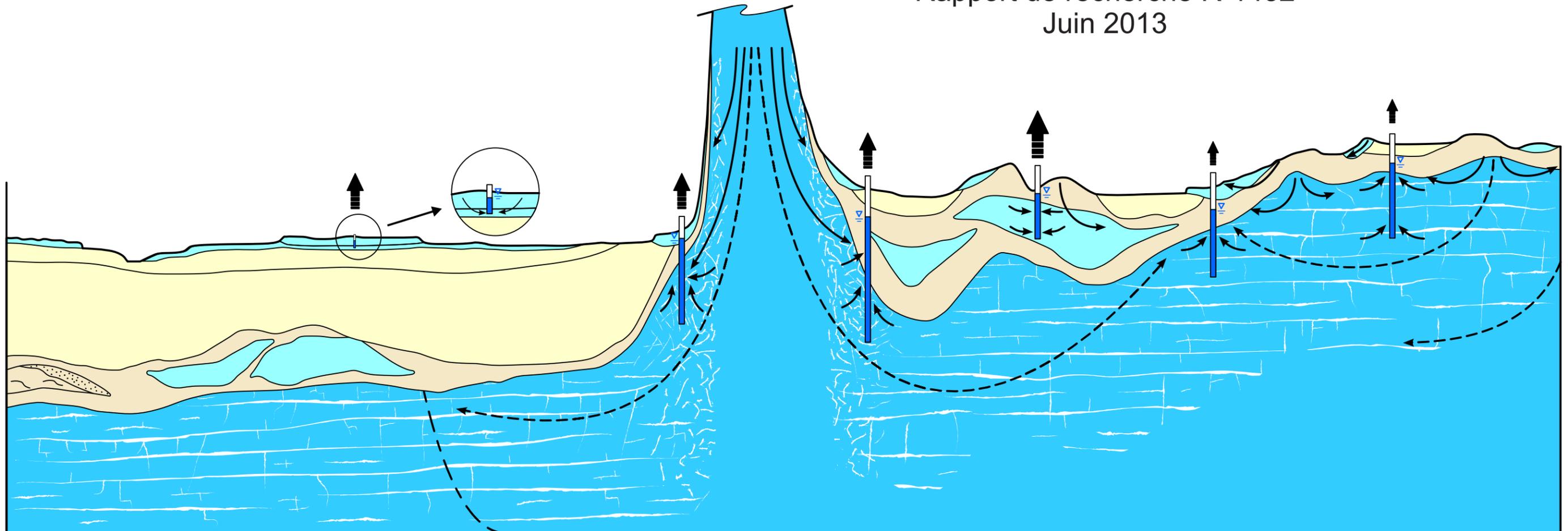


## Projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines en Montérégie Est Atlas hydrogéologique de la Montérégie Est, Québec, Canada

Rapport de recherche R-1432  
Juin 2013



CONDITIONS D'ÉCOULEMENT – Secteur de la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres) à travers le Mont Rougemont

ISBN : 978-2-89146-763-6

## Projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines en Montérégie Est

# Atlas hydrogéologique de la Montérégie Est, Québec, Canada

Réalisé dans le cadre du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines  
du Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec

Carrier, M.-A.<sup>1</sup>, Lefebvre, R.<sup>1</sup>, Rivard, C.<sup>2</sup>, Parent, M.<sup>2</sup>, Ballard, J.-M.<sup>1</sup>, Benoit, N.<sup>2</sup>, Vigneault, H.<sup>1</sup>, Beaudry, C.<sup>1</sup>,  
Malet, X.<sup>1</sup>, Laurencelle, M.<sup>1</sup>, Gosselin, J.-S.<sup>1</sup>, Ladevèze, P.<sup>1</sup>, Thériault, R.<sup>1</sup>, Beaudin, I.<sup>3</sup>, Michaud, A.<sup>3</sup>,  
Pugin, A.<sup>2</sup>, Morin, R.<sup>5</sup>, Crow, H.<sup>2</sup>, Gloaguen, E.<sup>1</sup>, Bleser, J.<sup>4</sup>, Martin, A.<sup>4</sup>, Lavoie, D.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut national de la recherche scientifique, Centre - Eau Terre Environnement (INRS-ETE)

<sup>2</sup> Commission géologique du Canada (CGC)

<sup>3</sup> Institut de recherche et développement en agroenvironnement (IRDA)

<sup>4</sup> Organisme de bassin versant de la Yamaska (OBV Yamaska)

<sup>5</sup> United States Geological Survey (USGS)

Rapport de recherche R-1432

Juin 2013

ÉQUIPE DE RÉALISATION  
**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC

***Institut national de la recherche scientifique (INRS)***

Marc-André Carrier  
René Lefebvre  
Jean-Marc-Ballard  
Harold Vigneault  
Châtelaine Beaudry  
Xavier Malet  
Marc Laurencelle  
Jean-Sébastien Gosselin  
Pierre Ladevèze  
Rachel Thériault  
Erwan Gloaguen  
Martin Blouin  
Marco Boutin

***Commission géologique du Canada (CGC)***

Christine Rivard  
Michel Parent  
Nicolas Benoît  
André Pugin  
Heather Crow  
Denis Lavoie  
Ruth Boivin

***Institut de recherche et de développement en  
agroenvironnement (IRDA)***

Isabelle Beaudin  
Aubert Michaud

***Organisme de bassin versant de la Yamaska  
(OBV Yamaska)***

Joshua Bleser  
Alex Martin

***United States Geological Survey (USGS)***

Roger Morin



TABLE DES MATIÈRES  
**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC

|  |            |   |  |           |
|--|------------|---|--|-----------|
| <b>Conditions d'utilisation et notice bibliographique suggérée.....</b>                        | <b>VI</b>  | <b>Livrables PACES (suite)</b>  | <b>Cartes complémentaires .....</b>  | <b>61</b> |
| <b>Remerciements .....</b>   | <b>VI</b>  | Livrable PACES no. 24A : QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES POUR L'EAU POTABLE) - Arsenic .....                                       | Carte complémentaire no. 1 : BILAN HYDROLOGIQUE PAR CONTEXTE .....   | 63        |
| <b>Résumé des projets réalisés en Montérégie Est.....</b>                                      | <b>VII</b> | Livrable PACES no. 24B : QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES POUR L'EAU POTABLE) - Baryum .....  | Carte complémentaire no. 2 : BILAN HYDROLOGIQUE PAR MRC.....   | 64        |
| <b>Cartes générales .....</b>  | <b>1</b>   | Livrable PACES no. 24C : QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES POUR L'EAU POTABLE) - Chrome.....   | Carte complémentaire no. 3 : BILAN HYDROLOGIQUE PAR BASSIN.....  | 65        |
| Carte générale : LOCALISATION .....  | 3          | Livrable PACES no. 24D : QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES POUR L'EAU POTABLE) - Fluorure .....                                      | Carte complémentaire no. 4 : INDICATEURS RELATIFS À LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE .....   | 66        |
| Carte générale : PRÉCIPITATIONS ANNUELLES MOYENNES.....  | 4          | Livrable PACES no. 24E : QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES POUR L'EAU POTABLE) - Nitrate .....                                       | <b>Modèles conceptuels.....</b>  | <b>67</b> |
| Carte générale : TEMPÉRATURE MOYENNE ANNUELLE .....  | 5          | Livrable PACES no. 24F : QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES POUR L'EAU POTABLE) - Uranium .....                                       | Modèles conceptuels : LOCALISATION .....   | 69        |
| <b>Livrables PACES .....</b>   | <b>7</b>   | Livrable PACES no. 24G : COMPILATION HISTORIQUE DES CONCENTRATIONS EN NITRATES (N-NO <sub>3</sub> ) DANS L'AQUIFÈRE DE ROC FRACTURÉ ..... | Modèles conceptuels : CONTEXTE GÉOLOGIQUE – Secteur des Appalaches externes (Piedmont) et de la partie nord de la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres) .....           | 70        |
| Livrable PACES no. 1 : TOPOGRAPHIE .....   | 9          | Livrable PACES no. 24H : COMPILATION HISTORIQUE DES CONCENTRATIONS EN NITRATES (N-NO <sub>3</sub> ) DANS LES AQUIFÈRES GRANULAIRES.....   | Modèles conceptuels : CONDITIONS D'ÉCOULEMENT – Secteur des Appalaches externes (Piedmont) et de la partie nord de la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres) .....       | 71        |
| Livrable PACES no. 2 : ROUTES, LIMITES ADMINISTRATIVES ET TOPONYMIE..                          | 10         | Livrable PACES no. 25A : QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES ESTHÉTIQUES) – MDT .....  | Modèles conceptuels : VULNÉRABILITÉ ET QUALITÉ D'EAU – Secteur des Appalaches externes (Piedmont) et de la partie nord de la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres)..... | 72        |
| Livrable PACES no. 3 : MODÈLE ALTIMÉTRIQUE NUMÉRIQUE.....                                      | 11         | Livrable PACES no. 25B : QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES ESTHÉTIQUES) – Chlorure.....  | Modèles conceptuels : CONTEXTE GÉOLOGIQUE – Secteur de la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres) à travers le Mont Rougemont.....  | 73        |
| Livrable PACES no. 4 : PENTE DU SOL.....   | 12         | Livrable PACES no. 25C : QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES ESTHÉTIQUES) – Sodium .....   | Modèles conceptuels : CONDITIONS D'ÉCOULEMENT – Secteur de la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres) à travers le Mont Rougemont.....                                    | 74        |
| Livrable PACES no. 5 : HYDROGRAPHIE .....  | 13         | Livrable PACES no. 25D : QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES ESTHÉTIQUES) – Fer.....   | Modèles conceptuels : VULNÉRABILITÉ ET QUALITÉ D'EAU – Secteur de la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres) à travers le Mont Rougemont.....                             | 75        |
| Livrable PACES no. 6 : LIMITES DE BASSINS ET SOUS-BASSINS .....                                | 14         | Livrable PACES no. 25E : QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES ESTHÉTIQUES) – Manganèse.....   |  |           |
| Livrable PACES no. 7 : OCCUPATION DU SOL .....   | 15         | Livrable PACES no. 25F : QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES ESTHÉTIQUES) – Dureté .....   |  |           |
| Livrable PACES no. 8 : COUVERTURE VÉGÉTALE .....   | 16         | Livrable PACES no. 25G : QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES ESTHÉTIQUES) – Sulfate .....  |  |           |
| Livrable PACES no. 9 : MILIEUX HUMIDES .....   | 17         | Livrable PACES no. 25H : QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES ESTHÉTIQUES) – Sulfure.....   |  |           |
| Livrable PACES no. 10 : AFFECTATION DU TERRITOIRE.....   | 18         | Livrable PACES no. 25I : QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES ESTHÉTIQUES) – pH.....  |  |           |
| Livrable PACES no. 11 : PÉDOLOGIE .....  | 19         | Livrable PACES no. 26A : UTILISATION DE L'EAU - APPROVISIONNEMENT.....  |  |           |
| Livrable PACES no. 12 : LÉGENDE - GÉOLOGIE DES FORMATIONS SUPERFICIELLES .....                 | 20         | Livrable PACES no. 26B : UTILISATION TOTALE D'EAU PAR MRC.....  |  |           |
| Livrable PACES no. 12 : GÉOLOGIE DES FORMATIONS SUPERFICIELLES.....                            | 21         | Livrable PACES no. 26C : UTILISATION DE L'EAU SOUTERRAINE PAR MRC .....   |  |           |
| Livrable PACES no. 13 : LÉGENDE - GÉOLOGIE SIMPLIFIÉE DU ROC .....                             | 22         | Livrable PACES no. 28A : ZONES POTENTIELLES DE RECHARGE ET DE RÉSURGENCE PRÉFÉRENTIELLES DE L'AQUIFÈRE RÉGIONAL DE ROC FRACTURÉ .....     |  |           |
| Livrable PACES no. 13 : GÉOLOGIE SIMPLIFIÉE DU ROC.....  | 23         | Livrable PACES no. 28B : RECHARGE DISTRIBUÉE POUR L'AQUIFÈRE RÉGIONAL DE ROC FRACTURÉ.....  |  |           |
| Livrable PACES no. 14A : COUPE STRATIGRAPHIQUE SIMPLIFIÉE DES FORMATIONS SUPERFICIELLES.....   | 24         |   |  |           |
| Livrable PACES no. 14B : COUPES GEOLOGIQUES CONCEPTUELLES DU ROC                               | 26         |   |  |           |
| Livrable PACES no. 15A : ÉPAISSEUR DES DÉPÔTS MEUBLES .....                                    | 28         |   |  |           |
| Livrable PACES no. 15B : ÉPAISSEUR DES DÉPÔTS MEUBLES – SÉDIMENTS ARGILEUX.....                | 29         |   |  |           |
| Livrable PACES no. 15C : ÉPAISSEUR DES DÉPÔTS MEUBLES – SÉDIMENTS SOUS-JACENTS A L'ARGILE..... | 30         |   |  |           |
| Livrable PACES no. 15D : ÉPAISSEUR DES DÉPÔTS MEUBLES – SÉDIMENTS SUS-JACENTS A L'ARGILE.....  | 31         |   |  |           |
| Livrable PACES no. 16 : TOPOGRAPHIE DU ROC.....  | 32         |   |  |           |
| Livrable PACES no. 17 : CONDITIONS DE CONFINEMENT.....   | 33         |   |  |           |
| Livrable PACES no. 18 : CONTEXTES HYDROGÉOLOGIQUES.....  | 34         |   |  |           |
| Livrable PACES no. 20 : PIÉZOMÉTRIE DE L'AQUIFÈRE RÉGIONAL DE ROC FRACTURÉ .....               | 35         |   |  |           |
| Livrable PACES no. 21 : PARAMÈTRES HYDRAULIQUES – CONDUCTIVITÉ HYDRAULIQUE.....                | 36         |   |  |           |
| Livrable PACES no. 22 : VULNÉRABILITÉ DE L'AQUIFÈRE RÉGIONAL DE ROC FRACTURÉ (DRASTIC).....    | 37         |   |  |           |
| Livrable PACES no. 23 : INDICE DE DENSITÉ DES ACTIVITÉS ANTHROPIQUES                           | 38         |   |  |           |

N.B. : les données du livrables PACES 27 ont été distribuées sur d'autres cartes pour fins de représentation ; les stations météorologiques actives sont donc présentées sur les cartes générales des précipitations annuelles moyennes et de la température annuelle moyenne tandis que les stations hydrométriques sont présentées sur la carte du livrable PACES no. 5 et les puits d'observations sont présentés sur la carte du livrable PACES no. 20.

## CONDITIONS D'UTILISATION, NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE SUGGÉRÉE ET REMERCIEMENTS

**MONTÉRÉGIE EST**

## QUÉBEC

**CONDITIONS D'UTILISATION ET NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE SUGGÉRÉE**

Cet atlas hydrogéologique a été préparé dans le cadre d'un projet réalisé avec le support du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES) du Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec (MDDEFP) ainsi que du Programme de Cartographie des eaux souterraines de la Commission géologique du Canada (CGC). Il peut être reproduit en tout ou en partie à des fins éducationnelles ou non lucratives s'il est cité de façon appropriée. Pour fins de référence, ce document devrait être cité comme suit:

*Carrier, M.-A., Lefebvre, R., Rivard, C., Parent, M., Ballard, J.-M., Benoit, N., Vigneault, H., Beaudry, C., Malet, X., Laurencelle, M., Gosselin, J.-S., Ladevèze, P., Thériault, R., Gloaguen, E., Beaudin, I., Michaud, A., Pugin, A., Morin, R., Crow, H. Bleser, J., Martin, A., Lavoie, D. (2013) Atlas hydrogéologique de la Montérégie Est, Québec, Canada. Projet réalisé conjointement par l'INRS, la CGC, l'OBV Yamaska et l'IRDA dans le cadre du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du MDDEFP et du Programme de Cartographie des eaux souterraines de la CGC, Atlas final INRS R-1432, soumis en juin 2013.*

Bien que ce document puisse être consulté de façon autonome, il sert aussi à illustrer les résultats du projet PACES en Montérégie Est qui sont décrits dans le rapport suivant dans lequel l'atlas constitue un des annexes :

*Carrier, M.-A., Lefebvre, R., Rivard, C., Parent, M., Ballard, J.-M., Benoit, N., Vigneault, H., Beaudry, C., Malet, X., Laurencelle, M., Gosselin, J.-S., Ladevèze, P., Thériault, R., Gloaguen, E., Beaudin, I., Michaud, A., Pugin, A., Morin, R., Crow, H. Bleser, J., Martin, A., Lavoie, D. (2013) Portrait des ressources en eau souterraine en Montérégie Est, Québec, Canada. Projet réalisé conjointement par l'INRS, la CGC, l'OBV Yamaska et l'IRDA dans le cadre du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du MDDEFP et du Programme de Cartographie des eaux souterraines de la CGC, Rapport final INRS R-1433, soumis en juin 2013.*

Les cartes sont présentées dans l'atlas à l'échelle 1/500 000, mais elles ont été préparées pour représenter des conditions régionales à l'échelle 1/100 000, telles que pouvant être définies à l'aide des données disponibles. 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 utilisées pour réaliser les travaux d'analyse et d'interprétation des données ainsi que la production des cartes, malgré les efforts déployés lors de la collecte, de la sélection et de la validation des données. Par conséquent, les résultats présentés dans le présent document 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'intégralité 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 du contenu de ce document 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 du contenu du document, des cartes, des conditions présentées par la carte ou des données y étant rattachées.

**REMERCIEMENTS**

Les auteurs tiennent à remercier le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec (MDDEFP) ainsi que tous les organismes partenaires du projet PACES pour leurs contributions de même que leur collaboration au développement initial et à la réalisation du projet. Le projet a aussi bénéficié du support financier du Programme de Cartographie des eaux souterraines de la Commission géologique du Canada (CGC).

Nous voulons particulièrement souligner la contribution financière de la Conférence régionale des élus (CRÉ) de la Montérégie Est et les contributions en ressources humaines de tous les organismes partenaires du projet : les Municipalités régionales de comté (MRC) participantes de la Montérégie Est, les organismes de bassins versants de la région (OBV Yamaska, COVABAR, OBVBM), l'Agence géomatique montérégienne (Géomont), la direction régionale de la Montérégie Est du MAPAQ, la Fédération de l'UPA de Saint-Hyacinthe, les directions régionales de la Montérégie, de l'Estrie et du Centre-du-Québec du MDDEFP, et le Conseil régional de l'environnement de la Montérégie (CREM).

Nous tenons aussi à remercier nos collaborateurs scientifiques : Richard Martel et Claudio Paniconi de l'INRS ; John Molson et René Therrien de l'Université Laval ; Michel Chouteau et Denis Marcotte de l'École Polytechnique de Montréal ; Alexandre Boucher de l'Université Stanford ; Martine Savard de la Commission géologique du Canada ; Nicolas Tremblay et Lucie Grenon d'Agriculture et de l'Agroalimentaire du Canada ; Hugo Dubé-Loubert de Géologie Québec du ministère des Ressources Naturelles (MRN) ; Charles Poirier du Centre d'Expertise hydrique du Québec (CEHQ) ; Roger Morin, John Williams, Richard Reynolds et Thomas Mack du United States Geological Survey (USGS).

La collaboration de plusieurs autres organismes, soit via le partage de données ou de connaissances, doit également être soulignée:

- le ministère des Transports du Québec (MTQ)
- le ministère des Ressources naturelles du Québec (MRN)
- la Commission régionale sur les ressources naturelles et le territoire (CRRNT) de la Montérégie Est
- les Municipalités régionales de comté (MRC) des Conférence régionale des élus (CRÉ) avoisinantes
- plusieurs municipalités de la région d'étude ayant fourni des rapports d'étude en lien avec le projet et des informations sur l'utilisation d'eau sur leur territoire
- le Groupe de recherche interuniversitaire sur les eaux souterraines (GRIES)

Nos remerciements vont également aux résidents de la Montérégie ainsi qu'aux municipalités qui ont collaboré au projet en donnant accès à leur propriété ou à leur puits lors de la réalisation des travaux de terrain.

## RÉSUMÉ DES PROJETS RÉALISÉS

## MONTÉRÉGIE EST

## QUÉBEC

Cet atlas hydrogéologique présente les produits cartographiques qui accompagnent le rapport documentant les résultats de deux projets réalisés conjointement par l'INRS, Centre Eau Terre Environnement (INRS-ETE), par la Commission géologique du Canada (CGC), par l'Institut de recherche et développement en agroenvironnement (IRDA) et par l'OBV Yamaska. Le *Projet d'acquisition de connaissances sur l'eau souterraine en Montérégie Est* a été financé par le Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) et la Conférence régionale des élus (CRÉ) de la Montérégie Est, ainsi que par des contributions d'organismes partenaires du projet. Le projet *Caractérisation régionale du système aquifère Richelieu-Yamaska* a été financé par le *Programme de cartographie des eaux souterraines* de la Commission géologique du Canada. Les travaux réalisés s'intègrent dans le *Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines* (PACES) du MDDEFP. Ce programme a pour but de dresser un portrait de la ressource en eau souterraine du Québec municipalisé, dans le but ultime de la protéger et d'en assurer la pérennité. La zone d'étude du projet couvre une superficie d'environ 9 000 km<sup>2</sup> et comprend trois bassins versants, soit ceux des rivières Richelieu, Yamaska et de la baie Missisquoi, ainsi que neuf municipalités régionales de comté (MRC) et 106 municipalités. La région s'étend du fleuve Saint-Laurent, au nord, jusqu'aux États-Unis, au sud (New York et Vermont). La population de la région d'étude est d'environ 792 000 habitants (incluant les municipalités partiellement incluses dans la zone d'étude), dont environ 20 % utilise l'eau souterraine comme source d'approvisionnement. La mauvaise qualité des eaux de surface dans la région était connue mais peu d'information était disponible sur l'eau souterraine avant la réalisation des projets hydrogéologiques.

La compilation des données existantes a permis de définir cinq contextes hydrogéologiques dans la zone d'étude : les zones nord et sud de la Plate-forme du St-Laurent (Basses-terres), les intrusions montérégiennes, la zone externe des Appalaches (Piedmont) et la zone interne des Appalaches (Hautes-terres). Les données existantes ont été complétées par des levés de terrain complémentaires. En plus de faire un portrait de la ressource en eau souterraine, le projet visait le développement d'une approche efficace et novatrice de caractérisation hydrogéologique, basée sur une combinaison d'approches aux échelles locale et régionale, incluant diverses méthodes géophysiques, des forages et sondages ciblés, une campagne d'échantillonnage d'eau et de sols, des essais hydrauliques et la cartographie des dépôts meubles Quaternaires. Une campagne de terrain a été réalisée entre juin et novembre 2010. Celle-ci a notamment permis de récolter 237 échantillons d'eau souterraine qui ont été analysés principalement pour les ions majeurs et mineurs, les métaux et certains isotopes (<sup>2</sup>H, <sup>18</sup>O, <sup>3</sup>He, <sup>14</sup>C). Une centaine d'essais au perméamètre de Guelph ont été effectués à 30 sites pour mesurer les conductivités hydrauliques des dépôts. Plus de 250 km de levés ont été réalisés avec quatre différentes méthodes géophysiques (sismique réflexion, TDEM et résistivité électrique). 43 sondages au piézocône ont été réalisés pour définir en détail la séquence de sédiments et caler l'interprétation des levés géophysiques. En octobre et novembre 2010, une campagne de forages a permis la réalisation de 20 forages conventionnels au roc et 4 forages rotosonic dans les dépôts meubles, convertis en puits d'observation. Certains puits d'observation peu profonds ont été installés par enfouissement à l'aide d'une foreuse géotechnique dans le piedmont appalachien. Chaque puits a fait l'objet d'un échantillonnage d'eau, d'un essai de perméabilité et de levés par diagraphies. Ces puits d'observation vont constituer un réseau de suivi des niveaux d'eau. La pérennité de ce réseau régional va être assurée par son intégration au réseau national du MDDEFP qui va assurer les suivis de nappe et le maintien des infrastructures.

Des conditions hydrogéologiques distinctes sont observées dans les cinq (5) contextes hydrogéologiques définis en Montérégie Est. Le contexte de la zone nord de la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres nord) est caractérisé par un faible relief et surtout par une épaisse couverture argileuse (> 10 m). Ces conditions impliquent une recharge minimale de l'aquifère rocheux régional ainsi qu'un très faible écoulement de l'eau souterraine. De cette situation découle la présence d'eau

saumâtre dans l'aquifère rocheux de la zone nord de la Plate-forme du Saint-Laurent (environ 2 200 km<sup>2</sup>) dû au lessivage partiel des eaux de la Mer de Champlain. Cette eau saumâtre n'est pas potable, ce qui fait que le potentiel aquifère de ce contexte est très faible, d'où une utilisation minimale de l'eau souterraine. Dans le contexte de la zone sud de la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres sud), il n'y a pas de couverture continue et épaisse de sédiments argileux, le socle rocheux étant plutôt recouvert de till de moins de 10 m d'épaisseur qui permet une recharge significative de l'aquifère rocheux. Il y a des liens entre l'aquifère rocheux et les cours d'eau, particulièrement la rivière Richelieu qui constitue une zone d'émergence. Le potentiel aquifère repose principalement sur l'aquifère rocheux fracturé. Il y a une utilisation significative d'eau souterraine pour l'approvisionnement dans ce contexte. Le contexte hydrogéologique associé aux intrusions montérégiennes représente une zone de recharge régionale de l'aquifère rocheux. Il y a un potentiel aquifère dans le roc fracturé, mais aussi dans les dépôts meubles du côté sud des Montérégiennes, où se trouvent des accumulations significatives de sédiments grossiers perméables. L'aquifère rocheux et les aquifères granulaires entourant les Montérégiennes sont relativement vulnérables. Au niveau de la qualité d'eau, ce contexte est caractérisé par un type d'eau distinct reflétant à la fois la recharge locale et un apport d'eau évoluée. Dans ce contexte, on retrouve des dépassements significatifs de critères de potabilité pour le fluor (F) et le baryum (Ba) dans l'eau souterraine de l'aquifère rocheux. Dans le contexte de la zone externe des Appalaches (Piedmont), on retrouve un couvert de till de faible épaisseur sur les hauteurs qui permet une recharge importante. Ce contexte n'est cependant pas uniquement une zone de recharge régionale car dans sa partie sud il y a plutôt émergence de d'eau souterraine provenant des Appalaches. Il y a aussi résurgence de l'eau souterraine dans les vallées et au front des Appalaches à la limite de la Plate-forme du Saint-Laurent. L'aquifère rocheux est exploité presque partout, tandis que le potentiel aquifère dans les dépôts meubles est présent par endroits dans les vallées. Il y a une utilisation importante de l'eau souterraine dans ce contexte. Enfin, dans le contexte de la zone interne des Appalaches (Hautes-terres), on retrouve aussi une importante recharge sur les hauteurs à cause du couvert de till de faible épaisseur. La résurgence de l'eau souterraine se fait dans les vallées où la couverture de sédiments fins réduit la vulnérabilité. Un potentiel aquifère au roc est présent dans l'ensemble du contexte, ainsi qu'un potentiel aquifère dans les dépôts meubles dans les vallées. La meilleure qualité d'eau souterraine de la Montérégie Est est présente dans ce contexte qui n'a pas été envahi par la Mer de Champlain. Il y a une utilisation locale de l'eau souterraine dans ce contexte dans les secteurs où des municipalités plus importantes se sont développées.

Au niveau municipal, 75 puits municipaux exploitent l'eau souterraine, dont environ un tiers captent de l'eau dans les dépôts meubles, le reste captant de l'eau dans l'aquifère de roc fracturé. La capacité des puits dans les dépôts meubles s'avère significativement plus importante que celle des puits au roc. Ainsi, même si, hors de la zone d'eau saumâtre, les ressources sont relativement abondantes dans la région, leur exploitabilité est limitée par la capacité des puits au roc et l'extension limitée des aquifères granulaires plus productifs. Des indications sont fournies dans le rapport pour faciliter l'exploration en eau dans les aquifères granulaires. Des efforts importants ont été dédiés pour faire l'estimation de l'utilisation d'eau en Montérégie Est, particulièrement de l'eau souterraine. Des Montérégiennes jusqu'à Sorel, toute la partie nord-ouest de la région d'étude est desservie par des réseaux approvisionnés par de l'eau de surface. Ceci s'explique par la présence d'une grande zone d'eau souterraine saumâtre non potable de 2 200 km<sup>2</sup> occupant ce secteur. Les principales municipalités (population > 2 000) dont les réseaux sont alimentés par de l'eau souterraine sont Upton, Brigham, Lac-Brome, Saint-Germain-de-Grantham, Roxton Pond, Saint-Liboire, Waterloo, Saint-Alexandre, Napierville, Rougemont et Saint-Césaire. Les MRC totalement incluses dans la zone d'étude et ayant les plus fortes consommations d'eau souterraine sont Acton, Rouville, La Haute-Yamaska, et Brome-Missisquoi. Les MRC avec une consommation importante d'eau souterraine sont généralement situées dans des contextes où la vulnérabilité est relativement élevée.

## RÉSUMÉ DES PROJETS RÉALISÉS (suite)

## MONTÉRÉGIE EST

### QUÉBEC

Au niveau de la qualité de l'eau souterraine, cinq (5) paramètres présentent des dépassements par rapport à des normes pour l'eau potable relatives à la santé : l'arsenic (As), le baryum (Ba), le fluor (F), les nitrites et nitrates (N-NO<sub>2</sub> et N-NO<sub>3</sub>), ainsi que l'uranium (U). Au niveau des critères d'ordre esthétique, 9 paramètres présentent des dépassements : les chlorures (Cl), le sodium (Na), les sulfates (SO<sub>4</sub>), la dureté, les sulfures, les matières dissoutes totales (MDT), le manganèse (Mn) et le fer (Fe). La qualité d'eau a été reliée à la classification géochimique de l'eau souterraine en 8 groupes ou types d'eau qui permettent de mieux comprendre l'évolution de l'eau souterraine des zones de recharge jusqu'aux zones de résurgence. Ainsi, des zones de qualité d'eau jugée « non potable », « passable » et « acceptable » ont pu être définies dans la région d'étude. L'eau non potable correspond à la zone d'eau saumâtre dans la partie nord-ouest de la région. L'eau de qualité passable occupe tout le reste de la Plateforme du Saint-Laurent et de la zone externe des Appalaches, ce qui représente approximativement la zone maximale d'extension de la Mer de Champlain. L'eau de qualité acceptable occupe essentiellement la zone interne des Appalaches, hors de la région affectée par la présence d'eau marine. Certains types d'eau présentent des proportions importantes de dépassements des critères de qualité. Bien que certaines concentrations non négligeables en azote sous forme de nitrites et nitrates (N-NO<sub>2</sub> et N-NO<sub>3</sub>) aient été mesurées au niveau de l'aquifère rocheux régional, aucun dépassement des normes n'a été identifié, malgré le caractère agricole de la région. Cependant, les données historiques indiquent que certains puits installés dans les dépôts meubles présentent des dépassements par rapport aux critères de potabilité.

Des indicateurs de gestion durable des ressources en eau souterraine, sous forme de tableaux et de cartes, ont été dérivés des données et cartes produites par le projet PACES réalisé en Montérégie Est. Ces indicateurs permettent de « traduire » les résultats obtenus sous une forme plus facilement utilisable par les organismes régionaux impliqués dans la gouvernance et la gestion des ressources en eau souterraine. Ces indicateurs



permettraient aux gestionnaires régionaux 1) de mieux saisir l'état de la ressource, 2) d'identifier les problématiques pertinentes à leur région, et 3) de cibler les secteurs prioritaires d'intervention. Le rapport présente des éléments qui pourraient être considérés pour définir les problématiques et régions prioritaires. L'état des ressources pourra être suivi grâce aux 34 puits d'observation installés dans la région d'étude, qui ont été légués au MDDEFP et intégrés dans son réseau de suivi, alors que seulement quatre (4) puits d'observation (dont un inactif) étaient présents en Montérégie Est avant le présent projet. Ces puits étant récents, la séquence de mesure de niveau d'eau en continu est de l'ordre de deux années, mais ces puits vont fournir des informations importantes sur l'état de la ressource en eau souterraine dans les décennies qui viennent.

En plus des livrables prévus par le PACES, des travaux spécifiques ont été réalisés par des étudiants de 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> cycles sur des thèmes d'intérêt pour les ressources en eau souterraine en Montérégie Est. Ces travaux sont notamment en lien avec l'étude de la fracturation et de son contrôle sur les propriétés hydrauliques de l'aquifère rocheux régional, l'évaluation détaillée des processus de recharge avec de méthodes variées, les processus géochimiques contrôlant l'évolution et la qualité de l'eau souterraine, l'étude des sources et du devenir des nitrates dans l'eau souterraine, et la modélisation numérique de l'écoulement régional de l'eau souterraine dans l'aquifère rocheux.

Enfin, le projet PACES en Montérégie Est a fourni les bases de connaissances requises pour assurer la bonne gouvernance de l'eau souterraine. La concertation régionale au niveau des organismes intéressés pourrait assurer une cohérence dans les approches et les critères d'actions visant à assurer une bonne gouvernance de la ressource. Ces efforts devront être soutenus par les organismes gouvernementaux et les chercheurs intéressés à la ressource.

# CARTES GÉNÉRALES



LOCALISATION  
(Carte générale)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC

**Légende**

**Contextes hydrogéologiques**

- Appalaches (zone externe)
- Appalaches (zone interne)
- Plate-forme du St-Laurent (partie nord)
- Plate-forme du St-Laurent (partie sud)
- Collines montréalaises

Zone d'étude

Lieu habité

**Réseau routier**

Autoroute

Route

**Réseau hydrographique**

Étendue d'eau

Cours d'eau

**Limites administratives**

Frontière - Internationale

Région

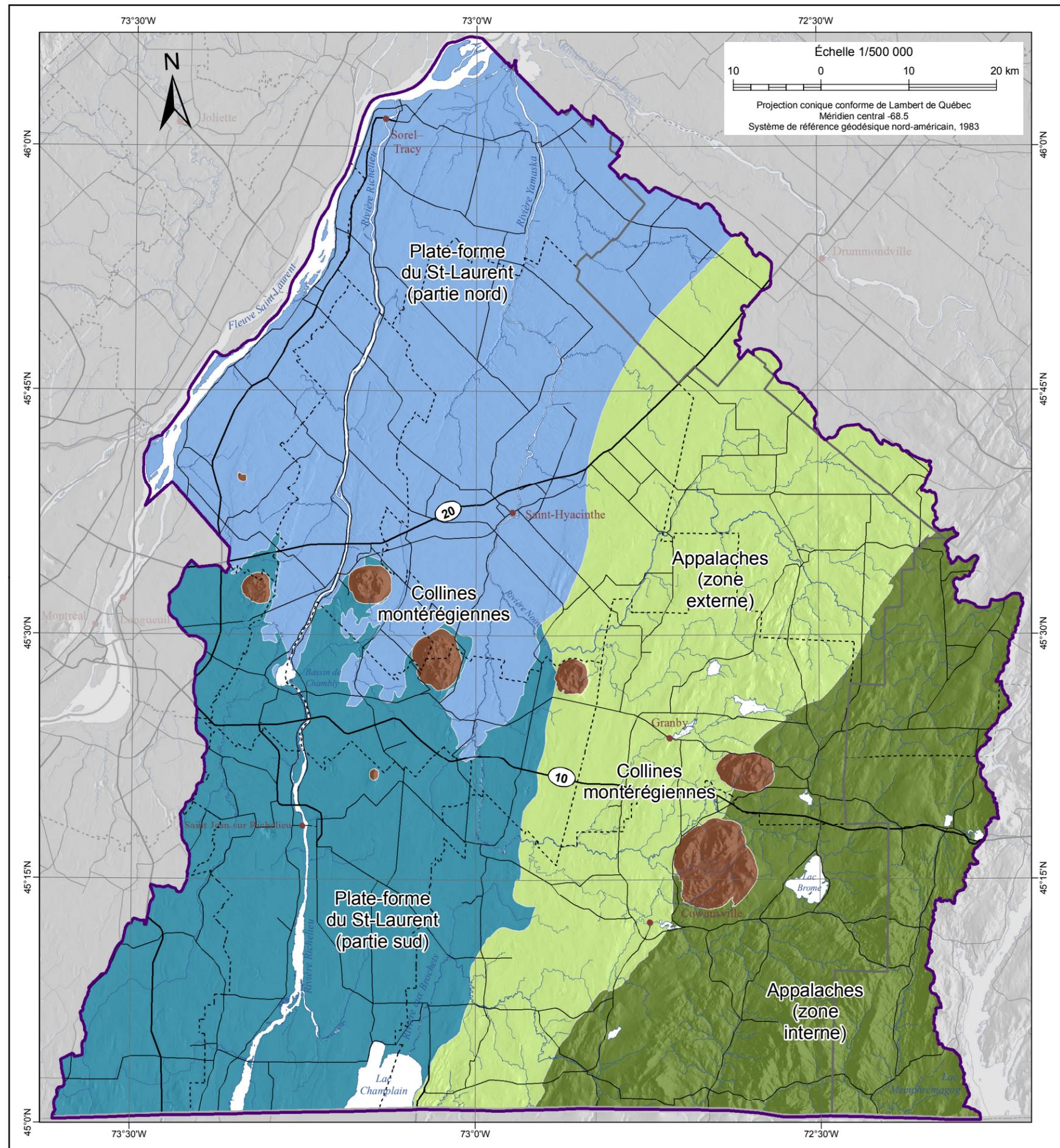
Municipalité régionale de comté



**Carte générale - LOCALISATION :**

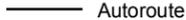
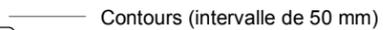
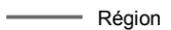
Le territoire à l'étude se situe dans le sud de la province de Québec, sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent et couvre une superficie totale de 9 032 km<sup>2</sup>. Il s'étend du fleuve St-Laurent, au nord, jusqu'aux États-Unis, au sud (vis-à-vis les états de New York et du Vermont). Il comprend les bassins versants des rivières Richelieu et Yamaska et de la baie Missisquoi, ce qui correspond approximativement au territoire des MRC formant la Conférence régionale des élus de la Montérégie Est (CRÉ ME). Cette dernière couvre une superficie de 7 377 km<sup>2</sup> et comprend neuf MRC : Pierre-De Saurel, Marguerite-d'Youville, La Vallée-du-Richelieu, Les Maskoutains, Acton, Rouville, La Haute-Yamaska, Le Haut-Richelieu et Brome-Missisquoi. Ces 9 MRC, qui incluent 106 municipalités et 2 territoires non organisés, sont totalement compris dans la zone à l'étude. Quant aux bassins versants mentionnés ci-haut, ils débordent légèrement de la CRÉ ME et, par conséquent, une partie des CRÉ Vallée-du-Haut-Saint-Laurent (région de Napierville et Hemmingford), de Longueuil (région de St-Bruno-de-Montarville), de l'Estrie (régions de Eastman et Valcourt) et de Centre du Québec (région de Saint-Guillaume) sont également incluses dans la zone d'étude. Au total, 148 municipalités et 2 territoires non organisés sont donc inclus au moins en partie dans la zone d'étude. Les principaux centres urbains de la région incluent notamment Sorel-Tracy, Saint-Hyacinthe, Granby et Saint-Jean-sur-Richelieu.

A titre de référence, les contextes hydrogéologiques régionaux définis pour le territoire à l'étude sont également présentés sur la carte. Ces derniers, qui ont été définis sur la base de la géologie du roc et des épaisseurs de sédiments argileux, comprennent : 1) la Plate-forme du Saint-Laurent (partie nord), 2) la Plate-forme du Saint-Laurent (partie sud), 3) les Appalaches (zone externe), 4) les Appalaches (zone interne) et 5) les collines montréalaises.



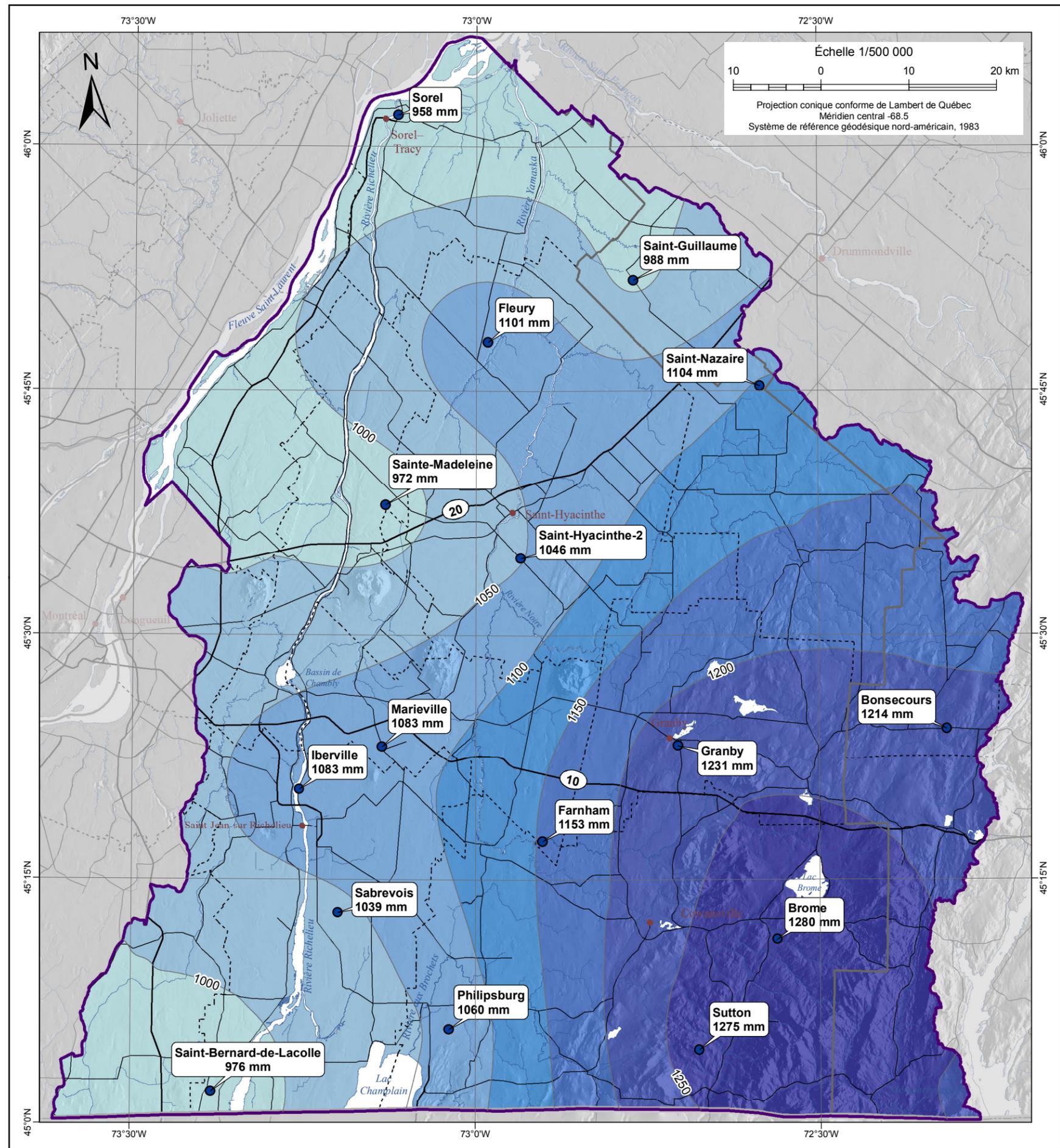
## PRÉCIPITATIONS ANNUELLES MOYENNES (Carte générale) **MONTÉRÉGIE EST** QUÉBEC

### Légende

- |   |   |
|---|---|
| <b>Précipitations totales annuelles (mm)</b>  |  Zone d'étude                    |
|  < 1000                          |  Lieu habité                     |
|  1000 - 1050                     | <b>Réseau routier</b>   |
|  1050 - 1100                     |  Autoroute                       |
|  1100 - 1150                     |  Route                           |
|  1150 - 1200                     | <b>Réseau hydrographique</b>  |
|  1200 - 1250                     |  Étendue d'eau                   |
|  > 1250                          |  Cours d'eau                     |
|  Contours (intervalle de 50 mm)  | <b>Limites administratives</b>  |
|  Nom P mm Station météorologique |  Frontière - Internationale      |
|   |  Région                          |
|   |  Municipalité régionale de comté |

### Carte générale - PRÉCIPITATIONS ANNUELLES MOYENNES :

Le territoire de la Montérégie Est compte 55 stations météorologiques, dont 16 stations sont actives et possèdent au moins 15 ans de données. Les données pour la période 1970–2000 pour ces 16 stations ont été utilisées afin d'interpoler les valeurs des précipitations totales annuelles pour la zone d'étude. Les précipitations totales annuelles sont d'environ 1 100 mm/an en moyenne pour ces stations. Un peu plus de 80 % de ces précipitations totales sont sous forme de pluie, dont la majorité tombe généralement au cours des mois de juillet, août et septembre. Les précipitations totales les plus élevées sont observées à la station de Brome (~ 1280 mm/an) et les plus faibles à la station de Sorel (~ 960 mm/an). Pour la région d'étude, les précipitations totales diminuent généralement vers le nord-nord-ouest.



