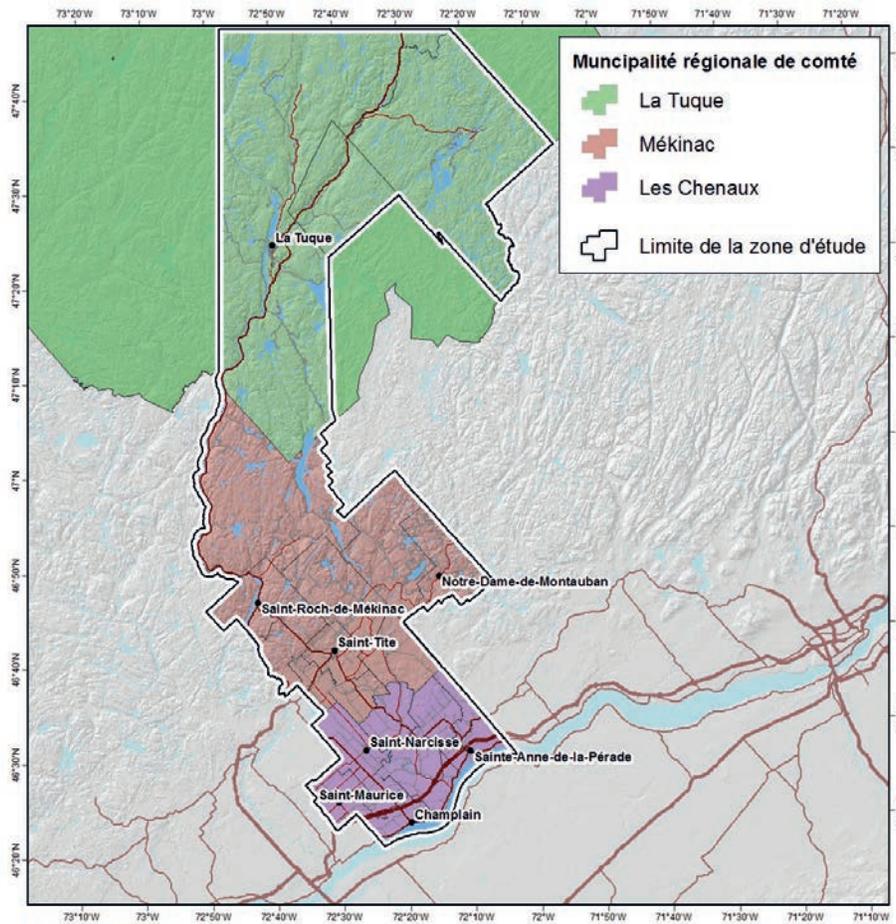


ATELIER 2

Comprendre les données du projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES)

Mauricie-Est



CAHIER DU PARTICIPANT

webinaire 18 et 19 novembre 2020



Cet atelier de transfert et d'échange des connaissances issues du Projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES) du territoire de la Mauricie-Est, en formule webinaire, est rendu possible grâce au financement du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). Il est le résultat d'un travail conjoint entre le Réseau québécois sur les eaux souterraines (RQES), l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC) et l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) :

- Anne-Marie Decelles, directrice générale du RQES, conception, préparation et animation du webinaire
- Miryane Ferlatte, coordonnatrice scientifique du RQES, conception, préparation et animation du webinaire
- Julie Ruiz, professeure et co-directrice du centre de recherche RIVE de l'UQTR, conception du webinaire
- Romain Chesnaux, professeur en hydrogéologie de l'UQAC, co-coordonnateur du PACES de la Mauricie-Est
- Julien Walter, professeur en hydrogéologie de l'UQAC, co-coordonnateur du PACES de la Mauricie-Est
- Mélanie Lambert, professionnelle de recherche de l'UQAC, chargée de projet du PACES de la Mauricie-Est
- Anouck Ferroud, professionnelle de recherche de l'UQAC, chargée de projet du PACES de la Mauricie-Est
- Alain Rouleau, professeur émérite de l'UQAC

Ce cahier est préparé exclusivement pour la réalisation du webinaire des 18 et 19 novembre 2020.

Références à citer

L'ensemble des informations sur les notions hydrogéologiques fondamentales provient d'un travail de vulgarisation réalisé par un comité de travail du RQES. Toute utilisation de ces notions doit être citée comme suit :

Ferlatte, M., Tremblay, Y., Rouleau, A. et Larouche, U. F. 2014. Notions d'hydrogéologie - Les eaux souterraines pour tous. Première Édition. Réseau québécois sur les eaux souterraines (RQES). 63 p.

Le présent document résulte d'un travail de vulgarisation des connaissances sur les eaux souterraines issues du PACES de la Mauricie-Est:

Decelles, A.M., Ferlatte, M. et Ruiz, J. 2020. Atelier 2 - Comprendre les données du projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines de la Mauricie-Est, cahier du participant pour le webinaire. Document préparé par le RQES, avec la contribution de l'UQAC et de l'UQTR, pour les acteurs de l'aménagement du territoire, 78 p.

Les informations retrouvées dans la section présentant les faits saillants de la Mauricie-Est proviennent du rapport préliminaire PACES-Mauricie-Est produit par l'UQAC. Toute utilisation des informations s'y retrouvant doit être citée comme suit :

CERM-PACES, 2019. PACES Mauricie-Est, Rapport d'étape de la phase I basée sur les données existantes et planification révisée de la phase II, Centre d'études sur les ressources minérales, Université du Québec à Chicoutimi. 45 p.

Les cartes retrouvées dans ce document ont été produites par le Centre d'études sur les ressources minérales (CERM), Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)



Ce document est sous licence Creative Commons Attribution - Pas d'utilisation commerciale - Partage dans les mêmes conditions 4.0 International. Pour accéder à une copie de cette licence, merci de vous rendre à l'adresse suivante <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envoyez un courrier à Creative Commons, 444 Castro Street, Suite 900, Mountain View, California, 94041, USA.

Les organisateurs de l'atelier

Le Réseau québécois sur les eaux souterraines (RQES)

Le RQES a pour mission de consolider et d'étendre les collaborations entre les équipes de recherche universitaire et le MELCC d'une part, et les autres organismes gouvernementaux et non gouvernementaux, les consultants, les établissements d'enseignement et autres organismes intéressés au domaine des eaux souterraines au Québec, en vue de la mobilisation des connaissances scientifiques sur les eaux souterraines.

Le RQES poursuit les objectifs spécifiques suivants :

- Identifier les besoins des utilisateurs en matière de recherche, d'applications concrètes pour la gestion de la ressource en eau souterraine, et de formation;
- Faciliter le transfert des connaissances acquises vers les utilisateurs afin de soutenir la gestion et la protection de la ressource;
- Servir de support à la formation du personnel qualifié dans le domaine des eaux souterraines pouvant répondre aux exigences du marché du travail actuel et futur en recherche, en gestion et en consultation.

Pour en savoir plus : www.rques.ca

Le Centre d'études sur les ressources minérales (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 le développement minéral, les eaux souterraines et les minéraux industriels.

Pour en savoir plus : cerm.uqac.ca

Table des matières

Le déroulement de l'atelier	6
Votre équipe de formation	7
1 Les notions de base en hydrogéologie	9
Glossaire	11
Quelques notions clés sur les eaux souterraines	14
2. Lecture des données cartographiques	17
Deux secteurs aux caractéristiques différentes	19
Dépôts Quaternaires	20
Épaisseur des dépôts meubles	24
Coupes stratigraphiques	28
Qualité de l'eau – Critères pour l'eau potable	32
3. Où en est rendu le PACES? Vers où va-t-on?	37
Où en est rendu le PACES? Vers où va-t-on?	39
Les faits saillants du PACES	40
4. Questions aux chercheurs	43
5. Synthèse des notions apprises	47
Comprendre les eaux souterraines à l'aide d'une maquette	50
Interpréter les cartes pour répondre à une question en aménagement	52
Secteur des Hautes-Terres	54
Secteur des Basses-Terres	61
6. Les mesures de protection et de gestion des eaux souterraines	69
Identifier les mesures à mettre en place	72
Des mesures multiples et complémentaires	73
Des exemples concrets	74
Applicabilité des mesures : étude de cas	76
Mes notes personnelles	77

Le déroulement de l'atelier

Objectifs

- 1- Poursuivre l'acquisition des notions de base en hydrogéologie
- 2 - S'informer de l'état d'avancement du PACES et de ses développements futurs
- 3 - Apprendre à lire et à interpréter les données hydrogéologiques à l'aide de cartes
- 4 - Connaître les principaux types de mesures de protection et de gestion des eaux souterraines

LES ACTIVITÉS

JOUR 1

1. Les notions de base en hydrogéologie
2. Lecture des données cartographiques
3. Où en est rendu le PACES? Vers où va-t-on?
4. Questions aux chercheurs

JOUR 2

4. Questions aux chercheurs (suite)
5. Synthèse des notions apprises
6. Les mesures de protection et de gestion des eaux souterraines

Votre équipe de formation

Vos animateurs du RQES



Miryane Ferlatte
M.Sc. Hydrogéologie
Coordonnatrice scientifique du RQES
Département des sciences de la Terre
et de l'atmosphère, Université du
Québec à Montréal
514-987-3000 poste 0252
rqes.coord@gmail.com



Anne-Marie Decelles
M.A. Développement régional
Directrice générale du RQES
Département des sciences de
l'environnement, Université du
Québec à Trois-Rivières
CP 500, Trois-Rivières (Qc) G9A 5H7
819-376-5011 poste 3238
Anne-Marie.Decelles1@uqtr.ca

Vos experts en eaux souterraines - L'équipe de recherche de l'UQAC



Alain Rouleau
Ph.D. Hydrogéologie
Professeur émérite
Centre d'études sur les ressources
minérales, Université du Québec à
Chicoutimi
555, boulevard de l'Université
Chicoutimi (Québec) G7H 2B1
418-545-5011 poste 5213
Alain_Rouleau@uqac.ca



Julien Walter
Ph.D. Ing. Hydrogéologie
Professeur au département des
Sciences appliquées
Centre d'études sur les ressources
minérales, UQAC
555, boulevard de l'Université
Chicoutimi (Québec) G7H 2B1
418-545-5011 poste 2680
Julien_Walter@uqac.ca



Mélanie Lambert
M.Sc.A.
Professionnelle de recherche
Centre d'études sur les ressources
minérales
Université du Québec à Chicoutimi
555, boulevard de l'Université
Chicoutimi (Québec) G7H 2B1
418-545-5011 poste 2230
Melanie_Lambert@uqac.ca



Anouk Ferroud
Ph.D. Hydrogéologie
Professionnelle de recherche
Centre d'études sur les ressources
minérales
Université du Québec à Chicoutimi
555, boulevard de l'Université
Chicoutimi (Québec) G7H 2B1
418-545-5011 poste 2202
anouk.ferroud1@uqac.ca

Activité 1

Les notions de base en hydrogéologie



Tout au long du cahier

Les mots ou expressions en **BLEU** sont définis dans le glossaire des notions clés sur les [eaux souterraines](#) (p. 11 à 13)

Explication activité 1

Objectif



Poursuivre l'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines.

Déroulement



Les animatrices dirigeront l'activité.

+



Les participants pourront poser des questions dans le clavardage.

Glossaire de quelques notions clés sur les eaux souterraines

Le glossaire de l'ensemble des notions clés est disponible au lien internet suivant : rques.ca/glossaire/

Aire d'alimentation

Portion du territoire à l'intérieur de laquelle toute l'eau souterraine qui y circule aboutira tôt ou tard au point de captage.

Aquifère

Unité géologique perméable comportant une zone saturée qui conduit suffisamment d'eau souterraine pour permettre l'écoulement significatif d'une nappe et le captage de quantités d'eau appréciables à un puits ou à une source. C'est le contenant.

Aquifère confiné

Aquifère isolé de l'atmosphère par un aquitard. Il contient une nappe captive. Il n'est pas directement rechargé par l'infiltration verticale et se retrouve ainsi protégé des contaminants provenant directement de la surface.

Aquifère de roc fracturé

Aquifère constitué de roche et rendu perméable par les fractures qui le traversent. Le pompage de débits importants est parfois difficile.

Aquifère granulaire

Aquifère constitué de dépôts meubles. Généralement, plus les particules sont grossières (ex. : sable et gravier), plus les pores sont gros, plus ils sont interconnectés et plus l'aquifère granulaire est perméable. Le pompage de débits importants est souvent possible.

Aquifère non confiné

Aquifère près de la surface des terrains, en contact avec l'atmosphère (pas isolé par un aquitard). Il contient une nappe libre. Il peut être directement rechargé par l'infiltration verticale et est généralement plus vulnérable à la contamination.

Aquifère semi-confiné

Cas intermédiaire entre l'aquifère confiné et l'aquifère non confiné, il est partiellement isolé de l'atmosphère par une unité géologique peu perméable, discontinue ou de faible épaisseur. Il contient une nappe semi-captive. Il est modérément rechargé et protégé.

Aquitard

Unité géologique très peu perméable, c'est-à-dire de très faible conductivité hydraulique, dans laquelle l'eau souterraine s'écoule difficilement. Généralement, plus les particules d'un dépôt meuble sont fines (ex. : argile et silt), plus les pores sont petits, moins l'eau est accessible et moins le dépôt meuble est perméable. L'aquitard agit comme barrière naturelle à l'écoulement et protège ainsi l'aquifère sous-jacent des contaminants venant de la surface.

Argile

Grain très fin, de taille inférieure à 0,002 mm; les pores sont également très petits, rendant les dépôts meubles argileux très peu perméables.

Charge hydraulique

Hauteur atteinte par l'eau souterraine dans un puits pour atteindre l'équilibre avec la pression atmosphérique; généralement exprimée par rapport au niveau moyen de la mer. L'eau souterraine s'écoule d'un point où la charge hydraulique est la plus élevée vers un point où elle est la plus basse. Voir Niveau piézométrique.

Concentration maximale acceptable (CMA)

Seuil de paramètres bactériologiques, physiques ou chimiques que l'eau potable ne doit pas dépasser afin d'éviter des risques pour la santé humaine (provient du Règlement sur la qualité de l'eau potable du Gouvernement du Québec).

Conductivité hydraulique

Aptitude d'un milieu poreux à se laisser traverser par l'eau sous l'effet d'un gradient de charge hydraulique. Plus les pores sont interconnectés, plus le milieu géologique est perméable et plus l'eau peut pénétrer et circuler facilement.

Débit de base

Part du débit d'un cours d'eau qui provient essentiellement de l'apport des eaux souterraines en période d'étiage.

Dépôt meuble

Matériau non consolidé qui provient de l'érosion du socle rocheux et qui le recouvre (ex. : sable, silt, argile, etc.). Synonymes : Mort terrain, Dépôt quaternaire, Dépôt non consolidé, Formation superficielle, Sédiment.

DRASTIC

Système de notation numérique utilisé pour évaluer la **vulnérabilité** intrinsèque d'un **aquifère**, soit sa susceptibilité de se voir affecter par une contamination provenant directement de la surface. Les sept facteurs considérés sont : la profondeur du toit de la **nappe**, la **recharge**, la nature de l'**aquifère**, le type de sol, la pente du terrain, l'impact de la zone vadose et la **conductivité hydraulique** de l'**aquifère**. L'indice **DRASTIC** peut varier entre 23 et 226; plus l'indice est élevé, plus l'**aquifère** est vulnérable à la contamination.

Eau souterraine

Toute eau présente dans le sous-sol et qui remplit les **pores** des unités géologiques (à l'exception de l'eau de constitution, c'est-à-dire entrant dans la composition chimique des minéraux).

Fracture

Terme général désignant toute cassure, souvent d'origine tectonique, de terrains, de roches, voire de minéraux, avec ou sans déplacement relatif des parois. Ces ouvertures peuvent être occupées par de l'air, de l'eau, ou d'autres matières gazeuses ou liquides.

Gradient hydraulique

Différence de **charge hydraulique** entre deux points, divisée par la distance entre ces deux points. L'**eau souterraine** s'écoule d'un point où la **charge hydraulique** est la plus élevée vers un point où elle est la plus basse.

Gravier

Grain grossier, d'un diamètre compris entre 2 et 75 mm.

Hydrostratigraphie

Représente un arrangement des unités de dépôts meubles et de roches en profondeur en considérant leur perméabilité respective.

Nappe (ou **nappe phréatique**)

Ensemble des **eaux souterraines** comprises dans la **zone saturée** d'un **aquifère** et accessibles par des puits. C'est le contenu de l'**aquifère**.

Nappe captive

Nappe d'eau souterraine limitée au-dessus par une unité géologique imperméable. Elle est soumise à une pression supérieure à la pression atmosphérique, ce qui fait que lorsqu'un forage perce cette couche, le niveau de l'eau monte dans le tubage, et parfois dépasse le niveau du sol (puits artésien jaillissant). Elle n'est pas directement rechargée par l'infiltration verticale et se retrouve ainsi protégée des contaminants provenant directement de la surface.

Nappe libre

Nappe d'eau souterraine située la plus près de la surface des terrains, qui n'est pas couverte par une unité géologique imperméable. Elle est en contact avec l'atmosphère à travers la zone non saturée des terrains. Elle peut être directement rechargée par l'infiltration verticale et est généralement plus vulnérable à la contamination.

Nappe semi-captive

Cas intermédiaire entre la **nappe libre** et la **nappe captive**, elle est partiellement limitée au-dessus par une unité géologique peu perméable, discontinue ou de faible épaisseur. Elle est modérément rechargée et protégée.

Niveau piézométrique

Hauteur atteinte par l'**eau souterraine** dans un puits pour atteindre l'équilibre avec la pression atmosphérique; généralement exprimée par rapport au niveau moyen de la mer. L'**eau souterraine** s'écoule d'un point où le **niveau piézométrique** est le plus élevé vers un point où il est le plus bas. Voir **Charge hydraulique**.

