région de Lanaudière.

## L'ÉQUIPE DE PROFESSEURS ET DE PROFESSIONNELLES SUR LES EAUX SOUTERRAINES DE L'UQAC



**Julien Walter**  
Professeur-chercheur  
<http://www.uqac.ca/portfolio/julienwalter/>



**Alain Rouleau**  
Professeur émérite retraité



**Mélanie Lambert**  
Professionnelle de recherche  
<https://cerm.uqac.ca/melanielambert/>



**Romain Chesnaux**  
Professeur-chercheur  
<http://www.uqac.ca/portfolio/romainchesnaux/>



**Anouck Ferroud**  
Professionnelle de recherche  
<https://cerm.uqac.ca/anouckferroud/>

### ■ COORDONNÉES DE L'ÉQUIPE DE RECHERCHE

#### **Centre d'études sur les ressources minérales (CERM)**

Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)  
555, boul. de l'Université  
Chicoutimi (Québec) G7H 2B1  
418-545-5011

<https://cerm.uqac.ca>





## Section Lanaudière



<https://cerm.uqac.ca>