TEMPÉRATURE MOYENNE ANNUELLE  
(Carte générale)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC

Légende

**Température moyenne annuelle (°C)**

- < 4.5
- 4.5 - 4.75
- 4.75 - 5.0
- 5.0 - 5.25
- 5.25 - 5.5
- 5.5 - 5.75
- 5.75 - 6.0
- 6.0 - 6.25
- 6.25 - 6.5
- > 6.5

**Zone d'étude**

- Lieu habité

**Réseau routier**

- Autoroute
- Route

**Réseau hydrographique**

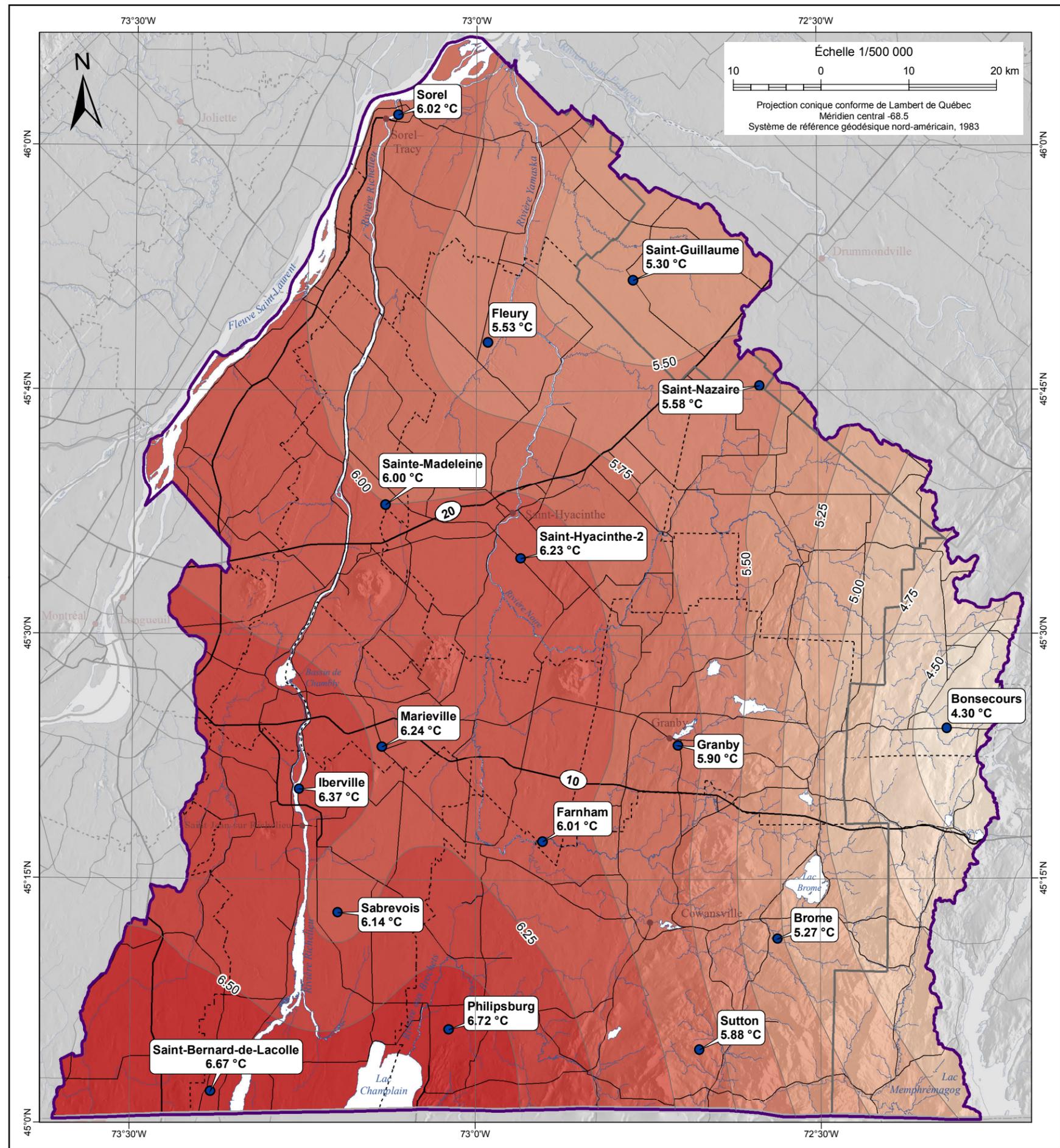
- Étendue d'eau
- Cours d'eau

**Limites administratives**

- Frontière - Internationale
- Région
- Municipalité régionale de comté

Contour (Intervalle de 0.25°C)

**Nom T °C** Station météorologique



**Carte générale - TEMPÉRATURE MOYENNE ANNUELLE :**

Le territoire de la Montérégie Est compte 55 stations météorologiques, dont 16 stations sont actives et possèdent au moins 15 ans de données. Les données pour la période 1970–2000 pour ces 16 stations ont été utilisées afin d'interpoler les valeurs des températures moyennes annuelles pour la zone d'étude. La température annuelle moyenne dans la région d'étude est de 5.9 °C tandis que les températures mensuelles moyennes fluctuent entre -12 et 21 °C. Les températures mensuelles minimales sont observées en janvier (-17.1 °C) tandis que les températures mensuelles maximales sont observées en juillet (26.7 °C). Les températures les plus élevées sont généralement observées aux stations de Philipsburg et Saint-Bernard-de-Lacolle (température annuelle moyenne de 6.7 °C) et les plus faibles à la station de Bonsecours (température annuelle moyenne de 4.3 °C). La tendance régionale indique une diminution de la température moyenne annuelle du sud-ouest vers le nord-est.



LIVRABLES PACES



TOPOGRAPHIE  
(Livrable PACES no. 1)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC

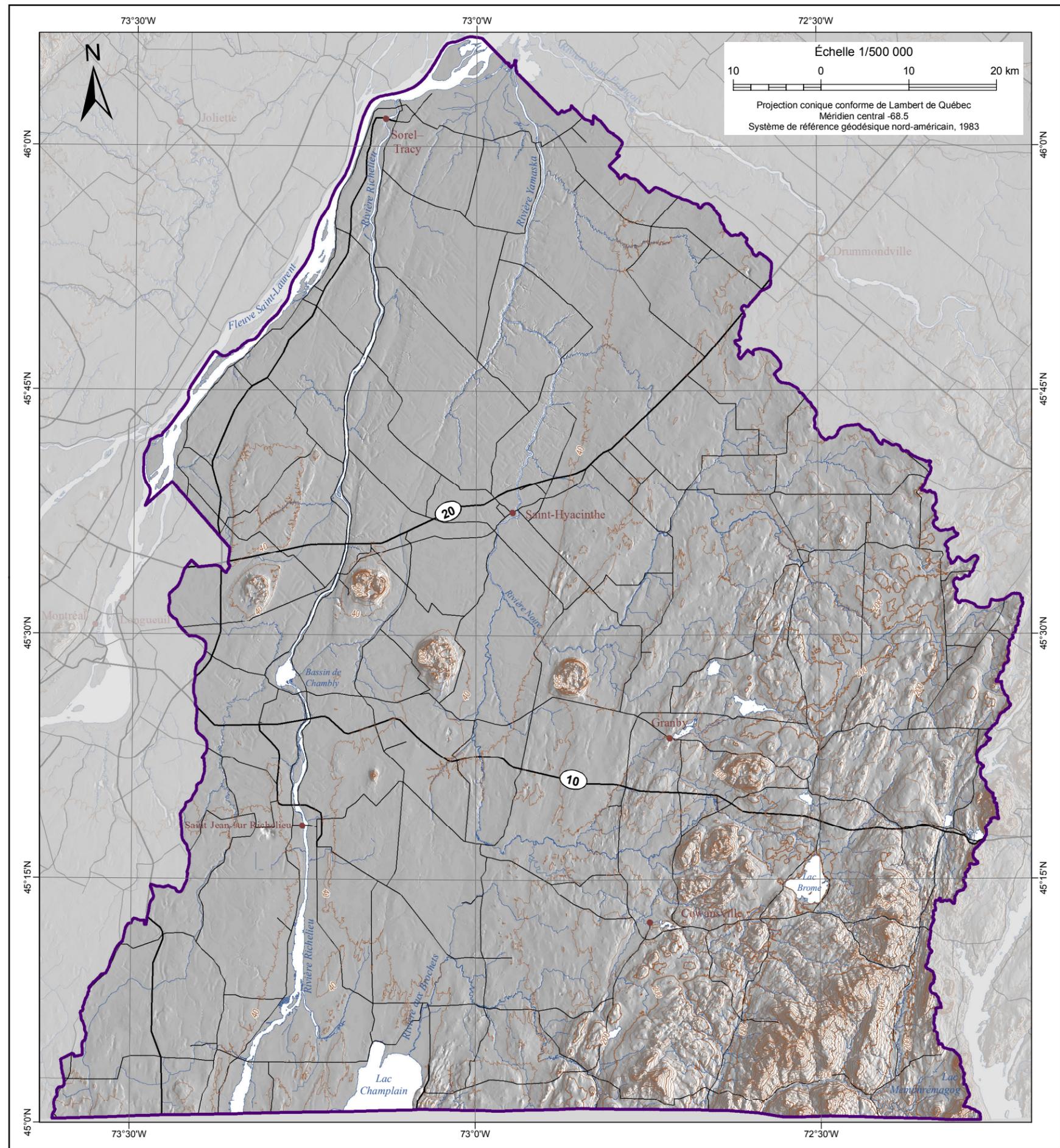
**Légende**

- Zone d'étude
- Lieu habité
- Élévation (m) par rapport au niveau moyen de la mer**
- Courbes maîtresses (200 m)
- Courbes intermédiaires (40 m)
- Réseau routier**
- Autoroute
- Route
- Réseau hydrographique**
- Étendue d'eau
- Cours d'eau
- Limites administratives**
- Frontière - Internationale
- Région
- Municipalité régionale de comté

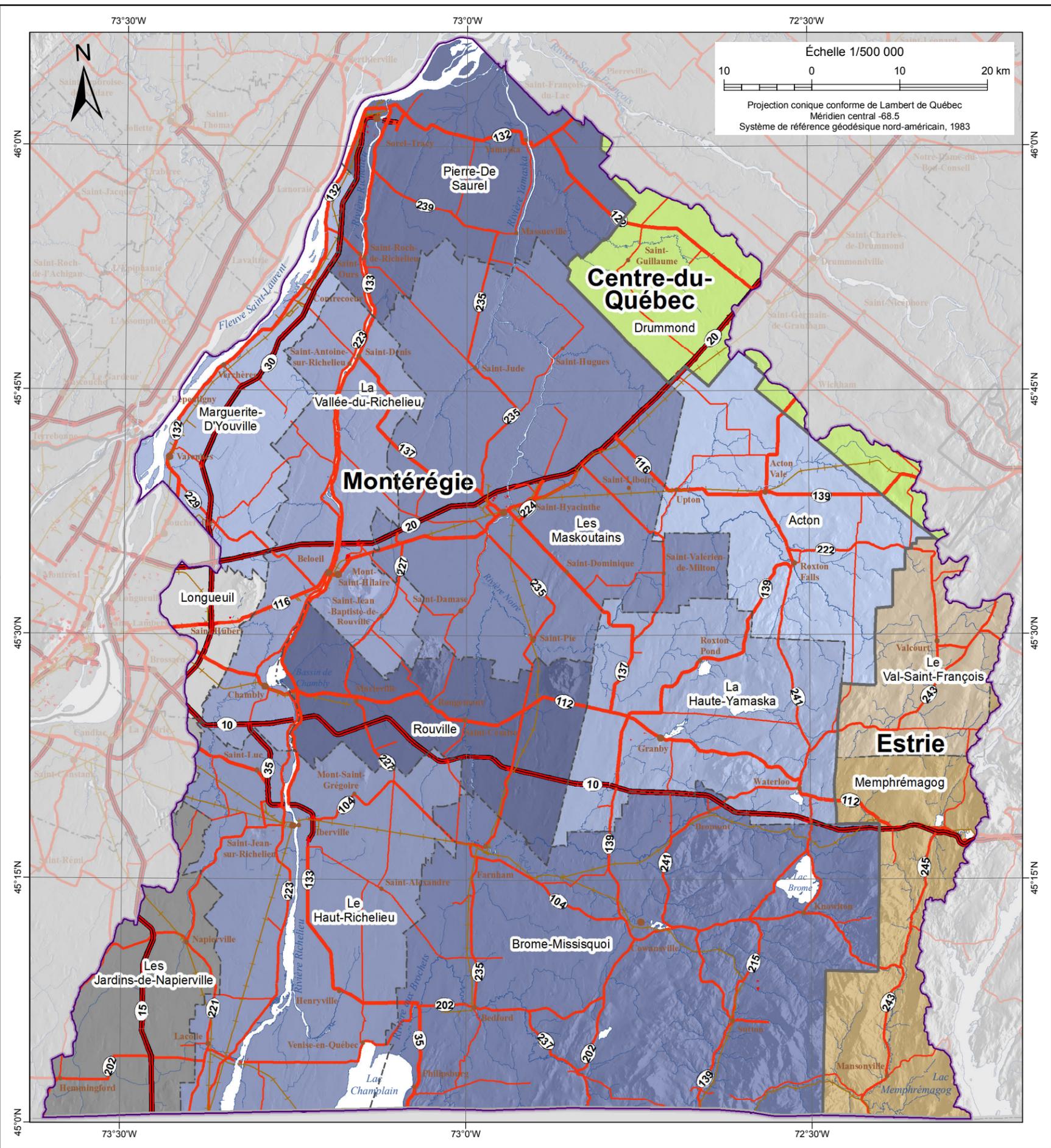
**Description du livrable PACES no. 1 - TOPOGRAPHIE**

Une carte topographique représente l'élévation du terrain par des lignes, appelée courbes de niveau, qui correspondent à une même élévation de la surface du sol par rapport au niveau moyen de la mer. Plus les courbes de niveau sont rapprochées l'une de l'autre, plus le relief est accidenté. À l'opposé, des courbes de niveau éloignées indiquent un relief plat. À l'échelle régionale, la topographie influence le climat, les directions d'écoulement des eaux souterraines et les zones de réalimentation (recharge) des aquifères. L'écoulement souterrain régional se fait généralement des hauts topographiques, qui sont souvent des zones de recharge des aquifères, vers les bas topographiques. Le livrable PACES no. 3 montrant le modèle numérique de terrain permet de représenter la topographie avec un autre mode de présentation.

La Montérégie Est présente cinq contextes hydrogéologiques variés dont la topographie est distincte : les zones nord et sud de la Plate-forme du St-Laurent (Basses-terres), les intrusions montérégiennes, la zone externe des Appalaches (Piedmont) et la zone interne des Appalaches (Hautes-terres). Les Basses-terres constituent une plaine à moins de 60 m d'élévation à l'ouest de la région et couvrent près de 5 000 km<sup>2</sup>. À l'opposé, la zone interne des Appalaches constitue une chaîne de montagnes plissées, couvrant environ 1 800 km<sup>2</sup> au sud-est de la région, avec un relief accidenté et des altitudes allant jusqu'à 950 m dans la région des monts Sutton. La zone externe des Appalaches (Piedmont) est une bande centrale d'environ 2 250 km<sup>2</sup> orientée nord-sud qui est comprise entre les Basses-terres et la zone interne des Appalaches et dont l'altitude varie donc entre celles des contextes adjacents. Les Montérégiennes sont des collines couvrant 170 km<sup>2</sup> qui traversent le centre de la région sur un axe est-ouest et dont l'élévation varie de 250 à 550 m.



# ROUTES ET LIMITES ADMINISTRATIVES ET TOPONYMIE (Livable PACES no. 2) MONTÉRÉGIE EST QUÉBEC



### Légende

- Zone d'étude
- Réseau routier**
  - Autoroute
  - Route nationale pavée
  - Route régionale pavée
  - Route collectrice pavée
  - Bretelle
  - Tunnel
  - Voie ferrée
  - 10 Numéro de route principale
- Lieu habité**
  - Principal (10 000 habitants et plus)
  - Secondaire (1000 à 9999 habitants)
  - Tertiaire (moins de 1000 habitants)
- Limites administratives**
  - Frontière - Internationale
  - Région
  - Municipalité régionale de comté
- Acton Nom de municipalité régionale de comté (MRC)
- Montérégie** Nom de région
- Réseau hydrographique**
  - Étendue d'eau
  - Cours d'eau

### Description du livrable PACES no. 2 - ROUTES ET LIMITES ADMINISTRATIVES ET TOPONYMIE

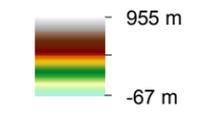
La carte du réseau routier et des limites administratives permet de situer dans l'espace les données acquises sur l'eau souterraine et les points d'intérêt avoisinants. La notation du nom des lieux, routes et municipalités facilite d'autant plus cette localisation. La carte montre les limites des MRC et des municipalités de la région d'étude, et elle donne une indication de la population des municipalités.

La région d'étude se situe dans le sud de la province de Québec, sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent et couvre une superficie totale de 9 032 km<sup>2</sup>. Elle s'étend du fleuve St-Laurent, au nord, jusqu'aux États-Unis, au sud, et comprend les bassins versants des rivières Richelieu et Yamaska et de la baie Missisquoi ainsi que les MRC constituant la Conférence régionale des élus de la Montérégie Est (CRÉ ME). Cette dernière couvre une superficie de 7 377 km<sup>2</sup> et comprend neuf MRC : Pierre-De Saurel, Marguerite-d'Youville, La Vallée-du-Richelieu, Les Maskoutains, Acton, Rouville, La Haute-Yamaska, Le Haut-Richelieu et Brome-Missisquoi. Ces 9 MRC, qui incluent 106 municipalités et 2 territoires non organisés, sont donc totalement compris dans la zone à l'étude. Toutefois, les bassins versants de la région d'étude débordent légèrement de la CRÉ ME et, par conséquent, une partie des CRÉ Vallée-du-Haut-Saint-Laurent (région de Napierville et Hemmingford), de Longueuil (région de St-Bruno-de-Montarville), de l'Estrie (régions de Eastman et Valcourt) et de Centre du Québec (région de Saint-Guillaume) sont également incluses dans la région d'étude. Plusieurs routes d'importance se trouvent en Montérégie Est. Les autoroutes 10 et 20 traversent la Montérégie Est d'ouest (depuis Montréal) en est (l'autoroute 20 se dirige vers le nord-est). L'autoroute 30, qui se trouve à l'ouest de la région, parcourt la Montérégie Est du nord au sud.

# MODÈLE ALTIMÉTRIQUE NUMÉRIQUE (Livrable PACES no. 3) MONTÉRÉGIE EST QUÉBEC

## Légende

Élévation du sol  
(en mètre par rapport au niveau moyen de la mer)



● Lieu habité

▭ Zone d'étude

### Réseau routier

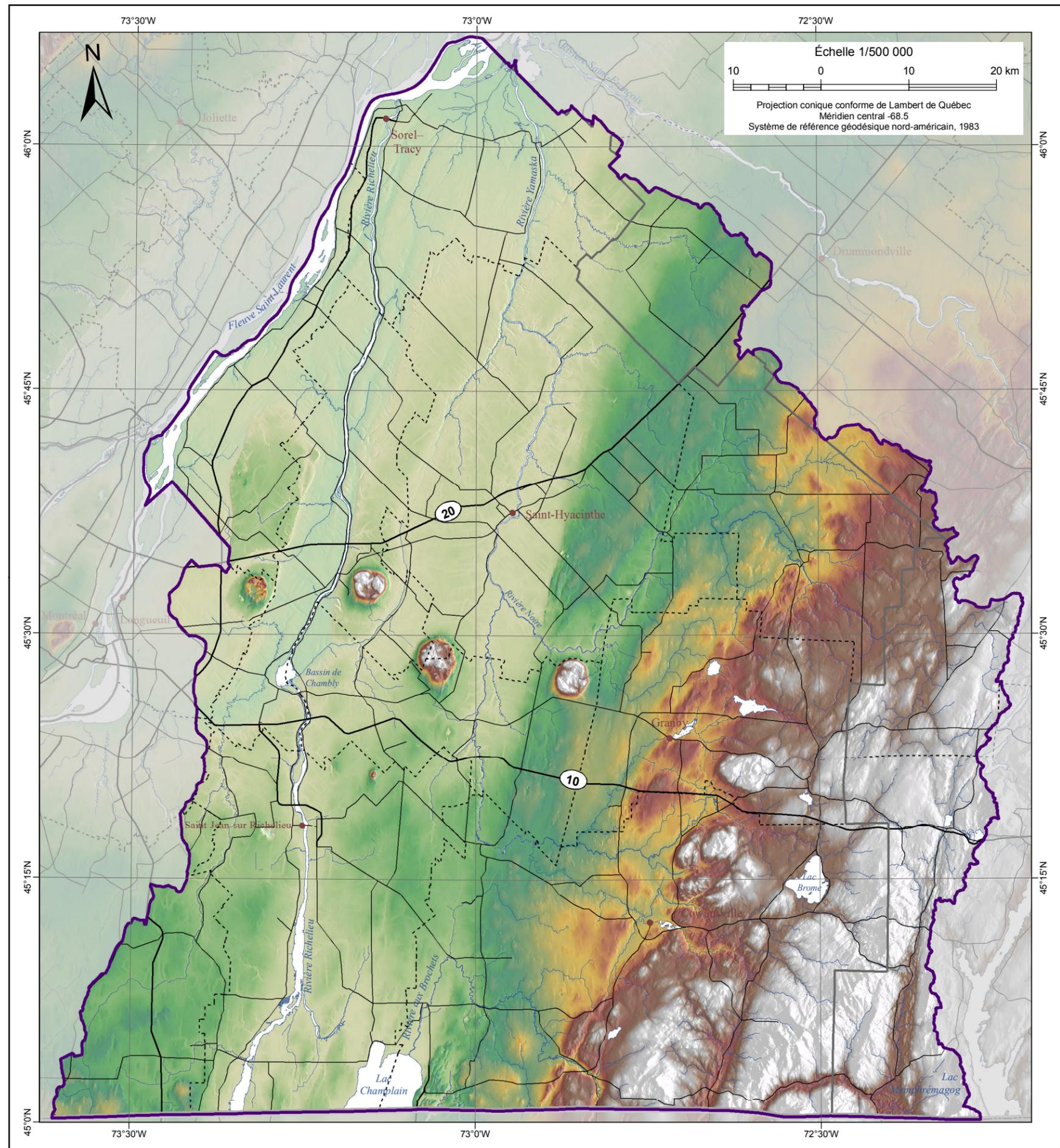
— Autoroute  
— Route

### Réseau hydrographique

▭ Étendue d'eau  
— Cours d'eau

### Limites administratives

— Frontière - Internationale  
— Région  
- - - Municipalité régionale de comté



### Description du livrable PACES no. 3 - MODÈLE ALTIMÉTRIQUE NUMÉRIQUE

Le modèle numérique de terrain (MNT) rapporte l'élévation de la surface du sol par rapport au niveau moyen de la mer sur un maillage régulier de cellules dont la dimension est de 10 m par 10 m. Le modèle numérique de terrain constitue une autre forme de représentation de la surface du terrain et est donc comparable à la topographie (livrable PACES no. 1). La représentation de la topographie avec le MNT utilise une échelle de couleur correspondant à différentes plages d'élévation. Ce format de présentation permet de visualiser plus facilement les variations de la topographie. Le texte associé au livrable PACES no. 1 décrit la topographie de la région d'étude.

# PENTE DU SOL (Livrabable PACES no. 4) MONTÉRÉGIE EST QUÉBEC

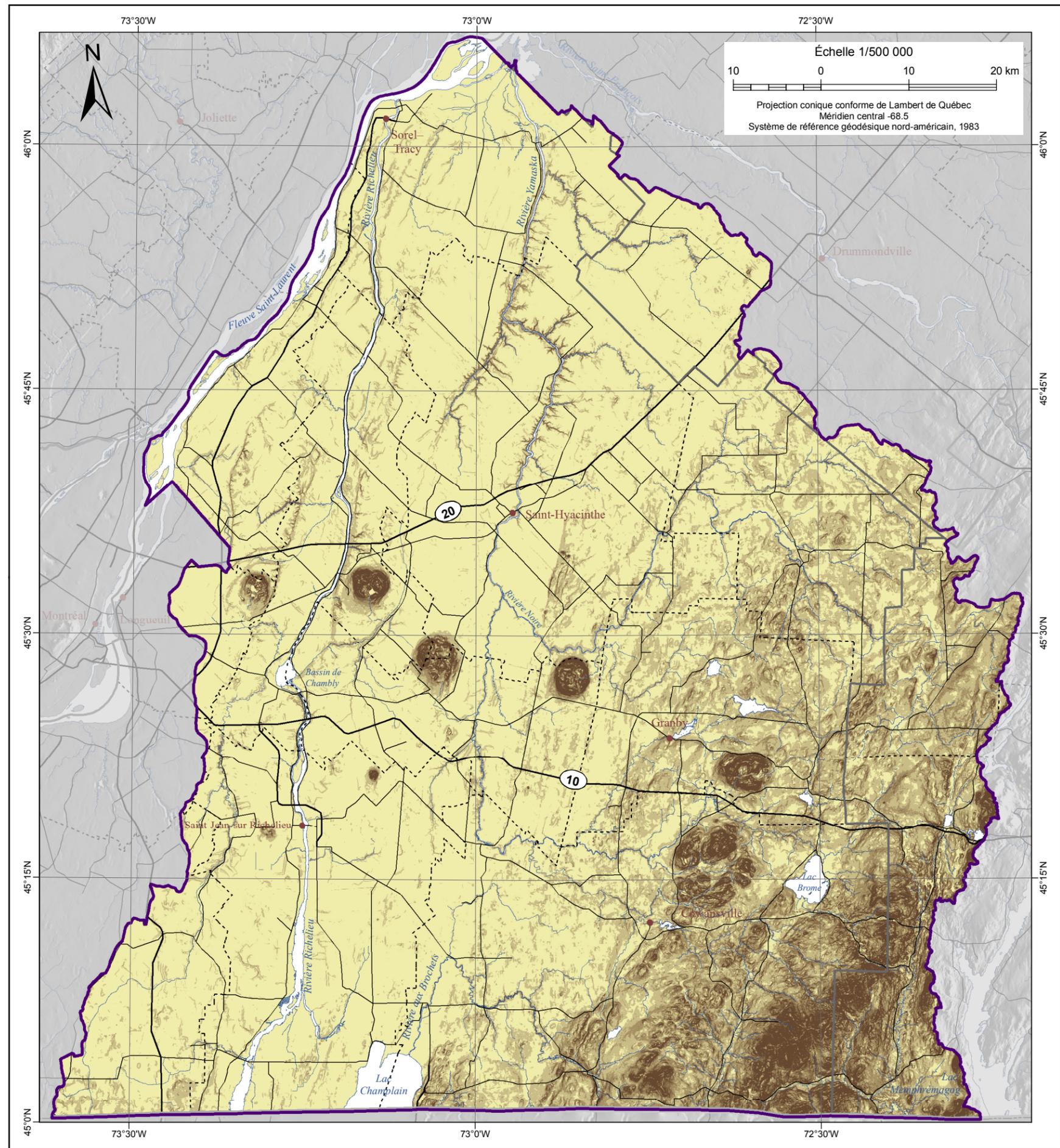
## Légende

- Pente (en %)**
- < 2
  - 2 - 6
  - 6 - 12
  - 12 - 18
  - > 18
- Lieu habité
  - Zone d'étude
- Réseau routier**
- Autoroute
  - Route
- Réseau hydrographique**
- Étendue d'eau
  - Cours d'eau
- Limites administratives**
- Frontière - Internationale
  - Région
  - Municipalité régionale de comté

### Description du livrabable PACES no. 4 - PENTE DU SOL

La pente de la surface du sol représente le degré d'inclinaison de la surface du sol par rapport à l'horizontale. Les pentes montrées sur le livrabable PACES no. 4 ont été calculées sur un maillage régulier de 10 m par 10 m à l'aide d'un logiciel de cartographie en utilisant le modèle numérique de terrain (livrabable PACES no. 3). La pente du sol influence le ruissellement des précipitations et ainsi la recharge des aquifères. En effet, plus la pente est forte, plus il y aura de ruissellement à la surface du sol et moins il y aura d'infiltration d'eau dans le sol pour réalimenter les aquifères.

De manière générale, la pente du sol est très faible à l'ouest de la région, dans la Plate-forme du St-Laurent, et augmente progressivement vers l'est, à l'approche des Appalaches. Ainsi, dans la Plate-forme du St-Laurent les pentes varient de 0 à 2 %, tandis que dans la zone externe des Appalaches (Piedmont) les pentes sont légèrement plus élevées, variant généralement de 2 à 12 %. La région interne des Appalaches présente des pentes encore plus abruptes pouvant dépasser les 18 %. Les collines montérégiennes ont aussi de très fortes pentes excédant 18 %. Contrairement à la rivière Richelieu, les berges de plusieurs des cours d'eau qui alimentent la rivière Yamaska présentent de fortes pentes.



# HYDROGRAPHIE (Livable PACES no. 5) MONTÉRÉGIE EST QUÉBEC

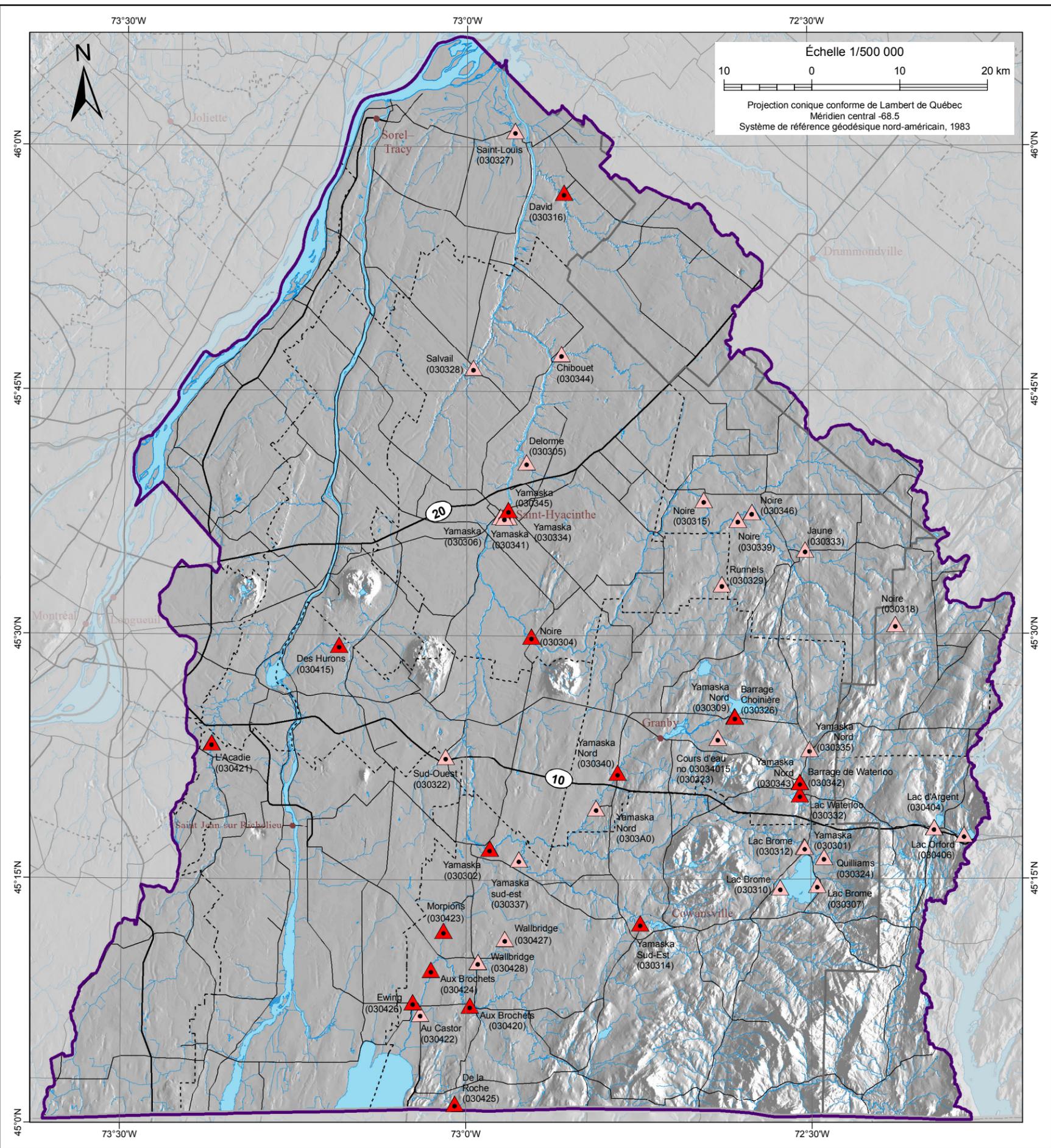
## Légende

- Station hydrométrique**
- David (030316) ▲ Station hydrométrique active (18)
- Salvail (030328) △ Station hydrométrique inactive (28)
- Lieu habité
- Zone d'étude
- Réseau hydrographique**
- Étendue d'eau
- Cours d'eau
- - - Drainage agricole ou routier
- Barrage
- Buse
- Autres
- Réseau routier**
- Autoroute
- Route
- Limites administratives**
- - - Frontière - Internationale
- Région
- - - Municipalité régionale de comté

## Description du livrable PACES no. 5 - HYDROGRAPHIE

L'hydrographie est la description de la distribution dans un territoire de l'ensemble des cours d'eau (ruisseaux, rivières et fleuve) et des plans d'eau (lacs) qui y sont présents. La connaissance de l'hydrographie est essentielle pour identifier les endroits où les eaux souterraines et les eaux de surface peuvent être en contact. À ces endroits, l'eau souterraine peut s'écouler vers les eaux de surface et ainsi les réalimenter, si les aquifères sont en contact avec le cours d'eau. Au Québec, l'écoulement est rarement dans la direction inverse, c'est-à-dire des eaux de surface vers les eaux souterraines.

La Montérégie Est comporte plusieurs cours d'eau d'importance variable compris dans trois bassins versants (livrable PACES no. 6). Les deux principales rivières sont la Richelieu et la Yamaska. La rivière Richelieu prend sa source dans le lac Champlain, aux États-Unis, et coule du sud vers le nord pour se jeter dans le fleuve Saint-Laurent à la hauteur de Sorel-Tracy. Les principaux affluents de la rivière Richelieu sont les rivières l'Acadie, des Hurons et du Sud. La rivière Yamaska prend sa source dans les Appalaches, notamment dans le lac Brome, et se jette dans le fleuve Saint-Laurent à la hauteur du lac Saint-Pierre. La rivière Noire alimente la Yamaska en recevant l'eau de l'est de la région. La baie Missisquoi se trouve aussi en Montérégie Est et fait aussi partie du lac Champlain. L'eau de la baie Missisquoi coule donc vers la rivière Richelieu. Cette baie est alimentée essentiellement par les rivières Missisquoi, aux Brochets et de la Roche. Les stations hydrométriques présentes sur le territoire de la Montérégie Est, soient 18 stations actives et 28 stations inactives, sont présentées avec l'hydrographie.



LIMITES DE BASSINS ET DE SOUS-BASSINS  
(Livrable PACES no. 6)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC

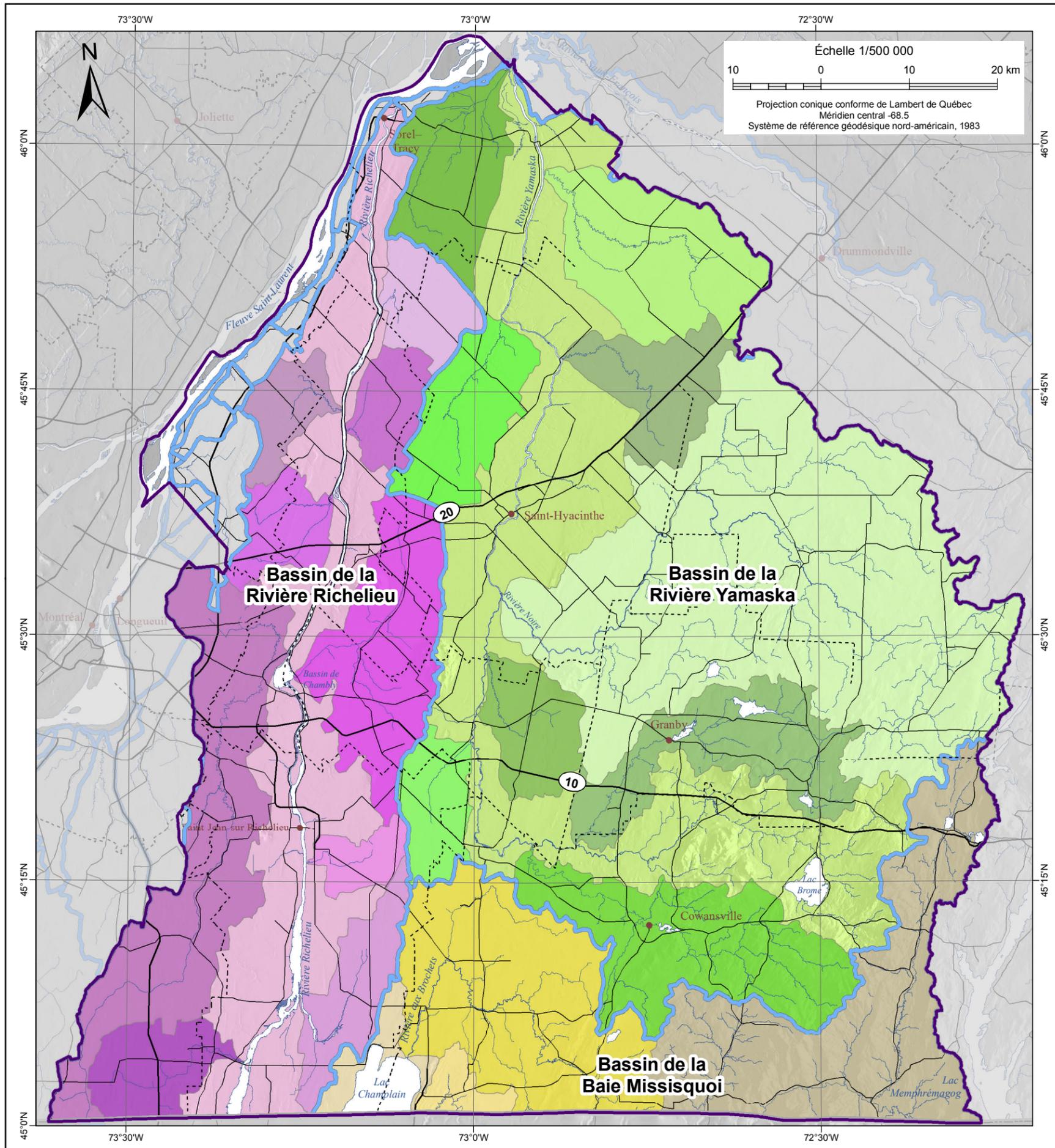
**Légende**

- |  |   |
|--|---|
| <b>Bassins de niveau 1</b>                         | <b>Bassins de niveau 1</b>  |
| Bassin de la Rivière Richelieu                     | Bassin de la Baie Missisquoi  |
| <b>Sous-bassins - Rivière Richelieu (niveau 2)</b> | <b>Sous-bassins - Baie Missisquoi (niveau 2)</b>                      |
| du Sud   | Missisquoi  |
| des Hurons   | aux Brochets  |
| Amyot  | de la Roche   |
| Lacolle  | <b>Bassins de niveau 1</b>  |
| Laplante   | Autres sous-bassins du fleuve Saint-Laurent (niveaux 4 à 6 regroupés) |
| de la Barbotte                                     | Lieu habité   |
| Beloeil  | Zone d'étude  |
| L'Acadie   | <b>Réseau routier</b>   |
| Coderre  | Autoroute   |
| <b>Bassins de niveau 1</b>                         | Route   |
| Bassin de la Rivière Yamaska                       | <b>Réseau hydrographique</b>  |
| <b>Sous-bassins - Rivière Yamaska (niveau 2)</b>   | Étendue d'eau   |
| Yamaska Nord                                       | Cours d'eau   |
| Salvail  | <b>Limites administratives</b>  |
| Pot au Beurre                                      | Frontière - Internationale  |
| David  | Municipalité régionale de comté (MRC)                                 |
| Noire  |   |
| Sud-Ouest  |   |
| à la Barbuée                                       |   |
| Yamaska Sud-Est                                    |   |
| Chibouet   |   |

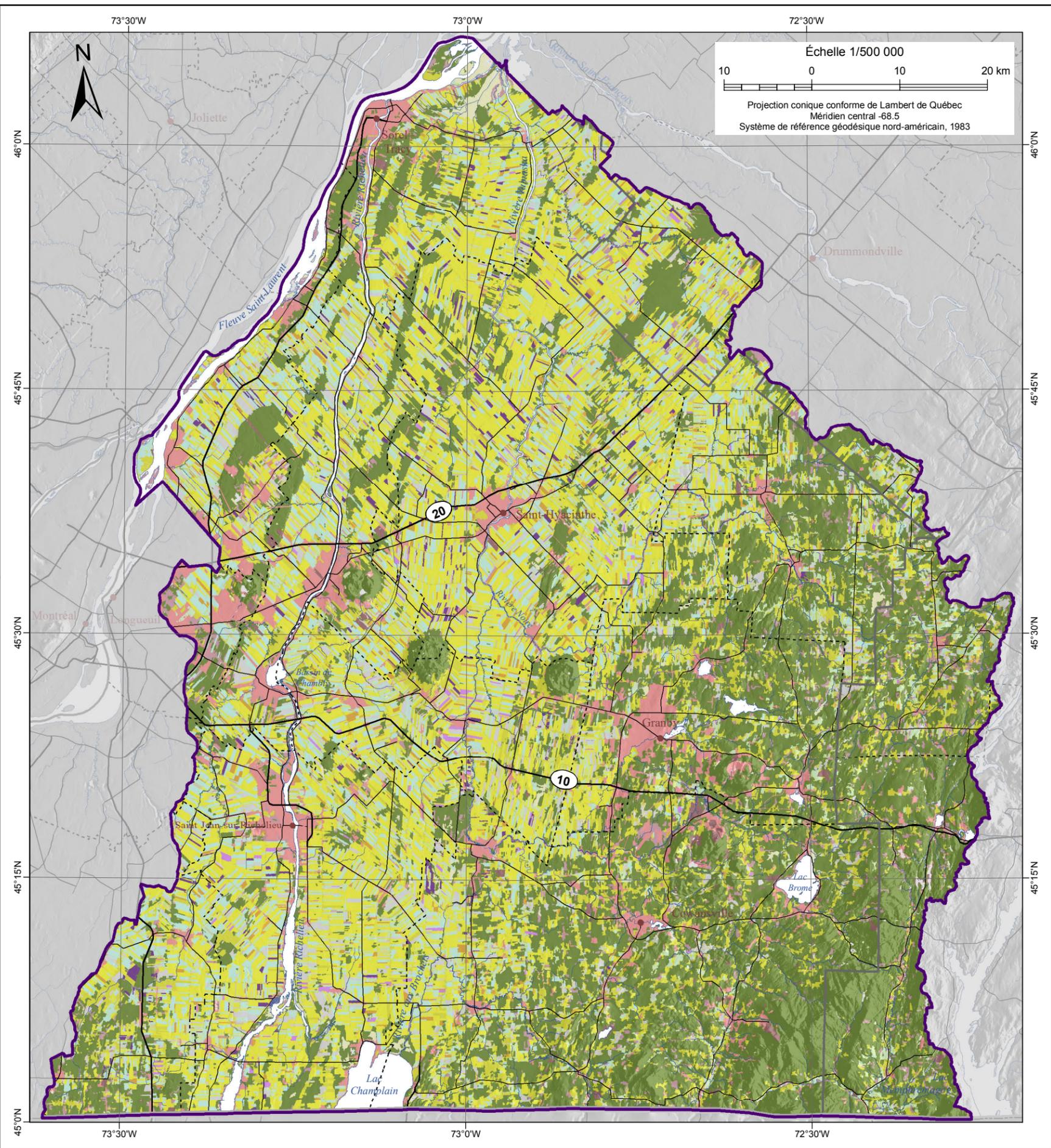
**Description du livrable PACES no. 6 - LIMITES DE BASSINS ET DE SOUS-BASSINS**

Un bassin versant est un territoire dont les eaux de surface se déversent vers un lieu donné, comme un cours d'eau, un lac ou un ouvrage artificiel. Le territoire d'un bassin versant est contrôlé par la topographie du terrain (livrables PACES no. 1 et no. 2). Les bassins versants de niveau 1 sont distingués sur la carte du livrable PACES no. 6. Ce sont généralement les bassins dont la rivière principale se déverse dans le fleuve Saint-Laurent et dont la superficie est de plus de 25 km<sup>2</sup>.