Objectifs esthétiques (OE)

Recommandation pour des paramètres physiques ou chimiques ayant un impact sur les caractéristiques esthétiques de l'eau (couleur, odeur, goût, etc.), mais n'ayant pas d'effet néfaste reconnu sur la santé humaine (publiés par Santé Canada). Les paramètres dont la présence peut entraîner la corrosion ou l'entartrage des puits ou des réseaux d'alimentation en eau sont aussi visés par ces objectifs.

Pore

Interstice dans une unité géologique qui n'est occupé par aucune matière minérale solide. Cet espace vide peut être occupé par de l'air, de l'eau, ou d'autres matières gazeuses ou liquides.

Porosité

Rapport, exprimé en pourcentage, du volume des pores d'un matériau sur son volume total. Plus la porosité est élevée, plus il y a d'espace disponible pour emmagasiner de l'eau.

Potentiel aquifère

La capacité d'un système aquifère à fournir un débit d'eau souterraine important de manière soutenue.

Propriétés (ou paramètres) hydrauliques

L'ensemble des paramètres quantifiables permettant de caractériser l'aptitude d'une unité géologique à contenir de l'eau et à la laisser circuler (ex. : porosité, conductivité hydraulique, etc.).

Recharge

Renouvellement en eau de la nappe, par infiltration de l'eau des précipitations dans le sol et percolation jusqu'à la zone saturée.

Résurgence

Émergence en surface de l'eau, au terme de son parcours dans l'aquifère, lorsque le niveau piézométrique de la nappe dépasse le niveau de la surface du sol. Les résurgences sont généralement diffuses, c'est-à-dire largement étendues (ex. : cours d'eau, lacs et milieux humides), et sont parfois ponctuelles, c'est-à-dire localisées en un point précis (source).

Sable

Grain d'un diamètre compris entre 0,05 et 2 mm.

Silt

Grain d'un diamètre compris entre 0,002 et 0,05 mm, soit plus large que l'argile et plus petit que le sable. Synonyme: Limon.

Source

Eau souterraine émergeant naturellement à la surface de la Terre.

Surface piézométrique

Surface représentant la charge hydraulique en tout point de l'eau souterraine.

Temps de résidence

Durée pendant laquelle l'eau demeure sous terre, depuis son infiltration jusqu'à sa résurgence. Plus son temps de résidence est long, plus l'eau sera évoluée et minéralisée, c'est-à-dire concentrée en minéraux dissous.

Till

Matériau granulaire mis en place à la base d'un glacier, composé de sédiments de toutes tailles dans n'importe quelle proportion, généralement dans une matrice de sédiments fins.

Transmissivité

Aptitude d'un aquifère à se laisser traverser par l'eau sous l'effet d'un gradient de charge hydraulique; c'est le produit de la conductivité hydraulique par l'épaisseur de l'aquifère; exprimée en L²/t (ex. : en mètres carrés par seconde).

Vulnérabilité

Sensibilité d'un aquifère à la pollution de l'eau souterraine à partir de l'émission de contaminants à la surface du sol.

Zone non saturée

Zone comprise entre la surface du sol et le toit de la nappe dans laquelle les pores de l'unité géologique contiennent de l'air et ne sont pas entièrement remplis d'eau. Synonyme : Zone vadose.

Zone saturée

Zone située sous le toit de la nappe dans laquelle les pores de l'unité géologique sont entièrement remplis d'eau.

Zone vadose

Voir Zone non saturée.



Nappe, aquifère et aquitard

L'**EAU SOUTERRAINE** est l'eau qui se trouve sous la surface du sol et qui remplit les espaces vides du milieu géologique.

Définitions de base

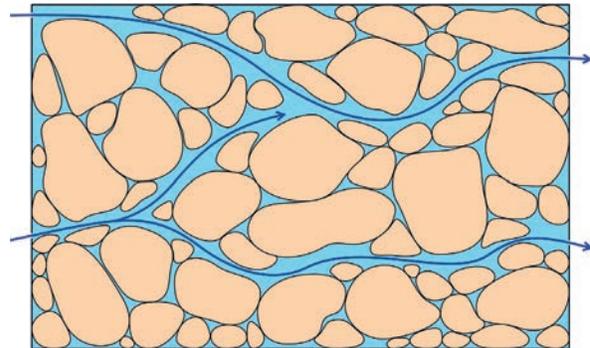
La **POROSITÉ** est le volume (en %) des pores, c'est-à-dire des espaces vides au sein de la matrice solide.

- Plus la porosité est élevée, plus il y a d'espace disponible pour emmagasiner de l'eau.

La **CONDUCTIVITÉ HYDRAULIQUE** est l'habileté du milieu à transmettre l'eau.

- Plus les pores sont interconnectés, plus le milieu géologique est perméable et plus l'eau peut pénétrer et circuler facilement.

Circulation de l'eau souterraine entre les pores



NAPPE et AQUIFÈRE, de quoi parle-t-on ?

La **NAPPE** représente l'eau souterraine qui circule dans un aquifère.

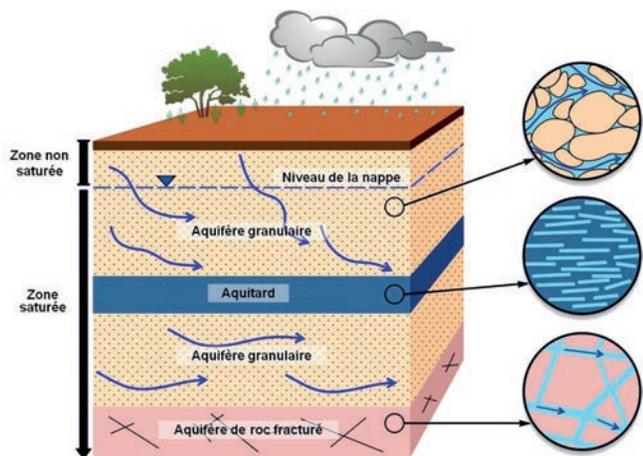
- C'est le **contenu**.

Un **AQUIFÈRE** est un milieu géologique perméable comportant une zone saturée qui permet le pompage de quantités d'eau appréciables à un puits ou à une source.

- C'est le **contenant**.

Comment cela fonctionne-t-il ?

L'eau qui s'infiltré dans le sol percole verticalement et traverse la **zone vadose** (ou **zone non saturée**) pour atteindre la **nappe** phréatique (**zone saturée**), et ainsi contribuer à la **recharge** de l'aquifère. Comme pour l'eau en surface, l'eau souterraine s'écoule dans l'aquifère, mais beaucoup plus lentement que dans les rivières.



Qu'est-ce qu'un AQUITARD ?

L'**AQUITARD** est un milieu géologique très peu perméable, c'est-à-dire de très faible conductivité hydraulique, dans lequel l'eau souterraine s'écoule difficilement. Il agit comme **barrière naturelle** à l'écoulement et protège ainsi l'aquifère sous-jacent des contaminants venant de la surface.



Différents types d'aquifères

Quels sont les milieux géologiques qui constituent des aquifères ?

Deux types de milieux géologiques constituent des aquifères :

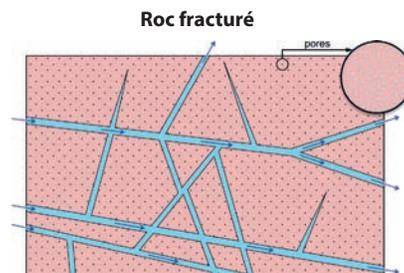
- le **ROC FRACTURÉ** qui constitue la partie supérieure de la croûte terrestre ;
- les **DÉPÔTS MEUBLES** qui sont l'ensemble des sédiments qui proviennent de l'érosion du socle rocheux et qui le recouvrent.

AQUIFÈRE DE ROC FRACTURÉ

Les **pores** de la roche contiennent de l'eau souterraine et forment ainsi un grand réservoir. Leur faible interconnexion ne permet cependant pas une circulation efficace de l'eau.

Les **fractures**, qui ne représentent en général qu'un faible pourcentage en volume par rapport aux pores, permettent toutefois une circulation plus efficace de l'eau, parfois suffisante pour le captage.

En forant un puits dans ce type d'aquifère, on cherche à rencontrer le plus de fractures possible.



Graviers



Argiles



AQUIFÈRE DE DÉPÔTS MEUBLES

Lorsqu'un dépôt meuble est **constitué de particules grossières** (ex.: sables et graviers), il forme un **AQUIFÈRE**.

- Plus les pores sont gros, plus ils sont interconnectés et plus l'aquifère de dépôts meubles est perméable.
- Des débits importants peuvent y être pompés à condition que l'épaisseur saturée soit suffisante.

Lorsqu'un dépôt meuble est **constitué de particules fines** (ex.: argiles et silts), il forme un **AQUITARD**.

- Plus les pores sont petits, moins l'eau est accessible et moins le dépôt meuble est perméable.



Types de dépôts meubles

SÉDIMENTS GLACIAIRES (TILL)

Résulte du transport par les glaciers de fragments arrachés au socle rocheux et la reprise en charge de dépôts meubles anciens.

- Composé de grains de toutes tailles dans une matrice fine — ni **aquifère** ni **aquitard**.

SÉDIMENTS FLUVIOGLACIAIRES

Mis en place par les eaux de fonte, pendant la déglaciation. Comprend les eskers, les kames et la moraine de Saint-Antoine.

- Composés de sables et graviers — **aquifère**.

SÉDIMENTS MARINS, GLACIOMARINS et GLACIOLACUSTRES

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

- Lorsque déposés en eau profonde : composés de silt et d'argile — **aquitard**.
- Lorsque déposés en eau peu profonde, près du littoral ou dans des deltas : composés de sable et gravier — **aquifère**.

SÉDIMENTS ALLUVIAUX

Mis en place par les cours d'eau actuels ou anciens.

- Composés de silt, sable ou gravier — **aquifère**.

SÉDIMENTS ÉOLIENS

Mis en place par l'action du vent, sous forme de dune

- Composés de sable — **aquifère**.

SÉDIMENTS ORGANIQUES

Constituent les milieux humides.

- Composés de matière organique — **dynamique d'écoulement des eaux souterraines complexe**.

Till mince



Till continu



Sédiments fluvio-glaciaires



Sédiments littoraux



Argiles glaciomarines



Sédiments deltaïques



Sédiments alluviaux



Sédiments éoliens



Tourbe



© Cloutier et coll. (2013)

Activité 2

Lecture des données cartographiques

IMPORTANT:

Les cartes et interprétations présentées ici sont **PRÉLIMINAIRES** et ne représentent pas les conclusions et résultats finaux du PACES Mauricie-Est.

Explication activité 2

Objectif



Apprendre à lire et interpréter les données hydrogéologiques à l'aide de cartes.

Déroulement



Les participants vont approfondir 4 notions en hydrogéologie à l'aide de cartes thématiques de leur territoire.

+



Les participants pourront tester leur connaissance en répondant à des questions à l'aide des sondages en direct.

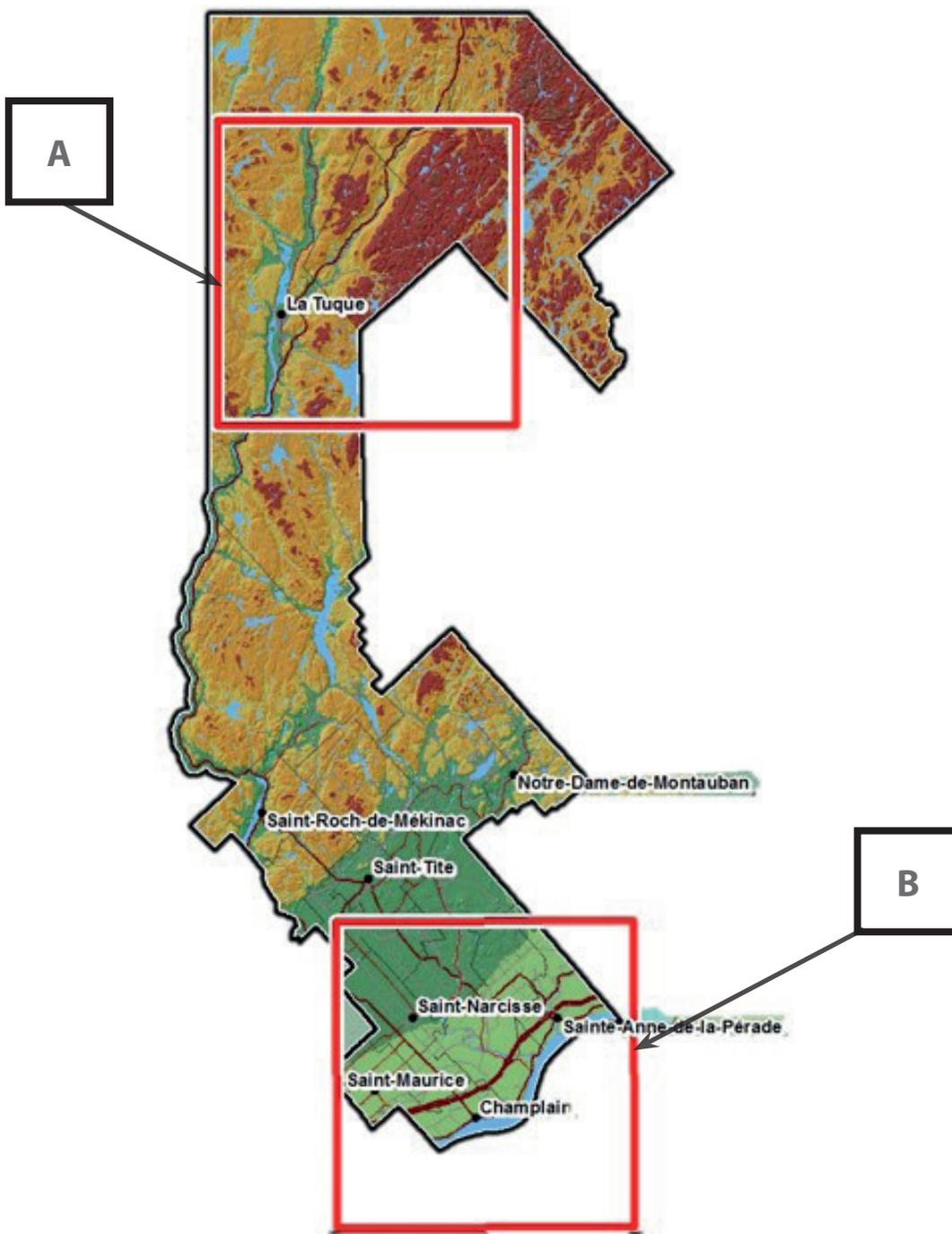
Deux secteurs aux caractéristiques différentes

SECTEUR A: Les Hautes-Terres

Le secteur A est situé au nord du territoire d'étude. Il comprend entre autres les municipalités de La Tuque et La Bostonnais. Les Hautes-Terres occupent 77% du territoire et constituent le relief le plus escarpé composé de collines, de plateaux et de dépressions dont l'altitude moyenne est de 326 m.

SECTEUR B: Les Basses-Terres

Le secteur B est situé au sud du territoire d'étude. Il comprend les municipalités de Hérouxville, Saint-Séverin, Saint-Stanislas, Saint-Prosper-de-Champlain, Saint-Narcisse, Saint-Anne-de-la-Pérade, Sainte-Genève-de-Bastiscan, Saint-Luc-de-Vincennes, Saint-Maurice, Champlain et Batiscan. Il est principalement situé dans les Basses-Terres et est caractérisé par un relief relativement plat. Les Basses-Terres occupent 9 % du territoire d'étude, s'élèvent à une altitude moyenne de 31 m et sont principalement limitées au nord par la ligne d'élévation de 80 m. Elles correspondent à la plaine argileuse.



1- Dépôts meubles (carte du Quaternaire)

Définition

Les dépôts meubles sont l'ensemble des sédiments qui recouvrent le socle rocheux. Ils proviennent généralement de l'érosion de la roche, mais aussi parfois de la matière organique ou des volcans. Les dépôts meubles possèdent généralement une **POROSITÉ** importante. Ils peuvent contenir entre 30 et 50% de leur volume en eau. L'aptitude de ces milieux granulaires à laisser circuler l'eau dépend toutefois de la taille des pores et de leur interconnexion dans le matériau constituant les dépôts.

L'épaisseur et les propriétés des dépôts meubles qui recouvrent le roc influencent l'écoulement de l'eau souterraine à l'échelle régionale. Lorsque les **DÉPÔTS MEUBLES** sont grossiers (sables et graviers) et que leur épaisseur est suffisamment importante, ils peuvent constituer un **AQUIFÈRE**. Cependant, si les dépôts meubles sont fins (argile et silt) et donc peu perméables et suffisamment épais, ils formeront plutôt un **AQUITARD**.

Les dépôts meubles sont souvent représentés sur une carte montrant la répartition spatiale des dépôts présents en surface (ex.: carte de la géologie du Quaternaire). Cette carte permet de visualiser comment sont organisés les sédiments en surface seulement. La plupart des dépôts de surface sont hérités de la dernière phase de glaciation, celle du Wisconsinien, qui a eu lieu il y a entre 80 000 et 10 000 ans.

Méthode utilisée

La cartographie des dépôts de surface préliminaire a été établie à partir des données du Système d'inventaire écoforestier (SIEF). L'équipe du CERM a établi une correspondance entre les types de sols du SIEF et la légende des formations superficielles de la Commission Géologique du Canada (CGC).

Le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN) en collaboration avec l'UQAC et l'Université Laval réalise actuellement une mise à jour de la cartographie des dépôts de surface de l'est de la Mauricie. Cette nouvelle cartographie fera partie des livrables finaux du PACES-ME.

Interprétation pour la région

Les écoulements souterrains sont en étroite relation avec la géologie du socle rocheux et les dépôts meubles. Afin de caractériser les aquifères régionaux, il est donc essentiel d'avoir une bonne compréhension à la fois du contexte stratigraphique et structural du socle rocheux, ainsi que de la stratigraphie et la répartition géographique des dépôts de surface. On retrouve dans la région les types de dépôts meubles suivants, dont la séquence de mise en place est présentée des plus récents aux plus anciens dans le tableau de la page ci-contre. Leur description est mise en relation avec leur potentiel aquifère.