La Montérégie Est regroupe trois bassins versants importants de niveau 1, soient ceux de la rivière Richelieu, de la baie Missisquoi et de la rivière Yamaska. La carte du livrable PACES no. 6 distingue les bassins versants de niveau 2 présents à l'intérieur de ces grands bassins avec des tons similaires. Les bassins de la rivière Richelieu et de la baie Missisquoi font partie du bassin versant du lac Champlain qui couvre 23 720 km<sup>2</sup> aux États-Unis et au Québec. Dans la zone d'étude, le bassin versant de la baie Missisquoi représente un territoire d'environ 1 300 km<sup>2</sup> qui draine une partie des Appalaches vers cette baie du lac Champlain. La rivière Richelieu, dont le bassin couvre environ 2 500 km<sup>2</sup>, coule du sud vers le nord et se déverse dans le fleuve Saint-Laurent un peu avant le lac Saint-Pierre. Le bassin versant de la rivière Yamaska couvre environ 4 800 km<sup>2</sup> et prend source dans les Appalaches avant de s'écouler vers le fleuve Saint-Laurent où la rivière se déverse à la hauteur du lac Saint-Pierre.



OCCUPATION DU SOL  
(Livrable PACES no. 7)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC



**Légende**

- Zones urbaines**
  - Zones urbaines et industrielles
  - Villégiature et sports
- Zones humides**
  - Eau et milieux humides
- Zones forestières**
  - Forêts et boisés
- Zones agricoles**
  - Avoine
  - Blé
  - Cultures Mixtes
  - Foin
  - Friches et sols dénudés
  - Maïs
  - Maraîcher
  - Orge
  - Petits fruits
  - Soya
  - Autres céréales
  - Terre agricole
  - Autres
  - Pas d'information
- Lieu habité**
  - Lieu habité
- Zone d'étude**
  - Zone d'étude
- Réseau routier**
  - Autoroute
  - Route
- Réseau hydrographique**
  - Étendue d'eau
  - Cours d'eau
- Limites administratives**
  - Frontière - Internationale
  - Région
  - Municipalité régionale de comté

**Description du livrable PACES no. 7 - OCCUPATION DU SOL**

La carte d'occupation du sol montre les usages qui sont faits de la surface du territoire. Une connaissance de l'occupation du sol est utile pour cibler les secteurs où les activités sont susceptibles d'exercer une pression sur la ressource en eaux souterraines et d'en modifier la qualité ou la quantité par rapport à son état présent. L'occupation du sol influence aussi le cycle de l'eau. Par exemple, en zone urbaine dense, le ruissellement de l'eau à la surface du terrain est généralement plus élevé qu'en région rurale. En zone de couvert forestier, l'évapotranspiration des plantes sera beaucoup plus importante qu'en région urbaine.

En Montérégie Est, environ 55 % du territoire, soit 5 000 km<sup>2</sup>, est utilisé à des fins agricoles, dont près de la moitié pour la culture du maïs. L'agriculture est surtout concentrée à l'ouest et au nord de la région, essentiellement dans la Plate-forme du St-Laurent (Basses-terres) et dans la zone externe des Appalaches (Piedmont). Les forêts occupent environ 2 900 km<sup>2</sup> (33 % du territoire). Le couvert forestier se situe essentiellement au sud et à l'est de la région, essentiellement dans les Appalaches (zone externe). Les usages résidentiels, industriels, commerciaux et institutionnels représentent au total environ 7 % du territoire, alors que les plans d'eau et les milieux humides représentent 3 %.

COUVERTURE VÉGÉTALE  
(Livrable PACES no. 8)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC

**Légende**

**Type de couvert végétal**

- Résineux ( plus de 75% de la surface )
- Mélangé ( entre 26% et 75% en essences résineuses)
- Feuillu ( plus de 75% de la surface )

- Lieu habité

- Zone d'étude

**Réseau routier**

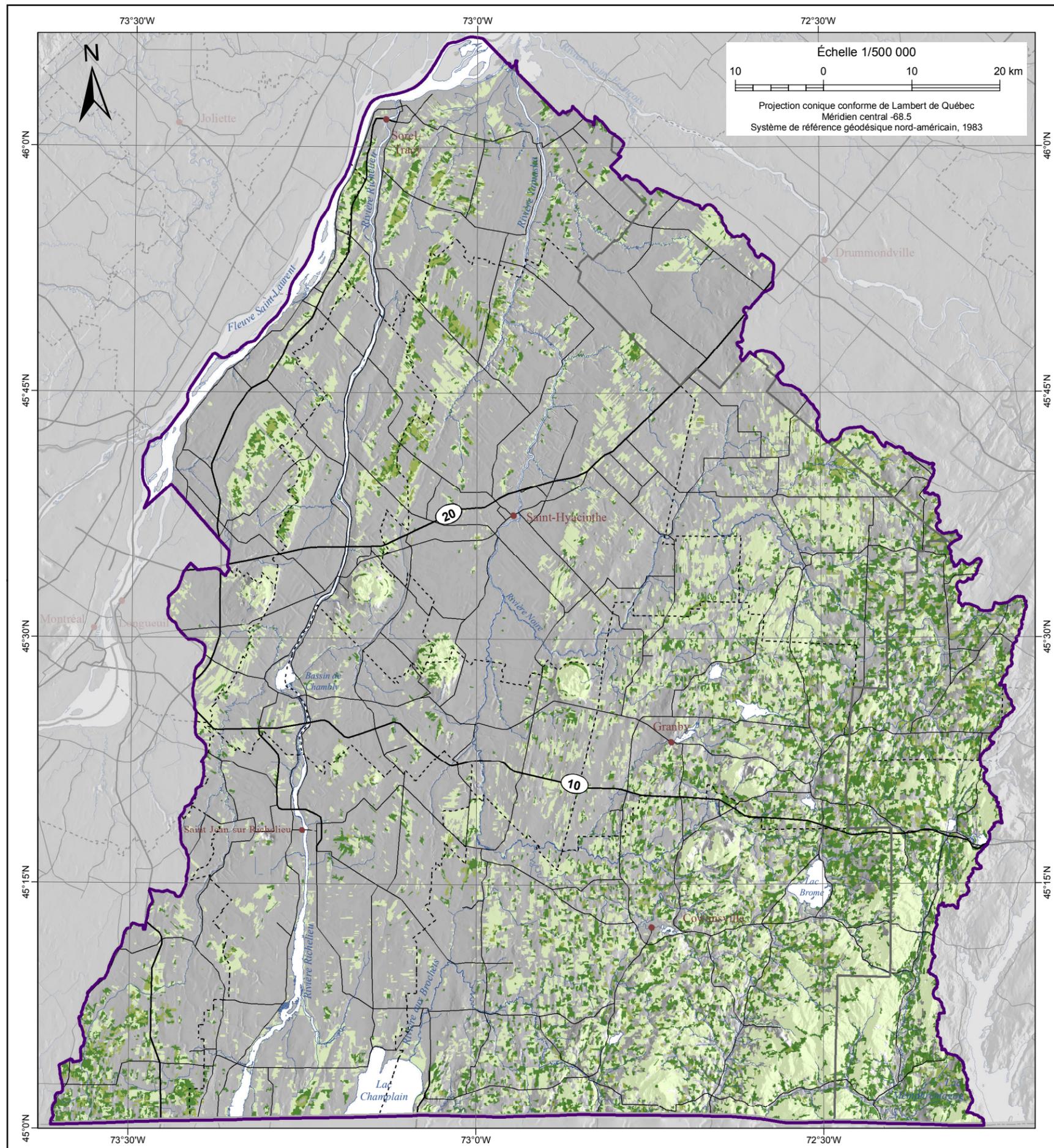
- Autoroute
- Route

**Réseau hydrographique**

- Étendue d'eau
- Cours d'eau

**Limites administratives**

- Frontière - Internationale
- Région
- Municipalité régionale de comté



**Description du livrable PACES no. 8 - COUVERTURE VÉGÉTALE**

La carte de la couverture végétale montre l'ensemble des végétaux qui recouvrent le sol. Les végétaux utilisent l'eau pour leur croissance et ont donc un impact sur le cycle de l'eau. Les végétaux contiennent beaucoup d'eau qu'ils retournent à l'atmosphère par évapotranspiration. Les précipitations sont interceptées par les feuilles avant que la pluie n'atteigne le sol ou par leurs racines qui retirent une partie l'eau contenue dans le sol. Le type de couvert végétal, sa densité et sa maturité aura un impact sur la quantité d'eau disponible pour la recharge des aquifères (livrable PACES no. 28).

En Montérégie Est, le couvert végétal est relativement fragmenté en raison de l'intensité des activités humaines. Le sol de la région est recouvert de près de 34 % (3 000 km<sup>2</sup>) de forêts, dont la majeure partie se retrouve dans les Appalaches (zone externe). À l'extérieur des Appalaches, le couvert forestier est clairsemé en raison des activités humaines, notamment agricoles. Une grande partie du couvert forestier est occupé par des peuplements forestiers feuillus (22 %). La forêt mixte domine ensuite avec environ 9 % du territoire suivi des conifères avec un peu plus de 2 %.

MILIEUX HUMIDES  
(Livrable PACES no. 9)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC

**Légende**

**Milieux humides**

- Eau peu profonde
- Marais
- Marécage
- Tourbière minérotrophe (*fen*)
- Tourbière ombrotrophe (*bog*)
- Tourbière boisée
- Non classé
- Lieu habité

- Zone d'étude

**Réseau routier**

- Autoroute
- Route

**Réseau hydrographique**

- Étendue d'eau
- Cours d'eau

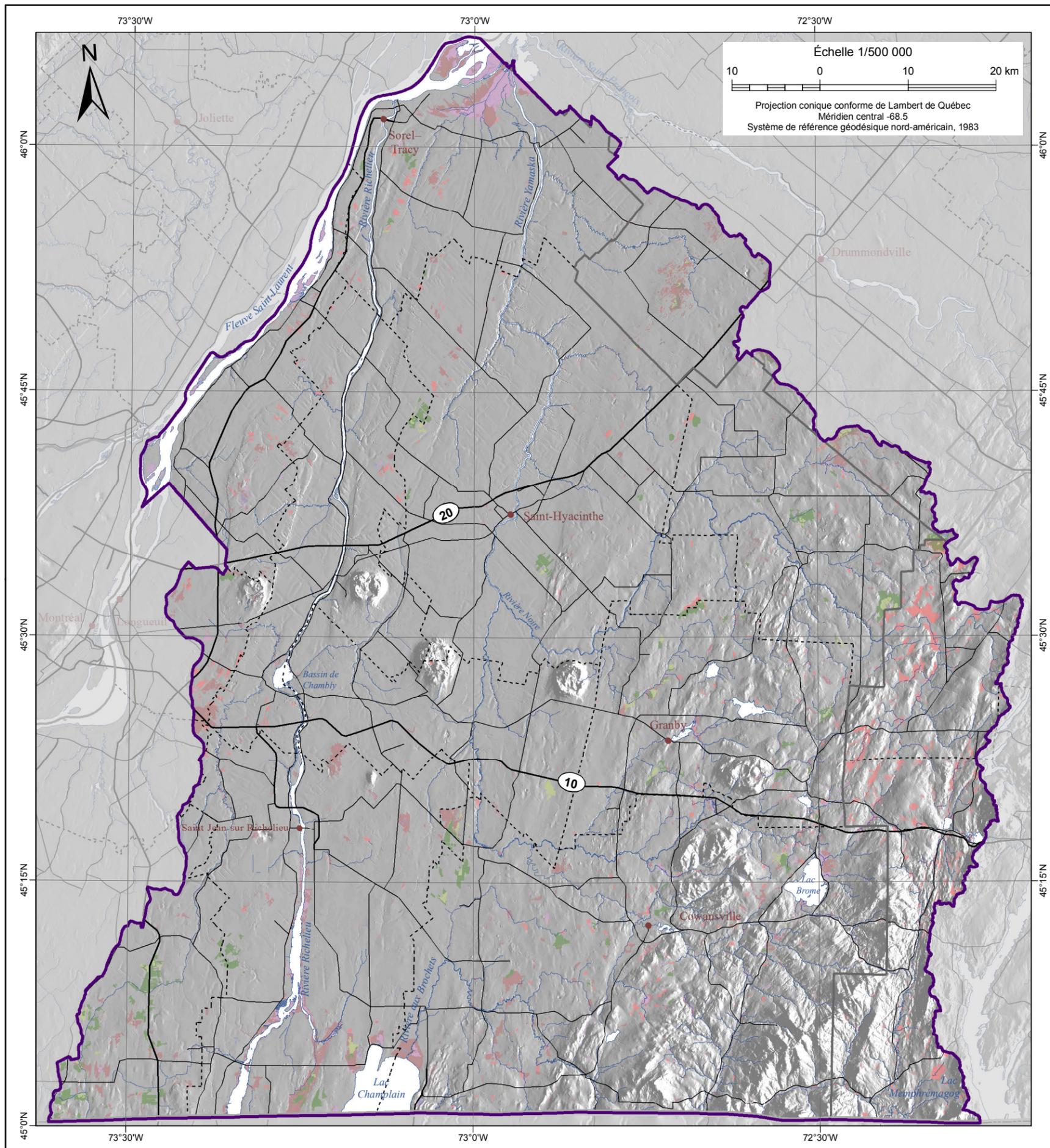
**Limites administratives**

- Frontière - Internationale
- Région
- Municipalité régionale de comté

**Description du livrable PACES no. 9 - MILIEUX HUMIDES**

Les milieux humides sont des terres qui sont inondées ou saturées d'eau assez longtemps pour modifier la composition du sol ou de la végétation. Au même titre que les eaux de surface, les milieux humides peuvent être des lieux d'échanges importants entre l'eau de surface et l'eau souterraine. Certains milieux humides représentent parfois d'importantes zones de résurgence de l'eau souterraine.

Les milieux humides représentent un peu plus de 3% du territoire de la Montérégie Est. Un peu moins de la moitié des milieux humides de la région sont des marécages, et le quart sont des tourbières. Une portion plus faible de ces milieux correspond à des marais et des secteurs d'eau peu profonde.



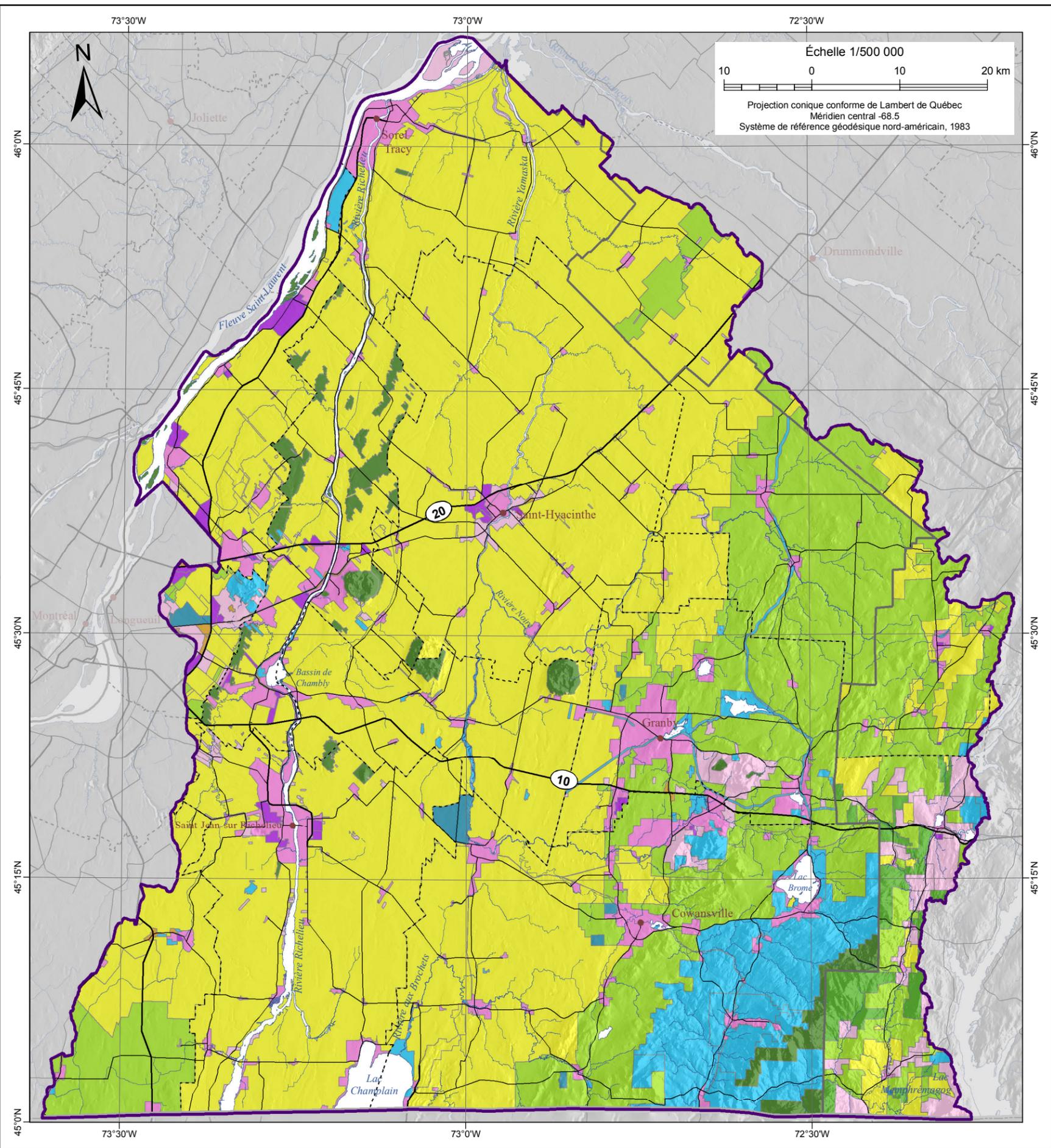
AFFECTATION DU TERRITOIRE  
(Livrable PACES no. 10)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC

**Légende**

**Thème provincial d'affectation du territoire**

- Agricole
- Agroforestière
- Commerciale
- Conservation
- Forestière
- Industrielle
- Publique
- Récréative
- Résidentielle
- Urbaine

- Lieu habité
- Zone d'étude
- Réseau routier**
- Autoroute
- Route
- Réseau hydrographique**
- Étendue d'eau
- Cours d'eau
- Limites administratives**
- Frontière - Internationale
- Région
- Municipalité régionale de comté



**Description du livrable PACES no. 10 - AFFECTATION DU TERRITOIRE**

En aménagement du territoire ou en urbanisme, l'affectation du territoire représente l'attribution à un territoire d'une utilisation, d'une fonction ou d'une vocation déterminée. Les grandes affectations du territoire indiquent formellement comment une municipalité locale ou une municipalité régionale de comté (MRC) entend utiliser son territoire. L'affectation du territoire peut être utilisée comme un moyen de contrôle pour régir les activités sur le territoire. Pour la protection des eaux souterraines, l'affectation du territoire peut être établie en tenant compte des zones de recharge des aquifères, où les eaux d'infiltration en surface atteignent directement les aquifères.

En Montérégie Est, la principale affectation du territoire est l'affectation agricole qui représente 60 % du territoire. La deuxième affectation en importance est agroforestière (20 % du territoire), suivie des affectations récréative (6.2 %) et urbaine (5.5 %). Les affectations peuvent varier légèrement dans les usages permis d'une MRC à l'autre, puisque ce sont les MRC qui décident de l'affectation.

PÉDOLOGIE  
(Livrable PACES no. 11)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC

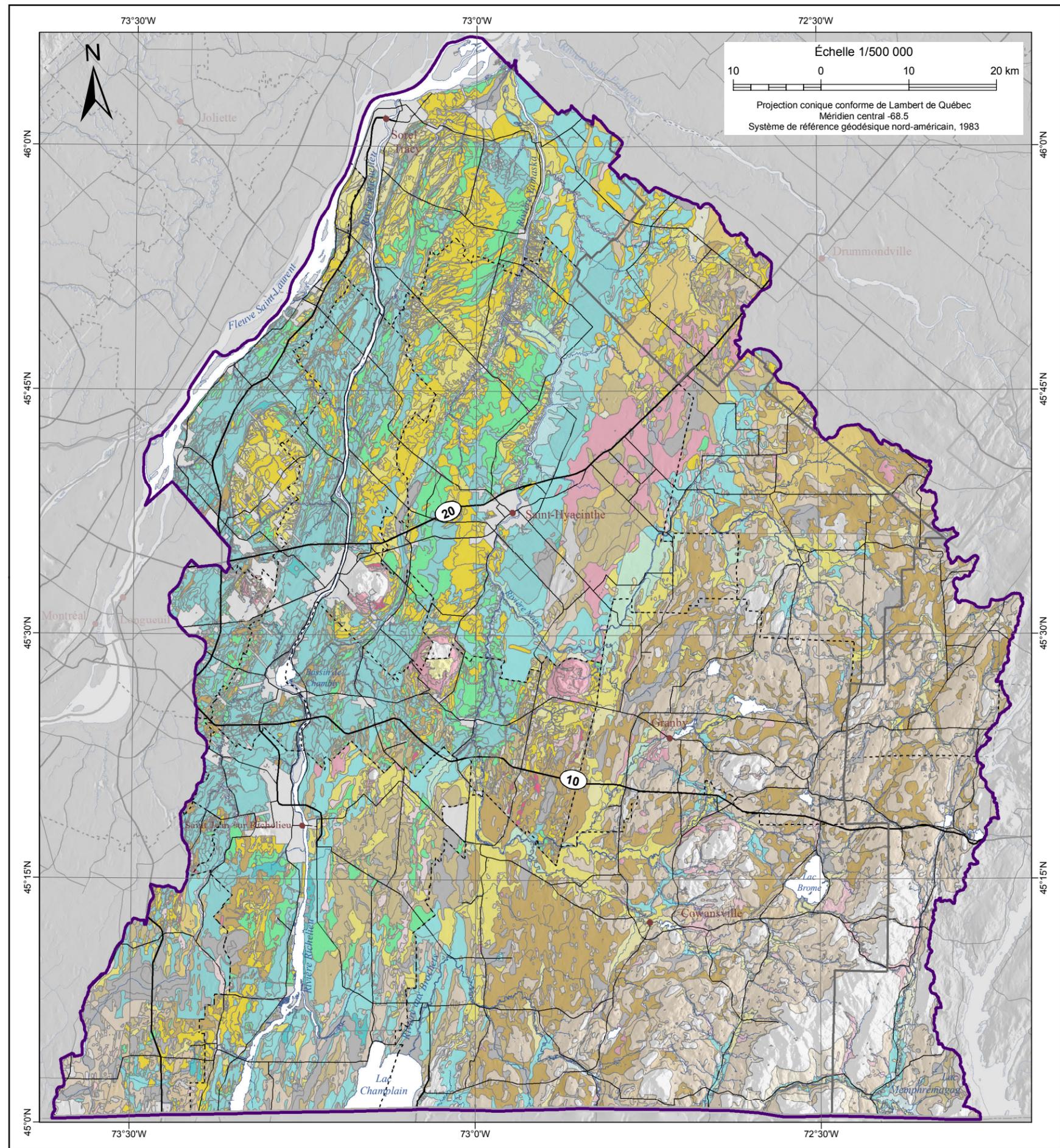
**Légende**

|                        |                                     |                                 |
|------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| <b>Sols argileux</b>   | <b>Sols graveleux</b>               | ● Lieu habité                   |
| Bien drainé            | Très rapidement drainé              | Zone d'étude                    |
| Modérément bien drainé | Rapidement drainé                   | <b>Réseau routier</b>           |
| Imparfaitement drainé  | Bien drainé                         | Autoroute                       |
| Mal drainé             | Imparfaitement drainé               | Route                           |
| Très mal drainé        | Mal drainé                          | <b>Réseau hydrographique</b>    |
| <b>Sols loameux</b>    | Ne s'applique pas                   | Étendue d'eau                   |
| Modérément bien drainé | <b>Sols issus de dépôts de till</b> | Cours d'eau                     |
| Imparfaitement drainé  | Rapidement drainé                   | <b>Limites administratives</b>  |
| Mal drainé             | Bien drainé                         | Frontière - Internationale      |
| <b>Sols sableux</b>    | Modérément bien drainé              | Région                          |
| Très rapidement drainé | Imparfaitement drainé               | Municipalité régionale de comté |
| Rapidement drainé      | Mal drainé                          |                                 |
| Bien drainé            | Très mal drainé                     |                                 |
| Modérément bien drainé | <b>Sols organiques</b>              |                                 |
| Imparfaitement drainé  | Très mal drainé                     |                                 |
| Mal drainé             | <b>Sols divers</b>                  |                                 |
| Ne s'applique pas      | Bien drainé                         |                                 |
|                        | Ne s'applique pas                   |                                 |

**Description du livrable PACES no. 11 - PÉDOLOGIE**

La pédologie est la science étudiant la formation et les modifications du sol, ainsi que ses propriétés. La connaissance de la composition des sols aide à la compréhension de plusieurs processus dynamiques liés à l'eau, notamment l'infiltration de l'eau dans le sol et la vulnérabilité des nappes d'eau souterraine.

La carte pédologique a été constituée à partir des cartes pédologiques publiées à différentes échelles dans les différentes régions au fil des années. Elle a servi aux travaux d'évaluation de la recharge (livrable no. 28) ainsi qu'à l'estimation de la vulnérabilité (livrable no. 22) et à la modélisation hydrologique. Pour être plus utile aux fins d'une étude hydrogéologique, les types de sol rencontrés dans la zone d'étude ont été classifiés selon sept catégories de texture (sableux, loameux, argileux, graveleux, tills, organiques et autres) et sept classes de drainage (très rapidement drainé, rapidement drainé, bien drainé, modérément bien drainé, imparfaitement drainé, mal drainé et très mal drainé). Les sols issus de till sont les plus répandus (32 %) dans la zone d'étude, particulièrement dans les Appalaches et la partie sud de la Plate-forme du Saint-Laurent, suivis des sols argileux et des sols sableux qui couvrent respectivement 20 % et 19 % de la zone d'étude. Les sols graveleux sont principalement rencontrés au pourtour des collines montérégiennes et dans la portion nord-ouest de la zone externe des Appalaches et couvrent une superficie d'environ 4 %.



# LÉGENDE - GÉOLOGIE DES FORMATIONS SUPERFICIELLES (Livable PACES no. 12) MONTÉRÉGIE EST QUÉBEC

## QUATERNAIRE

### POSTGLACIAIRE

#### DÉPÔTS DE VERSANT

- Ce** *Dépôts d'éboulis : cailloux et blocs anguleux gélifractés; formant des cônes ou des tabliers au pied d'escarpements rocheux.*
- Cg** *Dépôts de glissement de terrain : silts et argiles remaniés par des glissements de terrain et occupant le plus souvent des amphithéâtres marqués par des modelés chaotiques ou en gradins au pied de cicatrices de glissement; selon la nature du matériel recouvrant les argilo-silts marins, ces sédiments peuvent comprendre des amas de sable entraînés par les glissements; épaisseur atteignant 20 m et plus.*

#### SÉDIMENTS ORGANIQUES

- Ot** *Sédiments de tourbières : tourbe, plus ou moins décomposée, déposées dans des fens ou des bogs; épaisseur variant d'environ 1 m à plus de 5 mètres.*
- Om** *Sédiments de marécages et de marais : sédiments organiques, souvent riches en particules minérales, déposés dans des milieux palustres à plan d'eau ouvert (étangs); épaisseur variant de de 1 à 5 m.*

#### DÉPÔTS ÉOLIENS

- Ed** *Sédiments éoliens : sable fin à stratification oblique diffuse mis en place par le vent sous forme de dunes paraboliques formées à la surface des sédiments littoraux fraîchement exondés; indiquent des vents dominants provenant du nord-est; pouvant contenir des horizons organiques tels des paléosols; d'une épaisseur variant de 2 à 8 m. Localisés principalement sur le piedmont, notamment dans la région d'Acton Vale.*

#### SÉDIMENTS ALLUVIAUX

NOTE  
Sédiments mis en place le long des cours d'eau du système fluvial actuel et lors de leur incision dans les formations quaternaires antérieures (Ap, At). Ces sédiments incluent notamment des alluvions mises en place dans les anciens chenaux de proto-rivières (Ax).

- Ap** *Alluvions actuelles : sable, silt sableux, sable graveleux et gravier contenant généralement des débris végétaux; de 0,5 à 3 d'épaisseur; levées, barres et plaines alluviales actuelles.*
- Ae** *Sédiments estuariens anciens : silt, silt sableux, sable contenant généralement des débris végétaux ou de la matière organique; de 1 à 5 m d'épaisseur; structure massive, sublamainée ou rythmique; sédiments reposant en discordance sur les sédiments sous-jacents et déposés lors d'épisodes transgressifs.*
- At** *Alluvions des terrasses fluviales : sable, sable graveleux et gravier, plus rarement silt sableux, pouvant contenir des débris végétaux; de 1 à 5 m d'épaisseur; surface généralement marquée par des levées et barres alluviales; terrasses formées lors de l'abaissement du niveau de base qui a suivi l'exondation de la vallée du St-Laurent.*
- Ax** *Alluvions de terrasses anciennes : sable, sable silteux et sable graveleux contenant parfois des débris végétaux; de 1 à 10 m d'épaisseur; déposées dans des zones débordant des vallées fluviales actuelles. Surface généralement marquée par des levées et barres alluviales et parfois remaniée par l'action éolienne. Ces alluvions sont transitionnelles avec les sables du Lac à Lampsilis.*

#### SÉDIMENTS LACUSTRES (e.g. Lac à Lampsilis)

NOTE  
Sédiments mis en place dans le Lac à Lampsilis, un bassin successeur de la Mer de Champlain, et comprenant principalement des sables et graviers littoraux, pré littoraux et deltaïques; pouvant aussi inclure des sédiments remaniés à partir d'unités sous-jacentes.  
*Les sédiments fins mis en place dans ce bassin n'ont pas été différenciés de ceux mis en place antérieurement en milieu marin. En Montérégie-Est, le passage des eaux saumâtres de la fin de la Mer de Champlain aux eaux douces du Lac à Lampsilis s'est produit à une altitude d'environ 50 m.*

- Ld** *Sédiments deltaïques et prodeltaïques : sable, sable graveleux et gravier, stratifiés et bien triés; de 1 à 5 m d'épaisseur ; mis en place à l'embouchure des cours d'eau se déversant dans le Lac à Lampsilis; formant des surfaces planes généralement marquées par des chenaux abandonnés, ou encore de petits cônes deltaïques mis en place par des cours d'eau mineurs.*
- Lb** *Sédiments littoraux et pré littoraux : sable, sable silteux, sable graveleux et gravier stratifiés et généralement bien triés; d'épaisseur variant de 1 à 3 m environ; mis en place en eaux peu profondes lors de la phase plénilacustre et de l'exondation; surface généralement marquée par des cordons littoraux ou pré littoraux et parfois remaniée par l'action éolienne; ces faciès d'exondation forment le plus souvent une couverture mince reposant directement sur des sédiments silto-argileux lacustres ou marins.*

#### SÉDIMENTS MARINS

NOTE  
Sédiments généralement fossilifères mis en place lors de l'épisode de la Mer de Champlain; comprenant principalement des sables et graviers littoraux, pré littoraux et deltaïques ainsi que des silts et argiles déposés en eau profonde; pouvant aussi inclure des sédiments remaniés à partir d'unités sous-jacentes. En raison du gauchissement glacio-isostatique, l'altitude de la limite marine s'abaisse depuis environ 180 m au droit des Montérégiennes jusqu'à environ 150 m sur le piémont appalachien à la frontière du Vermont.

- Md** *Sédiments deltaïques et prodeltaïques : sable, sable graveleux et gravier, stratifiés et bien triés; jusqu'à environ 15 m d'épaisseur; mis en place à l'embouchure de cours d'eau se déversant dans la Mer de Champlain; comprenant localement des sédiments silto-sableux prodeltaïques.*
- Mb** *Sédiments littoraux et pré littoraux : sable, silt sableux, sable graveleux et gravier stratifiés et généralement bien triés; d'épaisseur variant de 1 à 5 m environ; mis en place en eau peu profonde lors de la phase plénimarine et de l'exondation; surface généralement marquée par des cordons littoraux ou pré littoraux et parfois remaniée par l'action éolienne.*
- Ma** *Sédiments fins d'eau profonde : silt argileux et argile silteuse, gris moyen à gris foncé, massifs, laminés ou stratifiés, comprenant localement des rythmites, notamment à St-Jude; variant de moins de 3 m à environ 25 m (en forage ou sondage ) d'épaisseur; mis en place principalement par décantation durant la phase d'inondation marine.*

#### DERNIÈRE GLACIATION

#### SÉDIMENTS GLACIOLACUSTRES (e.g. Lac à Candona)

NOTE  
Sédiments mis en place dans le lac proglaciaire ....

- LGd** *Sédiments deltaïques et prodeltaïques : sable, sable grossier et sable graveleux; de 1 à 20 m d'épaisseur; mis en place à l'embouchure des cours d'eau qui se déversaient dans les lacs proglaciaires; localement, présence d'assemblages lits frontaux-lits sommitaux. Surface plane généralement de faible superficie.*
- LGb** *Sédiments littoraux et pré littoraux : sable, sable silteux, gravier sableux et blocs; de 1 à 5 m d'épaisseur; sédiments remaniés le long des rives et sous la limite supérieure du lac glaciaire; montrant une surface parfois marquée par des cordons littoraux ou pré littoraux ou encore marquée par des encoches littorales discrètes.*

- LGa** *Sédiments fins d'eau profonde : silt, rythmites argilo-silteuses, varves; épaisseur variant de 1 à 3 m en en sondage sous les argiles marines jusqu'à 15 m d'épaisseur dans les vallées appalachiennes.*

#### SÉDIMENTS FLUVIOGLACIAIRES

NOTE  
Sédiments stratifiés mis en place par les eaux de fonte au contact ou à proximité du glacier. Les unités sises sous la limite marine ou glaciolacustre sont parfois partiellement enfouies sous les sédiments glaciolacustres ou marins et ont généralement été remaniées par les vagues et les courants lors de la submersion ou de l'exondation.

- Go** *Sédiments d'épandage proglaciaire subaérien : sable, gravier et blocs, montrant une décroissance granulométrique générale vers l'aval; de 1 à 5 m d'épaisseur; formant des replats et des plaines d'épandage dont la surface plane est parfois marquée par d'anciens chenaux sinueux et peu profonds.*
- Gs** *Sédiments d'épandage proglaciaire subaquatique : sable et sable silteux, un peu de gravier; de 1 à 15 ou 20 m d'épaisseur; formant des amas mis en place en eau plus ou moins profonde au bout de tunnels sous- ou intra- glaciaires débouchant dans le Lac à Candona ou dans le lac Vermont; parfois exposés sous les sédiments marins ou glaciolacustres dans les sablières, gravières ou coupes naturelles.*
- Gx** *Sédiments juxtaglaciaires : sable et gravier, blocs, un peu de till ou de diamicton; jusqu'à 20 m et plus d'épaisseur; formant des eskers, des kames, des deltas-kames ou divers amas mal définis et dont la surface est généralement bosselée.*

#### SÉDIMENTS GLACIAIRES

NOTE  
Diamicton à matrice sablo-silteuse à silto-sableuse mis en place directement par le glacier. De couleur gris foncé à gris moyen sur la plate-forme paléozoïque et dans les Appalaches. Le remaniement par les vagues et les courants peut être localement important sous la limite marine, mais est surtout très superficiel, de l'ordre de 50 cm et moins. Par contre, la surface délavée est souvent caractérisée par des concentrations de blocs métriques. La teneur en cailloux cristallins précambriens varie d'environ 30 % à moins de 10 % sur la plate-forme paléozoïque. Sur la plate-forme et le piedmont appalachien, la matrice du till frais (non oxydé) est généralement carbonatée et localement rougeâtre lorsqu'il surmonte les roches du Groupe de Queenston.