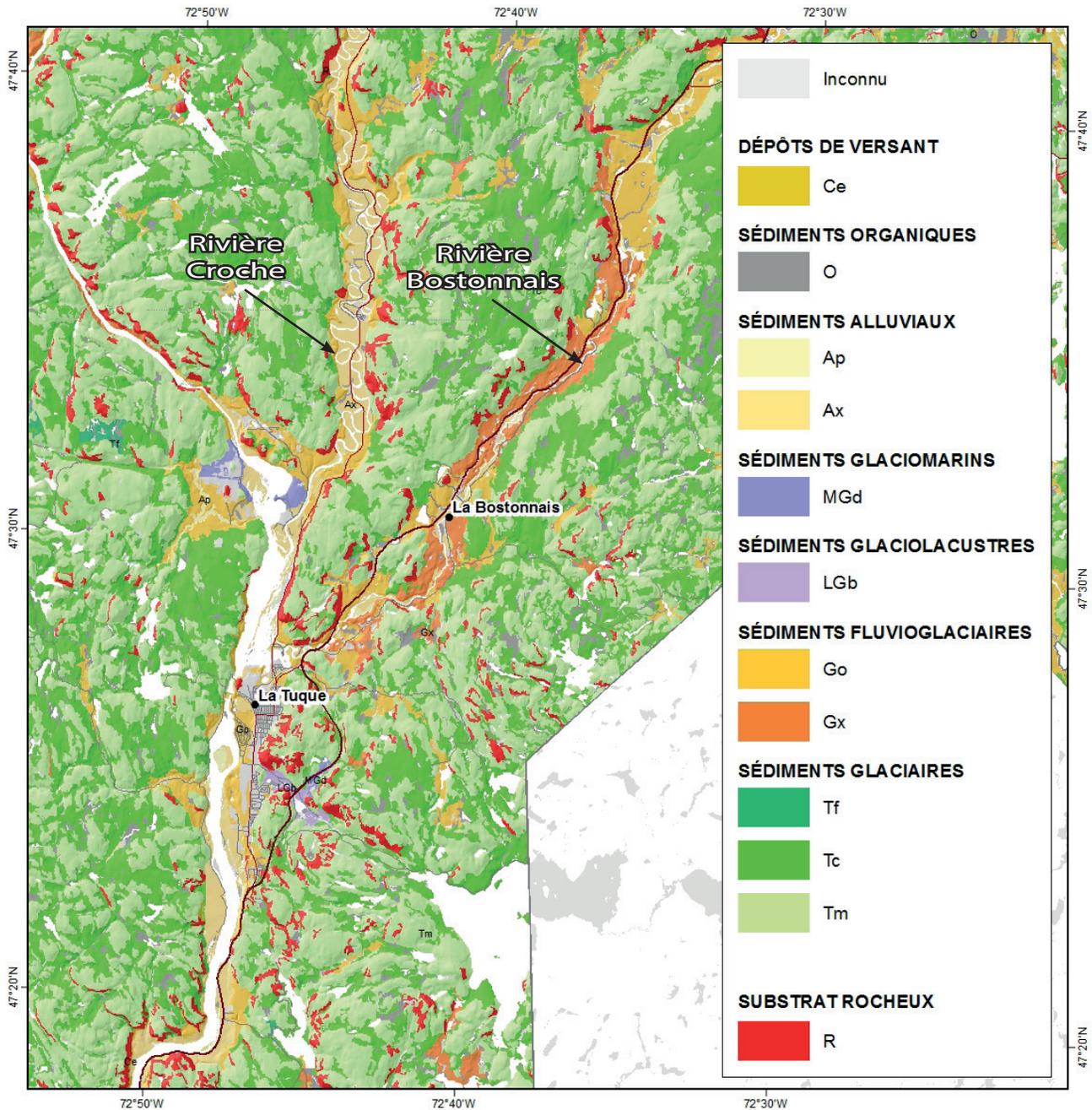
Pourquoi retrouve-t-on peu ou pas de dépôts glaciomarins dans les Hautes-Terres?



Les types de dépôts meubles

Unité lithostratigraphique	Description de l'unité	Rôle hydrogéologique
Dépôts de versant (Ce)	Dépôts d'éboulis : cailloux et blocs anguleux.	Aquifère à faible potentiel (faible épaisseur saturée)
Sédiments organiques (O)	Sédiments organiques non différenciés.	Aquitard
Dépôts éoliens (Ed)	Sables fins mis en place par le vent sous forme de dunes paraboliques.	Aquifère
Sédiments alluviaux actuels (Ap)	Sable, silt sableux, sable graveleux et gravier contenant fréquemment de la matière organique.	Aquifère à faible potentiel (faible épaisseur)
Sédiments alluviaux de terrasses anciennes (Ax)	Sable, silt sableux et gravier contenant un peu de matière organique.	Aquifère à faible potentiel
Sédiments marins littoraux (Mb)	Sable, silt sableux, sable graveleux et gravier stratifiés et généralement bien triés.	Aquifère
Sédiments glaciomarins deltaïques (MGd)	Sable, sable graveleux et gravier, stratifiés et bien triés.	Aquifère à haut potentiel
Sédiments glaciomarins littoraux (MGb)	Sable, silt sableux, sable graveleux et gravier stratifiés et généralement bien triés.	Aquifère
Sédiments glaciomarins fins d'eau profonde (MGa)	Silt argileux et argile silteuse.	Aquitard
Sédiments glaciolacustres littoraux et pré-littoraux (LGb)	Sable, sable silteux, gravier sableux et blocs	Aquifère
Sédiments fluvioglaciaires d'épandage proglaciaire (Go)	Sable, gravier et blocs, montrant une décroissance granulométrique générale vers l'aval.	Aquifère à haut potentiel
Sédiments fluvioglaciaires juxtaglaciaires (Gx)	Sable et gravier, blocs, un peu de till ou de diamicton; formant des eskers, des kames et des crêtes morainiques.	Aquifère à haut potentiel
Sédiments glaciaires : till de fusion ou d'ablation (Tf)	Diamicton à matrice lâche et généralement délavée et dont l'épaisseur dépasse généralement 1 m	Aquifère à faible potentiel
Sédiments glaciaires : till en couverture généralement continue (Tc)	Diamicton d'épaisseur supérieure à 1 m	Aquitard ou aquifère ? Puisque la moraine est exploitée pour son eau potable...
Sédiments glaciaires : till en couverture mince et discontinue (Tm)	Diamicton de moins de 1 m d'épaisseur	Aquitard
Aquifère rocheux régional (R)	Roc	Aquifère à faible potentiel

Secteur des Hautes-Terres



Géologie du Quaternaire (préliminaire)

Secteur La Tuque



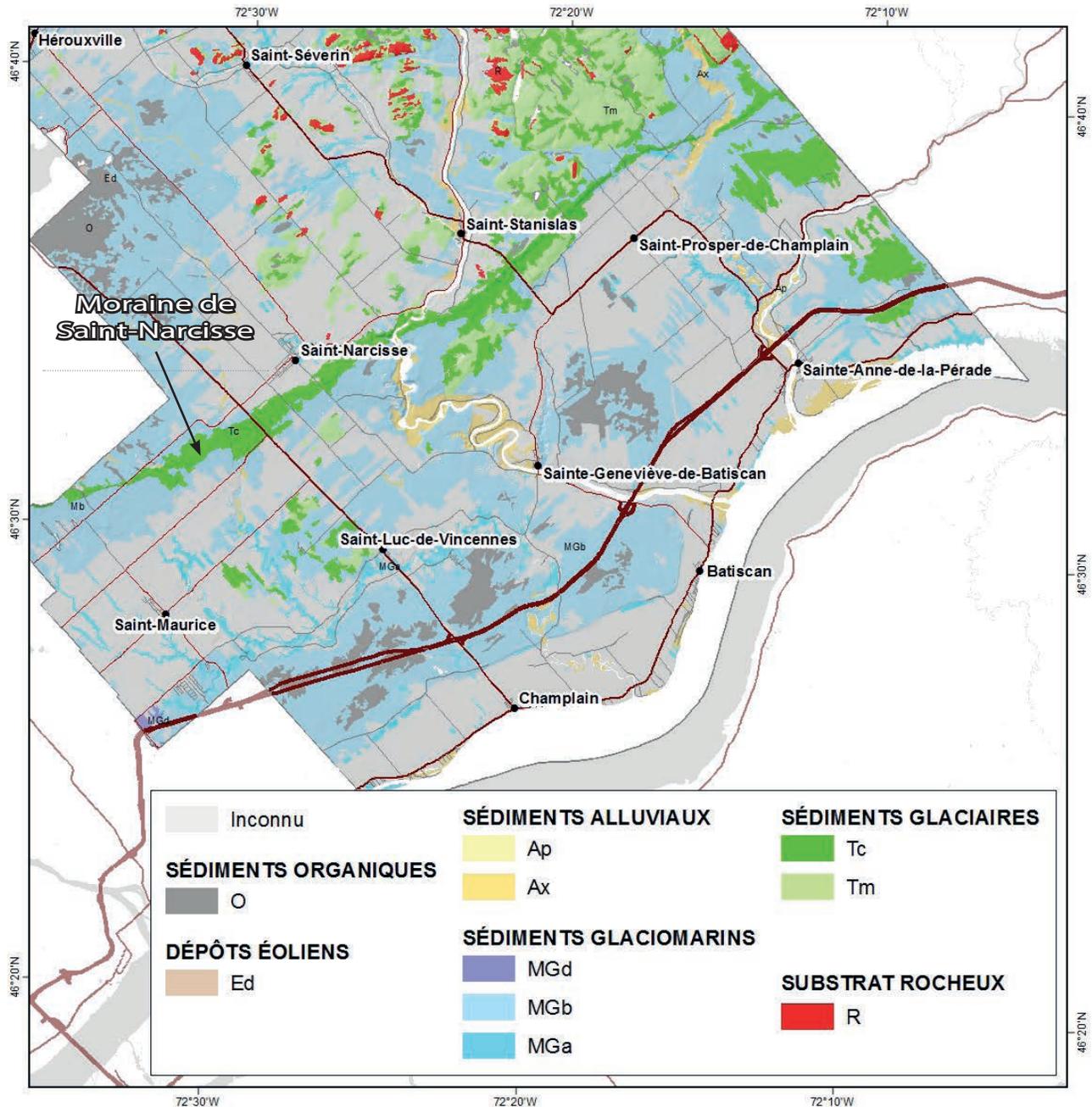
1:150 000



On retrouve principalement en surface des sédiments fluvioglaciaires dans la vallée de la rivière Bostonnais.

Vrai Faux

Secteur des Basses-Terres



Géologie du Quaternaire (préliminaire)

Secteur Basses-Terres



1:150 000



La moraine de Saint-Narcisse est principalement constituée de dépôts perméables à fort potentiel aquifère.

Vrai Faux

2- Épaisseur des dépôts meubles

Définition

Les dépôts meubles sont l'ensemble des sédiments qui recouvrent le socle rocheux. Ils proviennent généralement de l'érosion de la roche, mais aussi parfois de la matière organique ou des volcans. Les dépôts meubles possèdent généralement une **POROSITÉ** importante. Ils peuvent contenir entre 30 et 50% de leur volume en eau.

L'épaisseur et les propriétés des dépôts meubles qui recouvrent le roc influencent l'écoulement de l'eau souterraine à l'échelle régionale. Lorsque les **DÉPÔTS MEUBLES** sont grossiers (sables et graviers) et que leur épaisseur est suffisamment importante, ils peuvent constituer un **AQUIFÈRE**. Cependant, si les dépôts meubles sont fins (argile et silt) et donc peu perméables et suffisamment épais, ils formeront plutôt un **AQUITARD**.

La carte de l'épaisseur des dépôts meubles ne permet pas de distinguer les sédiments perméables des sédiments imperméables. L'agencement stratigraphique avec la profondeur peut être connu à partir des forages qui constituent pour l'hydrogéologue des fenêtres indispensables pour « voir » ce qui se retrouve sous terre ou interprété sur des coupes stratigraphiques.

Méthode utilisée

L'épaisseur totale des dépôts meubles a été basée sur l'interpolation des données stratigraphiques obtenues au sein de l'ensemble des forages répertoriés, à ce jour, dans le cadre du présent projet.

Interprétation pour la région

L'interpolation préliminaire indique que l'épaisseur des dépôts peut atteindre 91 m. L'épaisseur des dépôts est la plus importante dans les municipalités de Saint-Luc-de-Vincennes, Saint-Maurice, Champlain et Saint-Prosper-de-Champlain. Mis à part le long de la rivière Saint-Maurice, l'épaisseur de dépôts est généralement plus faible, voire nulle, au nord du territoire, dans le Bouclier canadien. Il ne semble pas y avoir a priori de relation directe entre l'épaisseur des dépôts de surface et la présence de la moraine de Saint-Narcisse.

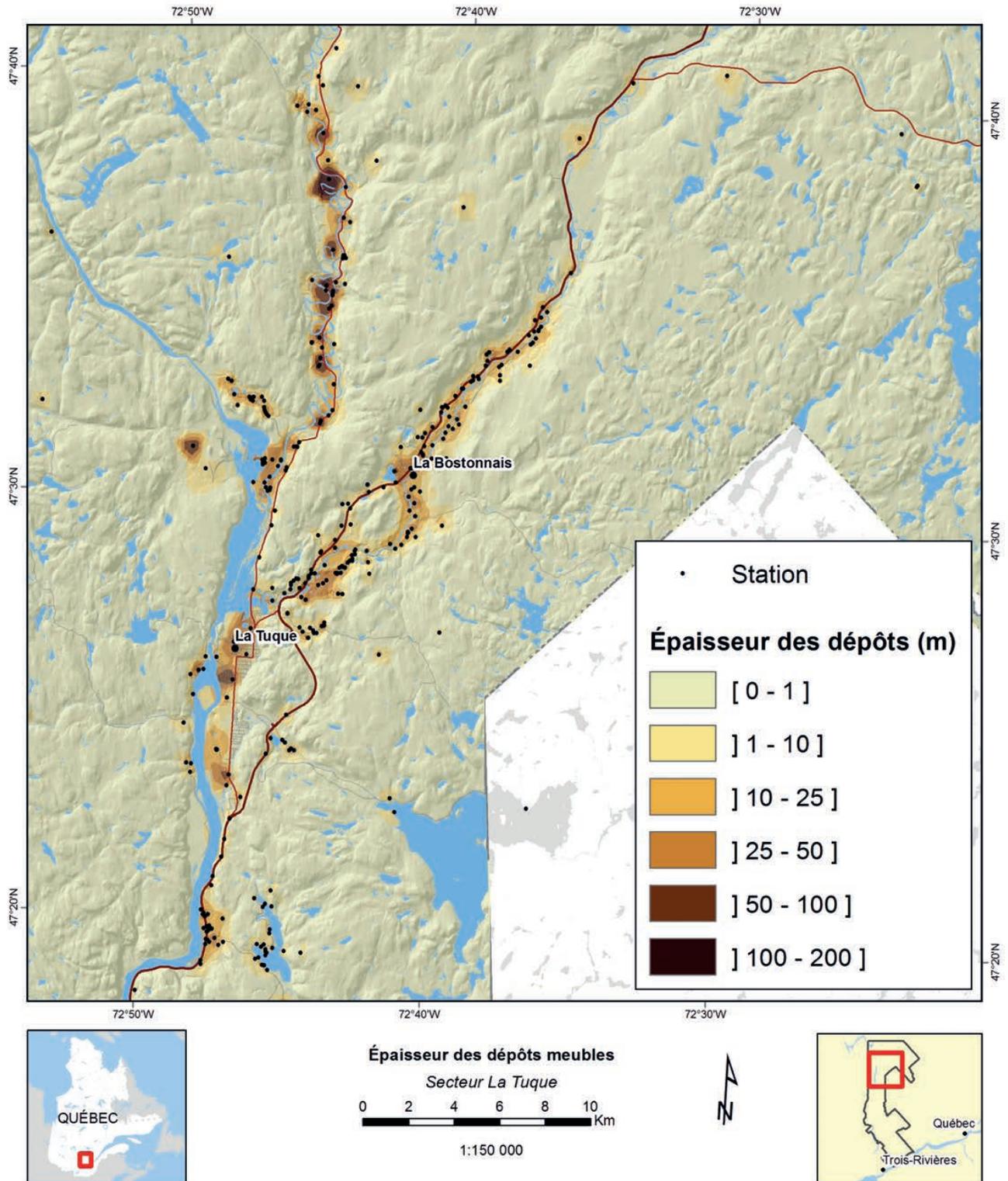


Pourquoi retrouve-t-on des épaisseurs plus importantes dans les vallées et les Basses-Terres ?



Notes

Secteur des Hautes-Terres

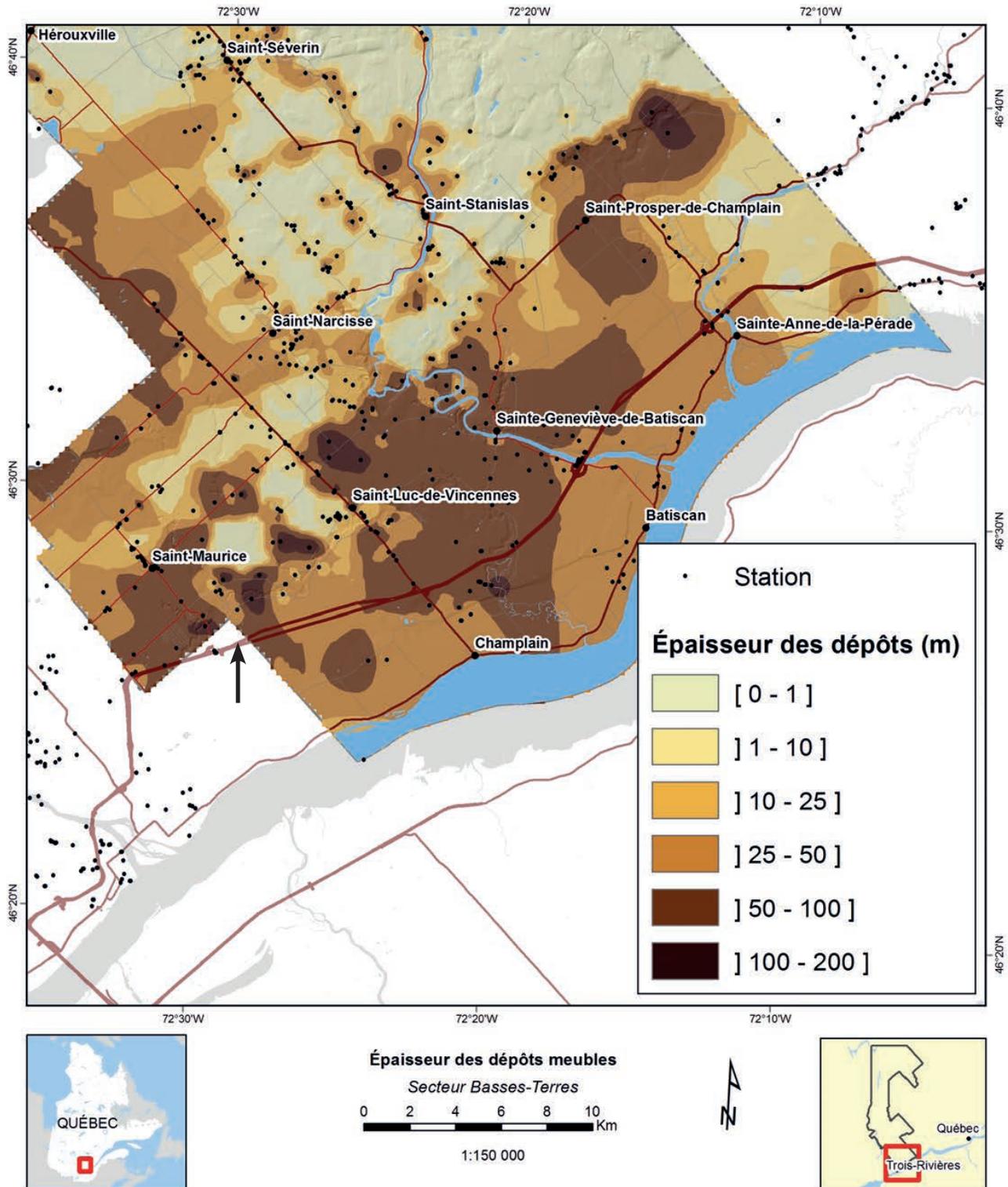


L'estimation de l'épaisseur des dépôts meubles est moins fiable le long des axes routiers.

Vrai

Faux

Secteur des Basses-Terres



Le centre villageois de Saint-Séverin repose sur une plus grande épaisseur de dépôts meubles que le centre villageois de Saint-Maurice.

Vrai

Faux

3- Coupes stratigraphiques

Définition

Un contexte hydrogéologique représente un arrangement des unités de dépôts meubles et de roches, en considérant leur perméabilité respective. La superposition des unités géologiques est aussi désignée par le terme stratigraphie. Elle permet de visualiser comment sont organisées les unités géologiques en profondeur afin d'en apprécier leur continuité, leur étendue et leur épaisseur, et d'identifier quelle séquence de dépôts meubles peut être rencontrée dans un secteur donné. On parle aussi d'**HYDROSTRATIGRAPHIE**. Par exemple, un contexte hydrostratigraphique pourrait être une zone définie par une couche de silts ou d'argile en surface, reposant sur des sédiments fluvioglaciers en contact avec l'aquifère de roc fracturé.

Ces contextes exercent une influence sur l'écoulement et la qualité de l'eau souterraine. Ils sont établis dans le but de servir d'indicateurs régionaux des conditions hydrogéologiques présentes sur un territoire. Ces séquences déterminent les **CONDITIONS DE CONFINEMENT** des aquifères.

Méthode utilisée

Cette coupe stratigraphique a été créée à l'aide du logiciel ArcHydro Groundwater. Les forages utilisés proviennent de la base de données spatiales créée par le projet mené pour la région de l'est de la Mauricie dans le cadre du programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES-ME). Pour faciliter l'interprétation des coupes stratigraphiques, la stratigraphie originale des forages a été simplifiée pour obtenir six grandes unités géologiques (argile, sable, gravier, till, roc (roche sédimentaire ou roche cristalline) et inconnu). Une exagération est appliquée sur l'échelle verticale de la vue en coupe.

Interprétation pour la région

Unité lithostratigraphique	Description de l'unité	Rôle hydrogéologique
Sable	Sédiments perméables	Aquifère superficiel libre avec un potentiel limité
Argile	Sédiments très peu perméables	Aquitard
Gravier	Sédiments grossiers très perméables	Aquifère libre, semi-confiné ou confiné, à fort potentiel
Till	Diamictons à perméabilité hétérogène	Aquitard ou aquifère à nappe libre, semi-confinée ou confinée
Roche sédimentaire	Roche présentant un réseau de fractures avec un bon potentiel aquifère	Aquifère confiné
Roche cristalline	Roc peu perméable sauf près des failles	Aquifère libre ou semi-confiné dans les hauts topographiques et confiné dans les vallées. Potentiel aquifère en périphérie des failles.



De quelle façon les différentes unités influencent-elles les conditions de confinement de la nappe ?

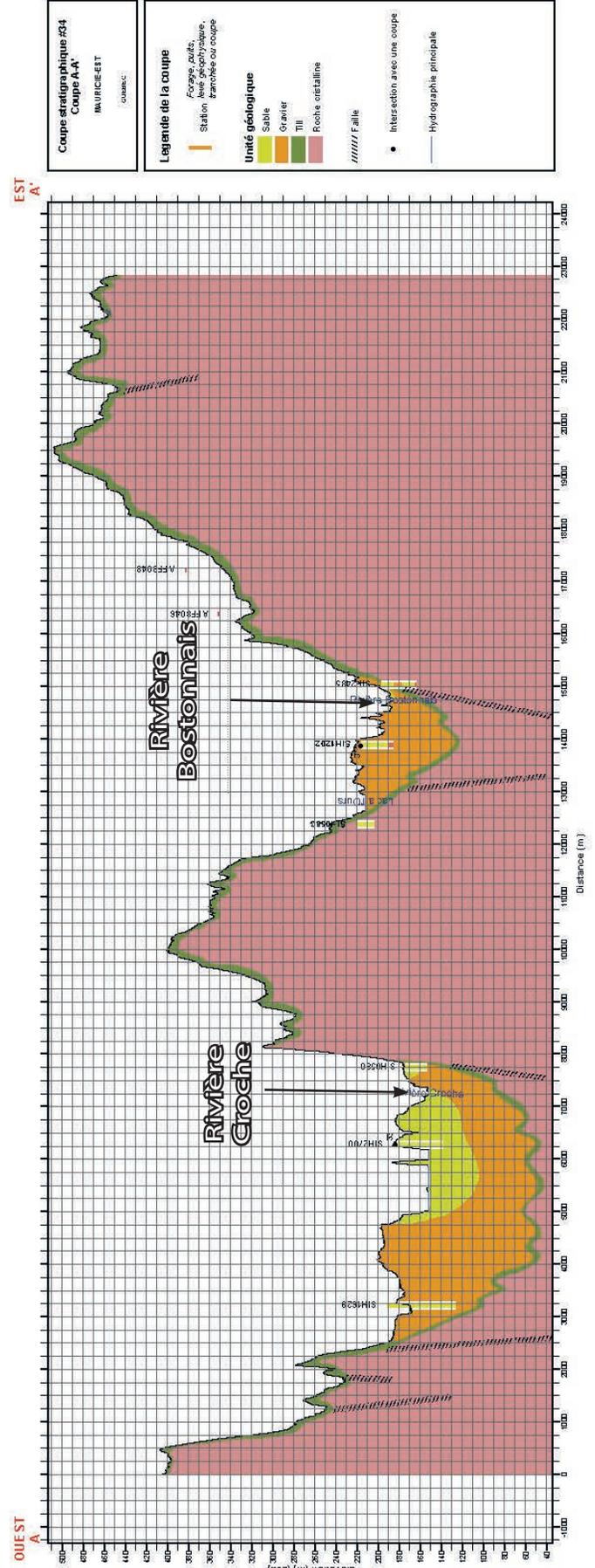
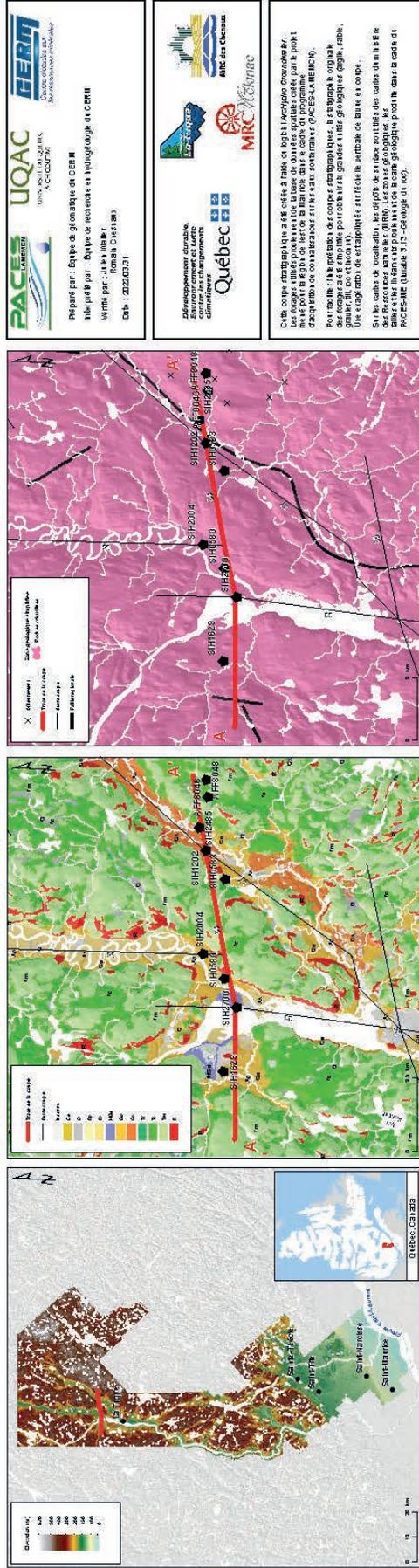


3- Notes



La rivière Croche sécoule sur un aquifère multicouches de sable et gravier.

Vrai Faux



4- Qualité de l'eau – Critères pour l'eau potable

Définition

La qualité de l'eau potable s'évalue en comparant les constituants physicochimiques de l'eau aux normes et recommandations existantes. Les **CONCENTRATIONS MAXIMALES ACCEPTABLES** (CMA) sont des normes bactériologiques et physicochimiques visant à éviter des risques pour la santé humaine. Elles proviennent du Règlement sur la qualité de l'eau potable (Q-2, r. 40).

Méthode

La campagne hydrogéochimique s'est concentrée sur une caractérisation de la chimie inorganique des eaux souterraines. Le portrait de la géochimie de l'eau souterraine présenté ici résulte de la campagne d'échantillonnage réalisée par l'équipe de recherche de l'UQAC à l'été 2019, où 103 échantillons d'eau brute ont été prélevés dans les puits privés au roc et dans les dépôts meubles. Au total, 39 paramètres inorganiques ont été analysés.

Interprétation pour la région

Le tableau ci-dessous montre les paramètres ayant montré au moins un dépassement.

Paramètre	Concentration maximale acceptable (CMA)	Nombre de dépassements de la CMA	Proportion des échantillons	Norme fondée sur :
Cuivre (Cu)	1 mg/L	1	0,9 %	Affecte principalement le système gastro-intestinal
Fluorure (F)	1,5 mg/L	10	9,7%	Fluorose dentaire modérée (effet cosmétique)
Manganèse (Mn)	0,12 mg/L	18	17,5 %	Effets neurologiques chez les enfants
Plomb (Pb)	0,010 mg/L	1	0,9%	Effets biochimiques et neurocomportementaux chez les nourrissons et les jeunes enfants, anémie, cancérigène
Nitrites et nitrates	10 mg/L	2	1,9%	Risque de cancer et pour les nourrissons, problèmes respiratoires et coloration bleutée de la peau et des lèvres

En général, la qualité chimique de l'eau de la région est considérée comme bonne. Actuellement, il n'existe pas de norme québécoise pour le manganèse dans le Règlement sur la qualité de l'eau potable. Santé Canada recommande une concentration maximale acceptable (CMA) de manganèse dans l'eau de 0,12 mg/L, à cause de ses effets neurologiques sur le développement des enfants.

Parmi les paramètres analysés, cinq d'entre eux présentent des dépassements des concentrations maximales acceptables pour certains échantillons. C'est le cas pour le cuivre, les fluorures, le manganèse, les nitrites/nitrates et le plomb. La plupart des dépassements observés sont en manganèse. La proportion de 17,5 % de dépassements de cette recommandation de CMA ainsi que la répartition des dépassements démontrent l'importance de la problématique du manganèse sur la qualité de l'eau dans la région.

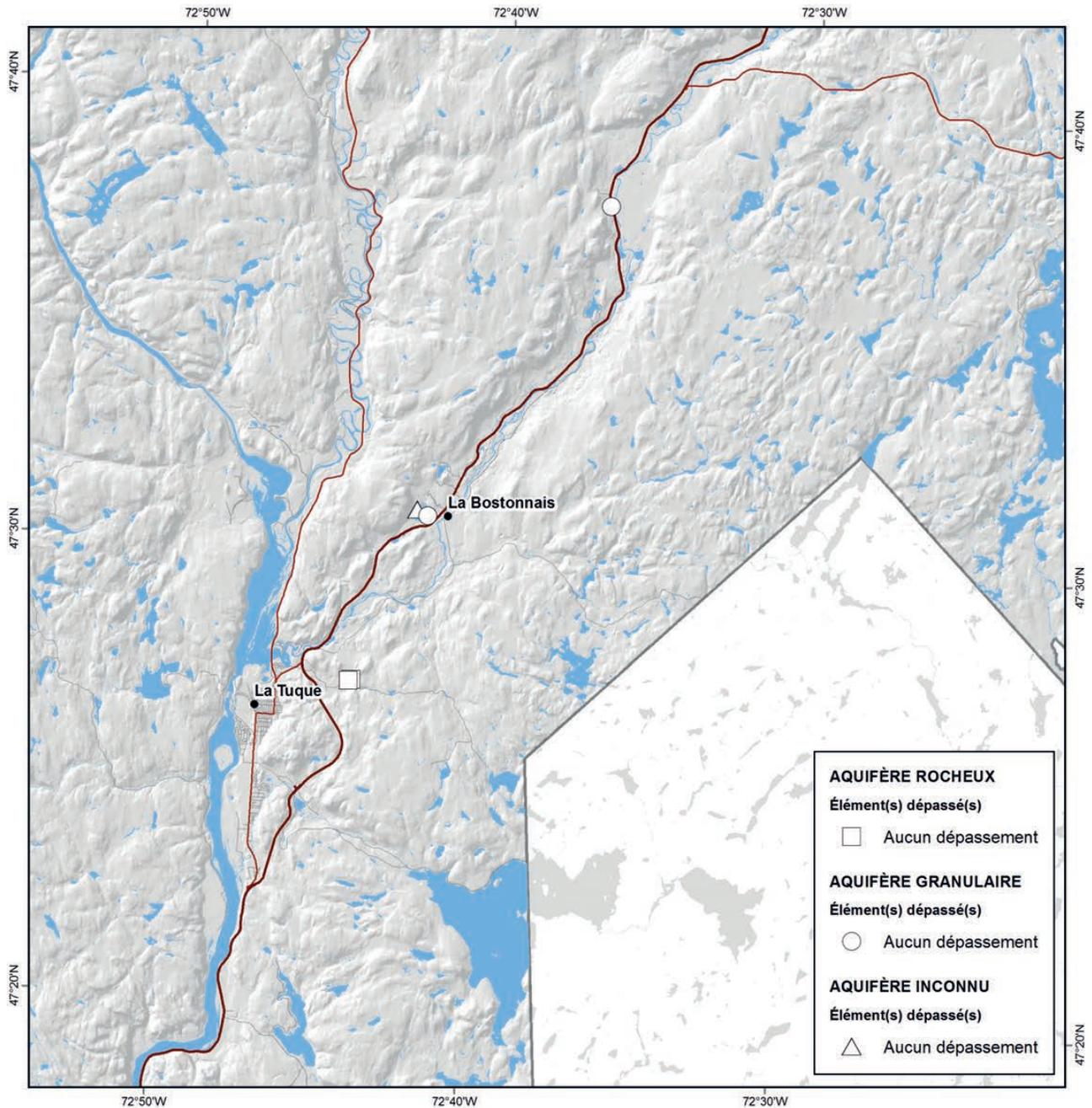


Pour les puits d'alimentation où aucun problème lié à la qualité de l'eau n'a été identifié, pourquoi est-il tout de même recommandé de faire un suivi de la qualité de l'eau?