- Trm** *Till remanié en couverture discontinue : diamicton comprenant principalement des faciès de fond ou d'ablation remaniés par les vagues et les courants sous la limite maximum de la Mer de Champlain. Matrice plutôt sableuse et généralement lessivée; épaisseur très irrégulière mais généralement inférieure à 1 m; surface généralement ponctuée d'affleurements rocheux et où la structure du roc sous-jacent transparait sur les photographies aériennes.*
- Tr** *Till remanié en couverture continue : diamicton dont la partie superficielle a été remaniée par les vagues et les courants sous la limite maximum de la Mer de Champlain. Matrice compacte sablo-silteuse ou silto-sableuse en profondeur mais lâche et délavée en surface. Très rarement fossilifère; comprenant des niveaux sablo-graveleux stratifiés ou substratifiés.*
- Tc** *Till en couverture généralement continue : diamicton à matrice sablo-silteuse ou silto-sableuse comprenant principalement des faciès de fond et parfois des faciès d'ablation; épaisseur supérieure à 1 m. Cette unité est présente principalement sur les bas plateaux appalachiens au-dessus de la limite marine.*
- Tm** *Till en couverture mince et discontinue : diamicton comprenant principalement des faciès d'ablation de moins de 1 m d'épaisseur et dont la surface est généralement ponctuée d'affleurements rocheux; la structure du roc sous-jacent transparait sur les photographies aériennes. Unité présente principalement dans les hautes-terres appalachiennes (au-dessus de la limite marine).*

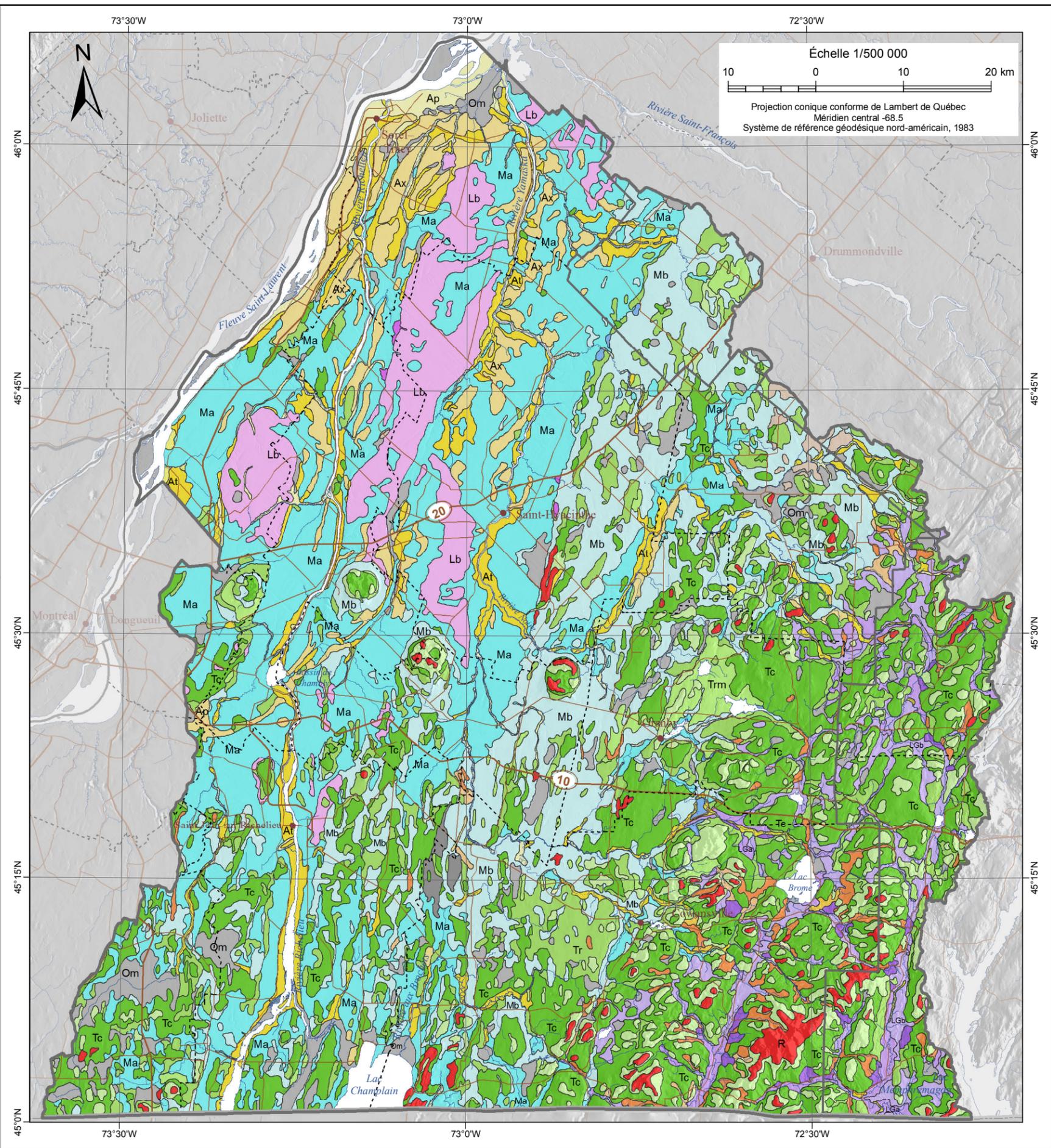
#### PRÉ-QUATERNAIRE

#### SUBSTRAT ROCHEUX

NOTE  
Affleurements rocheux et roc à mince couverture de sédiments meubles (moins de 30 cm)

- R** *Roche non différenciée*

# GÉOLOGIE DES FORMATIONS SUPERFICIELLES (Livrable PACES no. 12) MONTÉRÉGIE EST QUÉBEC



## Légende simplifiée

### QUATERNAIRE - POSTGLACIAIRE

- DÉPÔTS DE VERSANT**
- Cg** Dépôts de glissement de terrain
- SÉDIMENTS ORGANIQUES**
- Ot** Sédiments de tourbières
- Om** Sédiments de marécages et de marais
- DÉPÔTS ÉOLIENS**
- Ed** Sédiments éoliens
- SÉDIMENTS ALLUVIAUX**
- Ap** Alluvions actuelles
- Ae** Sédiments estuariens anciens
- At** Alluvions des terrasses fluviales
- Ax** Alluvions de terrasses anciennes
- SÉDIMENTS LACUSTRES**
- Ld** Sédiments deltaïques et prodeltaïques
- Lb** Sédiments littoraux et pré littoraux
- SÉDIMENTS MARINS**
- Md** Sédiments deltaïques et prodeltaïques
- Mb** Sédiments littoraux et pré littoraux
- Ma** Sédiments fins d'eau profonde
- DERNIÈRE GLACIATION**
- 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
- 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 non différenciée
- Zone d'étude**
- Lieu habité**
- Réseau routier**
- Autoroute**
- Route**
- Étendue d'eau**
- Étendue d'eau**
- Cours d'eau**
- Limites administratives**
- Frontière - Internationale**
- Région**
- Municipalité régionale de comté**

### Description du livrable PACES no.12 - GÉOLOGIE DES FORMATIONS SUPERFICIELLES

La géologie du Quaternaire fait référence aux dépôts meubles qui recouvrent le socle rocheux et qui sont généralement associés à la glaciation de la période géologique du Quaternaire. Ces dépôts meubles, aussi appelés formations quaternaires, ont des propriétés aquifères variables selon leur nature. Les tills sont des dépôts glaciaires de nature, compacité et textures variables, et qui agissent généralement en tant qu'aquitard (unité géologique peu perméable). À l'opposé, les dépôts fluvioglaciers, tels que ceux formant des eskers ou des épandages proglaciaires, contiennent des sédiments sablo-graveleux qui peuvent constituer d'excellents aquifères. Les sédiments silto-argileux déposés dans des lacs ou les mers formés avant ou après la glaciation constituent également des aquitards. De plus, selon leur nature, les dépôts meubles influencent l'écoulement de l'eau souterraine dans les aquifères rocheux fracturés sous-jacents. Ils peuvent, entre autres, influencer la recharge, le confinement de l'aquifère, la vulnérabilité de l'aquifère à la contamination et les conditions d'émergence de l'eau souterraine.

La carte de la géologie du Quaternaire provient de l'intégration des feuillets à l'échelle de 1/50 000 cartographiés par le Ministère des Ressources naturelles (MRN), en collaboration avec la Commission géologique du Canada (CGC). La nature des dépôts meubles est distincte dans les différents contextes hydrogéologiques de la Montérégie Est. Dans le contexte de la Plate-forme (ou Basses-terres) du Saint-Laurent, on retrouve en surface les sédiments fins (argilo-silteux) de la Mer de Champlain, recouverts par endroits de sédiments silto-sableux littoraux et fluviaux d'épaisseur variable. L'épaisseur des sédiments fins est particulièrement importante dans la partie nord de ce contexte, où elle peut atteindre plus de 60 m. Dans la partie sud de Plate-forme du Saint-Laurent, ces sédiments fins sont plus minces, recouvrant de façon discontinue les tills. Dans la zone externe des Appalaches (ou piedmont appalachien), on retrouve des sédiments sablo-graveleux et des tills (mélange de tailles de particules) remaniés, associés au pourtour du paléo-bassin marin ; la couverture de formations meubles s'amincit également, laissant apparaître des affleurements rocheux par endroits. Quant au contexte de la zone interne des Appalaches (Hautes-terres), il comprend principalement des tills, parfois minces et discontinus, sur les hauts topographiques et des sédiments fluvioglaciers et glaciolacustres dans les vallées. Le socle rocheux y affleure aussi à plusieurs endroits.

LÉGENDE - GÉOLOGIE DU ROC  
(Livable PACES no. 13)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC

**PLATE-FORME DU SAINT-LAURENT****ORDOVICIEN SUPÉRIEUR**

Obe Queenston (G); Bécancour (F); Shale rouge et grès vert (R)

Oni Lorraine (G); Nicolet (F); Shale et grès (R)

Opo Lorraine (G); Pontgravé (F); Calcaire et shale (R)

**ORDOVICIEN MOYEN**

Out Shale de l'Utica; Shale calcaireux (R)

Osp Stony Point (F); Mudstone calcaireux (R)

Oha Brèche de Havelock (F); Blocs de grès (R)

Ola Brèche de Lacolle (F); Blocs de grès, dolostones et calcaires (R)

Oss Sainte-Rosalie (G); Sainte-Sabine et Les Fonds (F); Shale et dolostone (R)

Oib Sainte-Rosalie (G); Iberville (F); Mudstone et siltstone dolomitique (R)

Otr Trenton (G); Calcaire et shale non-différenciés (R)

Otv Trenton (G); Tétreauville, région de Montréal (F); Calcaire argileux et shale (R)

Omo Trenton (G); Montréal et Neuville (F); Calcaire cristallin et shale (R)

Osm Trenton (G); Montréal et Neuville (F); Calcaire cristallin micritique et nodulaire (R)

Obr Black River (G); Leray, Lowville et Pamela (F); Calcaire, dolostone et grès (R)

Olv Chazy (G); Laval (F); Calcaire, récifs et shale (R)

**ORDOVICIEN INFÉRIEUR**

Obh Beekmantown (G); Beauharnois (F); Dolostone et calcaire (R)

Oth Beekmantown (G); Theresa (F); Grès dolomitique et dolostone (R)

**CAMBRIEN**

Cca Potsdam (G); Cairnside (F); Grès quartzitique (R)

**ZONE DE HUMBER EXTERNE - SÉQUENCE CLASTIQUE ET DISTALE DE CARBONATES****EST DE LA FAILLE DE LOGAN/CHAMPLAIN****ORDOVICIEN MOYEN**

Ood Olistostrome de Drummondville (F); Shale à blocs (R)

Ood1 Olistostrome de Drummondville (F); Blocs de calcaire (R)

Obo Laurier (G); Bourret (F); Ardoise, calcaire argileux, grès et conglomérat (R)

Obm Bulstrode et Melbourne (F); Ardoise calcaireux et calcaire graphitique (R)

Ost3 Stanbridge (G); Ardoise et calcaire (R)

Ost2 Stanbridge (G); Siltstone et mudstone (R)

Ost1 Stanbridge (G); Calcaire et ardoise (R)

Ost Stanbridge (G); Ardoise, siltstone et mudstone non différenciés (R)

Oss Sainte-Rosalie (G); Sainte-Sabine et Les Fonds (F); Shale et dolostone (R)

**CAMBRIEN-ORDOVICIEN**

COph Philipsburg (G); Calcaire et dolostone (R)

**NÉOPROTÉROZOÏQUE-ORDOVICIEN**

Csh2 Shefford (G); Granby (F); Grès feldspathique et ardoise (R)

Csh1 Shefford (G); Mawcook (F); Ardoise rouge et verte (R)

Csh1a Shefford (G); Mawcook (F); Ardoise vert olive et grise (R)

Coh7 Oak Hill (G); Sweetsburg (F); Ardoise, conglomérat et quartzite (R)

Coh6 Oak Hill (G); Dunham (F); Dolostone (R)

Coh5b Oak Hill (G); Gilman (F); Cheshire (M); Quartzite (R)

Coh5a Oak Hill (G); Gilman (F); Frelighsburg (M); Phyllite et schiste (R)

Coh5 Oak Hill (G); Gilman (F); Phyllite, schiste et quartzite (R)

**ZONE DE HUMBER INTERNE - VOLCANITES ET ROCHES DE MARGE TRANSITIONALE (PARTIE OUEST)****EST DE LA FAILLE DE CHEVAUCHEMENT BROME SUD - UNDERHILL****NÉOPROTÉROZOÏQUE-ORDOVICIEN**

Coh7 Oak Hill (G); Sweetsburg (F); Ardoise, conglomérat et quartzite (R)

Coh4a Oak Hill (G); West Sutton (F); Schiste à chlorite (R)

Coh4 Oak Hill (G); Pinnacle (F); Schiste et phyllite (R)

Coh3 Oak Hill (G); White Brook (F); Dolostone (R)

Coh2 Oak Hill (G); Pinnacle (F); Quartzite et schiste (R)

Coh1 Oak Hill (G); Tibbit Hill (F); Schiste et roche verte (R)

**ZONE DE HUMBER INTERNE - VOLCANITES ET ROCHES DE MARGE TRANSITIONALE (PARTIE EST)****EST DE LA FAILLE DE CHEVAUCHEMENT DE STUKELY - HONEY HOLLOW****NÉOPROTÉROZOÏQUE-CAMBRIEN**

Coh7 Oak Hill (G); Sweetsburg (F); Ardoise, conglomérat et quartzite (R)

Coh4a Oak Hill (G); West Sutton (F); Schiste à chlorite (R)

Coh4 Oak Hill (G); Pinnacle (F); Schiste et phyllite (R)

**ZONE DE DUNNAGE (DOMAINE OCÉANIQUE)****EST DE LA FAILLE DE CHEVAUCHEMENT BAIE VERTE - BROMPTON****CAMBRIEN-ORDOVICIEN**

COsd6 Saint-Daniel (F); Mélange à blocs et copeaux de volcanite basique (R)

COsd2 Saint-Daniel (F); Mélange à blocs et copeaux de serpentinite (R)

Cco3 Complexe ophiolitique (F); Volcanite (R)

Cco2 Complexe ophiolitique (F); Pyroxénite et gabbro (R)

**NÉOPROTÉROZOÏQUE-CAMBRIEN**

Ccw2 Caldwell (G); Grès feldspathique (R)

**CEINTURE DE GASPÉ****EST DE LA FAILLE DE LA GUADELOUPE - COBURN HILL****SILURIEN SUPÉRIEUR - DÉVONIEN**

Sgl2 Glenbrooke (G); Glenbrooke (F); Schiste argileux et siltstone calcaireux (R)

**ROCHES INTRUSIVES****CRÉTACÉ INFÉRIEUR**

Cmo Collines montérégiennes (F); Roches intrusives alcalines, kimberlite (R)

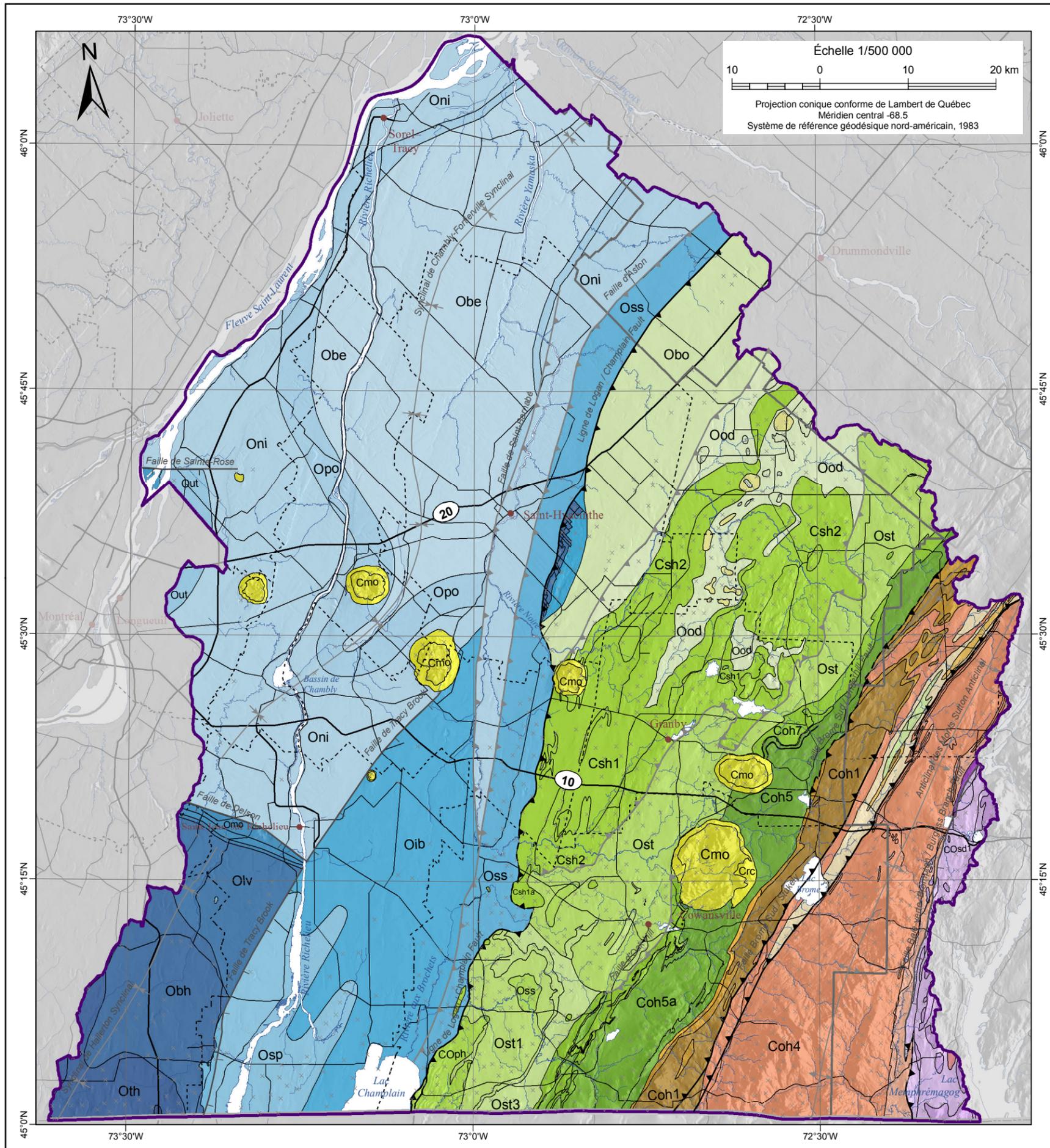
**ORDOVICIEN MOYEN/SUPÉRIEUR**

d Diorite (R)

**ROCHES DE CONTACT MÉTAMORPHIQUES**

Crc Cornéennes autour des collines montérégiennes (F)

GÉOLOGIE SIMPLIFIÉE DU ROC  
(Livrable PACES no. 13)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC



**Légende**

**Géologie**

Voir la légende géologique détaillée sur la page suivante

Contact géologique

**Symboles géologiques**

Anticlinal

Synclinal

Faille normale

Faille de chevauchement

Faille de chevauchement interprétée

Faille de chevauchement secondaire

Affleurement ponctuel

Lieu habité

Zone d'étude

**Réseau routier**

Autoroute

Route

**Réseau hydrographique**

Étendue d'eau

Cours d'eau

**Limites administratives**

Frontière - Internationale

Région

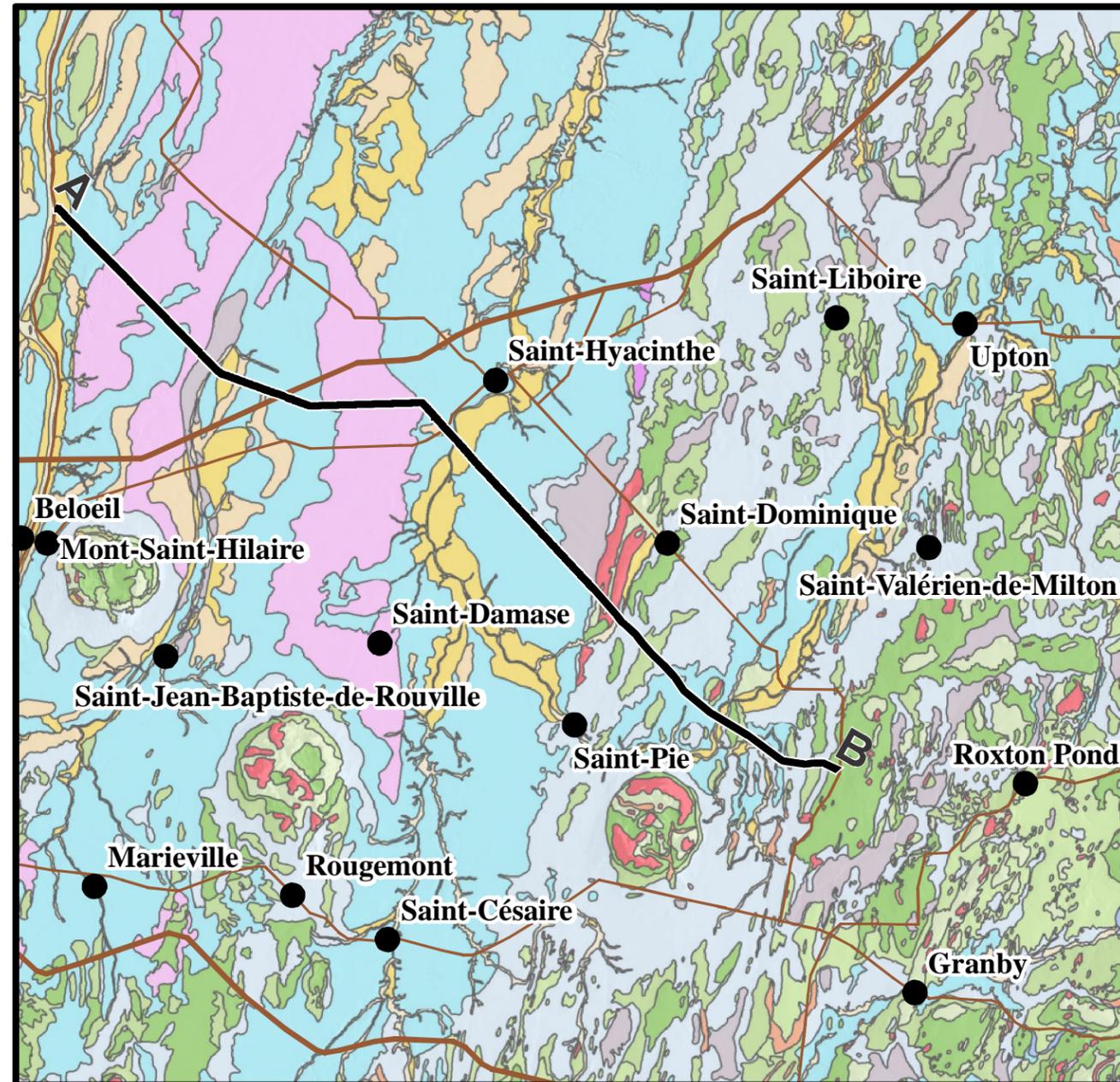
Municipalité régionale de comté

**Description du livrable PACES no. 13 - GÉOLOGIE SIMPLIFIÉE DU ROC**

La carte de la géologie du roc présente les différents types de roches ainsi que les principales structures géologiques, telles que les plis et les failles. Lorsque les roches sont fracturées, elles peuvent constituer un aquifère et des puits peuvent y être aménagés pour exploiter l'eau souterraine. Le type de roche a une incidence sur les propriétés hydrauliques de l'aquifère rocheux et les conditions d'écoulement. Puisque l'eau souterraine circule généralement à des vitesses très faibles dans les formations géologiques, elle y réside suffisamment longtemps pour dissoudre une partie des minéraux contenus dans la roche. Cela peut avoir un effet sur la qualité de l'eau souterraine lorsque la concentration de certains composés dissous dans l'eau souterraine dépasse les critères de potabilité.

Dans la région à l'étude, on distingue trois principaux contextes géologiques : la Plate-forme du Saint-Laurent, les intrusions montérégiennes et les Appalaches, qui peuvent être subdivisées en deux zones, les zones interne et externe (zone de Humber). La ligne (ou faille) de Logan est une zone de failles qui sépare la Plate-forme du Saint-Laurent et la zone externe des Appalaches. Les roches de la Plate-forme du Saint-Laurent sont d'origine sédimentaire et elles sont généralement disposées en strates horizontales, légèrement déformées (plissées ou failées). Les roches des Appalaches sont aussi généralement d'origine sédimentaire mais ayant subies des transformations minéralogiques (« métamorphisme ») et plusieurs épisodes de déformation (plissements intenses et multiples failles). Ces roches se superposent (« chevauchent ») aux roches de la Plate-forme du Saint-Laurent. On retrouve également dans la zone d'étude sept collines montérégiennes, orientées selon un axe plus ou moins est-ouest et transperçant la Plate-forme du Saint-Laurent (monts Saint-Bruno, Saint-Hilaire, Saint-Grégoire et Rougemont) et les Appalaches (monts Yamaska, Shefford et Brome). Ces collines sont constituées de roches intrusives (« ignées »). Au pourtour de ces intrusions, la chaleur générée lors de la mise en place des roches ignées a transformé les roches sédimentaires adjacentes (« métamorphisme »). Des dykes ou filons-couches qui sont des intrusions planaires de plus faible dimension sont aussi associés aux Montérégiennes. Les contextes hydrogéologiques de la Montérégie Est ont principalement été définis sur la base de l'étendue des contextes géologiques de la zone d'étude.

**COUPE STRATIGRAPHIQUE SIMPLIFIÉE DES FORMATIONS SUPERFICIELLES**  
 (Livrable PACES no. 14A)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
 QUÉBEC

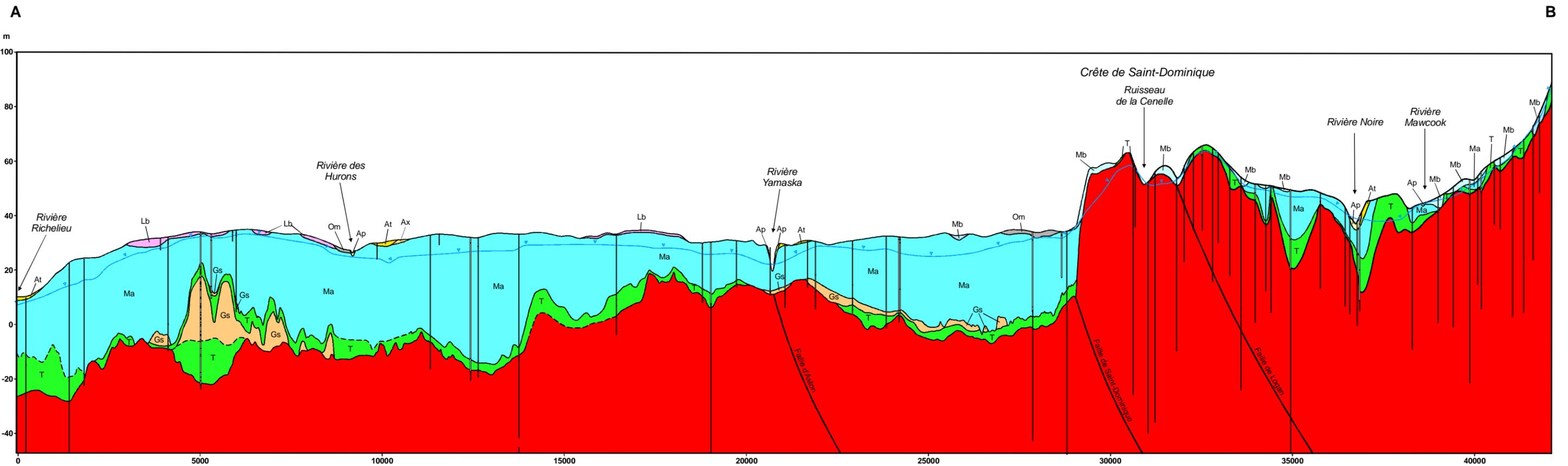


LOCALISATION DE LA COUPE

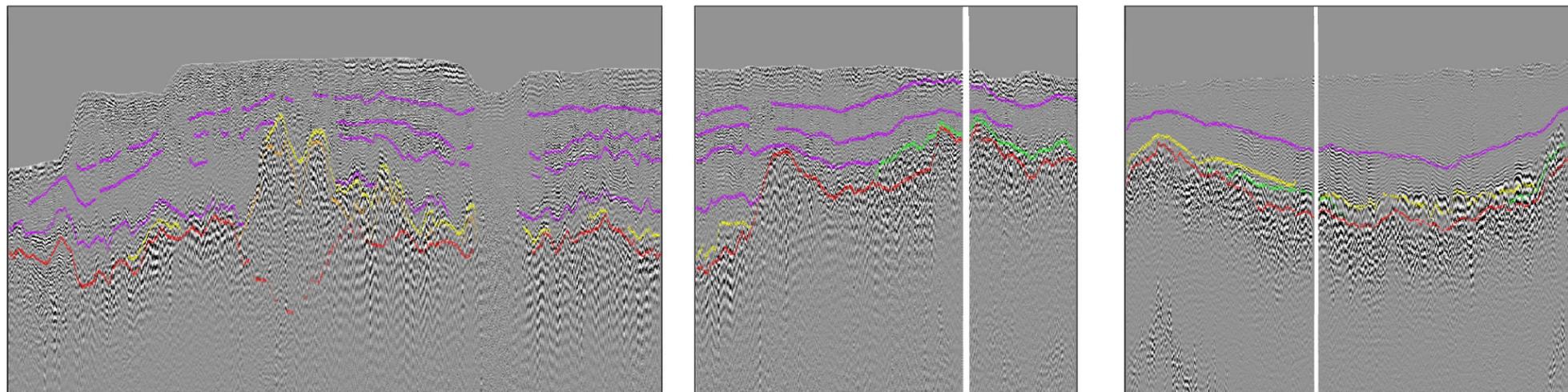
**Livrable PACES no. 14A: COUPE STRATIGRAPHIQUE SIMPLIFIÉE DES FORMATIONS SUPERFICIELLES**

Une coupe « stratigraphique » montre la superposition des unités géologiques. Les informations en découlant peuvent servir à préparer une coupe « hydrostratigraphique » qui identifie les matériaux géologiques constituant des aquifères (matériaux perméables) ou des aquitards (matériaux peu perméables). Les coupes sont généralement dessinées à partir de la carte Géologie du Quaternaire (livrable PACES no. 12) et des données de forages qui donnent des informations sur les matériaux géologiques rencontrés en surface et en profondeur, respectivement. Une interprétation doit ensuite être faite sur les regroupements de matériaux géologiques ayant des propriétés hydrogéologiques similaires ainsi que sur la continuité latérale des unités d'un forage à l'autre. Des levés géophysiques peuvent aussi être utilisés pour la construction des coupes.

En Montérégie Est, plusieurs coupes détaillées ont été développées à partir des données de forages et des levés géophysiques sismiques. Des coupes stratigraphiques simplifiées, comme celle présentée en exemple à la figure du haut, ont été produites pour le livrable no. 14 afin d'illustrer la topographie et la séquence de dépôts meubles recouvrant l'aquifère de roc fracturé. La figure du bas présente le levé de sismique réflexion réalisé dans la portion nord-ouest de la coupe présentée en exemple. Ce type de coupe permet de déduire les conditions hydrogéologiques régionales qui prévalent dans la région d'étude. Sur cette base, des coupes conceptuelles ont aussi été développées pour représenter des « modèles conceptuels » des conditions hydrogéologiques rencontrées dans différentes parties de la Montérégie Est. Ces coupes et les autres cartes produites dans le cadre du projet ont permis de définir et de mieux comprendre les conditions distinctes dans les cinq contextes hydrogéologiques dans la zone d'étude : les zones nord et sud de la Plate-forme du St-Laurent (Basses-terres), les intrusions montérégiennes ainsi que les zones externe (Piémont) et interne (Hautes-terres) des Appalaches.



Profil sismique - Ondes de cisaillement

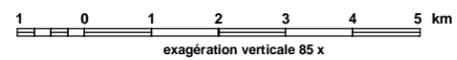


**Légende**

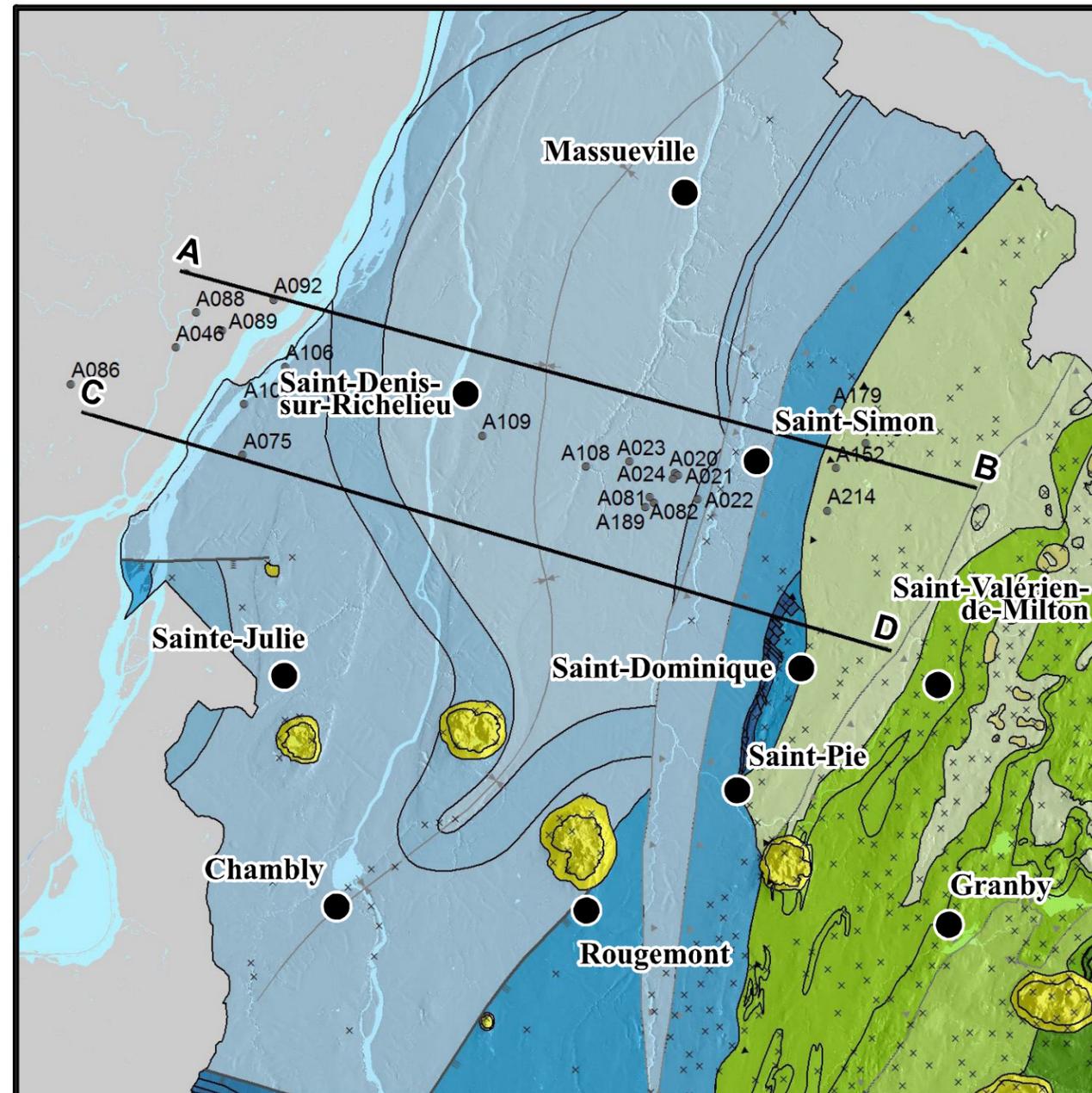
|  |   |
|--|---|
|  | Sédiments organiques  |
|  | Alluvions actuelles   |
|  | Alluvions de terrasses fluviales                              |
|  | Alluvions de terrasses fluviales anciennes                    |
|  | Sables lacustres (littoraux et pré-littoraux)                 |
|  | Sédiments marins sablo-graveleux (littoraux et pré-littoraux) |
|  | Sédiments marins silto-argileux                               |
|  | Sédiments d'épandage proglaciaire sous-aquatique              |
|  | Till non différencié  |
|  | Roche en place  |
|  | Surface piézométrique   |
|  | Contact incertain   |
|  | Forages et sondages à moins de 500 m de la coupe              |

**COUPE STRATIGRAPHIQUE SIMPLIFIÉE  
DES FORMATIONS SUPERFICIELLES**

MONTÉRÉGIE EST  
QUÉBEC



**COUPES GEOLOGIQUES CONCEPTUELLES DU ROC**  
 (Livrable PACES no. 14B)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
 QUÉBEC



**LOCALISATION DE LA COUPE**

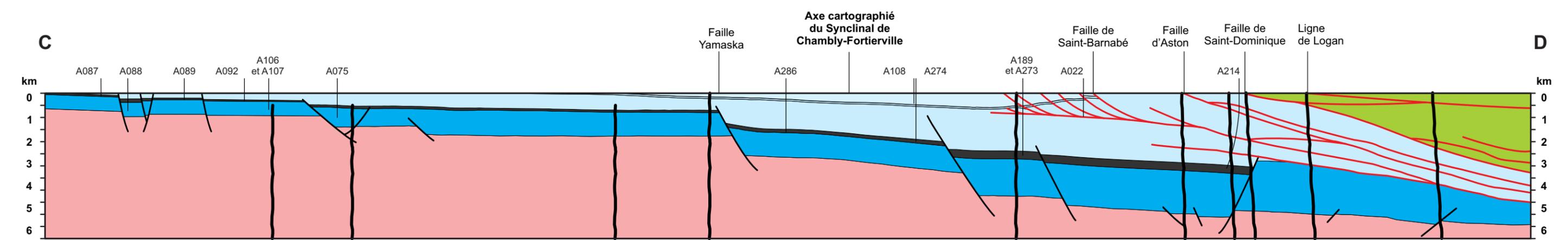
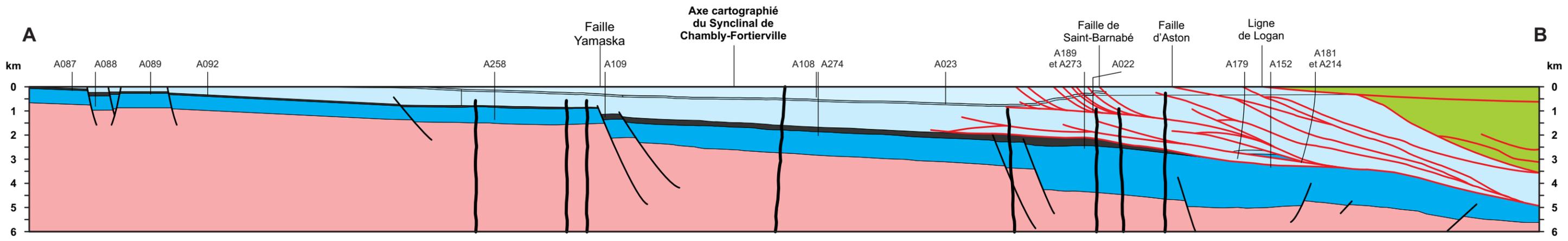
**Livrable PACES no. 14B : COUPES GEOLOGIQUES CONCEPTUELLES DU ROC**

Les coupes géologiques sont des représentations verticales des matériaux géologiques présents sous la surface du sol. Les coupes géologiques présentées ici sont qualifiées de « conceptuelles » car elles représentent les conditions géologiques prédominantes sans toutefois prétendre à l'exactitude des conditions représentées. Ces coupes ont été préparées dans le cadre d'un rapport synthèse (Séjourné et al, 2013) à partir de l'interprétation de levés sismiques profonds, d'un levé aéromagnétique régional, de données de forages pétroliers et gaziers ainsi que de la cartographie géologique de surface et de la cartographie structurale. Aux endroits où les forages disponibles ne fournissaient pas un contrôle suffisant, les épaisseurs et profondeurs ont été interprétées ou interpolées pour respecter l'architecture générale de chaque coupe.

Comme mentionné dans la description du livrable no. 13, on distingue trois principaux contextes géologiques dans en Montérégie Est: la Plate-forme du Saint-Laurent, les intrusions montérégiennes et les Appalaches, qui peuvent être subdivisées en deux zones, les zones internes et externes (zone de Humber). Sur les coupes, on peut observer l'extension verticale et latérale des unités géologiques associées à ces contextes ainsi que les principales failles caractérisant cette région. On distingue notamment la ligne (ou faille) de Logan qui correspond à la limite entre la Plate-forme du Saint-Laurent et la zone externe des Appalaches. Les dykes associés aux intrusions montérégiennes sont également illustrés sur les coupes.

**Référence :**

Séjourné, S., Lefebvre, R., Malet, X., et Lavoie, D. (2013) Synthèse géologique et hydrogéologique du Shale d'Utica et des unités sus-jacentes (Lorraine, Queenston et dépôts meubles), Basses-Terres du Saint-Laurent, Province de Québec. Commission géologique du Canada, Dossier Public 7338, 163 p.