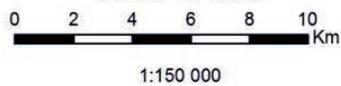


Notes

Secteur des Hautes-Terres



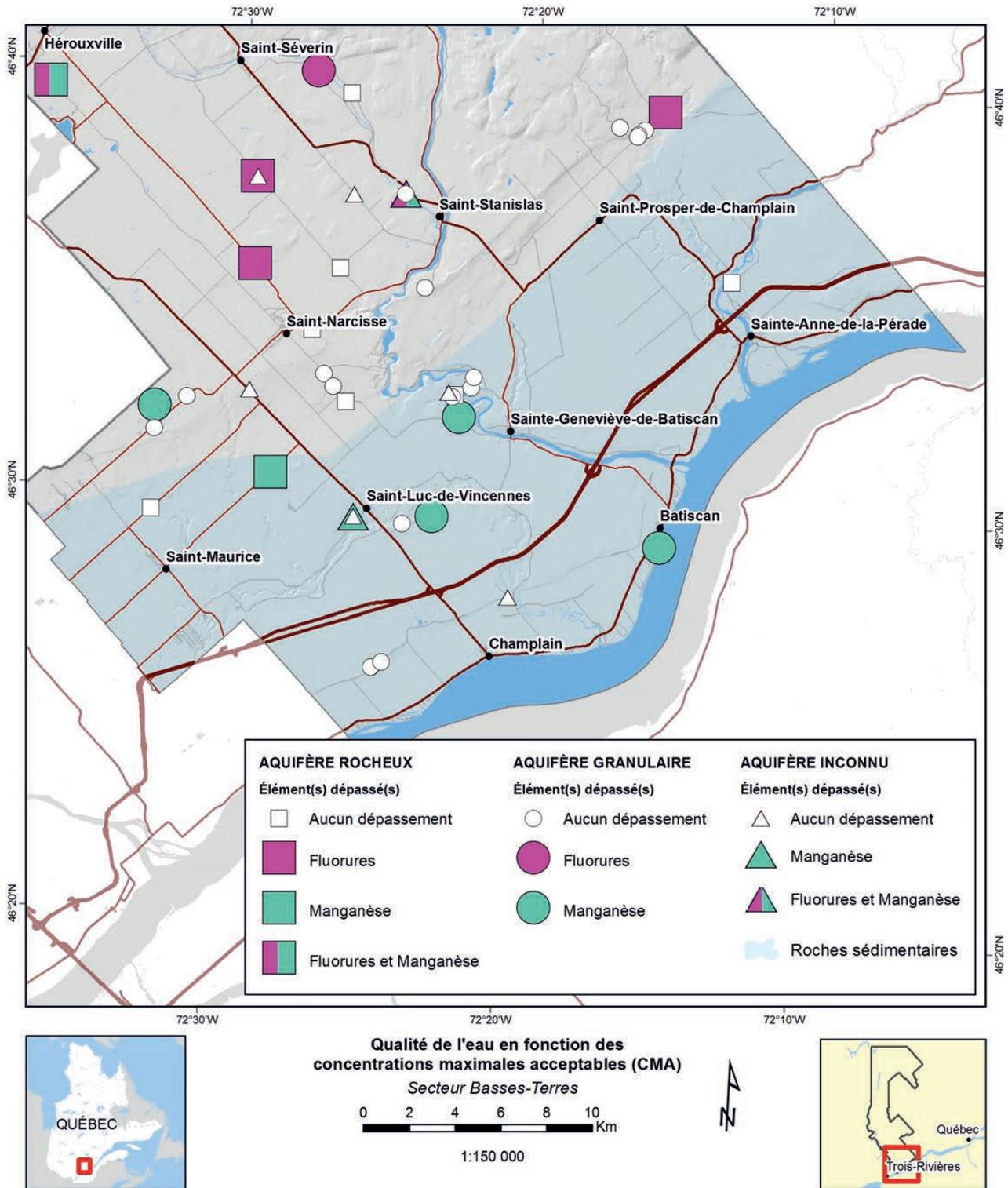
Qualité de l'eau en fonction des concentrations maximales acceptables (CMA)
Secteur La Tuque



Globalement, la qualité régionale de l'eau souterraine dans ce secteur est bonne et présente peu de risque pour la santé humaine.

Vrai Faux

Secteur des Basses-Terres



Les dépassements en fluorures proviennent tous des milieux aquifères rocheux.

Vrai Faux

Activité 3

**Où en est rendu le PACES?
Vers où va-t-on?**

Explication activité 3

Objectif



S'informer de l'état d'avancement du PACES et de ses développements futurs.

Déroulement



Les membres de l'équipe de recherche feront une présentation en ligne des actions réalisées depuis l'atelier 1 (20 juin 2018) et expliqueront les actions du projet prévues au cours de la prochaine année.

+



Les participants pourront poser des questions dans le clavardage.

Où en est rendu le PACES?

Les actions réalisées au cours de la dernière année (2018 - 2020)

1. Les données récoltées et compilées
2. Les campagnes de terrain
3. Les rencontres des comités de suivi
4. Les projets étudiants
5. Autres

Vers où va-t-on?

Les actions planifiées pour la prochaine année (2020 - 2021)

1. Les campagnes de terrain
2. Les rencontres des comités de suivi
3. La production des résultats
4. Autres

Les faits saillants du PACES Mauricie-Est - Phase 1

La collecte et la compilation des données existantes ont été les principales activités réalisées dans la première année du projet (phase I). Cette étape est divisée en trois étapes : 1) Acquérir les données géomatiques (milieu humain et naturel) et l'information hydrogéologique (rapport PDF ou papier) existantes 2) Saisir l'information hydrogéologique pertinente dans une base de données Access 3) Centraliser et organiser toute l'information collectée dans une base de données géospatiales. À ce jour, plus de 6 000 données provenant de forages (SIH, MTQ, SIGEOM, rapports hydrogéologiques, etc.) ont été collectées et numérisées ainsi que près de 134 diagraphies, 36 analyses d'essais de pompage, 35 analyses granulométriques et plus d'une centaine de rapports d'analyses hydrogéochimiques.

Les principaux résultats préliminaires tirés des rapports phase #1 et phase #2 du PACES-Mauricie-Est, sont :

- Les vallées traduisant le tracé de failles majeures qui sont favorables à des connexions hydrauliques entre les eaux de surface et les eaux souterraines du roc fracturé. Ces vallées peuvent également contenir d'importantes épaisseurs de dépôts favorables à l'exploitation de l'eau souterraine.
- L'extérieur des failles du Graben du Saint-Laurent sont composées de zones fracturées qui pourraient représenter un milieu poreux aquifère intéressant. Les failles normales du territoire de Mauricie-Est pourraient constituer des systèmes complexes drains-barrières qui se comportent à la fois comme des conduits perméables où l'écoulement est favorisé (dans le même sens que l'axe de la faille) et à la fois comme des barrières à l'écoulement (perpendiculairement à la faille).
- Les roches sédimentaires comprenant un réseau de fractures subverticales combiné aux strates horizontales pourraient permettre un écoulement suffisant d'eau souterraine pour y retrouver des aquifères. Il convient toutefois de garder à l'esprit que les shales d'Utica constituent une formation gazifère voire pétrolifère qui peut induire une contamination naturelle de l'eau souterraine.
- L'épaisseur de la moraine de Saint-Narcisse varie entre 1 et 20 mètres, mais peut atteindre jusqu'à 40 mètres en certains endroits. Localement, à l'intérieur de la moraine, des zones de sables et graviers bien triés, qui constituent des aquifères intéressants, peuvent être observées. Ces unités perméables, lorsqu'elles sont exposées à la surface, peuvent aussi servir de zones de recharge pour la moraine ainsi que pour les formations rocheuses sous-jacentes.
- D'un point de vue hydrogéologique, deux milieux aquifères se distinguent, soit le roc fracturé et les milieux granulaires perméables, ainsi qu'un milieu aquitard, soit l'argile déposée par la mer de Champlain.
- La carte piézométrique indique un écoulement régional de l'eau souterraine depuis les Hautes-Terres Laurentiennes jusqu'au fleuve Saint-Laurent.
- En général, la qualité chimique de l'eau de la région est considérée comme bonne. Différents facteurs naturels, tels que le temps de résidence de l'eau et la présence de milieux humides peuvent impacter la qualité de l'eau souterraine. Les milieux humides sont des zones où il y a une importante dégradation de la matière organique ce qui induit une diminution des concentrations en oxygène et en nitrate créant ainsi un milieu réducteur. Ce type de milieu est favorable à la solubilisation du fer et du manganèse dans l'eau.

- De manière préliminaire, le territoire d'étude peut être découpé en 6 grands contextes :
 1. Dans les Hautes-Terres, des accumulations importantes de sable ont été observées dans les vallées profondes. Ces dépôts sont généralement en association spatiale avec des failles d'échelle régionale, dont l'expression topographique correspond à des escarpements rocheux souvent imposants.
 2. À la limite des Hautes-Terres et du piedmont, les accumulations de sable et de gravier présentent d'importantes épaisseurs (plusieurs dizaines de mètres). Latéralement, l'épaisseur de ces accumulations peut être très variable à cause du roc abrupt qui affleure localement.
 3. Dans le piedmont, le roc est moins escarpé et affleure de manière discontinue. Les creux topographiques sont comblés de sable et de gravier qui peuvent être localement couverts d'argile marine. La portion ouest du piedmont se distingue de la portion est par une topographie plus plane qui suggère des accumulations de dépôts de surface plus importantes.
 4. La moraine de Saint-Narcisse est localement exploitée à des fins d'alimentation en eau potable de certaines municipalités, ce qui atteste de sa capacité aquifère. Pourtant, par définition, la moraine se caractérise par une mauvaise perméabilité. On peut s'attendre à ce que la moraine présente une importante hétérogénéité. Cette hétérogénéité conditionnera l'écoulement de l'eau souterraine.
 5. À la limite piedmont/Basses-Terres, d'importantes accumulations de sables fins stratifiés ont été observées. Ces accumulations de sables sont superposées aux dépôts marins argileux et correspondent très vraisemblablement à des dépôts d'origine deltaïque.
 6. Dans les Basses-Terres, l'épaisseur des dépôts peut atteindre 75 m (figure 3-18). En surface, ces dépôts sont stratifiés et se composent de sable fin en alternance avec des niveaux centimétriques de silt argileux. L'épaisseur de l'unité sablo-silteuse stratifiée est présumée relativement faible (quelques mètres) et repose sur d'importantes épaisseurs d'argile marine.
- 14 municipalités parmi les 22 municipalités du territoire d'étude approvisionnent leur réseau d'aqueduc à partir d'une source d'eau souterraine, 2 s'approvisionnent en captages mixtes eau souterraine/eau de surface et seulement 3 municipalités s'approvisionnent en eau de surface uniquement. Ceci met en avant l'importance de l'eau souterraine pour l'alimentation en eau potable du territoire d'étude.

Limites générales de l'étude

Les cartes réalisées dans le cadre du PACES ME sont représentatives des conditions régionales à l'échelle 1/250 000. Le portrait régional en découlant pourrait toutefois s'avérer non représentatif localement compte tenu de la variabilité de la qualité et de la distribution spatiale et temporelle des données sources utilisées. Par conséquent, les résultats du projet présentés dans le rapport et les cartes associées ne peuvent remplacer les études requises pour définir les conditions réelles à l'échelle locale et n'offrent aucune garantie quant à l'exactitude ou à l'intégrité des données et des conditions présentées. Les auteurs et leurs institutions ou organismes d'attache ne donnent aucune garantie quant à la fiabilité, ou quant à l'adaptation à une fin particulière de toute œuvre dérivée et n'assument aucune responsabilité pour les dommages découlant de la création et de l'utilisation de telles œuvres dérivées, ou pour des décisions basées sur l'utilisation de ces données, des conditions présentées par les données ou des données sources y étant rattachées.

Les données de base utilisées proviennent de différentes sources (ex. : données de terrain récoltées dans le cadre du PACES, rapports de consultants, bases de données ministérielles) pour lesquelles la qualité des données est variable. Une grande proportion des données proviennent du Système d'information hydrogéologique (SIH) du MELCC et sont jugés de moins bonne qualité, tant en ce qui concerne les mesures géologiques et hydrogéologiques que les localisations rapportées. Ces données sont moins fiables individuellement, mais elles permettent de faire ressortir les tendances régionales des paramètres hydrogéologiques étudiés. Les résultats des analyses de qualité de l'eau ne sont valides que pour le puits où l'échantillon a été récolté. Les valeurs des paramètres pourraient aussi varier temporellement (jours, saisons ou années).

4

Questions aux chercheurs

Explication activité 4

Objectifs



- Poursuivre l'acquisition des notions de base en hydrogéologie
- S'informer de l'état d'avancement du PACES et ses développements futurs
- Apprendre à lire et à interpréter les données hydrogéologiques à l'aide de cartes

Déroulement



Une discussion en grand groupe pour favoriser les échanges entre acteurs et chercheurs. Les participants sont invités à poser leurs questions sur ce qui a été présenté le jour 1.

+



Les participants posent leur question dans le clavardage.

+

OU



Les participants lèvent la main pour poser leur question au micro.

Notes

JOUR 2

5

**Synthèse des notions
appprises**

Explication activité 5

Objectif



Apprendre à lire et interpréter les données hydrogéologiques pour répondre à un enjeu d'aménagement du territoire à l'aide des cartes des notions hydrogéologiques.

Déroulement



Les participants visionneront une capsule vidéo sur l'écoulement des eaux souterraines qui reprend plusieurs des notions vues hier.

+



Les participants vont travailler en sous-groupes et répondre à une question d'aménagement du territoire en faisant une lecture transversale des cartes des notions apprises en plus des cartes de l'occupation du sol et de l'aménagement du territoire.

+



Les participants pourront partager leurs résultats avec tous les participants et discuter avec l'équipe de recherche.

Notes

Comprendre les eaux souterraines à l'aide d'une maquette hydrogéologique

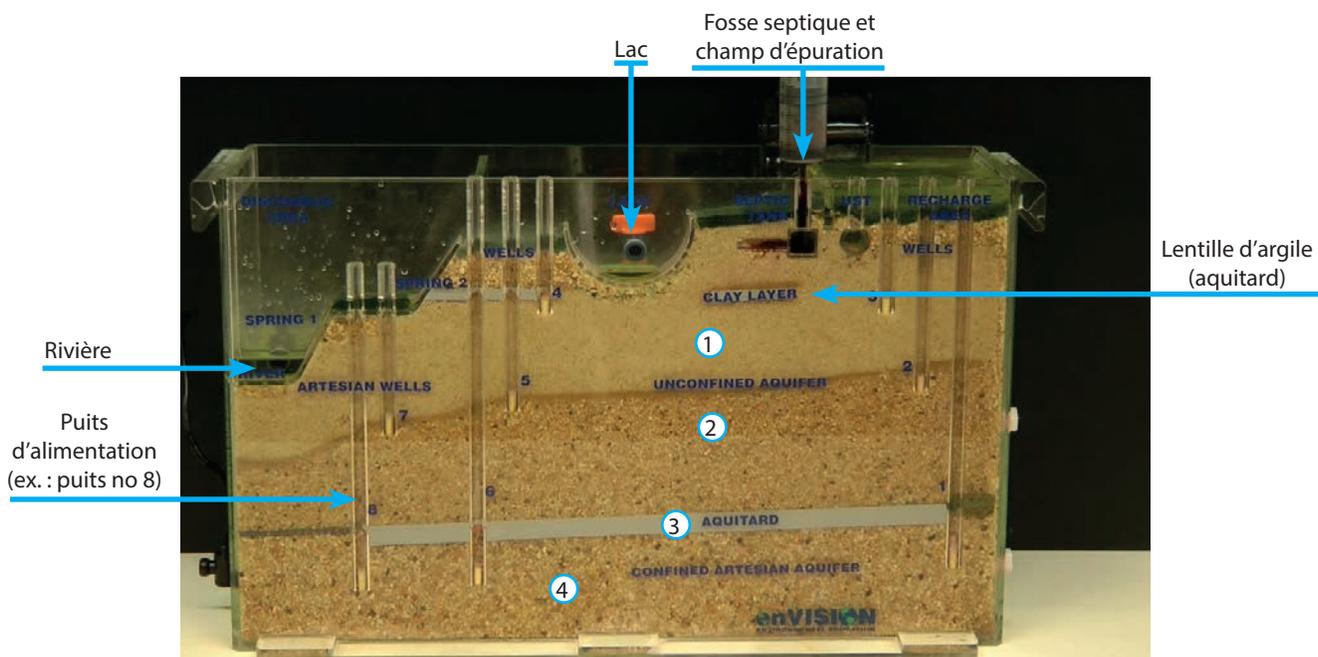
Comme l'eau de surface, l'eau souterraine s'écoule dans un **aquifère** d'un point haut vers un point bas, mais beaucoup plus lentement que dans les rivières. La maquette hydrogéologique illustrée ci-dessous permet de visualiser le cheminement de l'eau souterraine, contaminée ou non, dans des **aquifères** granulaires. Cette maquette hydrogéologique est une représentation miniaturisée d'une section verticale sous la surface du sol, qui permet d'illustrer plusieurs concepts liés à l'hydrogéologie.

Les éléments de la maquette hydrogéologique

La maquette mesure environ 50 cm de long, 30 cm de haut et a une profondeur de 20 cm. Les **aquifères** y sont représentés par un empilement de plusieurs types de sédiments. Ils correspondent aux **contextes hydrostratigraphiques** suivants :

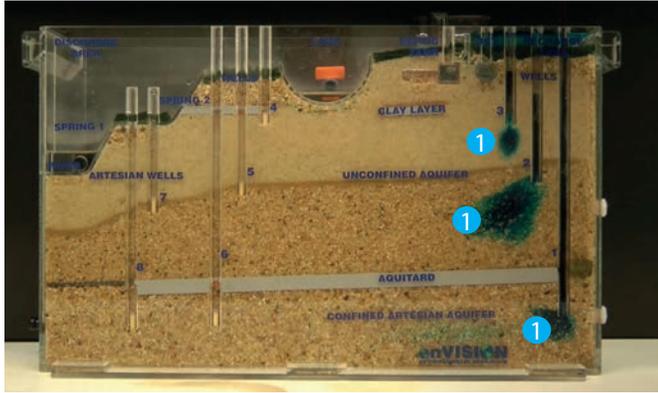
- ① Couche de **sable** fin dans la partie supérieure d'un **aquifère** à **nappe libre**, dans le premier tiers près de la surface,
- ② Couche de **sable** grossier dans la partie inférieure d'un **aquifère** à **nappe libre**, dans le deuxième tiers au centre,
- ③ Couche imperméable représentant un **aquitard**, qui pourrait être de l'**argile**,
- ④ Couche de **sable** grossier dans un **aquifère** à **nappe captive**, dans le troisième tiers à la base de la maquette.

La maquette est remplie d'eau qui occupe les espaces vides des sédiments. Une pompe permet d'assurer un écoulement d'eau en continu à travers les sédiments. Afin de pouvoir visualiser différents scénarios d'écoulement de l'eau souterraine, la maquette est munie de huit puits de profondeurs variées, ainsi que d'une fosse septique et de son champ d'épuration, dans lesquels il est possible d'injecter du colorant et également de pomper l'eau. Le réseau hydrographique est représenté par un lac et une rivière.

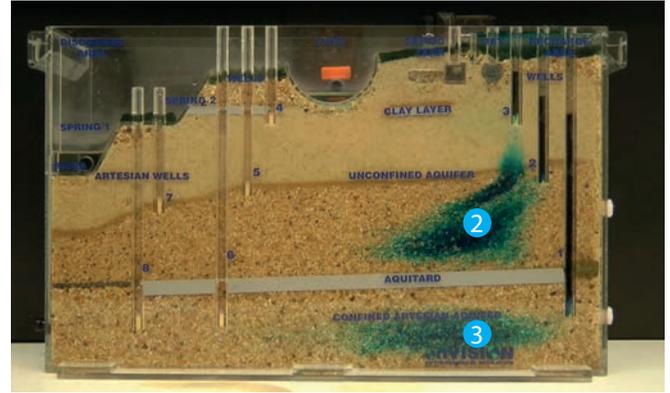


L'écoulement de l'eau souterraine

1 Injection d'un « traceur » (colorant alimentaire) par trois puits pour visualiser l'écoulement de l'eau dans les aquifères. L'eau remplit les pores (espaces vides) entre les grains.



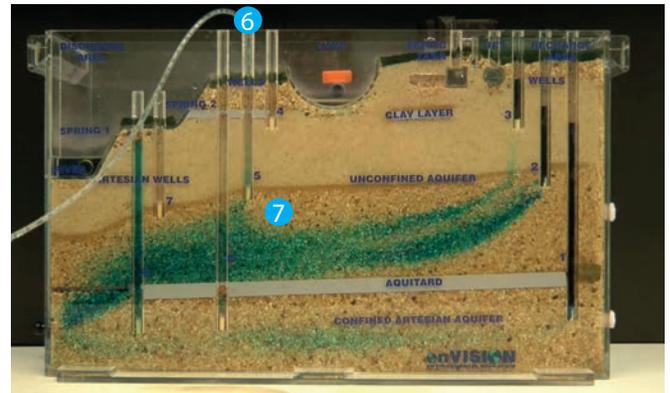
2 L'écoulement progresse de l'amont vers l'aval. Les eaux des couches supérieures de sable fin et de sable grossier de l'aquifère à nappe libre se mélangent : ces couches sont en lien hydraulique. 3 L'eau de l'aquifère à nappe captive inférieur ne se mélange pas avec celle de l'aquifère supérieur. L'aquitard (en gris) agit comme une barrière naturelle qui isole l'eau de l'aquifère à nappe captive.



4 Il y a pompage dans le puits d'alimentation n°8. L'eau puisée est colorée, indiquant qu'elle provient réellement de l'amont. 5 L'écoulement est plus rapide dans l'aquifère à nappe captive inférieur, indiquant une conductivité hydraulique plus élevée.



6 Il y a pompage dans le puits d'alimentation n°5. 7 Il y a un « appel » d'eau colorée qui était située plus profondément dans l'image précédente.



8 Il y a pompage dans le puits d'alimentation n°7. 9 Il y a aussi un « appel » d'eau colorée qui était située plus profondément dans l'image précédente.



10 L'eau souterraine fait ultimement résurgence dans la rivière, située en aval, qui devient colorée. 11 L'eau de l'aquifère à nappe captive de sable grossier s'est presque totalement renouvelée (indiqué par la perte de coloration).



Exercice de synthèse

Consignes

Les participants seront divisés en sous-groupes et se retrouveront dans une salle virtuelle avec d'autres participants (environ 4-5 participants). Cette division en sous-groupes est préétablie par les organisatrices en fonction du territoire d'action des participants, dans la mesure du possible. Vous devrez répondre à la question suivante: Si demain un nouveau secteur à fort potentiel aquifère était recherché, quelle zone constituerait une bonne cible?

Une fois dans votre salle virtuelle:

1. Présentez-vous et identifiez un porte-parole. Votre porte-parole sera responsable de prendre des notes et de les retranscrire sur le tableau collaboratif à la fin de l'exercice;
2. Parmi les notions hydrogéologiques apprises (dépôts quaternaires, épaisseur des dépôts meubles, coupes stratigraphiques, qualité de l'eau), quelles sont celles, selon vous, qui seraient utiles pour répondre à la question?
3. Pour chacune des notions identifiées au point 2, et en vous référant aux légendes des coupes et cartes de votre secteur, déterminez quels critères devraient être retenus pour localiser les zones au potentiel aquifère intéressant. Inscrivez-les dans le tableau de la page ci-contre;
4. À l'aide des cartes du milieu humain, identifiez les critères pour l'occupation du sol et les affectations du territoire compatibles avec la protection des sources d'eau potable souterraines, ainsi que toutes autres considérations (par exemple économique ou politique) et inscrivez-les dans le tableau de la page ci-contre;
5. Encercler de façon approximative les zones qui répondent à l'ensemble de vos critères sur une des cartes de votre secteur (n'importe laquelle);
6. Le ou la porte-parole de chaque équipe retranscrit les critères relevés dans le tableau partagé en ligne (cliquez sur le lien dans la boîte de clavardage);
7. Les critères sont ensuite discutés et comparés avec ceux de l'équipe de recherche pour chaque secteur.
8. Le ou la porte-parole encercler les zones ciblées sur la carte partagée en ligne avec les outils d'annotation de Zoom:



9. Les zones ciblées sont ensuite discutées et l'équipe de recherche présente la carte des résultats des zones à potentiel aquifère pour chaque secteur.

40 min

5 min

10 min

5 min

10 min

Interpréter les cartes pour répondre à une question en aménagement

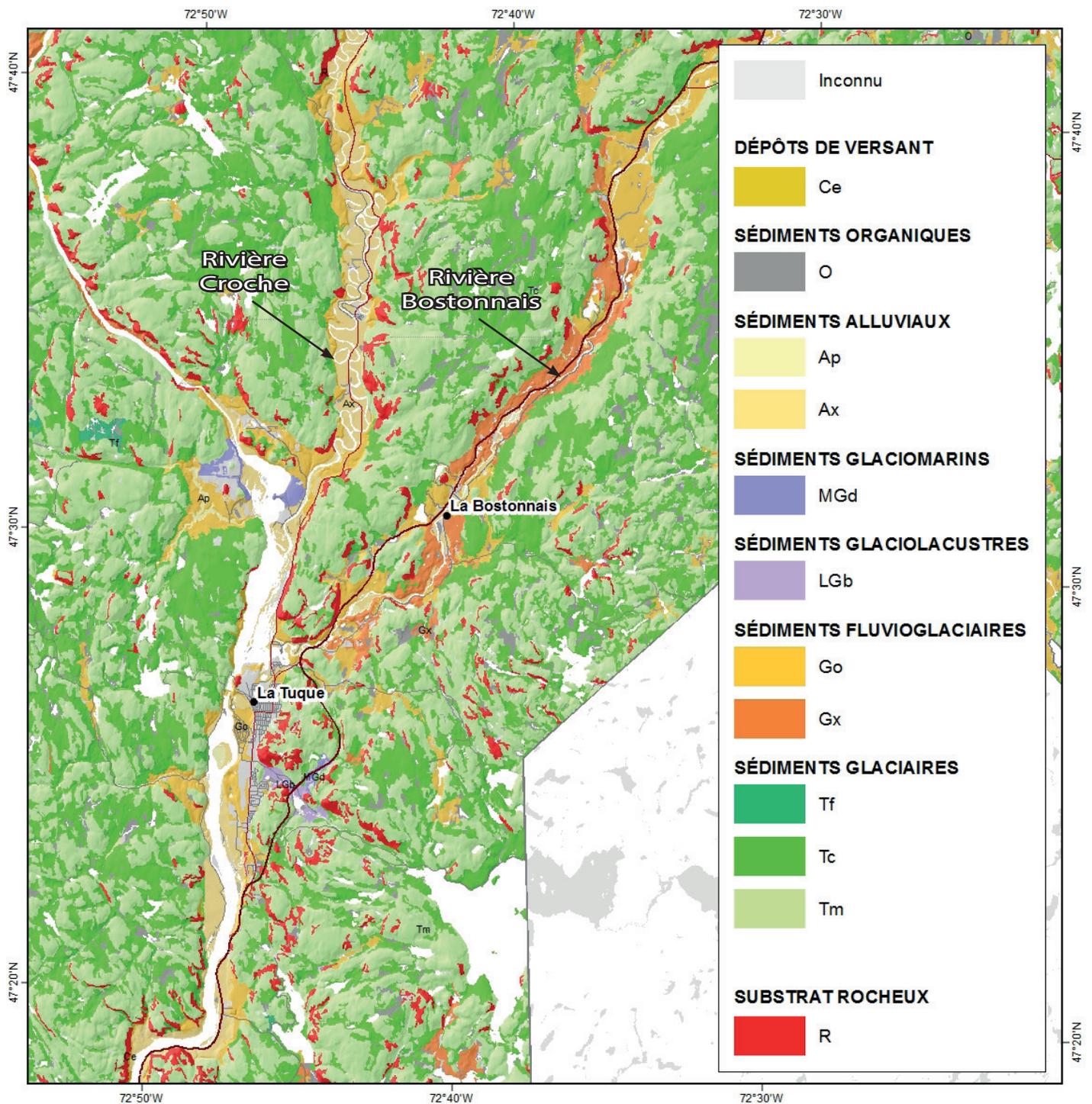
Si demain un nouveau secteur à fort potentiel aquifère était recherché, quelle zone constituerait une bonne cible? Indiquez sur quels critères vous pourriez baser votre raisonnement.

Votre secteur: _____

Cartographie	Critères
Dépôts Quaternaires	
Épaisseur des dépôts meubles	
Coupes stratigraphiques	
Qualité de l'eau	
Utilisation du sol	
Affectation du territoire	
Autres considérations	

SECTEUR DES HAUTES-TERRES

Secteur des Hautes-Terres : 1- Dépôts Quaternaires



Géologie du Quaternaire (préliminaire)

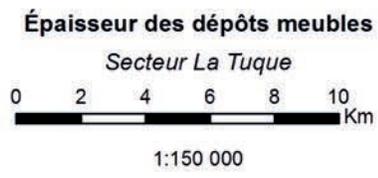
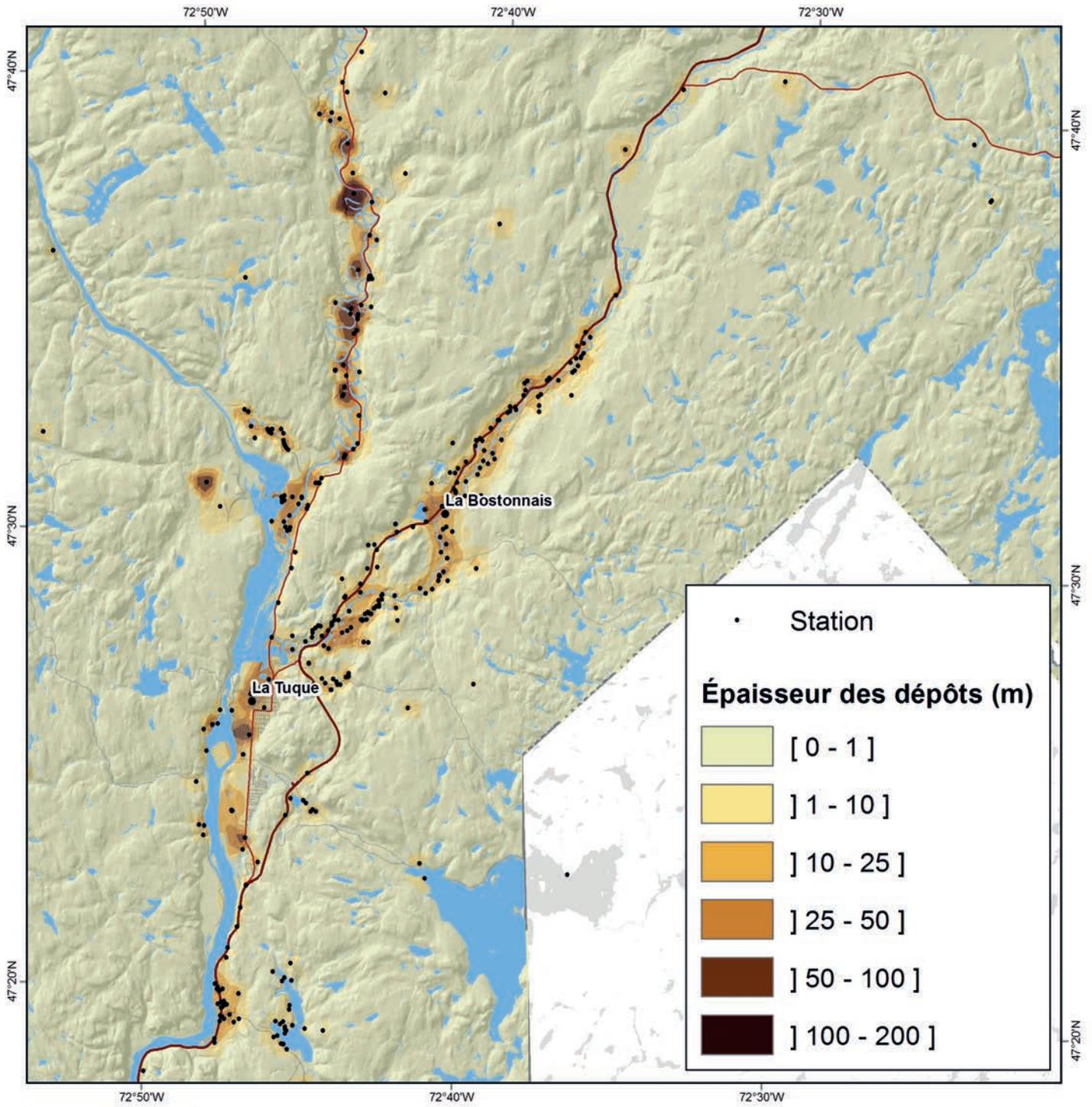
Secteur La Tuque



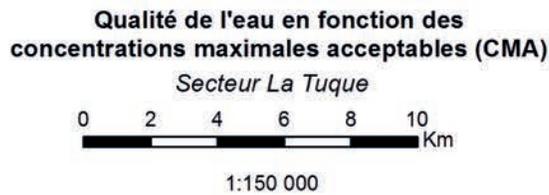
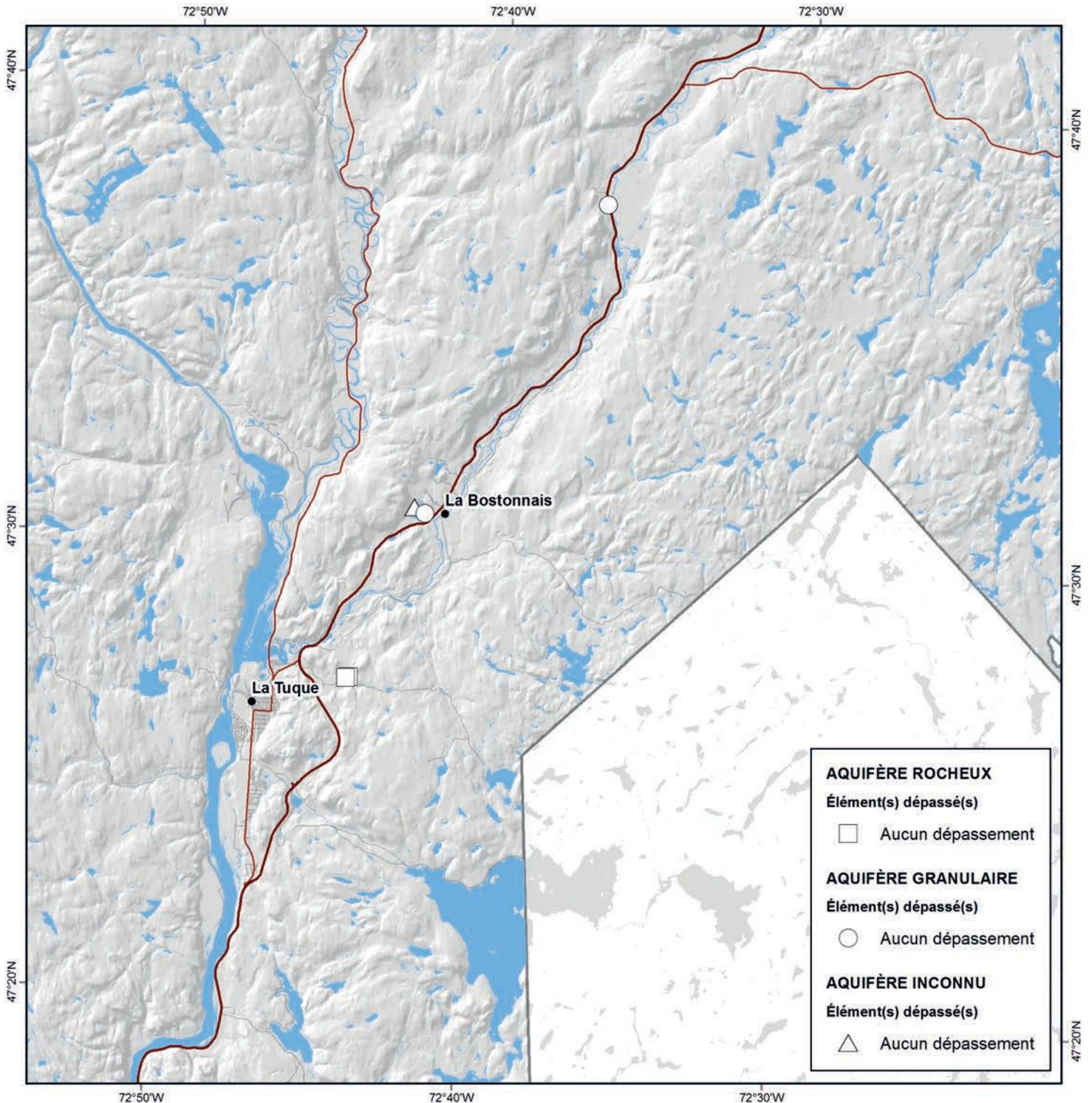
1:150 000