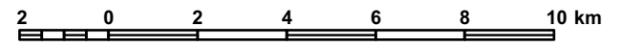


**Légende**

|  |   |   |
|--|---|---|
| <p><b>PLATE-FORME DU SAINT-LAURENT</b></p> <p><b>ORDOVICIEN SUPÉRIEUR</b></p> <p>Groupes de Queenston et de Lorraine</p> <p><b>ORDOVICIEN MOYEN</b></p> <p>Shale l'Utica</p> <p>Groupes de Trenton, Black River, Chazy, Beekmantown et Potsdam</p> | <p><b>APPALACHES - ZONE DE HUMBER EXTERNE</b></p> <p><b>NÉOPROTÉROZOÏQUE - ORDOVICIEN</b></p> <p>Groupes de Laurier, Sainte-Rosalie et Shefford</p> <p><b>SOCLE PRÉCAMBRIEN</b></p> <p>Socle cristallin</p> | <p>Dyke montréalais</p> <p>Faïlle de chevauchement</p> <p>Faïlle normale</p> <p>A075 Forage pétrolier ou gazier</p> |
|--|---|---|

## COUPES GÉOLOGIQUES CONCEPTUELLES DU ROC

MONTÉRÉGIE EST  
QUÉBEC



ÉPAISSEUR TOTALE DES DÉPÔTS MEUBLES  
(Livrabl PACES no. 15A)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC

**Légende**

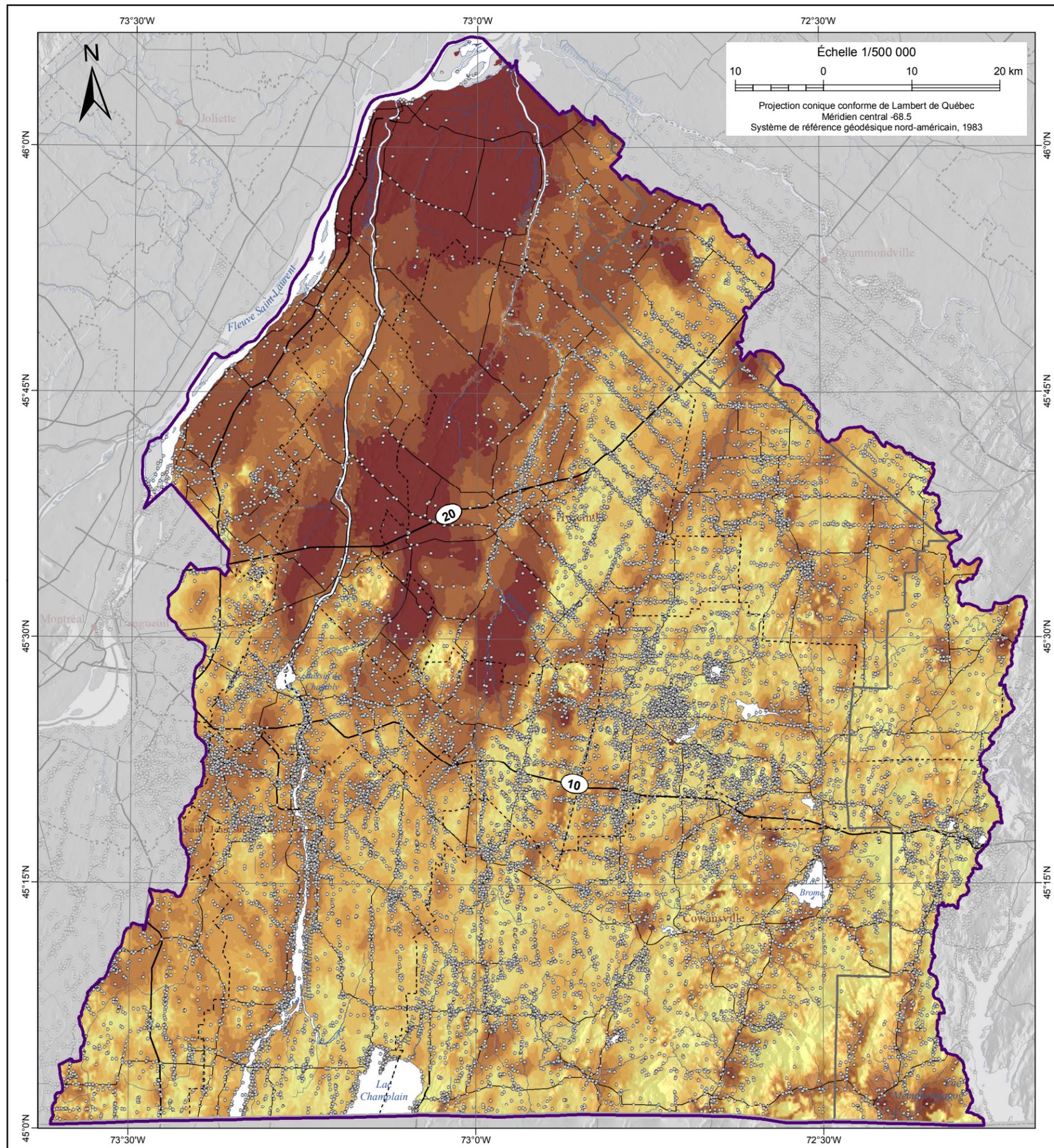
- Points de contrôle
  - Zone d'étude
  - Lieu habité
  - Réseau routier**
  - Autoroute
  - Route
  - Réseau hydrographique**
  - Étendue d'eau
  - Cours d'eau
  - Limites administratives**
  - Frontière - Internationale
  - Région
  - Municipalité régionale de comté
- Épaisseur des formations superficielles (m)**
- < 2.5 m
  - 2.5 - 4 m
  - 4 - 5 m
  - 5 - 7 m
  - 7 - 9 m
  - 9 - 12 m
  - 12 - 17 m
  - 17 - 25 m
  - 25 - 33.5 m
  - > 33.5 m

Note : Les intervalles d'épaisseur correspondent approximativement aux percentiles (par intervalles de 10%) des valeurs d'épaisseur interpolées pour toute la région d'étude.

**Description du livrabl PACES no. 15A - ÉPAISSEUR DES DÉPÔTS MEUBLES**

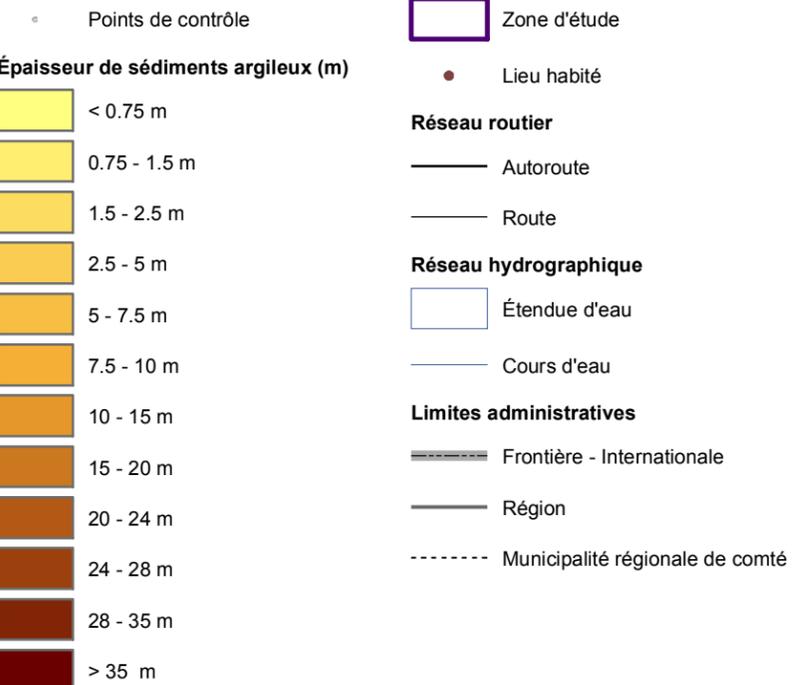
L'épaisseur et les propriétés des dépôts meubles qui recouvrent le roc influencent l'écoulement de l'eau souterraine à l'échelle régionale. Lorsque les dépôts meubles sont grossiers (sables et graviers) et que leur épaisseur est suffisamment importante, ils constituent un aquifère potentiellement exploitable. Cependant, si les dépôts meubles sont fins (argile et silt) et donc peu perméables, ils formeront plutôt un aquitard. Parce qu'il est peu perméable, un aquitard situé au-dessus d'un aquifère le protégera d'une contamination potentielle venant de la surface. La recharge de l'aquifère sous-jacent à partir des précipitations sera cependant réduite en présence de l'aquitard. Les informations sur l'épaisseur et le type de dépôts meubles proviennent majoritairement des données de forage. L'épaisseur totale des dépôts meubles a été estimée en interpolant les données colligées et validées dans le cadre du projet, incluant les forages, les affleurements rocheux (qui indiquent une épaisseur nulle de dépôts), les données géophysiques interprétées (ex. sismique réflexion) et, de manière indirecte, les données sur la distribution des sédiments du Quaternaire (livrabl no. 12).

Pour la Montérégie Est, différentes méthodes d'interpolation ont été utilisées pour estimer les épaisseurs dans chaque contexte géologique et une validation itérative des résultats a été réalisée. L'épaisseur totale de dépôts meubles ainsi estimée s'avère être plus importante dans la partie nord (moyenne de 29.4 m) de la Plate-forme du Saint-Laurent que sa partie sud (moyenne de 8.2 m). Les épaisseurs les plus importantes se situent dans le secteur de Sorel où des valeurs de plus de 80 m sont estimées. On remarque des épaisseurs significatives entre les collines montérégiennes, mais aussi en aval glaciaire (nord) de certaines de celles-ci (monts Saint-Hilaire, Rougemont et Yamaska). Dans la partie sud de la Plate-forme du Saint-Laurent, les épaisseurs significatives se retrouvent surtout le long des vallées des rivières l'Acadie et Richelieu ainsi qu'à proximité du bassin de Chambly. Dans les Appalaches, les épaisseurs totales de dépôts meubles sont de l'ordre de 7 m. Par contre, on remarque que les épaisseurs sont légèrement plus importantes dans la partie ouest des Appalaches que sa partie est. On peut également observer que les principales vallées (rivières Noire, Missisquoi Nord, Sutton) sont caractérisées par des épaisseurs de dépôts meubles plus importantes. Finalement, on retrouve les plus faibles épaisseurs sur les collines montérégiennes avec une valeur moyenne de 5.9 m.



ÉPAISSEUR DES DÉPÔTS MEUBLES – SÉDIMENTS ARGILEUX  
(Livrabable PACES no. 15B)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC

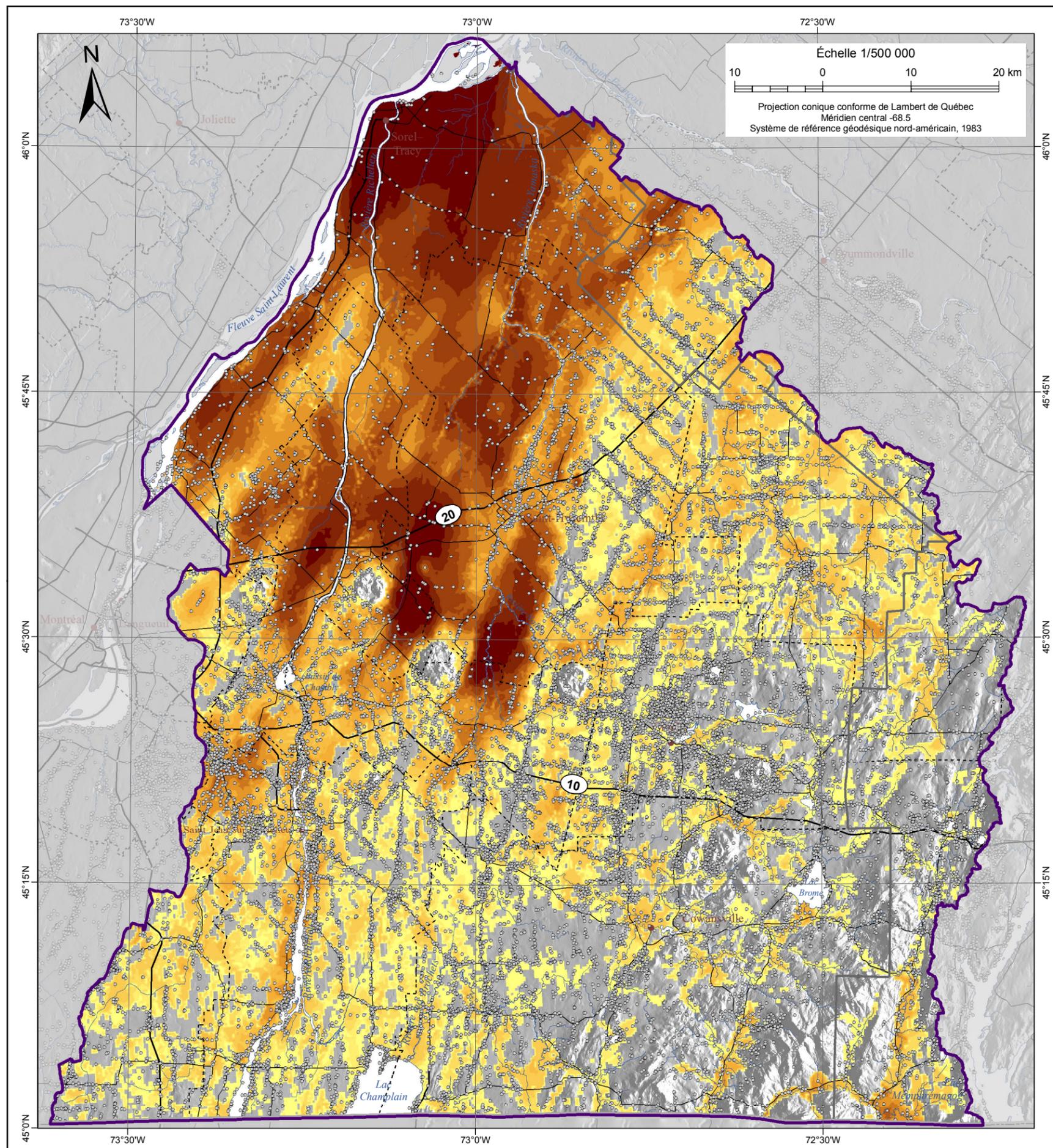
## Légende



## Description du livrabable PACES no. 15B - ÉPAISSEUR DES DÉPÔTS MEUBLES – SÉDIMENTS ARGILEUX

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 constituent un aquifère potentiellement exploitable. Cependant, si les dépôts meubles sont fins (argile et silt) et donc peu perméables, ils formeront plutôt un aquitard. Parce qu'il est peu perméable, un aquitard situé au-dessus d'un aquifère le protégera d'une contamination potentielle venant de la surface. La recharge de l'aquifère sous-jacent à partir des précipitations sera cependant réduite en présence de l'aquitard. Les informations sur l'épaisseur et le type de dépôts meubles proviennent majoritairement des données de forage. L'épaisseur des sédiments argileux a été estimée de manière similaire à celle utilisée pour l'épaisseur totale, soit en interpolant les données colligées et validées dans le cadre du projet, incluant les forages interceptant ces types de sédiments, les affleurements rocheux (qui indiquent une épaisseur nulle de dépôts) et, de manière indirecte, les données sur la distribution des sédiments du Quaternaire (livrabable no. 12).

En Montérégie Est, l'épaisseur moyenne des sédiments argileux est d'environ 7 m. La distribution des épaisseurs estimées de sédiments argileux indique un maximum d'environ 65 m situé dans l'extrême nord de la zone d'étude. On retrouve des épaisseurs nulles surtout sur les hauts topographiques dans la zone interne des Appalaches et sur les collines montérégiennes. L'origine de ces sédiments peut être marine ou glaciolaustre, bien que les sédiments argileux d'origine glaciolaustre soient moins répandus dans la zone d'étude, étant surtout présents dans les vallées appalachiennes.



# ÉPAISSEUR DES DÉPÔTS MEUBLES – SÉDIMENTS SOUS-JACENTS À L'ARGILE (Livrabable PACES no. 15C) MONTÉRÉGIE EST QUÉBEC

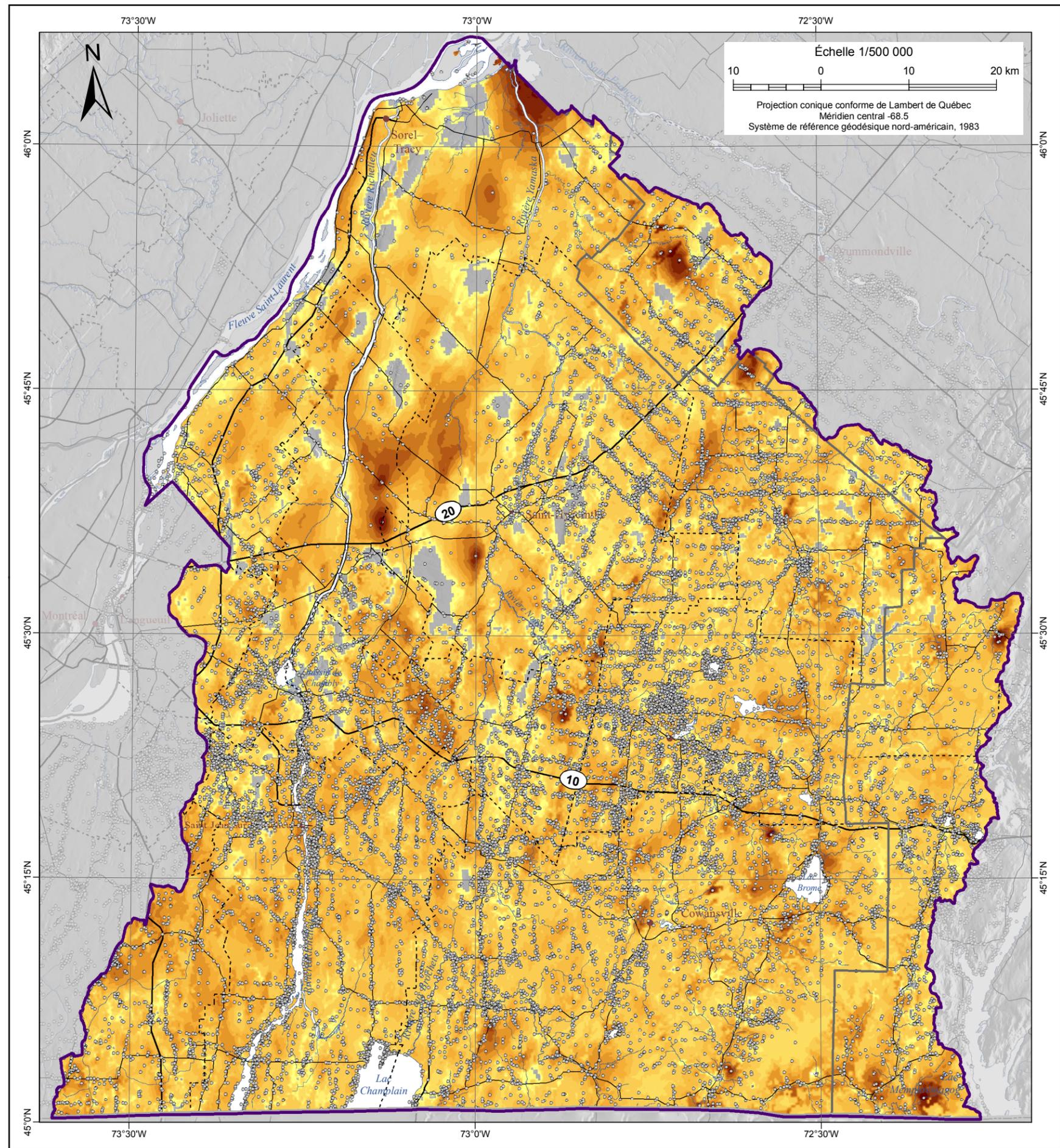
## Légende

- Points de contrôle
- Épaisseur de sédiments sous-jacents à l'argile (m)
  - < 0.75 m
  - 0.75 - 1.5 m
  - 1.5 - 2.5 m
  - 2.5 - 5 m
  - 5 - 7.5 m
  - 7.5 - 10 m
  - 10 - 15 m
  - 15 - 20 m
  - 20 - 24 m
  - 24 - 28 m
  - 28 - 35 m
  - > 35 m
- Zone d'étude
- Lieu habité
- Réseau routier
  - Autoroute
  - Route
- Réseau hydrographique
  - Étendue d'eau
  - Cours d'eau
- Limites administratives
  - Frontière - Internationale
  - Région
  - Municipalité régionale de comté

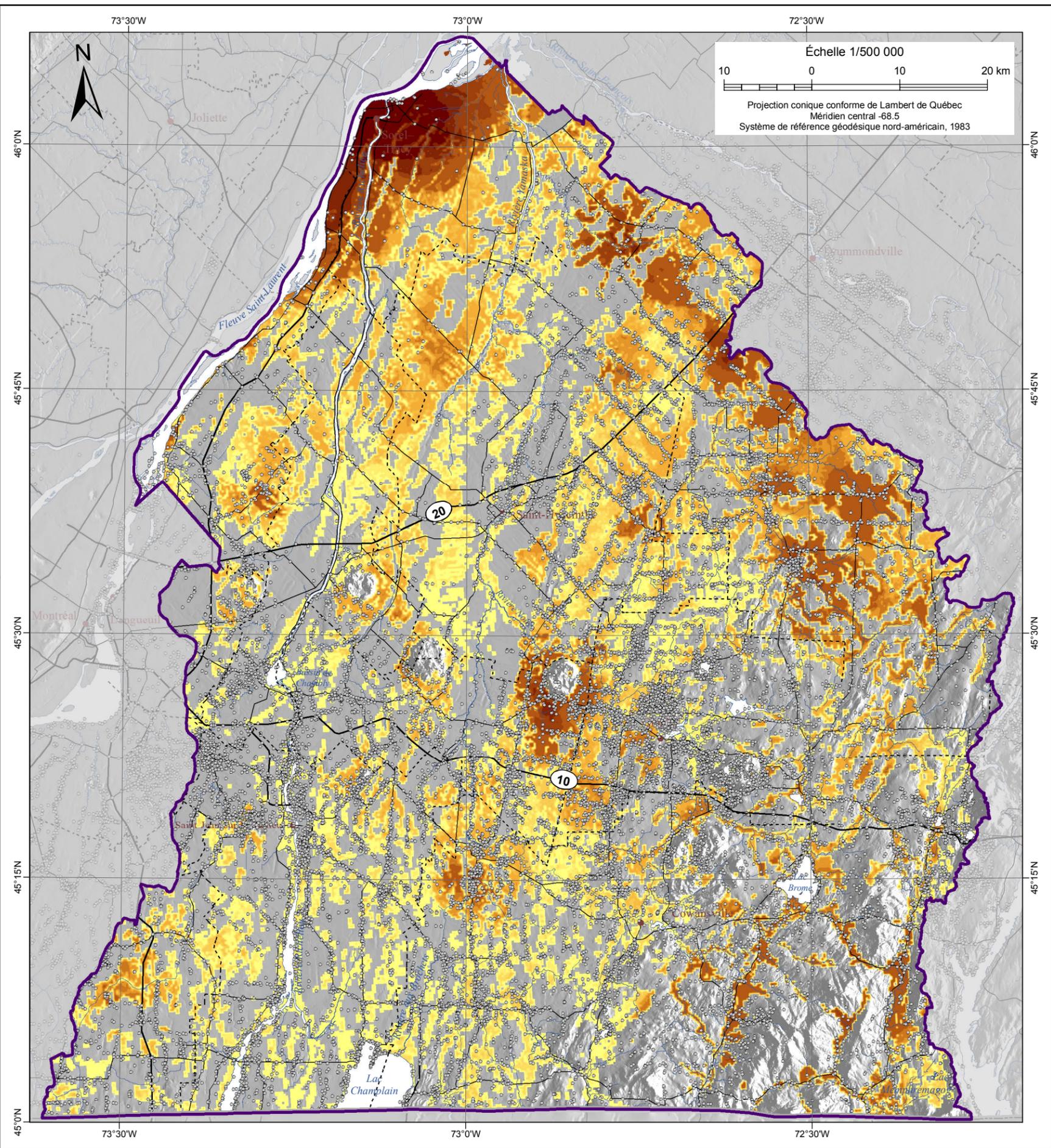
### Description du livrabable PACES no. 15C - ÉPAISSEUR DES DÉPÔTS MEUBLES – SÉDIMENTS SOUS-JACENTS À L'ARGILE

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 constituent un aquifère potentiellement exploitable. Cependant, si les dépôts meubles sont fins (argile et silt) et donc peu perméables, ils formeront plutôt un aquitard. Parce qu'il est peu perméable, un aquitard situé au-dessus d'un aquifère le protégera d'une contamination potentielle venant de la surface. La recharge de l'aquifère sous-jacent à partir des précipitations sera cependant réduite en présence de l'aquitard. Les informations sur l'épaisseur et le type de dépôts meubles proviennent majoritairement des données de forage. L'épaisseur des sédiments indifférenciés sous-jacents à l'argile a été estimée en soustrayant de l'épaisseur totale la somme des épaisseurs estimées de sédiments argileux et des sédiments indifférenciés sus-jacents aux sédiments argileux. Il en résulte notamment des épaisseurs nulles pour les sédiments indifférenciés sous-jacents aux sédiments argileux lorsque ces derniers reposent directement sur le roc. Bien qu'il aurait été intéressant de distinguer les sédiments à grains grossiers de ceux à grains fins parmi ces sédiments indifférenciés, la qualité de données disponibles ne permettait pas d'effectuer cette catégorisation de façon fiable. Bien que ces types de sédiments puissent jouer différents rôles hydrogéologiques (ex. aquifère, aquitard, aquitard fuyant) selon leur nature, les zones de fortes épaisseurs identifiées sur cette carte peuvent tout de même constituer des cibles potentielles pour la recherche en eau lorsqu'elles sont préalablement mises en contexte avec d'autres informations telles la cartographie des dépôts meubles (livrabable no. 12) et la qualité de l'eau souterraine (livrables 24 et 25).

En Montérégie Est, l'épaisseur de ces sédiments indifférenciés sous les argiles est d'environ 5 m en moyenne. Des épaisseurs significatives de ces sédiments sont présentes dans certaines vallées appalachiennes, où la présence de sédiments grossiers sous-jacents aux sédiments argileux a été identifiée dans certains forages. D'importantes épaisseurs sont également présentes au nord et au sud des collines montérégiennes situées dans la Plate-forme du Saint-Laurent. Les zones situées au sud pourraient être associées à des zones d'accumulation préférentielle de sédiments selon la direction de l'écoulement glaciaire, tandis que des épandages proglaciaires mis en place lors du retrait du glacier pourraient être à l'origine des zones situées au nord. La densité des données de forage au nord des collines montérégiennes est toutefois faible et amène une incertitude plus importante qu'au sud quant à l'étendue, à l'épaisseur et à l'origine de ces sédiments.



ÉPAISSEUR DES DÉPÔTS MEUBLES – SÉDIMENTS SUS-JACENTS À L'ARGILE  
(Livrable PACES no. 15D)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC



**Légende**

- Points de contrôle
  - Zone d'étude
  - Lieu habité
  - Réseau routier**
  - Autoroute
  - Route
  - Réseau hydrographique**
  - Étendue d'eau
  - Cours d'eau
  - Limites administratives**
  - Frontière - Internationale
  - Municipalité régionale de comté (MRC)
- Épaisseur de sédiments sus-jacents à l'argile (m)**
- < 0.5 m
  - 0.5 - 0.75 m
  - 0.75 - 1 m
  - 1 - 1.25 m
  - 1.25 - 1.5 m
  - 1.5 - 2 m
  - 2 - 2.5 m
  - 2.5 - 3 m
  - 3 - 5.5 m
  - 5 - 7.5 m
  - 7.5 - 10 m
  - > 10 m

**Description du livrable PACES no. 15D - ÉPAISSEUR DES DÉPÔTS MEUBLES – SÉDIMENTS SUS-JACENTS À L'ARGILE**

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 constituent un aquifère potentiellement exploitable. Cependant, si les dépôts meubles sont fins (argile et silt) et donc peu perméables, ils formeront plutôt un aquitard. Parce qu'il est peu perméable, un aquitard situé au-dessus d'un aquifère le protégera d'une contamination potentielle venant de la surface. La recharge de l'aquifère sous-jacent à partir des précipitations sera cependant réduite en présence de l'aquitard. Les informations sur l'épaisseur et le type de dépôts meubles proviennent majoritairement des données de forage. L'épaisseur des sédiments indifférenciés sus-jacents à l'argile a été estimée de manière similaire à celle utilisée pour l'épaisseur totale, soit en interpolant les données colligées et validées dans le cadre du projet, incluant les forages interceptant ces types de sédiments, les affleurements rocheux (qui indiquent une épaisseur nulle de dépôts) et, de manière indirecte, les données sur la distribution des sédiments du Quaternaire (livrable no. 12).

En Montérégie Est, ces sédiments sus-jacents à l'argile comprennent principalement des sédiments alluvionnaires et des sédiments littoraux (lacustres et/ou marins). Leur étendue est plus limitée, notamment en raison de la présence de grandes zones où les sédiments argileux affleurent. L'épaisseur de ces sédiments est de moins de 1 m en moyenne dans la zone d'étude mais peut atteindre plus de 10 m à certains endroits, notamment dans le secteur de Sorel où une épaisseur importante de sédiments d'origine fluviale est présente.

# TOPOGRAPHIE DU ROC (Livrable PACES no. 16) MONTÉRÉGIE EST QUÉBEC

## Légende

- Points de contrôle
- ▭ Zone d'étude
- Lieu habité
- Réseau routier**
  - Autoroute
  - Route
- Réseau hydrographique**
  - ▭ Étendue d'eau
  - Cours d'eau
- Limites administratives**
  - Frontière - Internationale
  - Région
  - Municipalité régionale de comté

### Topographie du roc (élévation en m p/r niveau moyen de la mer)

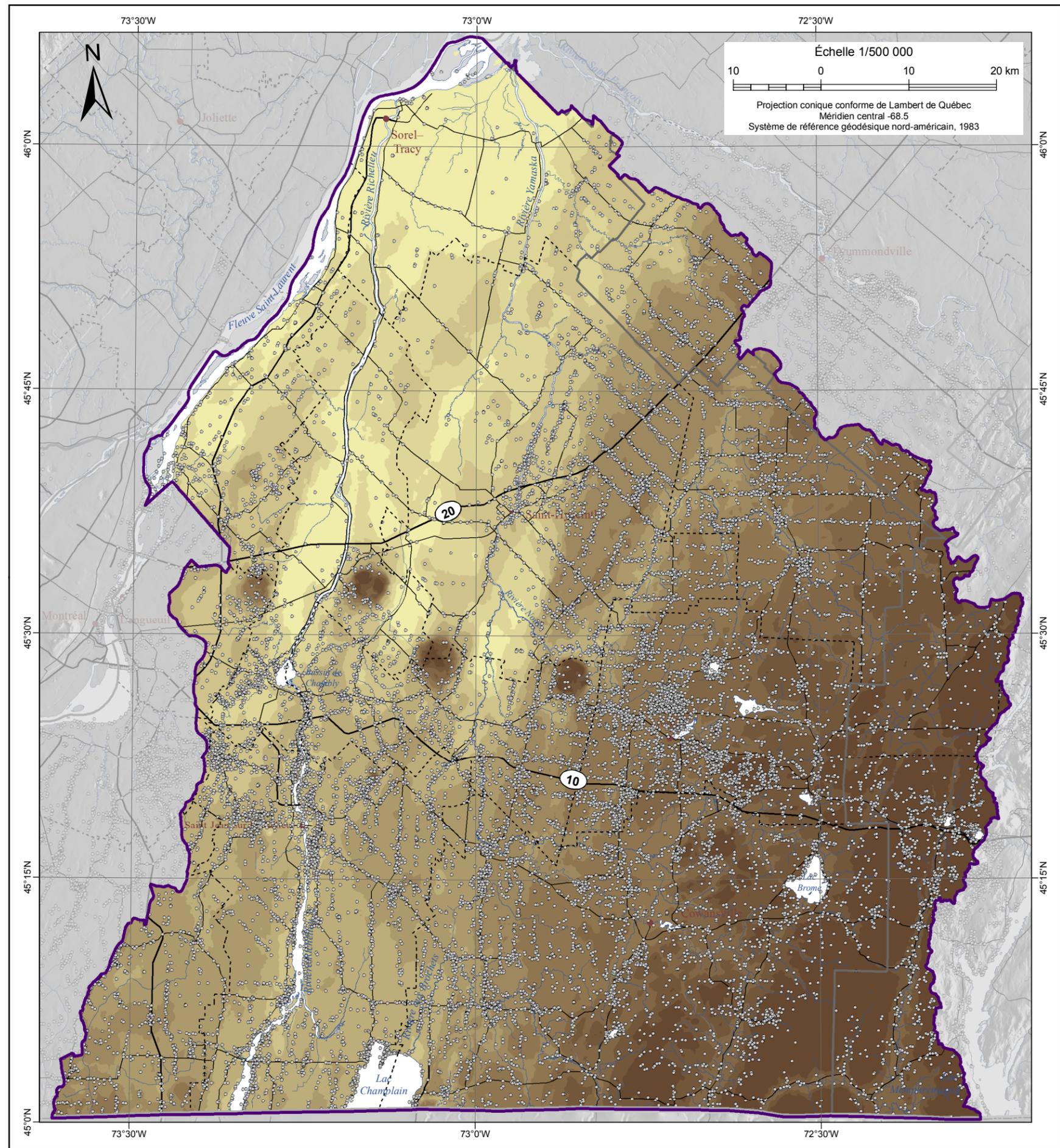
- < -9.5
- 9.5 - 6.5
- 6.5 - 22.5
- 22.5 - 38.5
- 38.5 - 55
- 55 - 75
- 75 - 120
- 120 - 187.5
- 187.5 - 255
- > 255

Note : Les intervalles d'élévation correspondent approximativement aux percentiles (par intervalles de 10%) des valeurs d'élévation interpolées pour toute la région d'étude.

### Description du livrable PACES no. 16 - TOPOGRAPHIE DU ROC

La carte de la topographie du roc représente une estimation de l'élévation de la surface du roc. Contrairement à la topographie de la surface (livrable PACES no. 1), il n'est pas possible de connaître la topographie du roc à moins de disposer de données de forages, ou d'affleurements rocheux indiquant que du roc est présent à la surface. La précision de l'estimation de la topographie du roc dépend donc surtout de la quantité et de la répartition spatiale des données de forage. La topographie du roc sert à identifier les dépressions (creux) importantes du roc où peuvent s'être accumulés une grande quantité de dépôts meubles qui peuvent avoir un potentiel aquifère intéressant si ces sédiments sont grossiers (sables et graviers). La topographie du roc a été obtenue en soustrayant l'épaisseur totale des dépôts meubles (livrable PACES no. 15A) du modèle numérique de terrain (livrable PACES no. 3).

En Montérégie Est, la topographie du roc reflète généralement la topographie de la surface, à l'exception de certaines vallées appalachiennes comblées de sédiments, ainsi que de la partie nord de la Plate-forme du Saint-Laurent où on observe des différences marquées entre le relief de surface du sol et celui du roc. On peut notamment constater des zones de surcreusement du roc entre les collines montérégiennes et au nord de celles-ci. À l'extrême nord de la région, on remarque également que le roc plonge vers le lac Saint-Pierre.



Échelle 1/500 000  
 10 0 10 20 km  
 Projection conique conforme de Lambert de Québec  
 Méridien central -68.5  
 Système de référence géodésique nord-américain, 1983

# CONDITIONS DE CONFINEMENT (Livrable PACES no. 17) MONTÉRÉGIE EST QUÉBEC

## Légende

### Conditions de confinement

- Captif (> 5 m d'argile)
- Semi-captif (1-5 m argile)
- Semi-captif (< 1 m d'argile; > 3 m de sédiments indifférenciés)
- Semi-captif (< 1 m d'argile; > 3 m de sédiments indifférenciés; till en surface)
- Libre

Zone d'étude

Lieu habité

### Réseau routier

Autoroute

Route

### Réseau hydrographique

Étendue d'eau

Cours d'eau

### Limites administratives

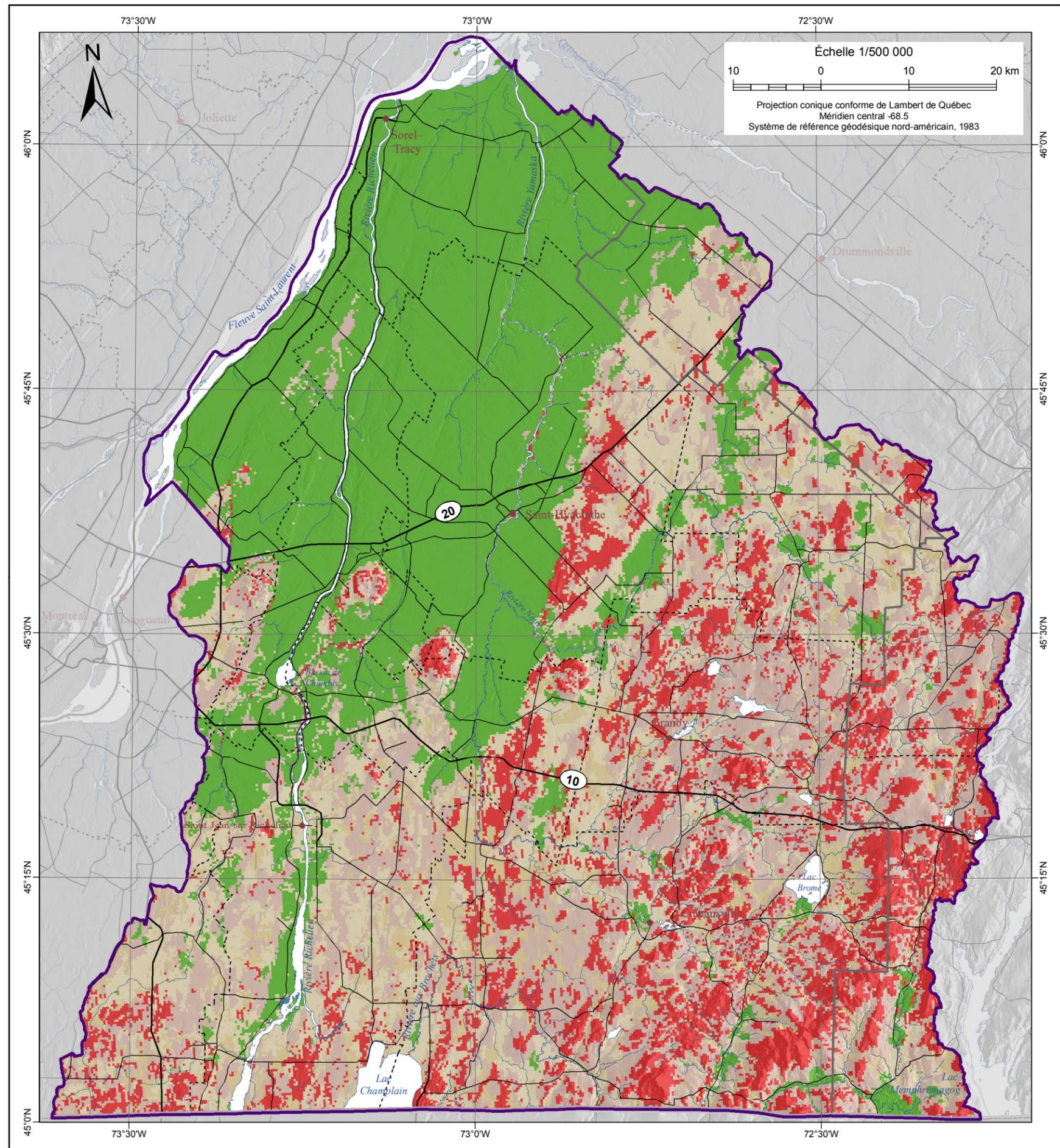
Frontière - Internationale

Municipalité régionale de comté (MRC)

### Description du livrable PACES no. 17 - CONDITIONS DE CONFINEMENT

Le confinement d'un aquifère est lié à son recouvrement par une couche de matériaux peu perméables (aquitard) qui isole l'eau souterraine qu'il contient. La nature et l'épaisseur des dépôts meubles ou des unités géologiques déterminent le niveau de confinement des aquifères, qui va de non confiné (nappe libre), à semi-confiné (nappe semi-captive) et jusqu'à confiné (nappe captive). Les dépôts meubles fins (silt et argile) sont des matériaux confinants. Lorsque les matériaux fins qui recouvrent un aquifère sont plus ou moins perméables, discontinus ou de faible épaisseur, on considère l'aquifère sous-jacent comme étant semi-confiné. Le confinement influence les divers processus dynamiques et chimiques de l'eau souterraine, en limitant ou favorisant la recharge de l'aquifère ou encore sa protection par rapport à une contamination provenant de la surface.

En Montérégie Est, trois types de conditions de confinement ont été définies à partir des épaisseurs de sédiments fins estimées pour l'aquifère régional de roc fracturé : nappe libre, semi-captive et captive. Trois catégories de conditions semi-captives distinguent les différentes séquences de sédiments reliées à ce type de condition. Les conditions à nappe captive (en vert) couvrent 35 % de la zone d'étude et sont principalement observées dans la partie nord de la Plate-forme en raison de l'importante épaisseur de sédiments argileux. On retrouve aussi ce type de condition dans certaines des principales vallées également caractérisées par la présence sédiments argileux (ex. rivières Richelieu, Noire et Missisquoi). Les conditions à nappe semi-captive sont présentes dans 49 % de la zone d'étude et se retrouvent dans la partie sud de la Plate-forme du Saint-Laurent, dans la zone externe des Appalaches ainsi que, dans une moindre mesure, dans la zone interne des Appalaches. Ces zones sont caractérisées par des épaisseurs modérées des sédiments potentiellement peu perméables, comme le till. Finalement, les conditions à nappe libre, qui occupent environ 16 % de la zone d'étude, sont surtout présentes dans la zone interne des Appalaches où l'épaisseur totale des dépôts est généralement faible à l'extérieur des vallées. Ces conditions se retrouvent également sur les collines montérégiennes et ailleurs sur les hauts topographiques caractérisés par l'absence de sédiments argileux et la faible épaisseur de sédiments glaciaires (till). En Montérégie Est, les aquifères granulaires ne sont pas assez étendus pour être cartographiés à l'échelle régionale. Les conditions de confinement applicables aux aquifères granulaires n'ont donc pas été définies et peuvent être différentes de celles de l'aquifère régional de roc fracturé.



CONTEXTES HYDROGÉOLOGIQUES  
(Livrable PACES no. 18)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC

Légende

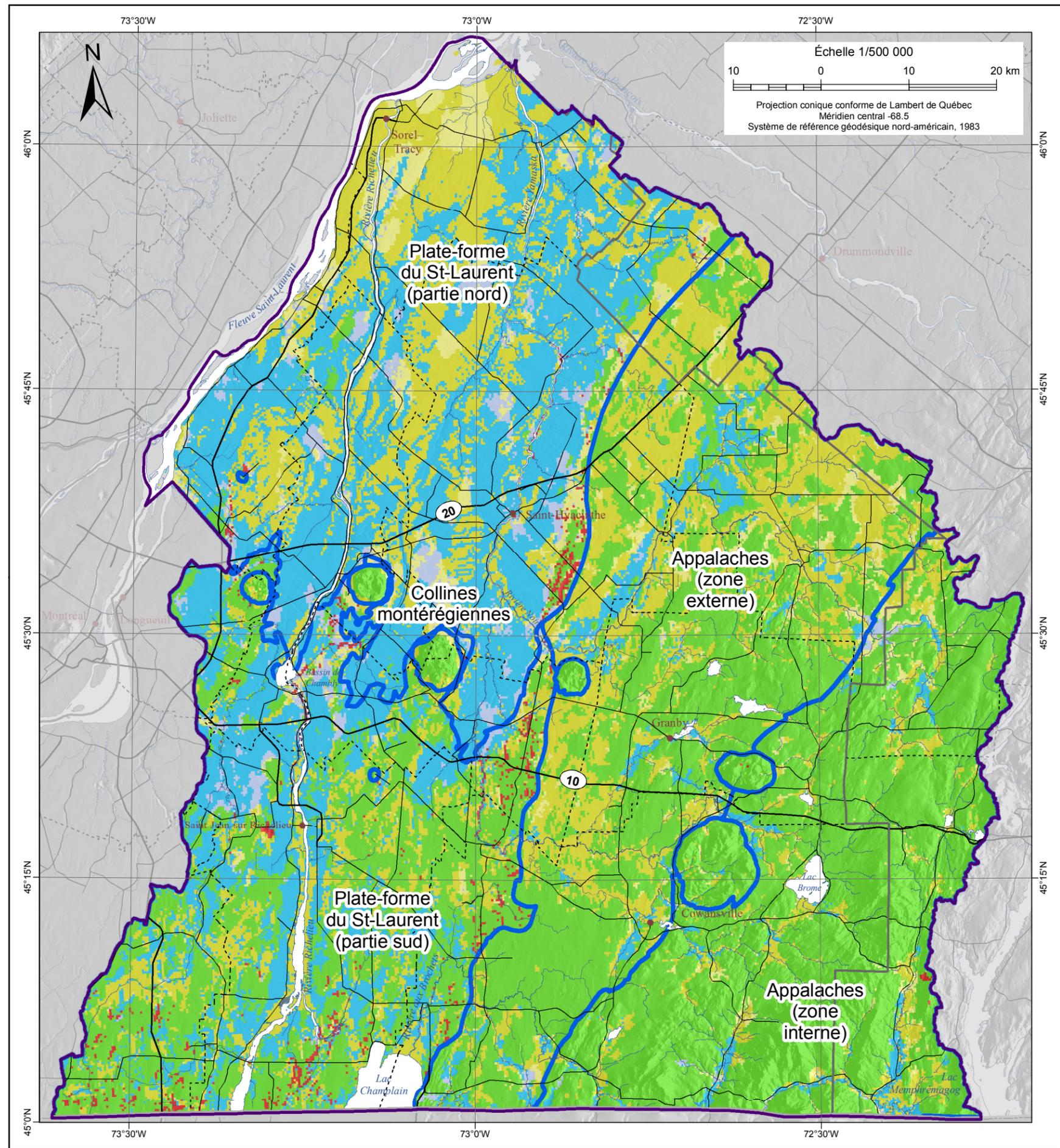
- Limite de contexte hydrogéologique
- Zone d'étude
- Séquence hydrostratigraphique typique**
- Roc
- Sédiments fins sur roc
- Sédiments fins sur sédiments indifférenciés sur roc
- Sédiments indifférenciés sur roc
- Sédiments indifférenciés sur sédiments fins sur roc
- Sédiments indifférenciés sur sédiments fins sur till sur roc
- Lieu habité
- Réseau routier**
- Autoroute
- Route
- Réseau hydrographique**
- Étendue d'eau
- Cours d'eau
- Limites administratives**
- Frontière - Internationale
- Région
- Municipalité régionale de comté

**Description du livrable PACES no. 18 - CONTEXTES HYDROGÉOLOGIQUES**

Le livrable PACES no. 18 définit les contextes hydrogéologiques sur la base de la séquence verticale de matériaux meubles recouvrant l'aquifère rocheux. Ces contextes peuvent être générés sur la base des données de forages, de la géologie du Quaternaire (livrable PACES no. 12), de la géologie du roc (livrable PACES no. 13), des épaisseurs de sédiments (livrable PACES no. 15A) et des levés géophysiques.

En Montérégie Est, les contextes hydrogéologiques régionaux ont principalement été définis sur la base de la géologie du roc et des épaisseurs de sédiments argileux : 1) la partie nord de la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres nord), 2) la partie sud de la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres sud), 3) la zone externe des Appalaches (Piedmont), 4) la zone interne des Appalaches (Hautes-terres) et 5) les collines montérégiennes. Les parties nord et sud de la Plate-forme du Saint-Laurent ont été distinguées à partir de la carte d'épaisseur de sédiments argileux, la partie nord ayant des épaisseurs de plus de 10 m et la partie sud moins de 10 m. La limite sud-est de la Plate-forme (parties nord et sud) correspond à la Ligne de Logan, séparant les roches sédimentaires peu déformées de la Plate-forme du Saint-Laurent des roches sédimentaires plus déformées de la zone externe des Appalaches (Piedmont). Les zones externe (Piedmont) et interne (Hautes-terres) des Appalaches ont été distinguées sur la base de la structure et de la nature des unités géologiques.

Le livrable 18 présente également six séquences de matériaux meubles (dites « hydrostratigraphiques ») typiques. Il y a prédominance de la séquence sédiments indifférenciés sur roc dans tous les contextes, à l'exception de celui de la partie nord de la Plate-forme qui est caractérisée par une séquence de sédiments fins reposant sur sédiments indifférenciés et roc. Cette carte peut fournir des informations d'intérêt pour l'exploitation et la gestion des ressources en eau souterraine lorsque combinée à d'autres données telles la géologie du Quaternaire (livrable PACES no. 12) et les épaisseurs des sédiments (livrable PACES no. 15A).



# PIÉZOMÉTRIE DE L'AQUIFÈRE RÉGIONAL DE ROC FRACTURÉ (Livrabable PACES no. 20) MONTÉRÉGIE EST QUÉBEC

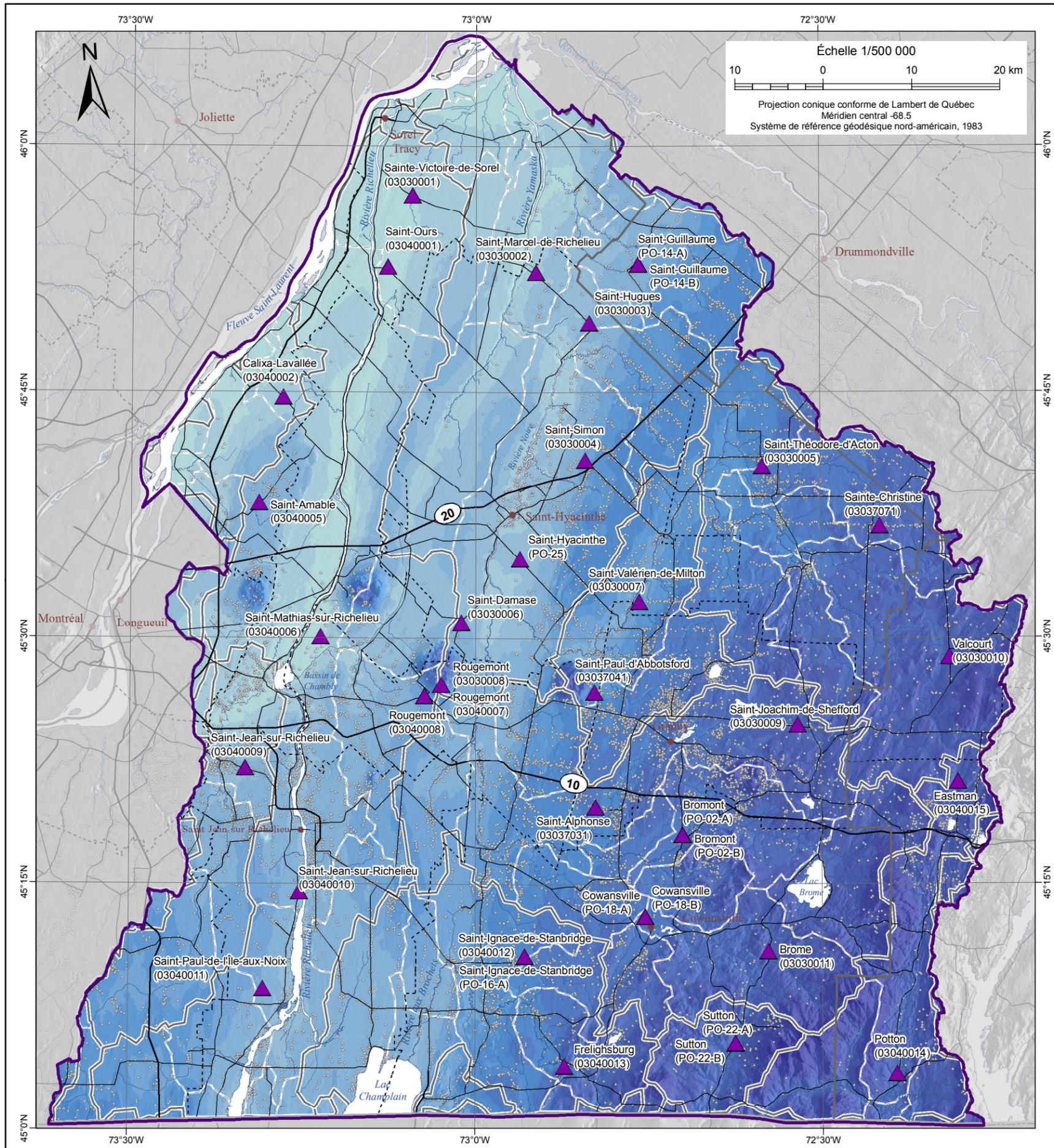
## Légende

- Points de contrôle
- Lignes de partage des eaux souterraines**
  - Ligne de partage (niveau1)
  - - - Ligne de partage (niveau 2)
- Puits d'observation**
  - ▲ Puits d'observation actif (37)
  - Zone d'étude
  - Lieu habité
- Piézométrie (élévation en m p/r au niveau moyen de la mer)**
  - < 12.5 m
  - 12.5 - 25 m
  - 25 - 30 m
  - 30 - 42.5 m
  - 42.5 - 52.5 m
  - 52.5 - 67.5 m
  - 67.5 - 87.5 m
  - 87.5 - 120 m
  - 120 - 197.5 m
  - 197.5 - 325 m
  - 325 - 600 m
  - > 600 m
- Réseau routier**
  - Autoroute
  - Route
- Réseau hydrographique**
  - Étendue d'eau
  - Cours d'eau
- Limites administratives**
  - Frontière - Internationale
  - Région
  - - - Municipalité régionale de comté

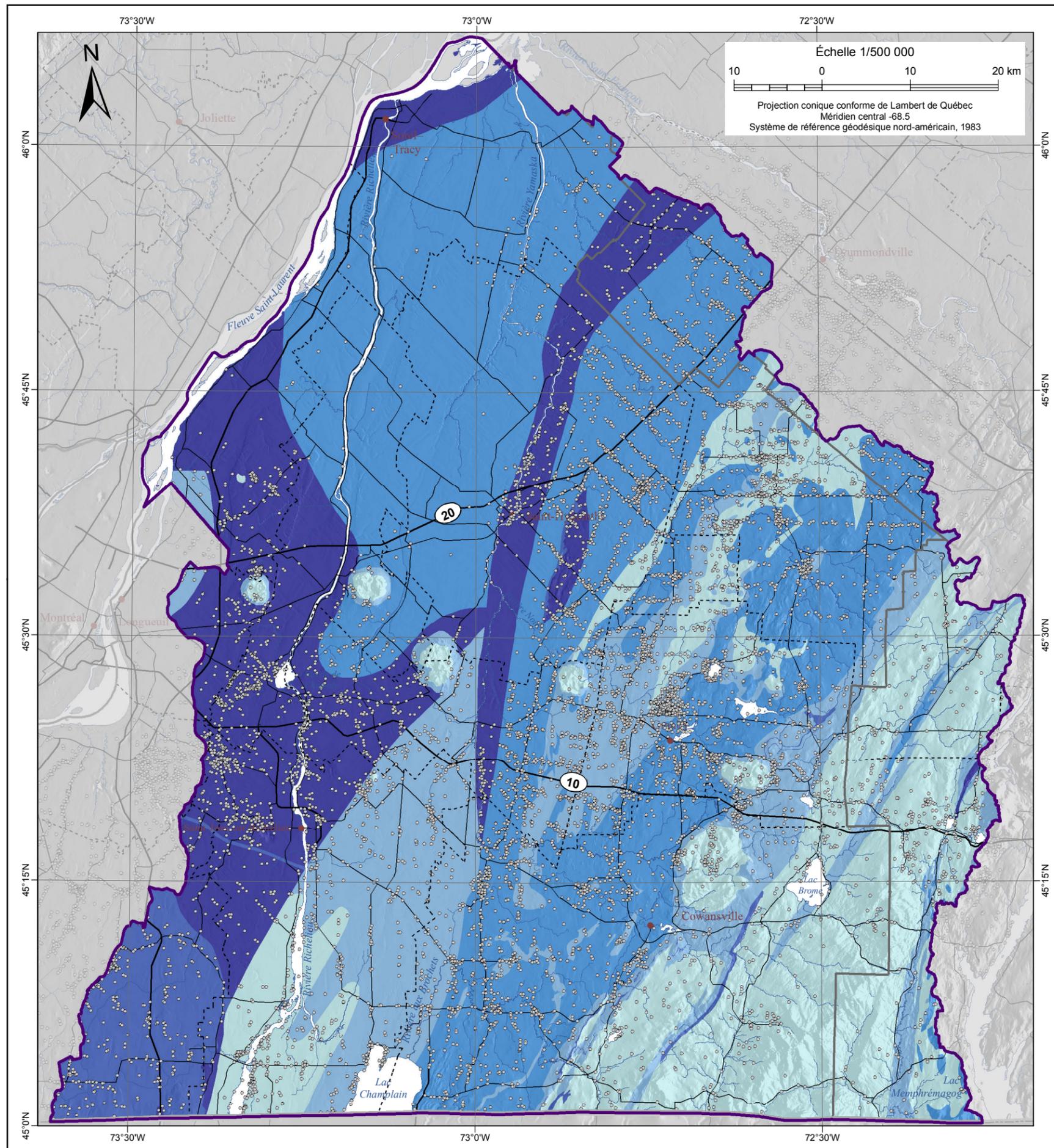
## Description du livrabable PACES no. 20 - PIÉZOMÉTRIE DE L'AQUIFÈRE RÉGIONAL DE ROC FRACTURÉ

La piézométrie, aussi appelé niveau piézométrique, est une mesure de l'élévation du niveau de l'eau souterraine dans un puits. Lorsqu'il y a suffisamment de puits dans un secteur ou une région, il est possible d'interpoler ces niveaux pour créer une carte piézométrique qui illustre la tendance de l'élévation des niveaux piézométriques sur le territoire. Un peu comme la carte topographique l'est pour l'élévation du sol, la carte piézométrique représente les variations de l'élévation du niveau de l'eau dans un aquifère donné sous la surface du sol. La piézométrie indique le sens de l'écoulement de l'eau souterraine dans l'aquifère, qui va des zones à piézométrie plus élevée vers celles où la piézométrie est plus basse.

En Montérégie Est, une carte piézométrique a été produite pour l'aquifère régional de roc fracturé. Pour ce faire, une sélection et validation des données de niveaux d'eau pour des puits installés au roc a d'abord été faite. L'interpolation des niveaux d'eau entre ces puits a ensuite été faite en tenant compte des conditions distinctes dans la Plate-forme du Saint-Laurent par rapport aux zones interne et externe des Appalaches. La carte du livrabable PACES no. 20 montre 12 plages d'élévation des niveaux d'eau allant de moins de 12.5 m à plus de 600 m par rapport au niveau moyen de la mer. Cette carte piézométrique régionale donne une vue d'ensemble de la dynamique de l'écoulement de l'eau souterraine dans l'aquifère régional de roc fracturé. La carte montre aussi les lignes de partage de l'eau souterraine qui définissent les limites des sous-bassins hydrogéologiques correspondant aux zones contribuant à l'alimentation en eau souterraine des cours d'eau en contact avec l'aquifère de roc fracturé. Les puits d'observation faisant maintenant partie du réseau de suivi du MDDEFP sont également illustrés sur cette carte.

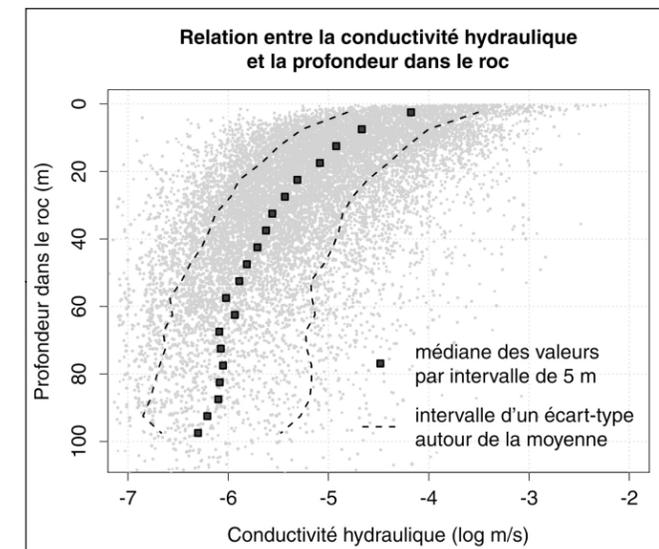


PARAMÈTRES HYDRAULIQUES - CONDUCTIVITÉ HYDRAULIQUE  
(Livrabable PACES no. 21)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC



**Légende**

- Points de contrôle
- Plage de conductivité hydraulique du roc (m/s)
  - $2 \times 10^{-6}$  à  $8 \times 10^{-6}$  m/s
  - $3 \times 10^{-6}$  à  $6 \times 10^{-5}$  m/s
  - $6 \times 10^{-6}$  à  $2 \times 10^{-5}$  m/s
  - $2 \times 10^{-5}$  à  $8 \times 10^{-5}$  m/s
  - $8 \times 10^{-6}$  à  $4 \times 10^{-4}$  m/s
- Zone d'étude
- Lieu habité
- Réseau routier**
  - Autoroute
  - Route
- Réseau hydrographique**
  - Étendue d'eau
  - Cours d'eau
- Limites administratives**
  - Frontière - Internationale
  - Région
  - Municipalité régionale de comté

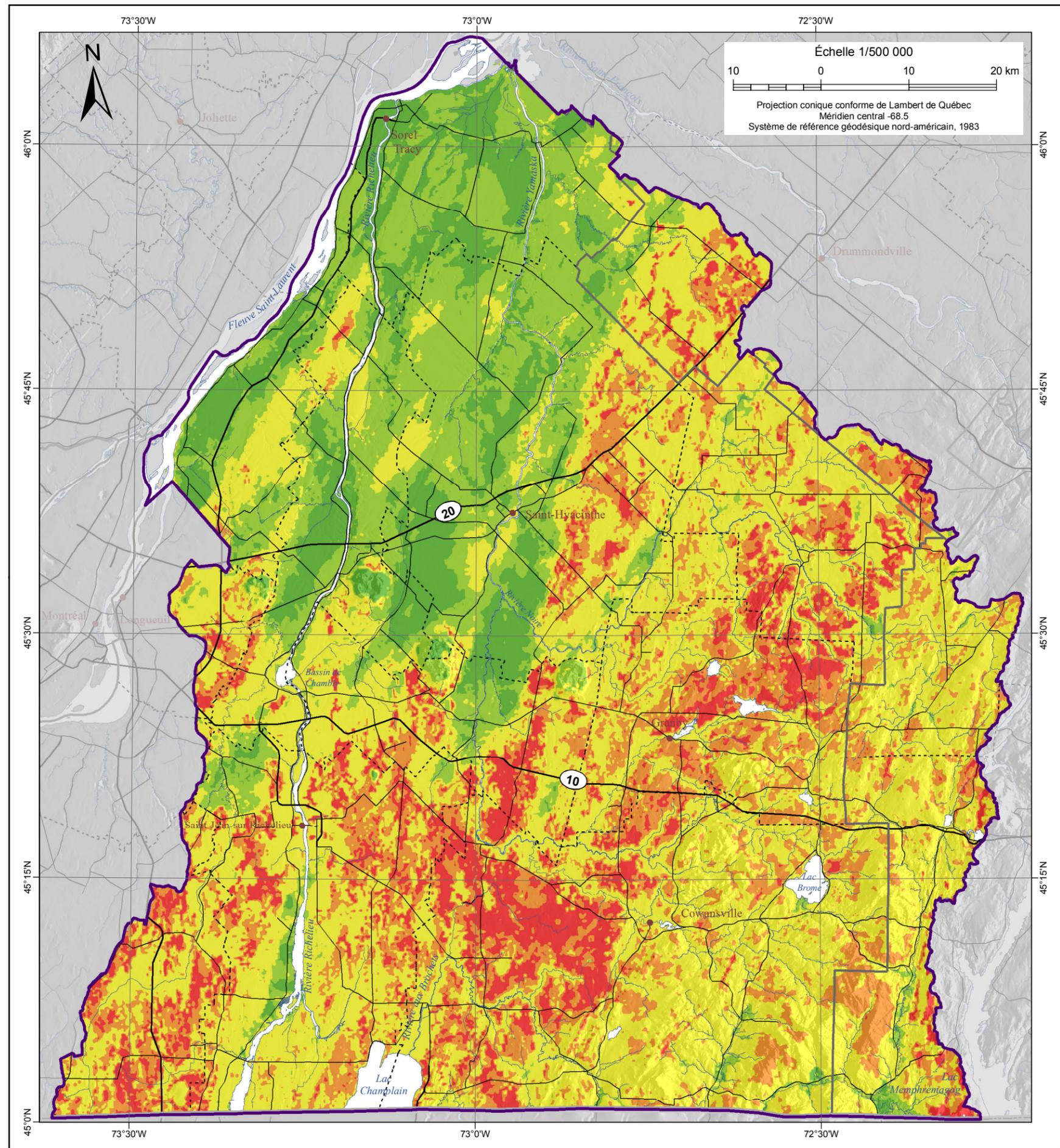


**Description du livrabable PACES no. 21 - PARAMÈTRES HYDRAULIQUES - CONDUCTIVITÉ HYDRAULIQUE**

Les propriétés hydrauliques d'un aquifère sont généralement obtenues en pompant l'eau d'un puits et en y mesurant les variations du niveau d'eau. La conductivité hydraulique ( $K$ ; m/s) est la capacité d'un milieu géologique à permettre l'écoulement de l'eau souterraine dans les pores des dépôts meubles ou les fractures d'un aquifère rocheux. La transmissivité ( $T$ ;  $m^2/s$ ) est le produit de la conductivité hydraulique et de l'épaisseur verticale saturée de l'aquifère ( $T = K \cdot b$ , où  $b$  (m) est l'épaisseur de l'aquifère). Enfin, la capacité spécifique ( $CS$ ,  $Q/s$ ;  $m^2/s$ ) est le rapport entre le débit d'un puits ( $Q$ ;  $m^3/s$ ) et l'abaissement du niveau d'eau (« rabattement »  $s$ ; m) dans le puits par rapport au niveau mesuré en l'absence de pompage. La capacité spécifique est une propriété d'un puits de pompage qui permet une estimation indirecte et approximative de la transmissivité  $T$ . Puisque les données de capacité spécifique  $CS$  sont beaucoup plus courantes que celles sur  $T$  ou  $K$ , la capacité spécifique est fréquemment utilisée pour l'estimation de  $T$ , puis  $K$ .

En Montérégie Est, l'analyse des données de capacité spécifique de 13 000 puits a permis des estimations indirectes de  $K$  pour l'aquifère régional de roc fracturé. Cette analyse a montré 1) que  $K$  diminue rapidement avec la profondeur dans le roc, indiquant que la fracturation devient de moins en moins importante avec la profondeur (voir graphique ci-haut), que 2) la distribution de la profondeur des puits dans le roc diffère d'un contexte hydrogéologique à un autre et que, par conséquent, 3) la différence entre les valeurs moyennes de  $K$  pour différents contextes n'est qu'apparente. Ainsi, même si le livrabable PACES no. 21 montre des plages de valeur de  $K$  distinctes pour différentes unités géologiques, ces unités ont des relations similaires de  $K$  qui diminue avec la profondeur.

VULNÉRABILITÉ DE L'AQUIFÈRE RÉGIONAL DE ROC FRACTURÉ (DRASTIC)  
 (Livable PACES no. 22)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
 QUÉBEC



**Légende**

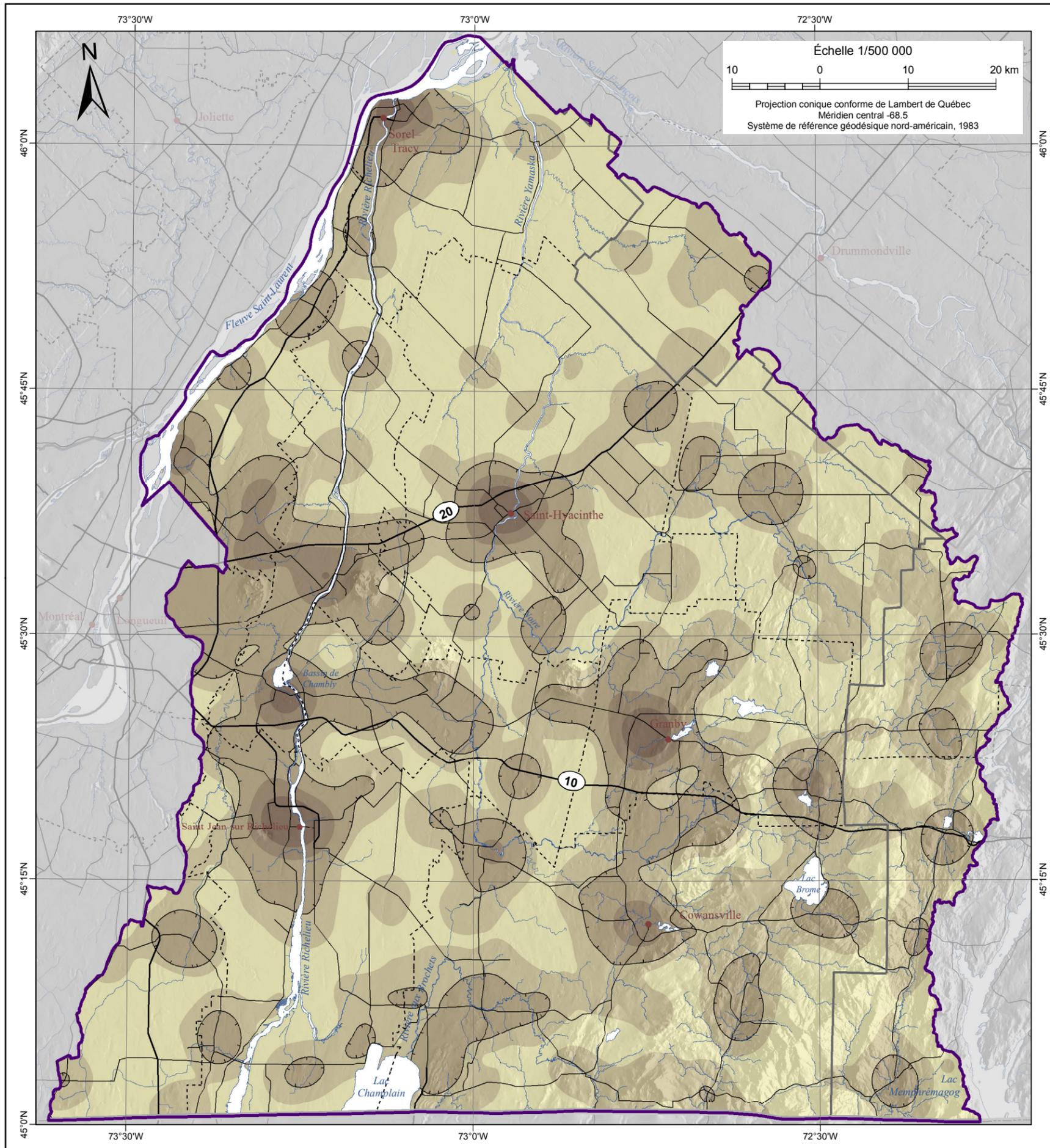
- |  |  |
|--|--|
| <b>Vulnérabilité (indice DRASTIC)</b>  | ● Lieu habité  |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #008000; border: 1px solid black;"></span> < 85 (< 10e perc.)       | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; border: 2px solid purple;"></span> Zone d'étude |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #90EE90; border: 1px solid black;"></span> 85 - 100 (10-25e perc.)  | <b>Réseau routier</b>  |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FFFF00; border: 1px solid black;"></span> 100 - 145 (25-75e perc.) | — Autoroute  |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FFA500; border: 1px solid black;"></span> 145 - 160 (75-90e perc.) | — Route  |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FF0000; border: 1px solid black;"></span> > 160 (> 90e perc.)      | <b>Réseau hydrographique</b>   |
|  | □ Étendue d'eau  |
|  | — Cours d'eau  |
|  | <b>Limites administratives</b>   |
|  | — Frontière - Internationale   |
|  | — Région   |
|  | - - - - - Municipalité régionale de comté  |

**Description du livable PACES no. 22 - VULNÉRABILITÉ DE L'AQUIFÈRE RÉGIONAL DE ROC FRACTURÉ (DRASTIC)**

La vulnérabilité d'un aquifère est sa sensibilité à la pollution de l'eau souterraine à partir de l'émission de contaminants à la surface du sol. Une carte de vulnérabilité permet donc d'identifier les zones les plus vulnérables à la contamination et de fournir un outil d'aide à la prise de décision pour aménager le territoire tout en protégeant la ressource en eau souterraine. La carte de vulnérabilité permet d'intégrer un ensemble de conditions qui contribuent à la vulnérabilité d'un aquifère, « traduisant » ainsi la connaissance hydrogéologique en un outil facilement applicable par des non-spécialistes. Le programme PACES spécifie que la méthode DRASTIC doit être utilisée pour évaluer la vulnérabilité. La méthode DRASTIC permet le calcul d'un indice à partir de 7 paramètres, chacun correspondant à l'une des lettres du mot « DRASTIC ».

En Montérégie Est, la méthode DRASTIC a été appliquée uniquement pour l'aquifère régional de roc fracturé puisque les aquifères granulaires n'y sont pas assez étendus pour être cartographiés à l'échelle régionale. Dans cet atlas les plages des indices DRASTIC ont été définies de façon relative aux valeurs obtenues dans la région d'étude. Il y a une importante variabilité spatiale de l'indice DRASTIC à l'intérieur et entre les contextes hydrogéologiques. Dans la partie nord de la Plate-forme, une épaisse couche de sédiments argileux rend la vulnérabilité généralement faible ou même très faible. Dans la partie sud de la Plate-forme, des conditions semi-captives prédominantes amènent surtout des vulnérabilités intermédiaires. Pour les collines Montérégiennes, même si ce sont des zones de recharge importantes, les fortes pentes et la profondeur de la nappe font en sorte qu'on y retrouve des vulnérabilités faibles ou intermédiaires. Dans la zone externe des Appalaches (Piedmont), on retrouve de grandes étendues avec des vulnérabilités intermédiaires ou même faibles (ex. : vallée de la rivière Noire), grâce à une combinaison de pente et de type de sol. Cependant, des secteurs correspondant à des zones de recharge préférentielle ont des vulnérabilités élevées ou très élevées. Finalement, dans la zone interne des Appalaches (Hautes-terres), on retrouve de grands secteurs avec des vulnérabilités intermédiaires, surtout à cause des fortes pentes, tandis que certaines des zones de recharge préférentielle avec des pentes plus

INDICE DE DENSITÉ DES ACTIVITÉS ANTHROPIQUES  
(Livrabable PACES no. 23)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC



**Légende**

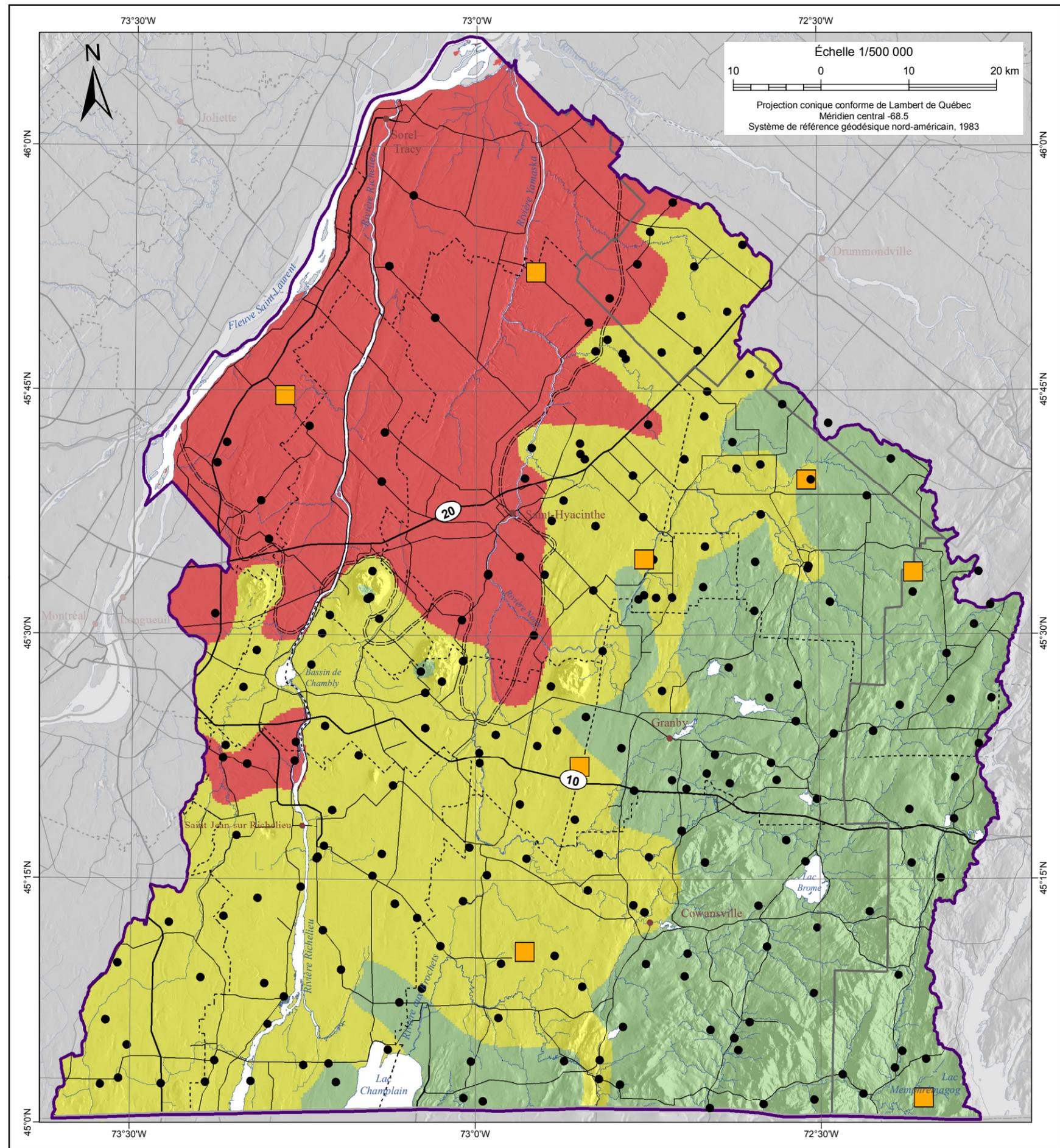
- Contour approximatif du 75e percentile pour la densité des activités anthropiques
- Zone d'étude
- Lieu habité
- Densité d'activités anthropiques pondérée par le risque (nb/km<sup>2</sup>)**
- < 0.3
- 0.3 - 0.8
- 0.8 - 2.5
- 2.5 - 5
- > 5
- Réseau routier**
- Autoroute
- Route
- Réseau hydrographique**
- Étendue d'eau
- Cours d'eau
- Limites administratives**
- Frontière - Internationale
- Région
- Municipalité régionale de comté

**Description du livrabable PACES no. 23 - INDICE DE DENSITÉ DES ACTIVITÉS ANTHROPIQUES**

L'intensité des activités anthropiques peut poser un risque pour la qualité de l'eau souterraine car une plus grande intensité peut augmenter la possibilité d'émission de contaminants en surface. Le livrabable PACES no. 23 présente l'indice de densité des activités anthropiques et vise principalement à faire ressortir les tendances régionales de la pression que ces activités pourraient exercer sur la qualité de l'eau souterraine. Le format cartographique du livrabable représente la densité des activités pondérée par le poids de l'impact potentiel des activités anthropiques pour la région d'étude. Cet indice ne représente qu'une indication et il comporte un certain niveau d'incertitude. Une validation de la nature des activités dans un secteur à fort indice de densité des activités anthropiques sera donc nécessaire avant d'entreprendre des actions visant à réduire les pressions sur la qualité de l'eau souterraine.

Naturellement, l'indice de densité des activités anthropiques reflète la présence de centres urbains ainsi que de zones à forte densité d'activités industrielles, les plus fortes valeurs étant estimées dans les secteurs de Sorel, Saint-Hyacinthe, Chambly, Granby et Saint-Jean-sur-Richelieu. Il faut aussi considérer la vulnérabilité de l'aquifère et l'importance de son exploitation pour cibler les secteurs prioritaires pour la protection de la qualité de l'eau souterraine par rapport aux activités anthropiques. Ces conditions sont considérées dans certaines des cartes complémentaires des indicateurs relatifs à la gestion des ressources en eau souterraine.

QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES POUR L'EAU POTABLE) – Arsenic  
(Livrable PACES no. 24A)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC



**Légende**

- Qualité relative de l'eau souterraine**
- Eau de qualité acceptable
  - Eau de qualité passable
  - Eau non potable
- Arsenic - Concentration (mg/L)**
- > 0.01
  - ≤ 0.01
- Réseau hydrographique**
- Étendue d'eau
  - Cours d'eau
- Réseau routier**
- Autoroute
  - Route
- Limites administratives**
- Frontière - Internationale
  - Région
  - Municipalité régionale de comté
- Autres symboles**
- Zone d'étude
  - Lieu habité
  - Limite approximative de la zone d'eau saumâtre

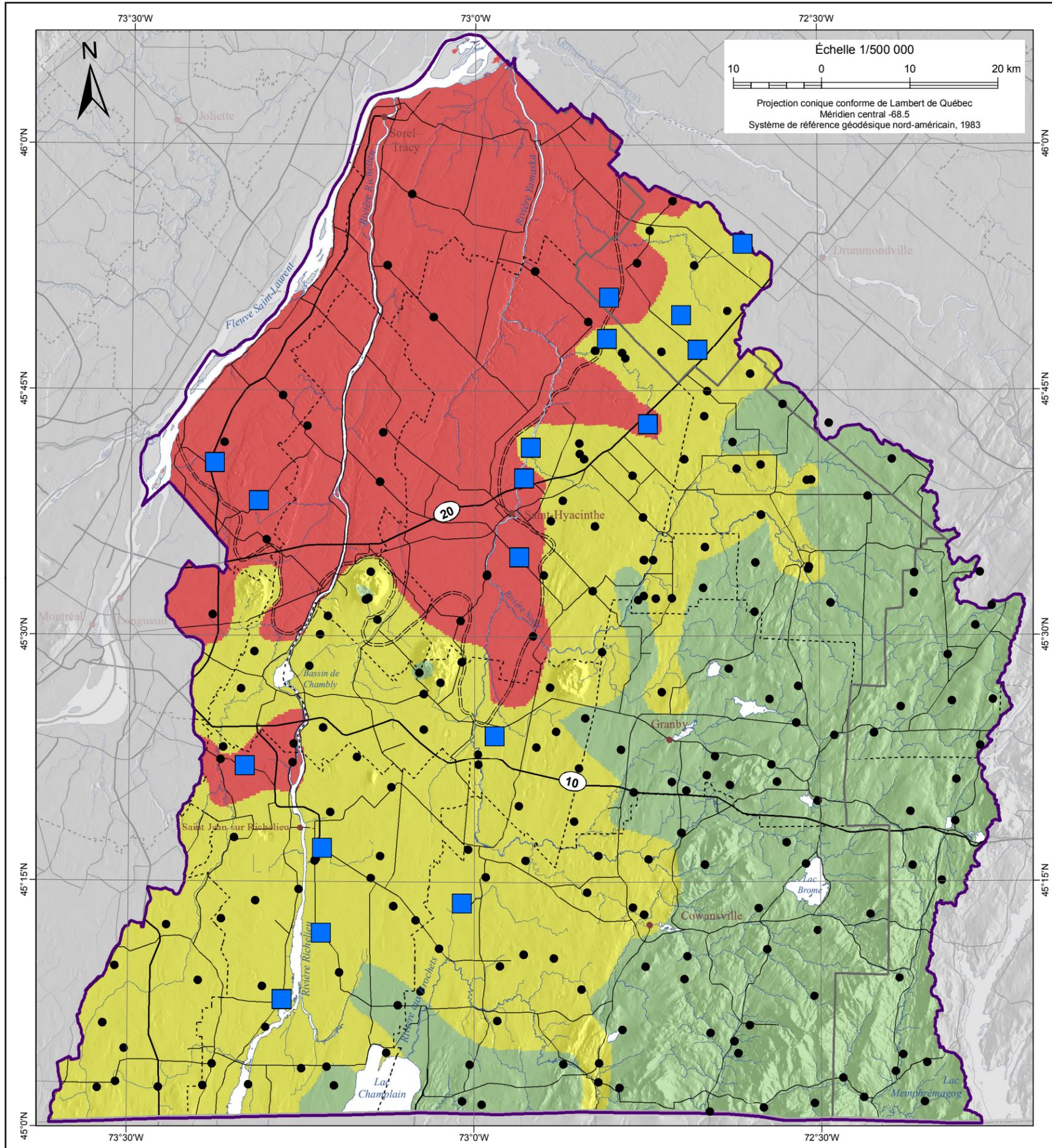
**Description du livrable PACES no. 24A - QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES POUR L'EAU POTABLE) – Arsenic**

L'usage de l'eau souterraine dépend de sa qualité, c'est-à-dire de la concentration dans l'eau de différents composés chimiques, par rapport à des critères de qualité fixés par les instances gouvernementales. Dans le cas du livrable PACES no. 24, les critères de la qualité de l'eau considérés sont les concentrations maximales acceptables pour que l'eau soit potable. La consommation d'une eau dont la concentration d'un composé chimique dépasse la concentration maximale acceptable pose un risque pour la santé.

En Montérégie Est, un programme d'échantillonnage de puits et d'analyses chimiques a permis de définir la composition chimique de l'eau pour environ 240 points d'échantillonnage. La densité d'échantillonnage relativement faible donne un portrait régional mais ne permet pas de préciser exactement les zones où des dépassements de critères pourraient être rencontrés. De plus, la géochimie de l'eau varie d'un endroit à l'autre, de sorte que les résultats des analyses chimiques permettent de donner des indications sur la « probabilité » de dépassements de critères, mais la situation réelle doit être définie pour chaque puits individuellement. Considérant les types de puits exploitant l'eau souterraine dans la région d'étude, les échantillons sont plus nombreux dans les puits exploitant les aquifères rocheux (86 % des échantillons) que pour les puits installés dans les aquifères granulaires (14 % des échantillons). Uniquement les échantillons prélevés dans le cadre du projet PACES ont été considérés pour ce livrable.

Des dépassements par rapport à des normes pour l'eau potable relatives à la santé ont été observés pour 5 composés : l'arsenic (As), le baryum (Ba), le fluor (F), les nitrites et nitrates (N-NO<sub>2</sub> et N-NO<sub>3</sub>), ainsi que l'uranium (U). Les dépassements ont été rarement observés pour les nitrites-nitrates (NO<sub>2</sub>-NO<sub>3</sub>) et l'uranium (U), alors qu'en dehors de la zone d'eau saumâtre les dépassements pour l'arsenic (As) sont limités aux dépôts meubles dans la zone externe des Appalaches (Piedmont). Les dépassements les plus fréquents sont reliés au baryum (Ba) et au Fluor (F), présents surtout dans la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres), particulièrement autour de la zone d'eau saumâtre.

QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES POUR L'EAU POTABLE) – Baryum  
(Livrabable PACES no. 24B)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC



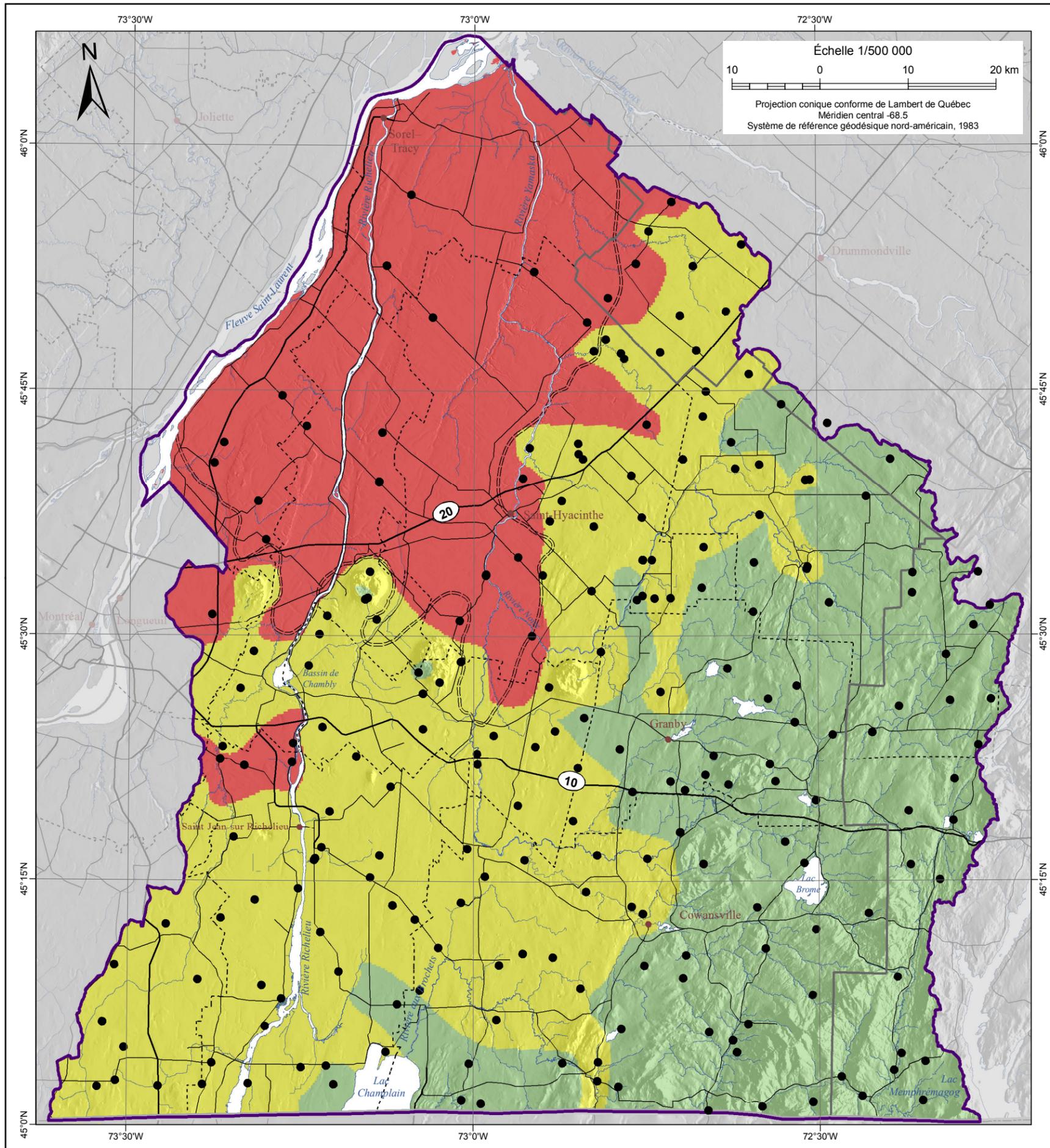
**Description du livrabable PACES no. 24B - QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES POUR L'EAU POTABLE) – Baryum**

L'usage de l'eau souterraine dépend de sa qualité, c'est-à-dire de la concentration dans l'eau de différents composés chimiques, par rapport à des critères de qualité fixés par les instances gouvernementales. Dans le cas du livrabable PACES no. 24, les critères de la qualité de l'eau considérés sont les concentrations maximales acceptables pour que l'eau soit potable. La consommation d'une eau dont la concentration d'un composé chimique dépasse la concentration maximale acceptable pose un risque pour la santé.

En Montérégie Est, un programme d'échantillonnage de puits et d'analyses chimiques a permis de définir la composition chimique de l'eau pour environ 240 points d'échantillonnage. La densité d'échantillonnage relativement faible donne un portrait régional mais ne permet pas de préciser exactement les zones où des dépassements de critères pourraient être rencontrés. De plus, la géochimie de l'eau varie d'un endroit à l'autre, de sorte que les résultats des analyses chimiques permettent de donner des indications sur la « probabilité » de dépassements de critères, mais la situation réelle doit être définie pour chaque puits individuellement. Considérant les types de puits exploitant l'eau souterraine dans la région d'étude, les échantillons sont plus nombreux dans les puits exploitant les aquifères rocheux (86 % des échantillons) que pour les puits installés dans les aquifères granulaires (14 % des échantillons). Uniquement les échantillons prélevés dans le cadre du projet PACES ont été considérés pour ce livrabable.

Des dépassements par rapport à des normes pour l'eau potable relatives à la santé ont été observés pour 5 composés : l'arsenic (As), le baryum (Ba), le fluor (F), les nitrites et nitrates (N-NO<sub>2</sub> et N-NO<sub>3</sub>), ainsi que l'uranium (U). Les dépassements ont été rarement observés pour les nitrites-nitrates (NO<sub>2</sub> et NO<sub>3</sub>) et l'uranium (U), alors qu'en dehors de la zone d'eau saumâtre les dépassements pour l'arsenic (As) sont limités aux dépôts meubles dans la zone externe des Appalaches (Piedmont). Les dépassements les plus fréquents sont reliés au baryum (Ba) et au Fluor (F), présents surtout dans la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres), particulièrement autour de la zone d'eau saumâtre.

QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES POUR L'EAU POTABLE) – Chrome  
 (Livrable PACES no. 24C)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
 QUÉBEC



**Légende**

**Qualité relative de l'eau souterraine**

- Eau de qualité acceptable
- Eau de qualité passable
- Eau non potable

- Limite approximative de la zone d'eau saumâtre

**Chrome - Concentration (mg/L)**

- ≤ 0.05

- Zone d'étude

- Lieu habité

**Réseau hydrographique**

- Étendue d'eau
- Cours d'eau

**Réseau routier**

- Autoroute
- Route

**Limites administratives**

- Frontière - Internationale
- Région
- Municipalité régionale de comté

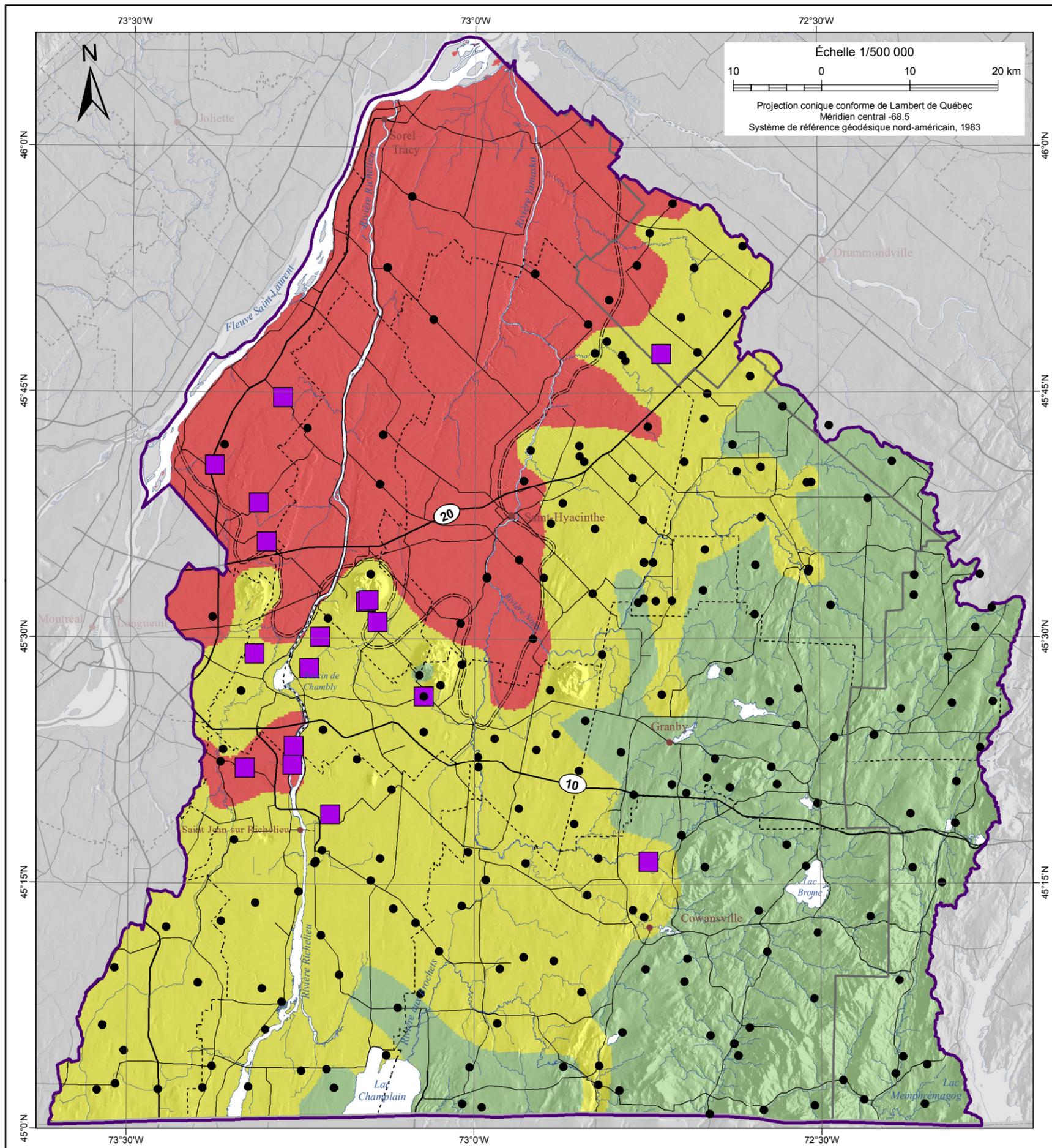
**Description du livrable PACES no. 24C - QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES POUR L'EAU POTABLE) – Chrome**

L'usage de l'eau souterraine dépend de sa qualité, c'est-à-dire de la concentration dans l'eau de différents composés chimiques, par rapport à des critères de qualité fixés par les instances gouvernementales. Dans le cas du livrable PACES no. 24, les critères de la qualité de l'eau considérés sont les concentrations maximales acceptables pour que l'eau soit potable. La consommation d'une eau dont la concentration d'un composé chimique dépasse la concentration maximale acceptable pose un risque pour la santé.

En Montérégie Est, un programme d'échantillonnage de puits et d'analyses chimiques a permis de définir la composition chimique de l'eau pour environ 240 points d'échantillonnage. La densité d'échantillonnage relativement faible donne un portrait régional mais ne permet pas de préciser exactement les zones où des dépassements de critères pourraient être rencontrés. De plus, la géochimie de l'eau varie d'un endroit à l'autre, de sorte que les résultats des analyses chimiques permettent de donner des indications sur la « probabilité » de dépassements de critères, mais la situation réelle doit être définie pour chaque puits individuellement. Considérant les types de puits exploitant l'eau souterraine dans la région d'étude, les échantillons sont plus nombreux dans les puits exploitant les aquifères rocheux (86 % des échantillons) que pour les puits installés dans les aquifères granulaires (14 % des échantillons). Uniquement les échantillons prélevés dans le cadre du projet PACES ont été considérés pour ce livrable.

Des dépassements par rapport à des normes pour l'eau potable relatives à la santé ont été observés pour 5 composés : l'arsenic (As), le baryum (Ba), le fluor (F), les nitrites et nitrates (N-NO<sub>2</sub> et N-NO<sub>3</sub>), ainsi que l'uranium (U). Les dépassements ont été rarement observés pour les nitrites-nitrates (NO<sub>2</sub>-NO<sub>3</sub>) et l'uranium (U), alors qu'en dehors de la zone d'eau saumâtre les dépassements pour l'arsenic (As) sont limités aux dépôts meubles dans la zone externe des Appalaches (Piedmont). Les dépassements les plus fréquents sont reliés au baryum (Ba) et au Fluor (F), présents surtout dans la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres), particulièrement autour de la zone d'eau saumâtre.

QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES POUR L'EAU POTABLE) – Fluorure  
(Livrable PACES no. 24D)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC



**Légende**

**Qualité relative de l'eau souterraine**

- Eau de qualité acceptable
- Eau de qualité passable
- Eau non potable

- Limite approximative de la zone d'eau saumâtre

**Fluorure - Concentration (mg/L)**

- ≤ 1.5
- > 1.5

- Zone d'étude

- Lieu habité

**Réseau hydrographique**

- Étendue d'eau
- Cours d'eau

**Réseau routier**

- Autoroute
- Route

**Limites administratives**

- Frontière - Internationale
- Région
- Municipalité régionale de comté

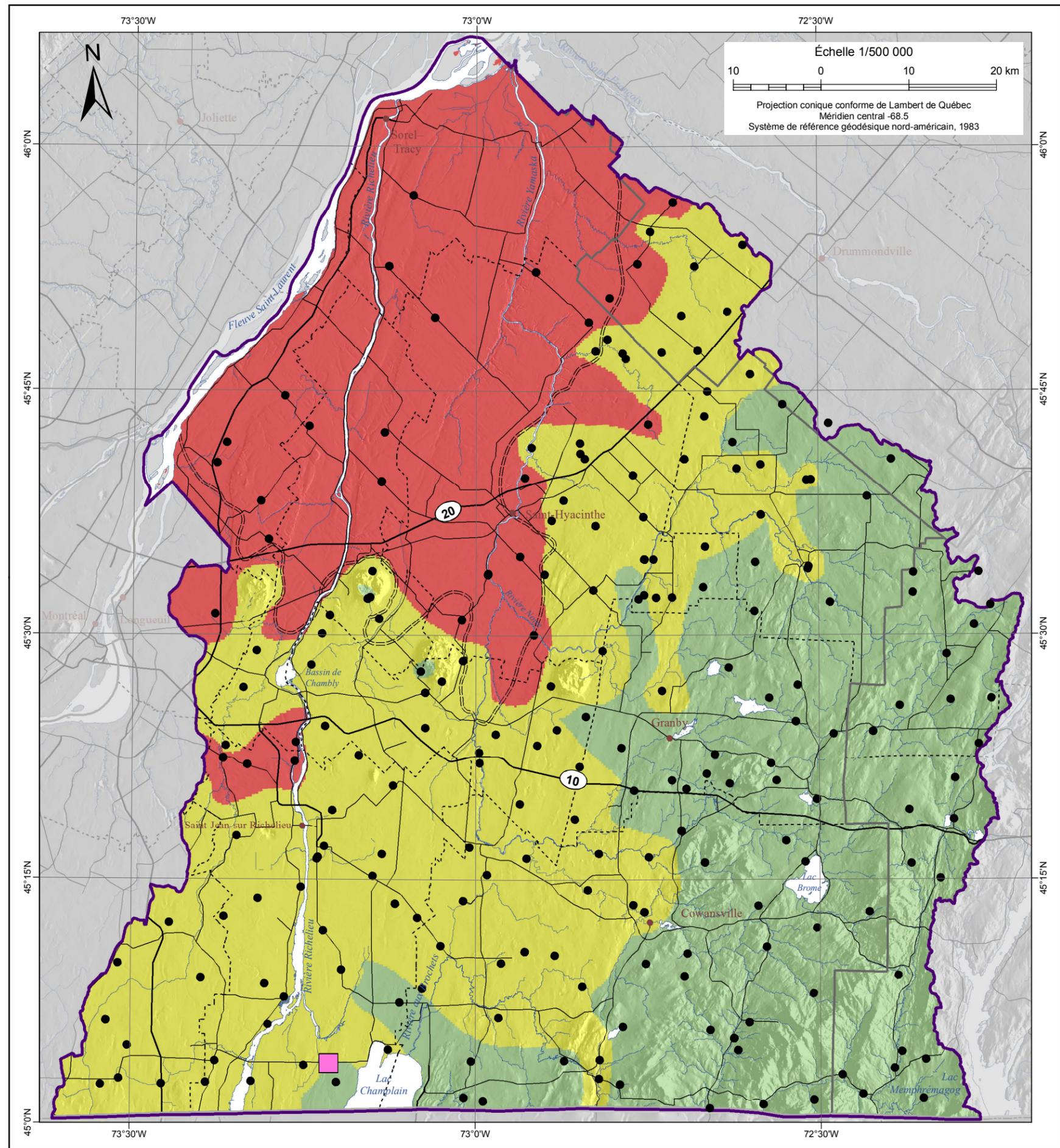
**Description du livrable PACES no. 24D - QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES POUR L'EAU POTABLE) – Fluorure**

L'usage de l'eau souterraine dépend de sa qualité, c'est-à-dire de la concentration dans l'eau de différents composés chimiques, par rapport à des critères de qualité fixés par les instances gouvernementales. Dans le cas du livrable PACES no. 24, les critères de la qualité de l'eau considérés sont les concentrations maximales acceptables pour que l'eau soit potable. La consommation d'une eau dont la concentration d'un composé chimique dépasse la concentration maximale acceptable pose un risque pour la santé.

En Montérégie Est, un programme d'échantillonnage de puits et d'analyses chimiques a permis de définir la composition chimique de l'eau pour environ 240 points d'échantillonnage. La densité d'échantillonnage relativement faible donne un portrait régional mais ne permet pas de préciser exactement les zones où des dépassements de critères pourraient être rencontrés. De plus, la géochimie de l'eau varie d'un endroit à l'autre, de sorte que les résultats des analyses chimiques permettent de donner des indications sur la « probabilité » de dépassements de critères, mais la situation réelle doit être définie pour chaque puits individuellement. Considérant les types de puits exploitant l'eau souterraine dans la région d'étude, les échantillons sont plus nombreux dans les puits exploitant les aquifères rocheux (86 % des échantillons) que pour les puits installés dans les aquifères granulaires (14 % des échantillons). Uniquement les échantillons prélevés dans le cadre du projet PACES ont été considérés pour ce livrable.

Des dépassements par rapport à des normes pour l'eau potable relatives à la santé ont été observés pour 5 composés : l'arsenic (As), le baryum (Ba), le fluor (F), les nitrites et nitrates (N-NO<sub>2</sub> et N-NO<sub>3</sub>), ainsi que l'uranium (U). Les dépassements ont été rarement observés pour les nitrites-nitrates (NO<sub>2</sub>-NO<sub>3</sub>) et l'uranium (U), alors qu'en dehors de la zone d'eau saumâtre les dépassements pour l'arsenic (As) sont limités aux dépôts meubles dans la zone externe des Appalaches (Piedmont). Les dépassements les plus fréquents sont reliés au baryum (Ba) et au fluor (F), présents surtout dans la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres), particulièrement autour de la zone d'eau saumâtre.

QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES POUR L'EAU POTABLE) – Nitrate  
 (Livrabable PACES no. 24E)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
 QUÉBEC



**Légende**

- Qualité relative de l'eau souterraine**
- Eau de qualité acceptable
  - Eau de qualité passable
  - Eau non potable
- Nitrate - Concentration (mg/L)**
- > 10
  - ≤ 10
- Réseau hydrographique**
- Étendue d'eau
  - Cours d'eau
- Réseau routier**
- Autoroute
  - Route
- Limites administratives**
- Frontière - Internationale
  - Région
  - Municipalité régionale de comté
- Autres symboles**
- Zone d'étude
  - Lieu habité
  - Limite approximative de la zone d'eau saumâtre

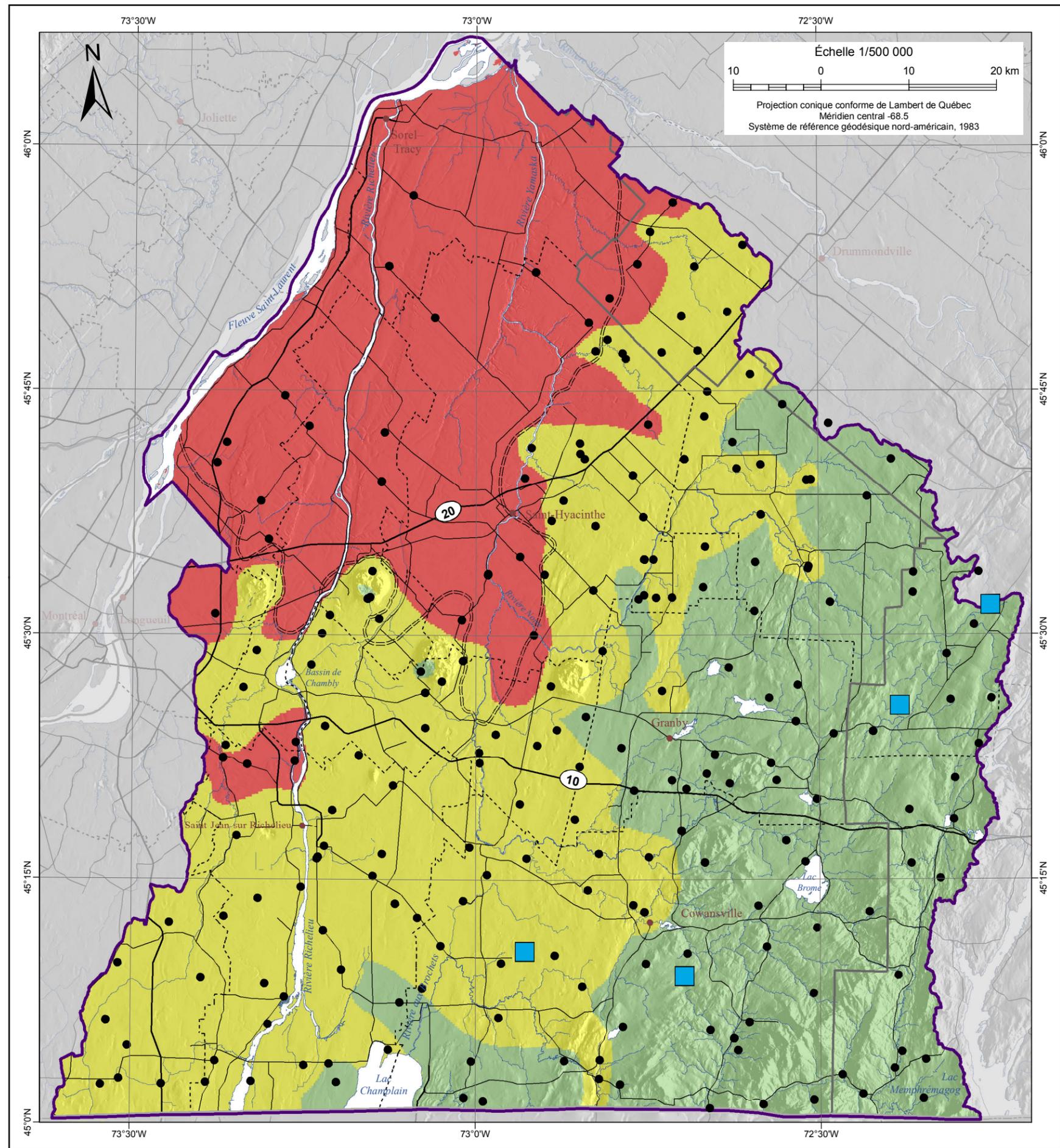
**Description du livrabable PACES no. 24E - QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES POUR L'EAU POTABLE) – Nitrate**

L'usage de l'eau souterraine dépend de sa qualité, c'est-à-dire de la concentration dans l'eau de différents composés chimiques, par rapport à des critères de qualité fixés par les instances gouvernementales. Dans le cas du livrabable PACES no. 24, les critères de la qualité de l'eau considérés sont les concentrations maximales acceptables pour que l'eau soit potable. La consommation d'une eau dont la concentration d'un composé chimique dépasse la concentration maximale acceptable pose un risque pour la santé.

En Montérégie Est, un programme d'échantillonnage de puits et d'analyses chimiques a permis de définir la composition chimique de l'eau pour environ 240 points d'échantillonnage. La densité d'échantillonnage relativement faible donne un portrait régional mais ne permet pas de préciser exactement les zones où des dépassements de critères pourraient être rencontrés. De plus, la géochimie de l'eau varie d'un endroit à l'autre, de sorte que les résultats des analyses chimiques permettent de donner des indications sur la « probabilité » de dépassements de critères, mais la situation réelle doit être définie pour chaque puits individuellement. Considérant les types de puits exploitant l'eau souterraine dans la région d'étude, les échantillons sont plus nombreux dans les puits exploitant les aquifères rocheux (86 % des échantillons) que pour les puits installés dans les aquifères granulaires (14 % des échantillons). Uniquement les échantillons prélevés dans le cadre du projet PACES ont été considérés pour ce livrabable.

Des dépassements par rapport à des normes pour l'eau potable relatives à la santé ont été observés pour 5 composés : l'arsenic (As), le baryum (Ba), le fluor (F), les nitrites et nitrates (N-NO<sub>2</sub> et N-NO<sub>3</sub>), ainsi que l'uranium (U). Les dépassements ont été rarement observés pour les nitrites-nitrates (NO<sub>2</sub>-NO<sub>3</sub>) et l'uranium (U), alors qu'en dehors de la zone d'eau saumâtre les dépassements pour l'arsenic (As) sont limités aux dépôts meubles dans la zone externe des Appalaches (Piedmont). Les dépassements les plus fréquents sont reliés au baryum (Ba) et au Fluor (F), présents surtout dans la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres), particulièrement autour de la zone d'eau saumâtre.

QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES POUR L'EAU POTABLE) – Uranium  
 (Livrabl PACES no. 24F)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
 QUÉBEC



**Légende**

- Qualité relative de l'eau souterraine**
- Eau de qualité acceptable
  - Eau de qualité passable
  - Eau non potable
- Uranium - Concentration (mg/L)**
- ≤ 0.02
  - > 0.02
- Zone d'étude**
- Zone d'étude
- Lieu habité**
- Lieu habité
- Réseau hydrographique**
- Étendue d'eau
  - Cours d'eau
- Réseau routier**
- Autoroute
  - Route
- Limites administratives**
- Frontière - Internationale
  - Région
  - Municipalité régionale de comté

**Description du livrabl PACES no. 24F - QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES POUR L'EAU POTABLE) – Uranium**

L'usage de l'eau souterraine dépend de sa qualité, c'est-à-dire de la concentration dans l'eau de différents composés chimiques, par rapport à des critères de qualité fixés par les instances gouvernementales. Dans le cas du livrabl PACES no. 24, les critères de la qualité de l'eau considérés sont les concentrations maximales acceptables pour que l'eau soit potable. La consommation d'une eau dont la concentration d'un composé chimique dépasse la concentration maximale acceptable pose un risque pour la santé.

En Montérégie Est, un programme d'échantillonnage de puits et d'analyses chimiques a permis de définir la composition chimique de l'eau pour environ 240 points d'échantillonnage. La densité d'échantillonnage relativement faible donne un portrait régional mais ne permet pas de préciser exactement les zones où des dépassements de critères pourraient être rencontrés. De plus, la géochimie de l'eau varie d'un endroit à l'autre, de sorte que les résultats des analyses chimiques permettent de donner des indications sur la « probabilité » de dépassements de critères, mais la situation réelle doit être définie pour chaque puits individuellement. Considérant les types de puits exploitant l'eau souterraine dans la région d'étude, les échantillons sont plus nombreux dans les puits exploitant les aquifères rocheux (86 % des échantillons) que pour les puits installés dans les aquifères granulaires (14 % des échantillons). Uniquement les échantillons prélevés dans le cadre du projet PACES ont été considérés pour ce livrabl.

Des dépassements par rapport à des normes pour l'eau potable relatives à la santé ont été observés pour 5 composés : l'arsenic (As), le baryum (Ba), le fluor (F), les nitrites et nitrates (N-NO<sub>2</sub> et N-NO<sub>3</sub>), ainsi que l'uranium (U). Les dépassements ont été rarement observés pour les nitrites-nitrates (NO<sub>2</sub>-NO<sub>3</sub>) et l'uranium (U), alors qu'en dehors de la zone d'eau saumâtre les dépassements pour l'arsenic (As) sont limités aux dépôts meubles dans la zone externe des Appalaches (Piedmont). Les dépassements les plus fréquents sont reliés au baryum (Ba) et au Fluor (F), présents surtout dans la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres), particulièrement autour de la zone d'eau saumâtre.

COMPILATION HISTORIQUE DES CONCENTRATIONS EN NITRATES (N-NO<sub>3</sub>)  
 dans l'aquifère de roc fracturé  
 (Livrable PACES no. 24G)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
 QUÉBEC

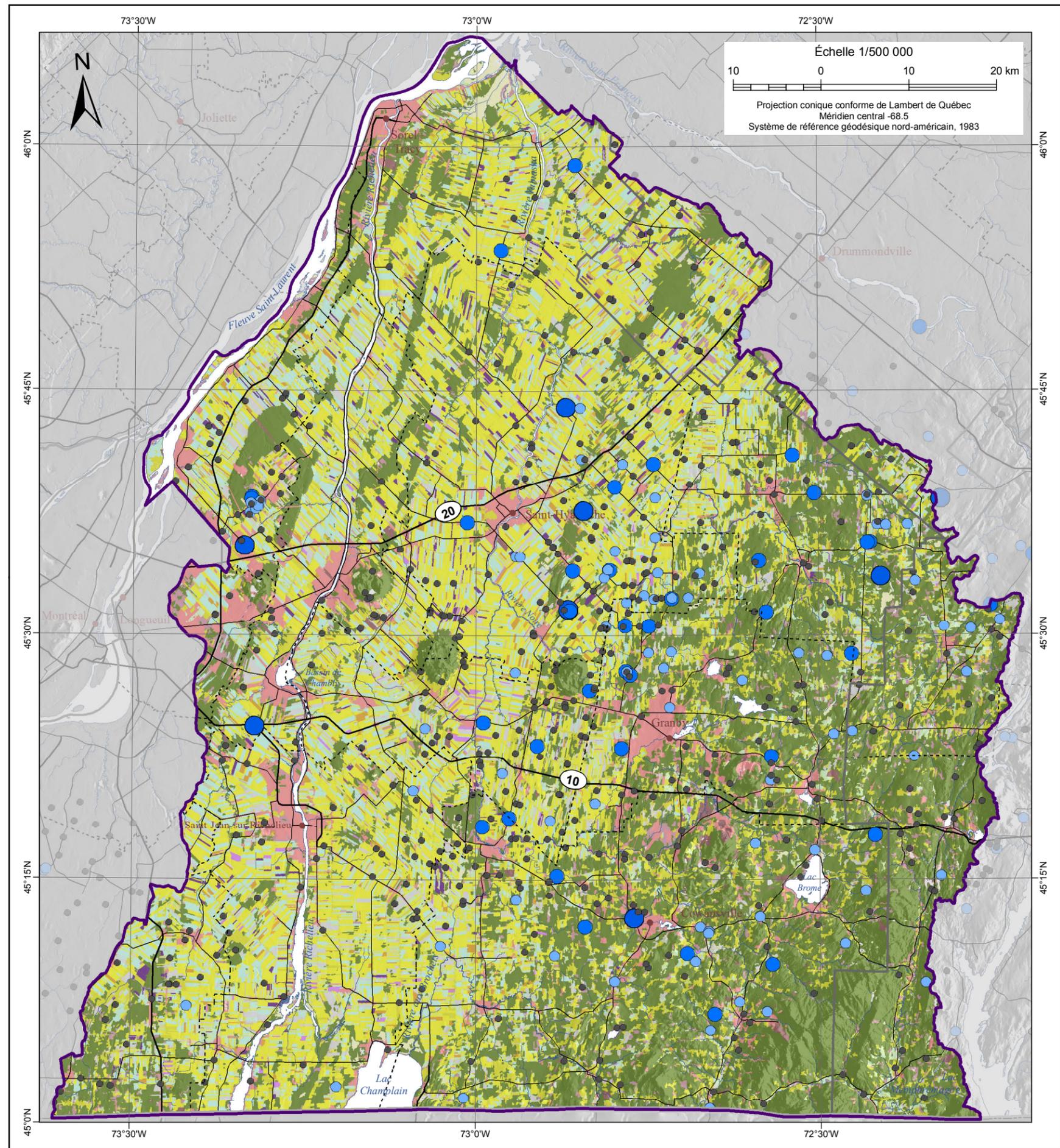
**Légende**

|   |                                 |  |                                 |
|---|---------------------------------|--|---------------------------------|
| <b>OCCUPATION DU SOL</b>  |                                 | <b>Concentration en azote provenant des nitrates (mg N/L) (aquifère de roc fracturé)</b> |                                 |
| <b>Zones urbaines</b>   |                                 | ● < 0.5  |                                 |
|    | Zones urbaines et industrielles |       | 0.5 - 3.0                       |
|    | Villégiature et sports          |       | 3.0 - 10                        |
| <b>Zones humides</b>  |                                 |       | > 10                            |
|    | Eau et milieux humides          |       | Zone d'étude                    |
| <b>Zones forestières</b>  |                                 |       | Lieu habité                     |
|    | Forêts et boisés                | <b>Réseau routier</b>  |                                 |
| <b>Zones agricoles</b>  |                                 |       | Autoroute                       |
|    | Avoine                          |       | Route                           |
|    | Blé                             | <b>Réseau hydrographique</b>   |                                 |
|    | Cultures Mixtes                 |      | Étendue d'eau                   |
|    | Foin                            |     | Cours d'eau                     |
|    | Friches et sols dénudés         | <b>Limites administratives</b>   |                                 |
|    | Maïs                            |     | Frontière - Internationale      |
|   | Maraîcher                       |     | Région                          |
|  | Orge                            |     | Municipalité régionale de comté |
|  | Petits fruits                   |  |                                 |
|  | Soya                            |  |                                 |
|  | Autres céréales                 |  |                                 |
|  | Terre agricole                  |  |                                 |
|  | Autres                          |  |                                 |
|  | Pas d'information               |  |                                 |

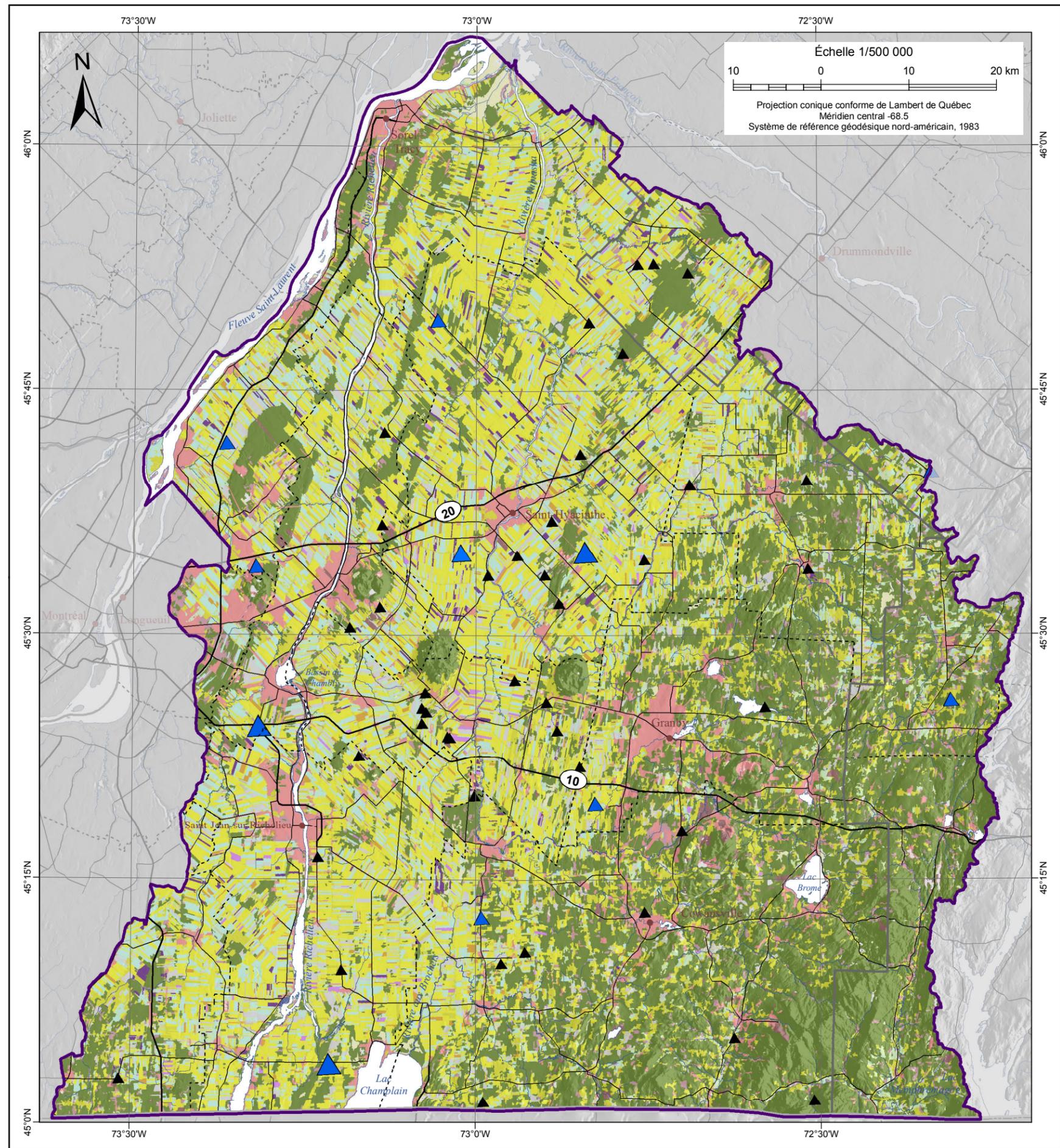
**Description du livrable PACES no. 24G - COMPILATION HISTORIQUE DES CONCENTRATIONS EN NITRATES (N-NO<sub>3</sub>) dans l'aquifère de roc fracturé :**

Un bilan historique des concentrations en nitrates disponibles a été réalisé afin de compléter le portrait présenté par le livrable no.24E, qui est basé uniquement sur les 240 échantillons prélevés dans le cadre du projet PACES en Montérégie Est. Les données utilisées pour ce bilan sont issues de ce projet ainsi que du Système d'information hydrogéologique du MDDEFP et de plusieurs rapports d'expertises recueillis auprès de municipalités, de MRC et du Gouvernement du Québec. Ces résultats, qui couvrent une période allant de 1960 à aujourd'hui, doivent être interprétés avec précaution compte tenu de la variabilité des sources d'informations et des différentes méthodologies d'échantillonnage et analytiques utilisées.

La carte présentée ici illustre le bilan historique des concentrations en azote provenant des nitrates dans les eaux souterraines de la Montérégie Est, pour l'aquifère régional de roc fracturé. Les échantillons présentant une concentration supérieure à 10 mg N-NO<sub>3</sub>/L sont identifiés en rouge compte tenu qu'ils dépassent la concentration maximale acceptable. Quant aux échantillons en orange (3 à 10 mg N-NO<sub>3</sub>/L), ils respectent le règlement, mais sont à un niveau exigeant la prise d'actions pour éviter l'augmentation de la dégradation de la qualité de l'eau souterraine. Les résultats en vert (0.5 à 3 mg N-NO<sub>3</sub>/L) représentent des concentrations significatives qui dépassent les valeurs naturelles et impliquent possiblement des apports anthropiques d'azote. Les résultats en bleu (moins de 0.5 mg N-NO<sub>3</sub>/L) représentent des concentrations faibles ou nulles, jugées non significatives.