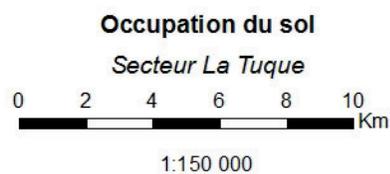
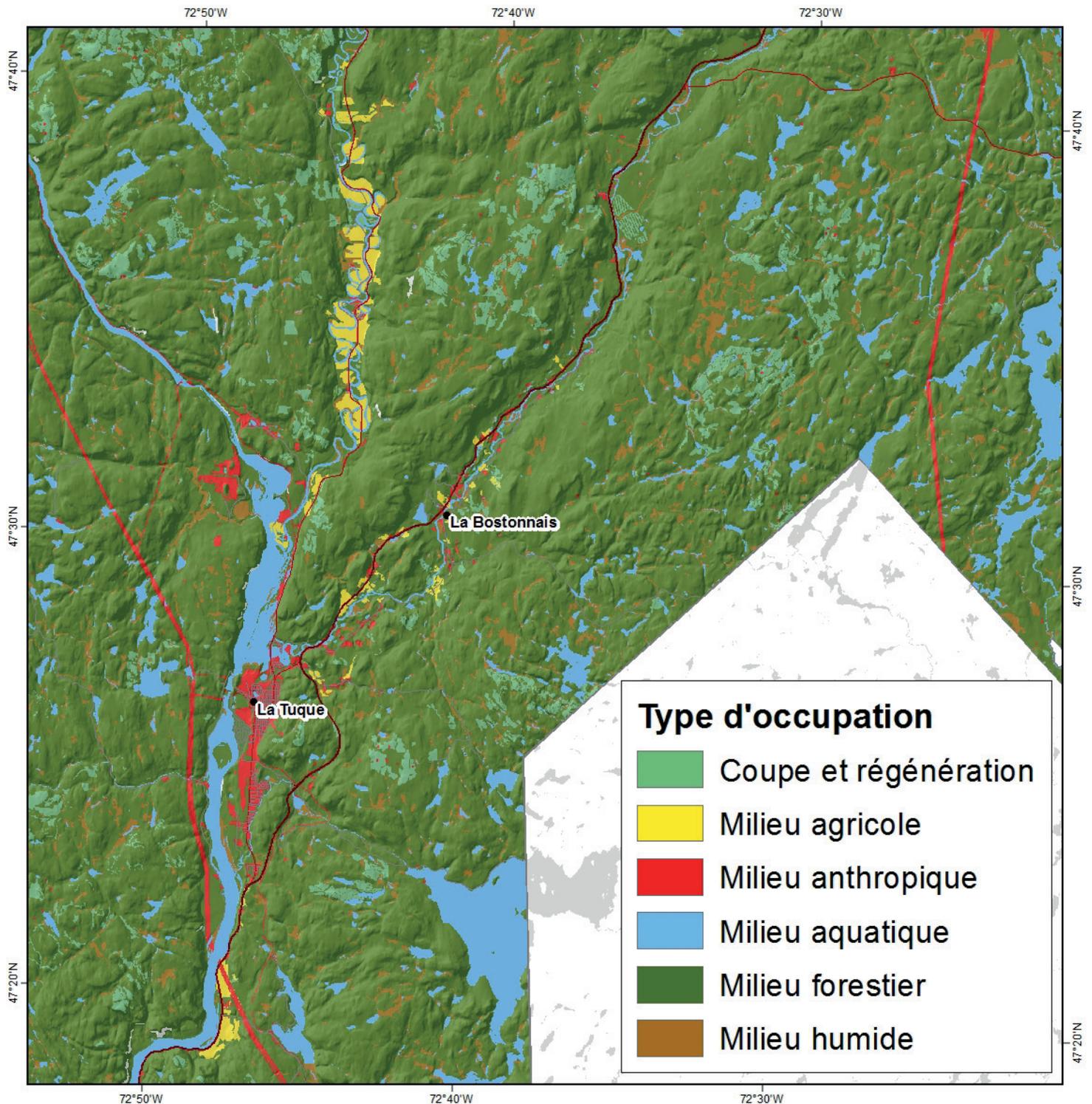
Secteur des Hautes-Terres : 2- Épaisseur des dépôts meubles



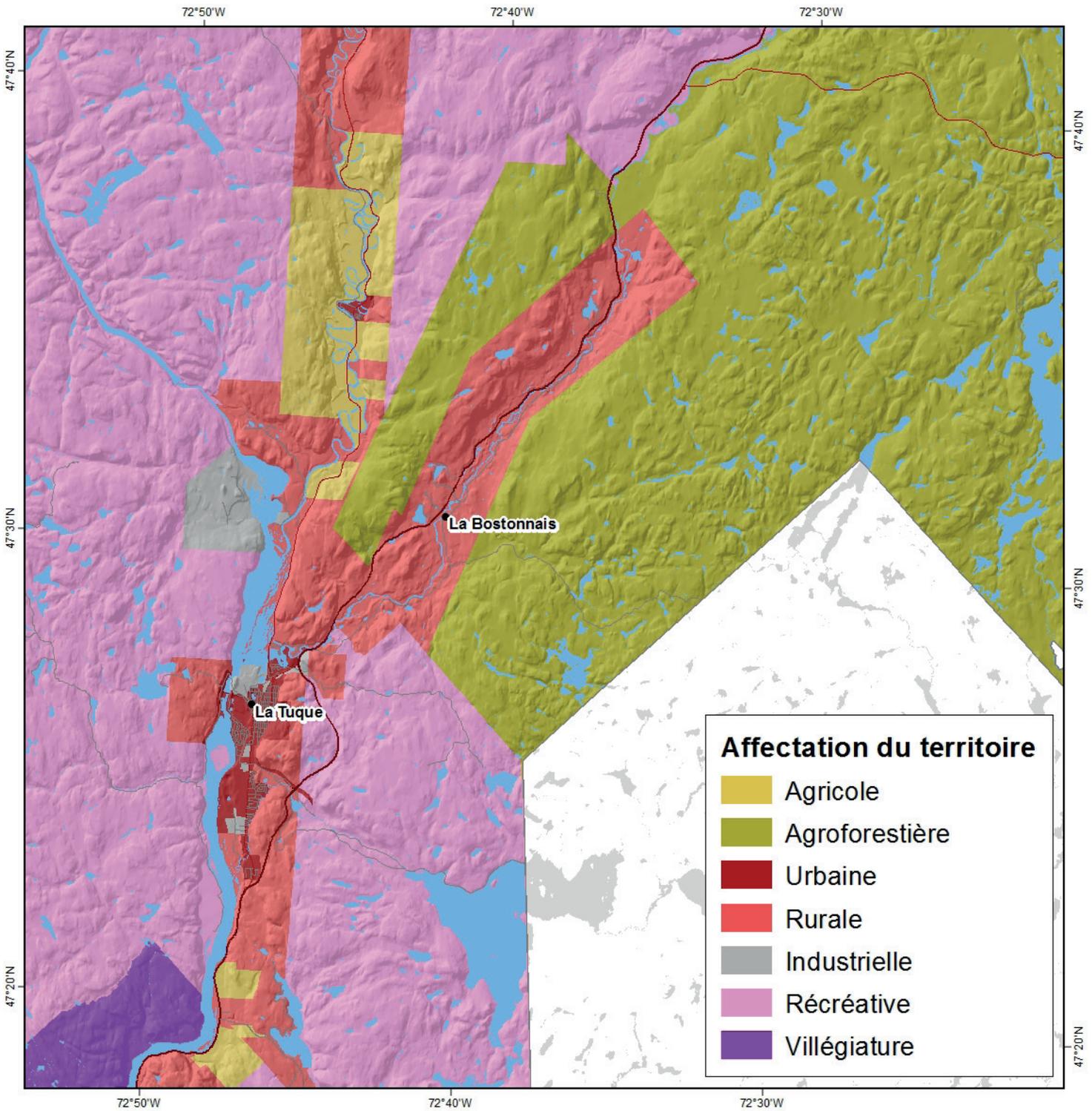
Secteur des Hautes-Terres : 4- Qualité (CMA)



Secteur des Hautes-Terres : Occupation du sol

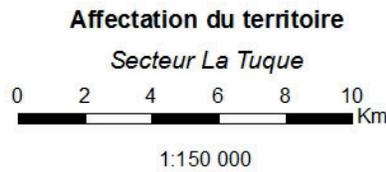


Secteur des Hautes-Terres : Affectation du territoire



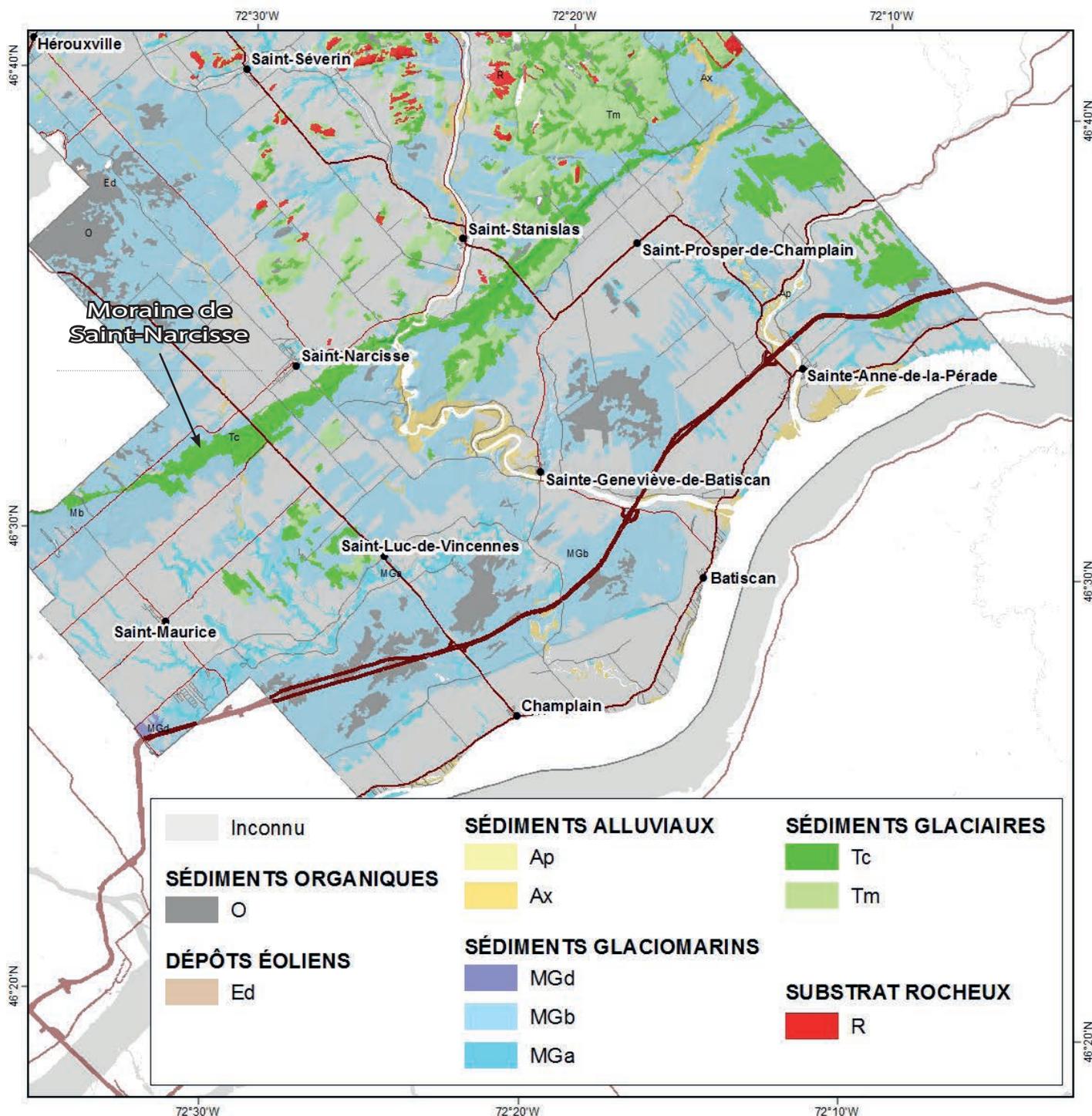
Affectation du territoire

- Agricole
- Agroforestière
- Urbaine
- Rurale
- Industrielle
- Récréative
- Villégiature



SECTEUR DES BASSES-TERRES

Secteur des Basses-Terres : 1- Dépôts Quaternaires



Géologie du Quaternaire (préliminaire)

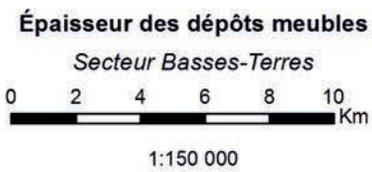
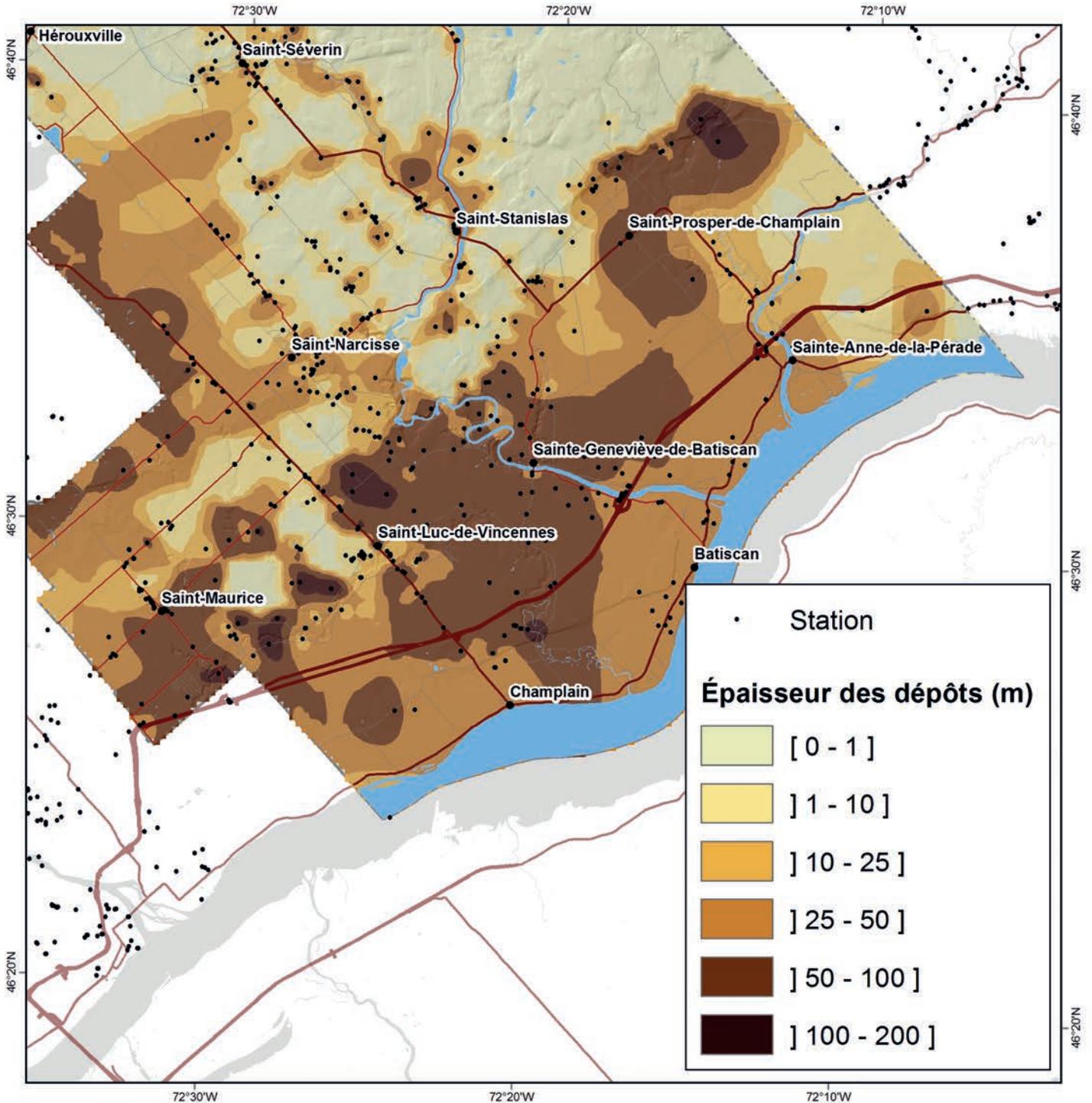
Secteur Basses-Terres



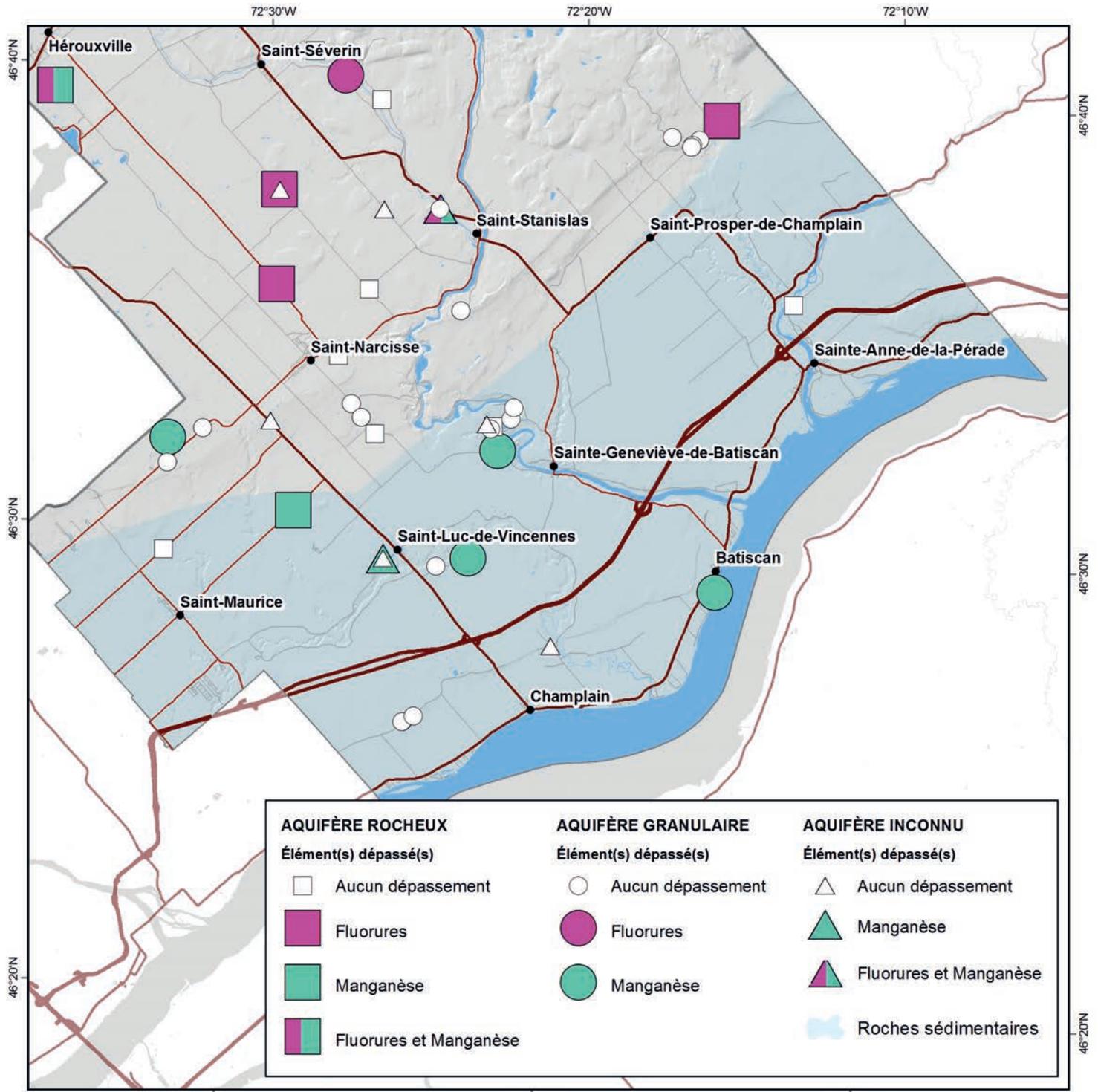
1:150 000



Secteur des Basses-Terres : 2- Épaisseur des dépôts meubles



Secteur des Basses-Terres : 4- Qualité (CMA)



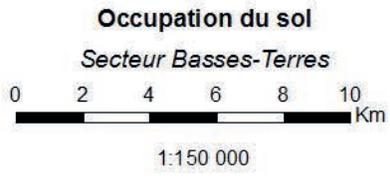
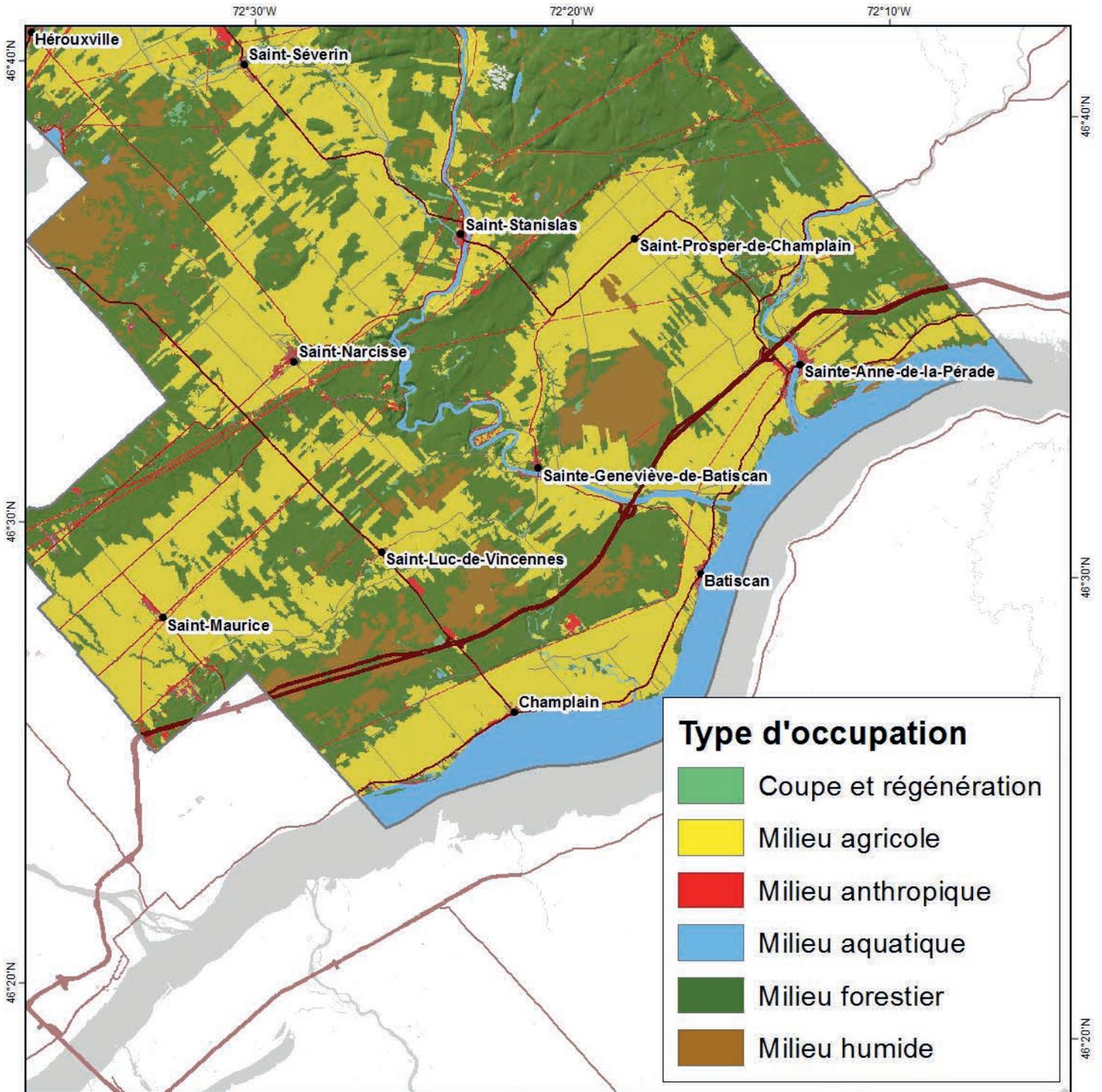
Qualité de l'eau en fonction des concentrations maximales acceptables (CMA)
Secteur Basses-Terres



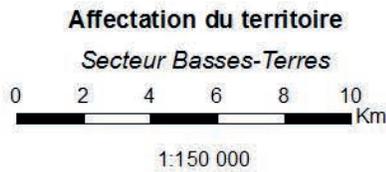
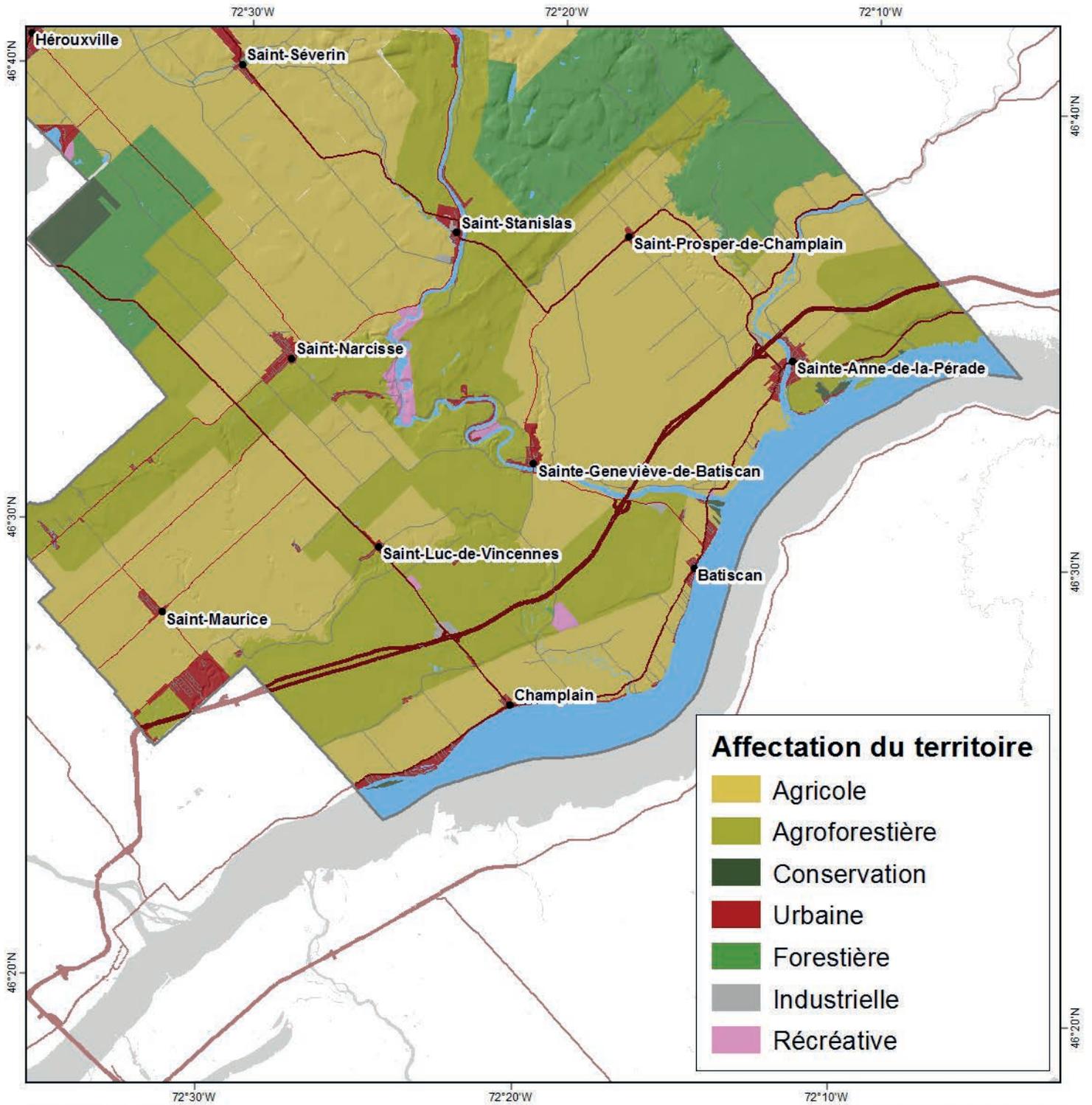
1:150 000



Secteur des Basses-Terres : Occupation du sol



Secteur des Basses-Terres : Affectation du territoire



6

Les mesures de protection et de gestion des eaux souterraines

Explication activité 6

Objectif



Connaître les principaux types de mesures de protection et de gestion des eaux souterraines (PGES).

Déroulement



Présentation des différents types de mesures de PGES et exemples.

+



Présentation d'une étude de cas pour réfléchir à la question suivante: Quelles mesures pourriez-vous mettre en place pour améliorer la protection des zones de recharge ?

+



Les participants évaluent l'applicabilité de chaque type de mesure dans le cas de la protection des zones de recharge à l'aide de sondages en direct.

Identifier les mesures à mettre en place

INVENTORIER LES MENACES



CLASSIFIER LES MENACES



ÉDICTER DES MESURES

A TYPES DE MENACES

J'ai une menace sur ma ressource eau souterraine au plan ...

- ...de la quantité
- ...de la qualité

B CATÉGORIES DE MENACES

Cette menace est liée à quelle catégorie?

- Agricole
- Chimique
- Sels et neige
- Déchets
- Transport de matières dangereuses
- Pressions de développement
- Changements climatiques
- Autres

C TYPES DE MESURES

Pour ce type et cette catégorie de menaces, voici les mesures qui s'appliquent :

- Mesures réglementaires
- Mesures de concertation et de planification
- Mesures incitatives
- Mesures d'information-sensibilisation
- Mesures de suivis
- Mesures d'urgence
- Acquisition de nouvelles connaissances

Des mesures multiples et complémentaires



MESURES RÉGLEMENTAIRES

DÉFINITION

Édiction de normes opposables aux citoyens ou aux entreprises pour le contrôle des activités humaines

EXEMPLES

- Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection (RPEP)
- Règlement sur les carrières et les sablières
- Document complémentaire des schémas d'aménagement et de développement
- Règlement de zonage
- Etc.



MESURES NON RÉGLEMENTAIRES



Mesures de planification et de concertation

DÉFINITION

Stratégies, plans de gestion, plan d'action qui définissent des orientations à travers une concertation entre acteurs

EXEMPLES

- Schéma d'aménagement et de développement et son plan d'action
- Plan directeur de l'eau



Mesures volontaires

Encouragent des changements de pratiques sur une base volontaire

- Campagne de sensibilisation sur l'économie d'eau potable



Mesures incitatives

Mesures économiques qui activent un changement de pratiques, une autre manière d'aménager.

- Prime Vert (MAPAQ)
- Redevances sur l'eau
- Remboursement de taxes foncières



Mesures de suivi

DÉFINITION

Suivi de paramètres indicateurs dans le temps

EXEMPLES

- suivi des nitrates
- suivi des niveaux d'eau



Mesures d'urgence

Rôles, pratiques et procédures en cas de déversement accidentel, d'inondations, de pénuries d'eau, etc.

- Protocoles d'intervention



Mesures d'acquisition de connaissances

Formation du personnel, étude sur des enjeux spécifiques

- utilisation des données du PACES pour la prise de décisions
- étude sur le rôle des milieux humides, les zones à surveiller

Des exemples concrets



Exemple 1 - Réglementer l'usage des pesticides



Laurentides



Sainte-Anne-des-Lacs



Interdiction de l'épandage de pesticides chez les particuliers



Municipalités du Québec qui réglementent l'usage des pesticides:

<http://www.environnement.gouv.qc.ca/pesticides/Liste-municipalites.pdf>



Exemple 2 - Gérer les contaminants et sensibiliser les citoyens



Saguenay-Lac-Saint-Jean



Ville de Saguenay



Mise en place de quartiers blancs



<https://ville.saguenay.ca/services-aux-citoyens/transport-et-entretien/entretien-des-routes/deneigement/quartiers-blancs>



Exemple 3 - Projet «Sous mes pieds, une eau de qualité»



La Capitale



OBV CAPSA et ville de Saint-Raymond



Création d'un comité et sensibilisation à la protection de la source d'eau potable



<https://villesaintraymond.com/ville/services-municipaux/tresorie/travaux-publics/eau-potable/>



Exemple 4 - Programme d'échantillonnage d'eau des puits privés



Outaouais



Chelsea



Permet aux résidents de tester leur eau de puits à prix compétitifs



<https://www.chelsea.ca/fr/residents/service-municipaux/environnement/puits-et-tests-deau-h2o>





Exemple 5 - Arrimer SAD et PDE (MRC de la Côte-de-Beaupré et OBV Charlevoix-Montmorency)

En savoir plus:

<http://www.mrccotedebeaupre.com/documents/ArticlerevueUrbanite.pdf>



Exemple 6 - La gestion des activités polluantes dans les zones de captage (Ville-MRC de Trois-Rivières).

En savoir plus:

<https://contenu.maruche.ca/Fichiers/d477a882-4a53-e611-80ea-00155d09650f/Sites/c32c511f-925d-e611-80ea-00155d09650f/Documents/12-DocumentComplementaire.pdf>, p.138-140



Exemple 7 - Un modèle de gouvernance pour les eaux souterraines (Société de l'eau souterraine Abitibi-Témiscamingue - SESAT)

En savoir plus:

http://sesat.ca/RadDocuments/Portrait%20final_avec%20cartes.pdf

<http://sesat.ca/RadDocuments/SESAT%20-%20C3%89tat%20de%20situation%202010.pdf>



Exemple 8 - La protection des zones de résurgence de l'eau souterraine (Conservation de la nature)

En savoir plus:

http://www.ambioterra.org/wp-content/uploads/2016/10/Plan-de-protection-CoveyHill_RDA_AMBIO.pdf

<https://multisite-sciences.uqam.ca/laboratoiresnaturels/>



Exemple 9 - Outil interactif permettant d'observer en temps réel la consommation d'eau potable

En savoir plus:

<https://www.ville.vaudreuil-dorion.qc.ca/fr>

<https://www.infosuroit.com/un-outil-pour-eviter-le-gaspillage-deau-potable-a-vaudreuil-dorion/>



Exemple 10 - Vidange systématique des boues de fosses septiques sur l'ensemble du territoire de la MRC

En savoir plus:

<https://mrcdecoaticook.qc.ca/services/matieres-residuelles-fosses-septiques.php>

L'applicabilité des mesures: protéger les zones de recharge

Réflexion

Quelles mesures pourriez-vous mettre en place pour améliorer la protection des zones de recharge ?

Des exemples de questions à se poser

- Est-ce qu'il y a des activités potentiellement polluantes sur les zones de recharge?
- Est-ce que des superficies imperméabilisées importantes empêchent l'infiltration de l'eau dans ces zones?
- Est-ce qu'il y a des sources d'eau potable municipales dépendantes de ces zones?
- Est-ce que les affectations du territoire sont compatibles avec la protection des zones de recharge?
- A-t-on besoin d'indicateurs de suivis?
- A-t-on besoin d'instaurer des changements de comportements?

Consignes

Pour chaque type de mesures, identifiez dans le tableau:



- si elle est applicable
- par qui
- de quelle façon les types de mesures applicables pourraient se traduire concrètement

	Applicabilité	Par qui	Exemple

Mes notes personnelles

Les partenaires du 2^e atelier de transfert et d'échange des connaissances sur les eaux souterraines du RQES en Mauricie-Est:



Grâce au support financier de :