COMPILATION HISTORIQUE DES CONCENTRATIONS EN NITRATES (N-NO<sub>3</sub>)  
 dans les aquifères granulaires  
 (Livrable PACES no. 24H)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
 QUÉBEC



**Légende**

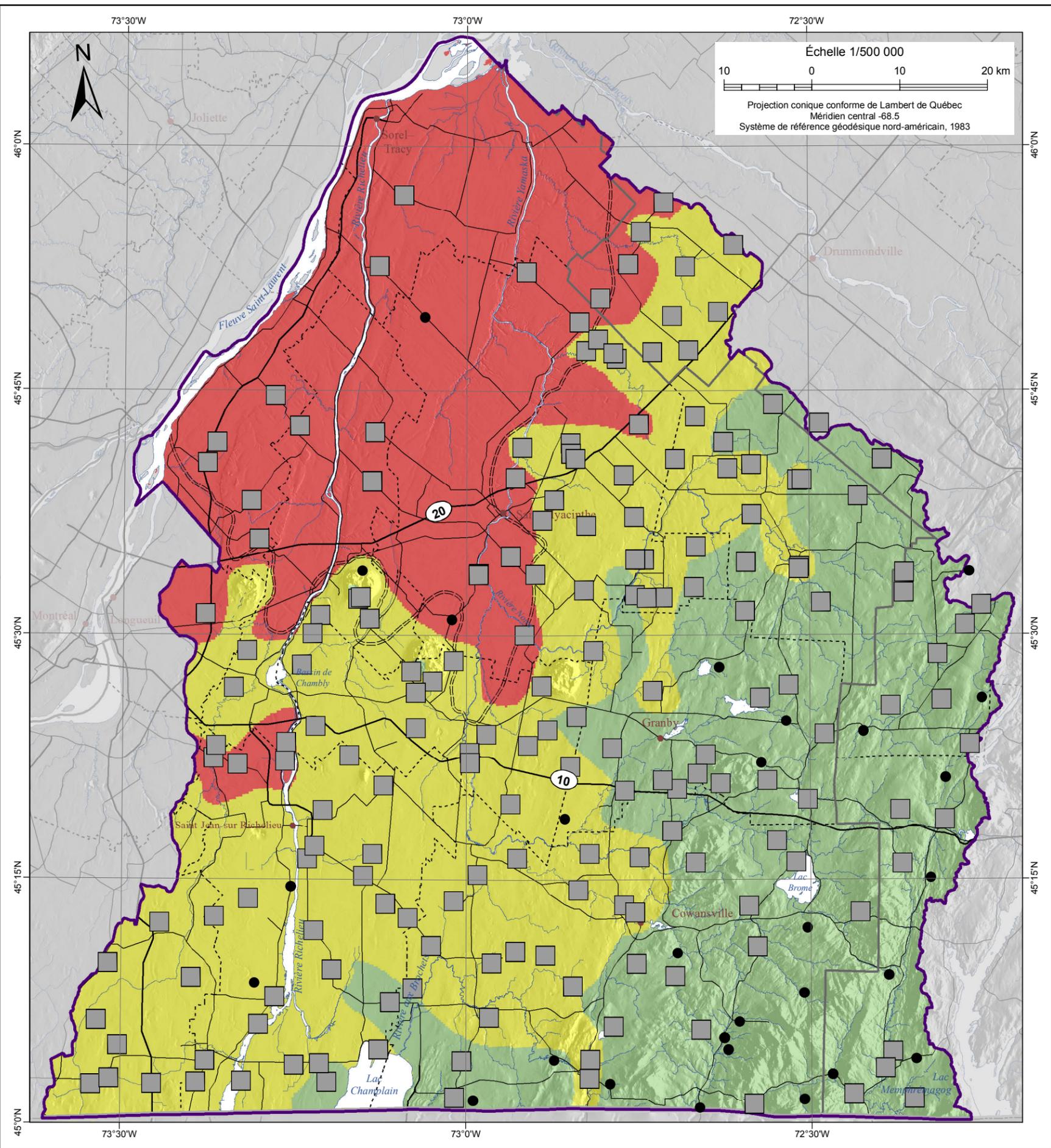
- |   |                                 |  |                                 |
|---|---------------------------------|--|---------------------------------|
| <b>OCCUPATION DU SOL</b>  |                                 | <b>Concentration en azote provenant des nitrates (mg N/L) (aquifère granulaire)</b>                                  |                                 |
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:red; border:1px solid black;"></span>        | Zones urbaines et industrielles | <span style="display:inline-block; width:10px; height:10px; background-color:black; border:1px solid black;"></span> | < 0.5                           |
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:brown; border:1px solid black;"></span>      | Villégiature et sports          | <span style="display:inline-block; width:10px; height:10px; background-color:blue; border:1px solid black;"></span>  | 0.5 - 3.0                       |
| <b>Zones humides</b>  |                                 | <span style="display:inline-block; width:10px; height:10px; background-color:blue; border:1px solid black;"></span>  | 3.0 - 10                        |
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:white; border:1px solid black;"></span>      | Eau et milieux humides          | <span style="display:inline-block; width:10px; height:10px; background-color:blue; border:1px solid black;"></span>  | > 10                            |
| <b>Zones forestières</b>  |                                 | <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; border:2px solid purple;"></span>                        | Zone d'étude                    |
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:green; border:1px solid black;"></span>      | Forêts et boisés                | <span style="display:inline-block; width:5px; height:5px; background-color:red; border:1px solid black;"></span>     | Lieu habité                     |
| <b>Zones agricoles</b>  |                                 | <b>Réseau routier</b>  |                                 |
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:orange; border:1px solid black;"></span>     | Avoine                          | <span style="display:inline-block; width:15px; border-bottom:2px solid black;"></span>                               | Autoroute                       |
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:yellow; border:1px solid black;"></span>     | Blé                             | <span style="display:inline-block; width:15px; border-bottom:1px solid black;"></span>                               | Route                           |
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:purple; border:1px solid black;"></span>     | Cultures Mixtes                 | <b>Réseau hydrographique</b>   |                                 |
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:lightgreen; border:1px solid black;"></span> | Foin                            | <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; border:1px solid blue;"></span>                          | Étendue d'eau                   |
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:yellow; border:1px solid black;"></span>     | Friches et sols dénudés         | <span style="display:inline-block; width:15px; border-bottom:1px solid blue;"></span>                                | Cours d'eau                     |
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:yellow; border:1px solid black;"></span>     | Maïs                            | <b>Limites administratives</b>   |                                 |
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:purple; border:1px solid black;"></span>     | Maraîcher                       | <span style="display:inline-block; width:15px; border-bottom:2px dashed black;"></span>                              | Frontière - Internationale      |
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:lightgreen; border:1px solid black;"></span> | Orge                            | <span style="display:inline-block; width:15px; border-bottom:1px solid black;"></span>                               | Région                          |
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:brown; border:1px solid black;"></span>      | Petits fruits                   | <span style="display:inline-block; width:15px; border-bottom:1px dashed black;"></span>                              | Municipalité régionale de comté |
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:lightblue; border:1px solid black;"></span>  | Soya                            |  |                                 |
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:yellow; border:1px solid black;"></span>     | Autres céréales                 |  |                                 |
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:yellow; border:1px solid black;"></span>     | Terre agricole                  |  |                                 |
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:lightblue; border:1px solid black;"></span>  | Autres                          |  |                                 |
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:lightgrey; border:1px solid black;"></span>  | Pas d'information               |  |                                 |

**Description du livrable PACES no. 24H - COMPILATION HISTORIQUE DES CONCENTRATIONS EN NITRATES (N-NO<sub>3</sub>) dans les aquifères granulaires :**

Un bilan historique des concentrations en nitrates disponibles a été réalisé afin de compléter le portrait présenté par le livrable no.24E, qui est basé uniquement sur les 240 échantillons prélevés dans le cadre du projet PACES en Montérégie Est. Les données utilisées pour ce bilan sont issues de ce projet ainsi que du Système d'information hydrogéologique du MDDEFP et de plusieurs rapports d'expertises recueillis auprès de municipalités, de MRC et du Gouvernement du Québec. Ces résultats, qui couvrent une période allant de 1960 à aujourd'hui, doivent être interprétés avec précaution compte tenu de la variabilité des sources d'informations et des différentes méthodologies d'échantillonnage et analytiques utilisées.

La carte présentée ici illustre le bilan historique des concentrations en azote provenant des nitrates dans les eaux souterraines de la Montérégie Est, pour les aquifères granulaires locaux. Les échantillons présentant une concentration supérieure à 10 mg N-NO<sub>3</sub>/L sont identifiés en rouge compte tenu qu'ils dépassent la concentration maximale acceptable. Quant aux échantillons en jaune (3 à 10 mg N-NO<sub>3</sub>/L), ils respectent le règlement, mais sont à un niveau exigeant la prise d'actions pour éviter l'augmentation de la dégradation de la qualité de l'eau souterraine. Les résultats en vert (0.5 à 3 mg N-NO<sub>3</sub>/L) représentent des concentrations significatives qui dépassent les valeurs naturelles et impliquent possiblement des apports anthropiques d'azote. Les résultats en bleu (moins de 0.5 mg N-NO<sub>3</sub>/L) représentent des concentrations faibles ou nulles, jugées non significatives.

# QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES ESTHÉTIQUES) – MDT (Livrabable PACES no. 25A) MONTÉRÉGIE EST QUÉBEC



### Légende

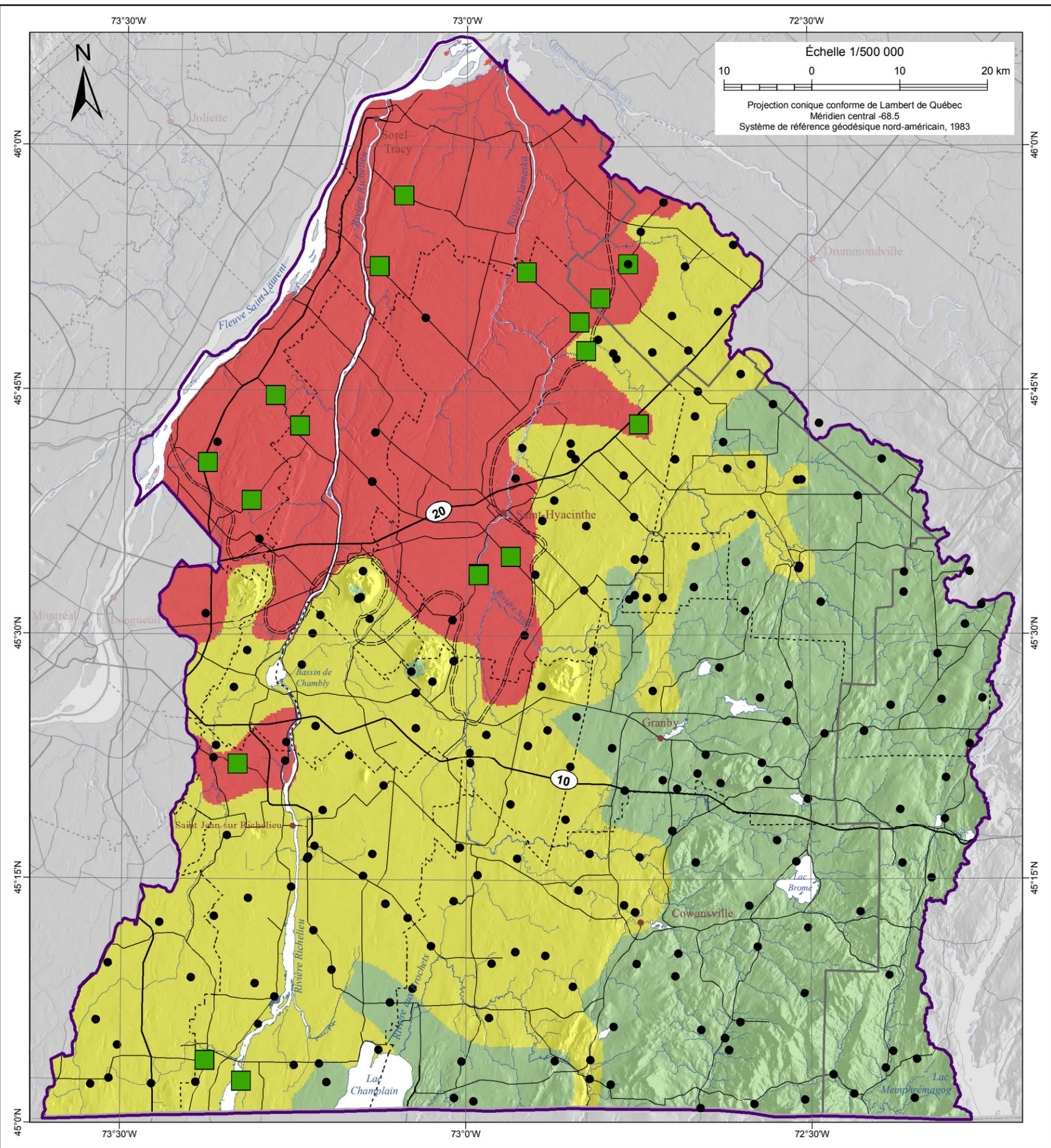
- Qualité relative de l'eau souterraine**
- Eau de qualité acceptable
  - Eau de qualité passable
  - Eau non potable
- Matières dissoutes totales - Concentration (mg/L)**
- ≤ 200
  - > 200
- Zone d'étude**
- Lieu habité
- Réseau hydrographique**
- Étendue d'eau
  - Cours d'eau
- Réseau routier**
- Autoroute
  - Route
- Limites administratives**
- Frontière - Internationale
  - Région
  - Municipalité régionale de comté
- Limite approximative de la zone d'eau saumâtre**

### Description du livrabable PACES no. 25A - QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES ESTHÉTIQUES) – Matières dissoutes totales

Le livrabable PACES no. 24 porte sur la qualité de l'eau en lien avec les critères de potabilité tandis que le livrabable PACES no. 25 compare la qualité de l'eau avec des objectifs esthétiques. La consommation d'une eau dont la concentration d'un composé chimique dépasse les objectifs esthétiques peut entraîner des désagréments (goût, odeur, couleur) mais n'a pas d'incidence sur la santé.

Le texte explicatif du livrabable PACES no. 24 décrit le programme d'échantillonnage de puits et d'analyses chimiques réalisé en Montérégie Est. La comparaison des résultats analytiques avec les objectifs d'ordre esthétiques considérés a permis d'observer des dépassements pour les 9 paramètres suivants : le pH, les chlorures (Cl), le sodium (Na), les sulfates (SO<sub>4</sub>), la dureté, les sulfures, les matières dissoutes totales (MDT), le manganèse (Mn) et le fer (Fe). Des dépassements pour certains paramètres esthétiques sont rencontrés sur presque toute la zone d'étude, particulièrement pour le manganèse (Mn) et, dans une moindre mesure, le fer (Fe). Les dépassements pour la matière dissoute totale (MDT) sont très fréquents dans la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres), alors que les dépassements pour la dureté sont fréquents à la fois pour la Plate-forme du Saint-Laurent et la zone externe des Appalaches (Piedmont). Les dépassements pour les sulfures sont moins fréquents mais présents dans une grande partie de la région. Enfin, les dépassements pour les chlorures (Cl), le sodium (Na) et les sulfates (SO<sub>4</sub>) sont présents surtout à l'intérieur et au pourtour de la zone d'eau saumâtre.

# QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES ESTHÉTIQUES) – Chlorure (Livrable PACES no. 25B) MONTÉRÉGIE EST QUÉBEC



### Légende

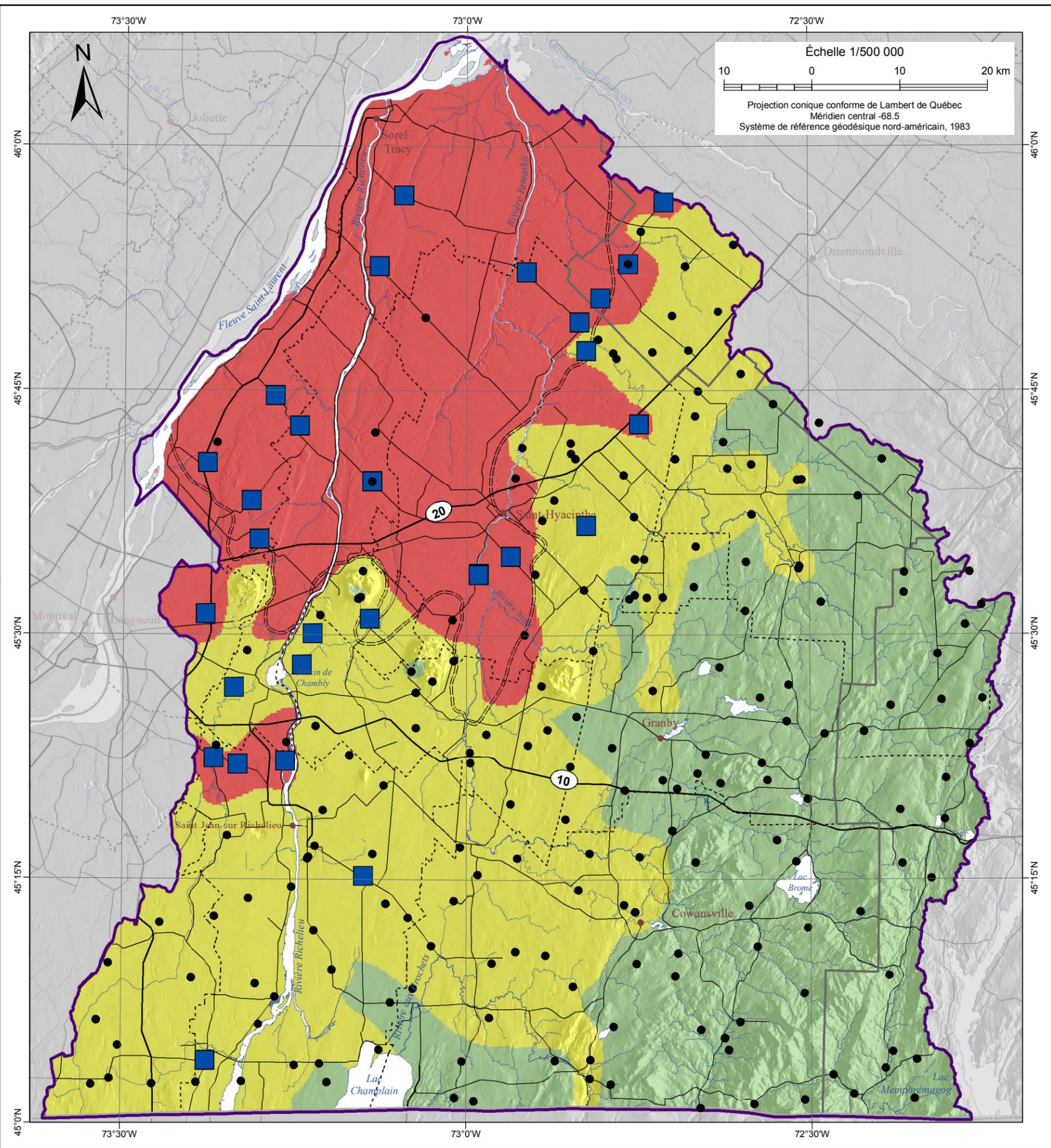
- Qualité relative de l'eau souterraine**
- Eau de qualité acceptable
  - Eau de qualité passable
  - Eau non potable
- Chlorures - Concentration (mg/L)**
- ≤ 250
  - > 250
- Autres symboles et lignes :**
- Zone d'étude
  - Lieu habité
  - Réseau hydrographique
  - Étendue d'eau
  - Cours d'eau
  - Réseau routier
  - Autoroute
  - Route
  - Limites administratives
  - Frontière - Internationale
  - Région
  - Municipalité régionale de comté

### Description du livrable PACES no. 25B - QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES ESTHÉTIQUES) – Chlorure

Le livrable PACES no. 24 porte sur la qualité de l'eau en lien avec les critères de potabilité tandis que le livrable PACES no. 25 compare la qualité de l'eau avec des objectifs esthétiques. La consommation d'une eau dont la concentration d'un composé chimique dépasse les objectifs esthétiques peut entraîner des désagréments (goût, odeur, couleur) mais n'a pas d'incidence sur la santé.

Le texte explicatif du livrable PACES no. 24 décrit le programme d'échantillonnage de puits et d'analyses chimiques réalisé en Montérégie Est. La comparaison des résultats analytiques avec les objectifs d'ordre esthétiques considérés a permis d'observer des dépassements pour les 9 paramètres suivants : le pH, les chlorures (Cl), le sodium (Na), les sulfates (SO<sub>4</sub>), la dureté, les sulfures, les matières dissoutes totales (MDT), le manganèse (Mn) et le fer (Fe). Des dépassements pour certains paramètres esthétiques sont rencontrés sur presque toute la zone d'étude, particulièrement pour le manganèse (Mn) et, dans une moindre mesure, le fer (Fe). Les dépassements pour la matière dissoute totale (MDT) sont très fréquents dans la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres), alors que les dépassements pour la dureté sont fréquents à la fois pour la Plate-forme du Saint-Laurent et la zone externe des Appalaches (Piedmont). Les dépassements pour les sulfures sont moins fréquents mais présents dans une grande partie de la région. Enfin, les dépassements pour les chlorures (Cl), le sodium (Na) et les sulfates (SO<sub>4</sub>) sont présents surtout à l'intérieur et au pourtour de la zone d'eau saumâtre.

QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES ESTHÉTIQUES) – Sodium  
(Livrabable PACES no. 25C)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC



**Légende**

- Qualité relative de l'eau souterraine**
- Eau de qualité acceptable
  - Eau de qualité passable
  - Eau non potable
- Sodium - Concentration (mg/L)**
- ≤ 200
  - > 200
- Réseau hydrographique**
- Étendue d'eau
  - Cours d'eau
- Réseau routier**
- Autoroute
  - Route
- Limites administratives**
- Frontière - Internationale
  - Région
  - Municipalité régionale de comté
- Autres symboles**
- Zone d'étude
  - Lieu habité
  - Limite approximative de la zone d'eau saumâtre

**Description du livrabable PACES no. 25C - QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES ESTHÉTIQUES) – Sodium**

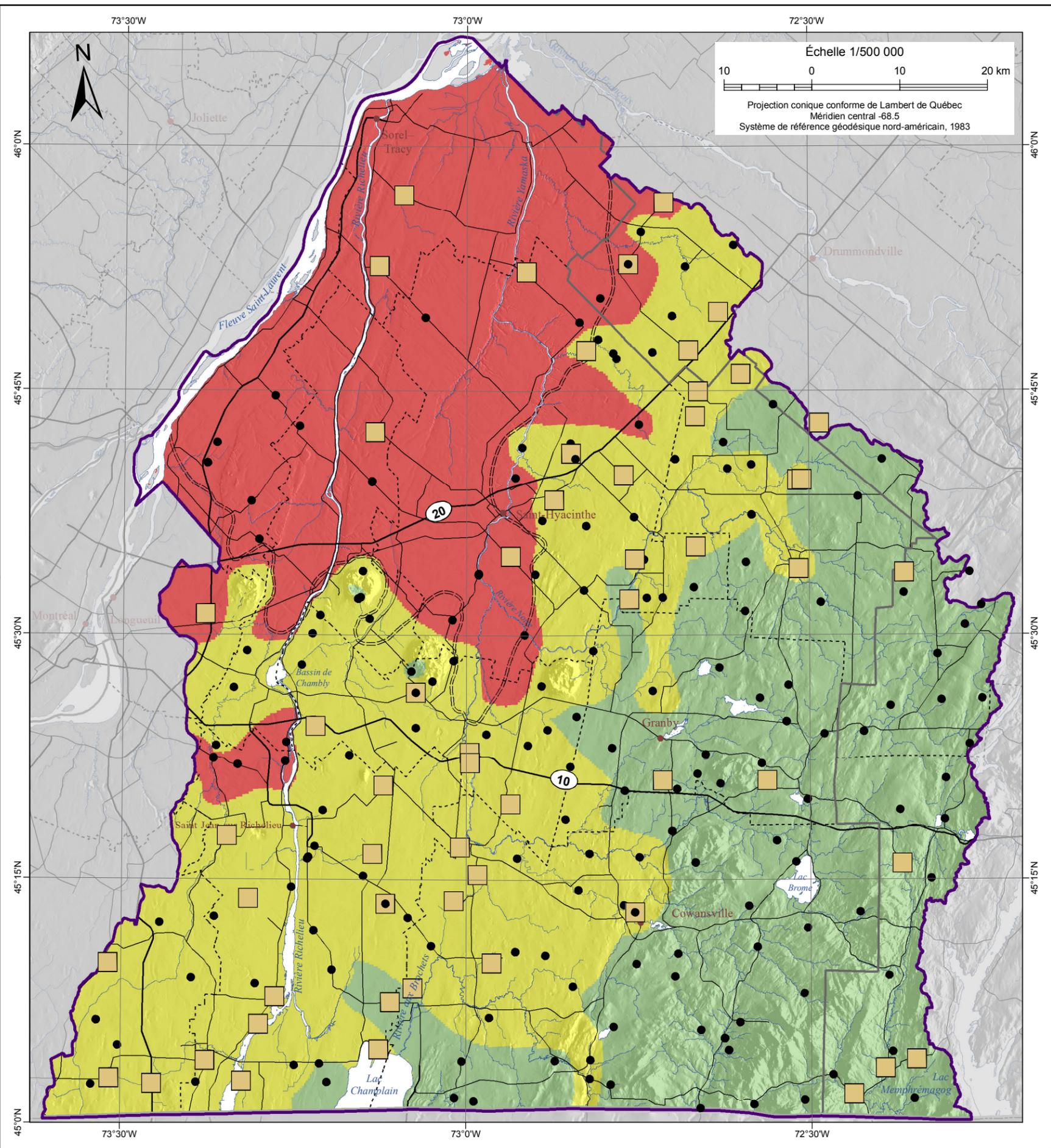
Le livrabable PACES no. 24 porte sur la qualité de l'eau en lien avec les critères de potabilité tandis que le livrabable PACES no. 25 compare la qualité de l'eau avec des objectifs esthétiques. La consommation d'une eau dont la concentration d'un composé chimique dépasse les objectifs esthétiques peut entraîner des désagréments (goût, odeur, couleur) mais n'a pas d'incidence sur la santé.

Le texte explicatif du livrabable PACES no. 24 décrit le programme d'échantillonnage de puits et d'analyses chimiques réalisé en Montérégie Est. La comparaison des résultats analytiques avec les objectifs d'ordre esthétiques considérés a permis d'observer des dépassements pour les 9 paramètres suivants : le pH, les chlorures (Cl), le sodium (Na), les sulfates (SO<sub>4</sub>), la dureté, les sulfures, les matières dissoutes totales (MDT), le manganèse (Mn) et le fer (Fe). Des dépassements pour certains paramètres esthétiques sont rencontrés sur presque toute la zone d'étude, particulièrement pour le manganèse (Mn) et, dans une moindre mesure, le fer (Fe). Les dépassements pour la matière dissoute totale (MDT) sont très fréquents dans la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres), alors que les dépassements pour la dureté sont fréquents à la fois pour la Plate-forme du Saint-Laurent et la zone externe des Appalaches (Piedmont). Les dépassements pour les sulfures sont moins fréquents mais présents dans une grande partie de la région. Enfin, les dépassements pour les chlorures (Cl), le sodium (Na) et les sulfates (SO<sub>4</sub>) sont présents surtout à l'intérieur et au pourtour de la zone d'eau saumâtre.

### QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES ESTHÉTIQUES) – Fer (Livrabable PACES no. 25D) **MONTÉRÉGIE EST** QUÉBEC

#### Légende

- Qualité relative de l'eau souterraine**
- Eau de qualité acceptable
  - Eau de qualité passable
  - Eau non potable
- Fer - Concentration (mg/L)**
- ≤ 0.3
  - > 0.3
- Réseau hydrographique**
- Étendue d'eau
  - Cours d'eau
- Réseau routier**
- Autoroute
  - Route
- Limites administratives**
- Frontière - Internationale
  - Région
  - Municipalité régionale de comté
- Autres symboles**
- Zone d'étude
  - Lieu habité
  - Limite approximative de la zone d'eau saumâtre

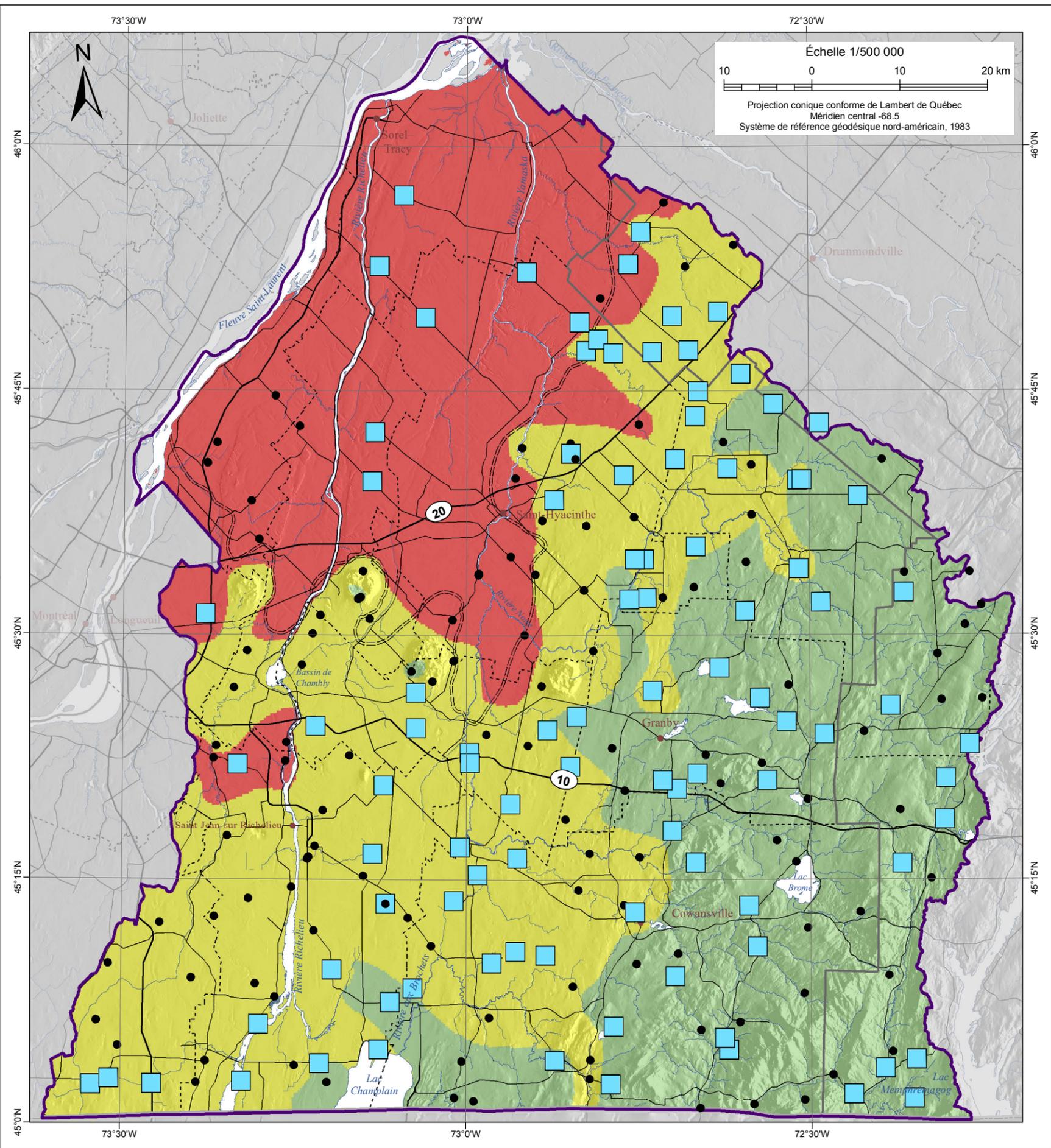


#### Description du livrabable PACES no. 25D - QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES ESTHÉTIQUES) – Fer

Le livrabable PACES no. 24 porte sur la qualité de l'eau en lien avec les critères de potabilité tandis que le livrabable PACES no. 25 compare la qualité de l'eau avec des objectifs esthétiques. La consommation d'une eau dont la concentration d'un composé chimique dépasse les objectifs esthétiques peut entraîner des désagréments (goût, odeur, couleur) mais n'a pas d'incidence sur la santé.

Le texte explicatif du livrabable PACES no. 24 décrit le programme d'échantillonnage de puits et d'analyses chimiques réalisé en Montérégie Est. La comparaison des résultats analytiques avec les objectifs d'ordre esthétiques considérés a permis d'observer des dépassements pour les 9 paramètres suivants : le pH, les chlorures (Cl), le sodium (Na), les sulfates (SO<sub>4</sub>), la dureté, les sulfures, les matières dissoutes totales (MDT), le manganèse (Mn) et le fer (Fe). Des dépassements pour certains paramètres esthétiques sont rencontrés sur presque toute la zone d'étude, particulièrement pour le manganèse (Mn) et, dans une moindre mesure, le fer (Fe). Les dépassements pour la matière dissoute totale (MDT) sont très fréquents dans la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres), alors que les dépassements pour la dureté sont fréquents à la fois pour la Plate-forme du Saint-Laurent et la zone externe des Appalaches (Piedmont). Les dépassements pour les sulfures sont moins fréquents mais présents dans une grande partie de la région. Enfin, les dépassements pour les chlorures (Cl), le sodium (Na) et les sulfates (SO<sub>4</sub>) sont présents surtout à l'intérieur et au pourtour de la zone d'eau saumâtre.

QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES ESTHÉTIQUES) – Manganèse  
 (Livrable PACES no. 25E)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
 QUÉBEC



**Légende**

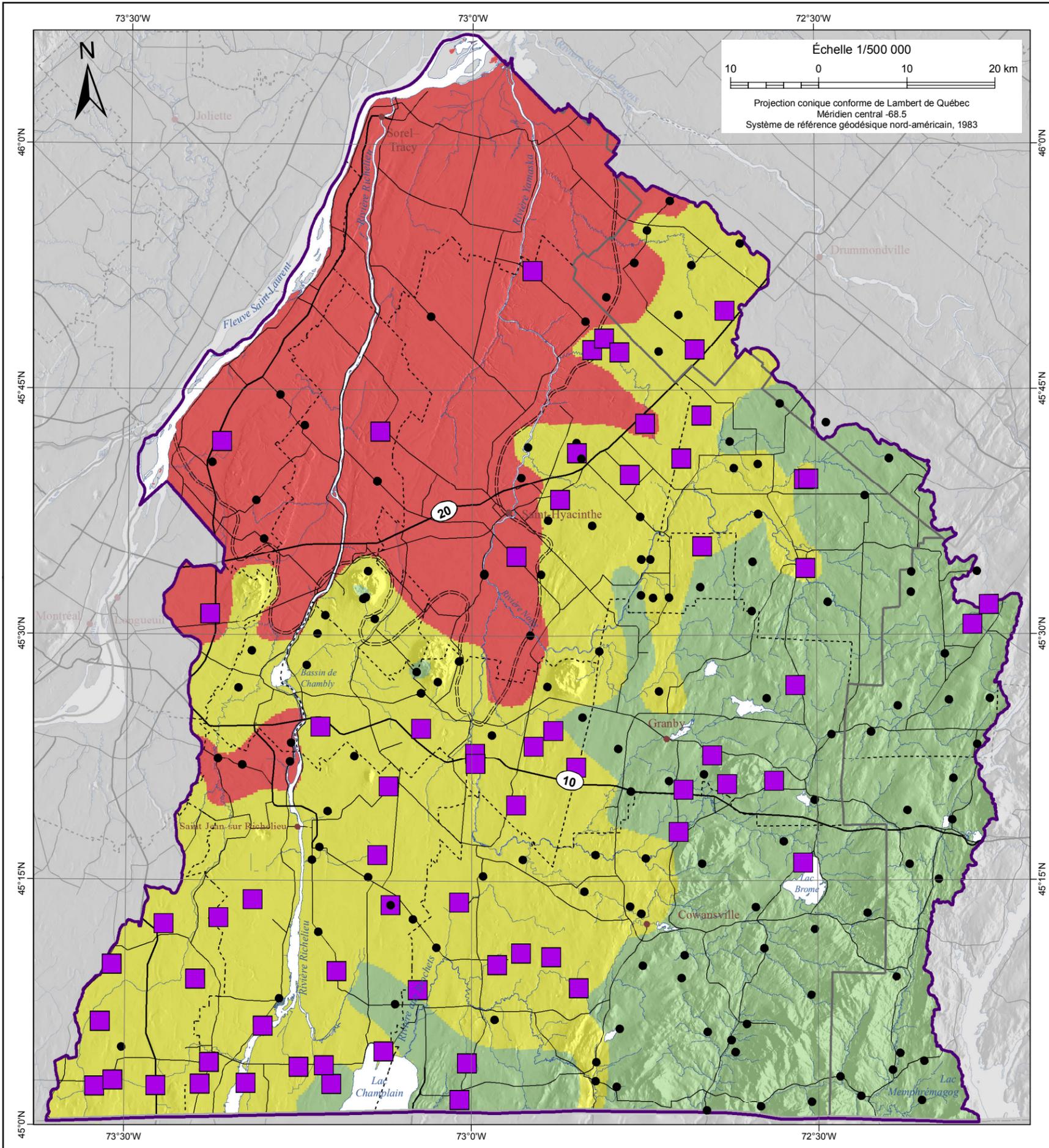
- Qualité relative de l'eau souterraine**
- Eau de qualité acceptable
  - Eau de qualité passable
  - Eau non potable
- Manganèse - Concentration (mg/L)**
- ≤ 0.05
  - > 0.05
- Réseau hydrographique**
- Étendue d'eau
  - Cours d'eau
- Réseau routier**
- Autoroute
  - Route
- Limites administratives**
- Frontière - Internationale
  - Région
  - Municipalité régionale de comté
- Autres symboles**
- Zone d'étude
  - Lieu habité
  - Limite approximative de la zone d'eau saumâtre

**Description du livrable PACES no. 25E - QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES ESTHÉTIQUES) – Manganèse**

Le livrable PACES no. 24 porte sur la qualité de l'eau en lien avec les critères de potabilité tandis que le livrable PACES no. 25 compare la qualité de l'eau avec des objectifs esthétiques. La consommation d'une eau dont la concentration d'un composé chimique dépasse les objectifs esthétiques peut entraîner des désagréments (goût, odeur, couleur) mais n'a pas d'incidence sur la santé.

Le texte explicatif du livrable PACES no. 24 décrit le programme d'échantillonnage de puits et d'analyses chimiques réalisé en Montérégie Est. La comparaison des résultats analytiques avec les objectifs d'ordre esthétiques considérés a permis d'observer des dépassements pour les 9 paramètres suivants : le pH, les chlorures (Cl), le sodium (Na), les sulfates (SO<sub>4</sub>), la dureté, les sulfures, les matières dissoutes totales (MDT), le manganèse (Mn) et le fer (Fe). Des dépassements pour certains paramètres esthétiques sont rencontrés sur presque toute la zone d'étude, particulièrement pour le manganèse (Mn) et, dans une moindre mesure, le fer (Fe). Les dépassements pour la matière dissoute totale (MDT) sont très fréquents dans la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres), alors que les dépassements pour la dureté sont fréquents à la fois pour la Plate-forme du Saint-Laurent et la zone externe des Appalaches (Piedmont). Les dépassements pour les sulfures sont moins fréquents mais présents dans une grande partie de la région. Enfin, les dépassements pour les chlorures (Cl), le sodium (Na) et les sulfates (SO<sub>4</sub>) sont présents surtout à l'intérieur et au pourtour de la zone d'eau saumâtre.

QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES ESTHÉTIQUES) – Dureté  
(Livrable PACES no. 25F)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC



**Légende**

**Qualité relative de l'eau souterraine**

- Eau de qualité acceptable
- Eau de qualité passable
- Eau non potable

- Limite approximative de la zone d'eau saumâtre

**Dureté - Concentration (mg/L)**

- ≤ 200
- > 200

- Zone d'étude

- Lieu habité

**Réseau hydrographique**

- Étendue d'eau
- Cours d'eau

**Réseau routier**

- Autoroute
- Route

**Limites administratives**

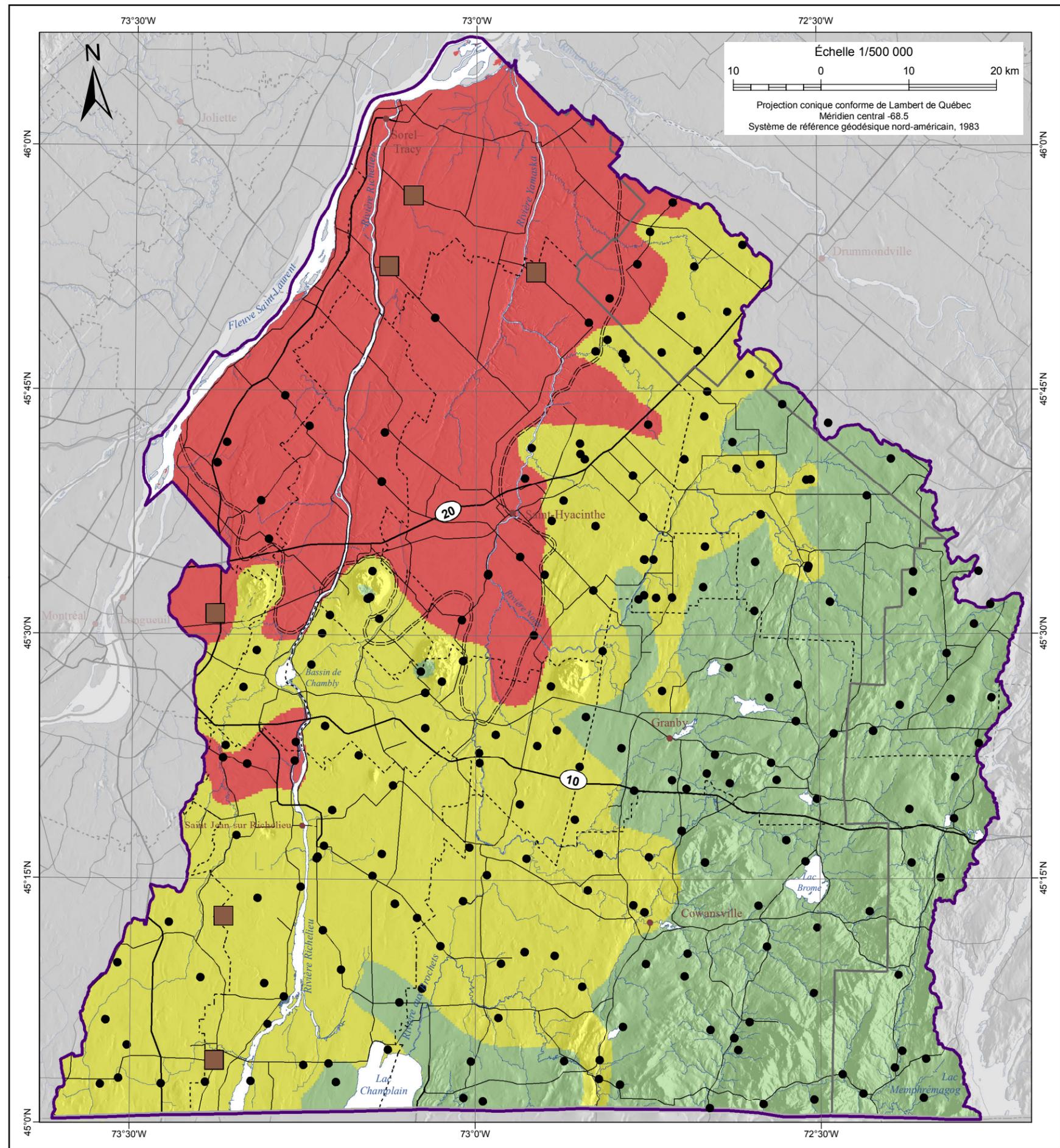
- Frontière - Internationale
- Région
- Municipalité régionale de comté

**Description du livrable PACES no. 25F - QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES ESTHÉTIQUES) – Dureté**

Le livrable PACES no. 24 porte sur la qualité de l'eau en lien avec les critères de potabilité tandis que le livrable PACES no. 25 compare la qualité de l'eau avec des objectifs esthétiques. La consommation d'une eau dont la concentration d'un composé chimique dépasse les objectifs esthétiques peut entraîner des désagréments (goût, odeur, couleur) mais n'a pas d'incidence sur la santé.

Le texte explicatif du livrable PACES no. 24 décrit le programme d'échantillonnage de puits et d'analyses chimiques réalisé en Montérégie Est. La comparaison des résultats analytiques avec les objectifs d'ordre esthétiques considérés a permis d'observer des dépassements pour les 9 paramètres suivants : le pH, les chlorures (Cl), le sodium (Na), les sulfates (SO<sub>4</sub>), la dureté, les sulfures, les matières dissoutes totales (MDT), le manganèse (Mn) et le fer (Fe). Des dépassements pour certains paramètres esthétiques sont rencontrés sur presque toute la zone d'étude, particulièrement pour le manganèse (Mn) et, dans une moindre mesure, le fer (Fe). Les dépassements pour la matière dissoute totale (MDT) sont très fréquents dans la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres), alors que les dépassements pour la dureté sont fréquents à la fois pour la Plate-forme du Saint-Laurent et la zone externe des Appalaches (Piedmont). Les dépassements pour les sulfures sont moins fréquents mais présents dans une grande partie de la région. Enfin, les dépassements pour les chlorures (Cl), le sodium (Na) et les sulfates (SO<sub>4</sub>) sont présents surtout à l'intérieur et au pourtour de la zone d'eau saumâtre.

QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES ESTHÉTIQUES) – Sulfate  
 (Livrable PACES no. 25G)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
 QUÉBEC



**Légende**

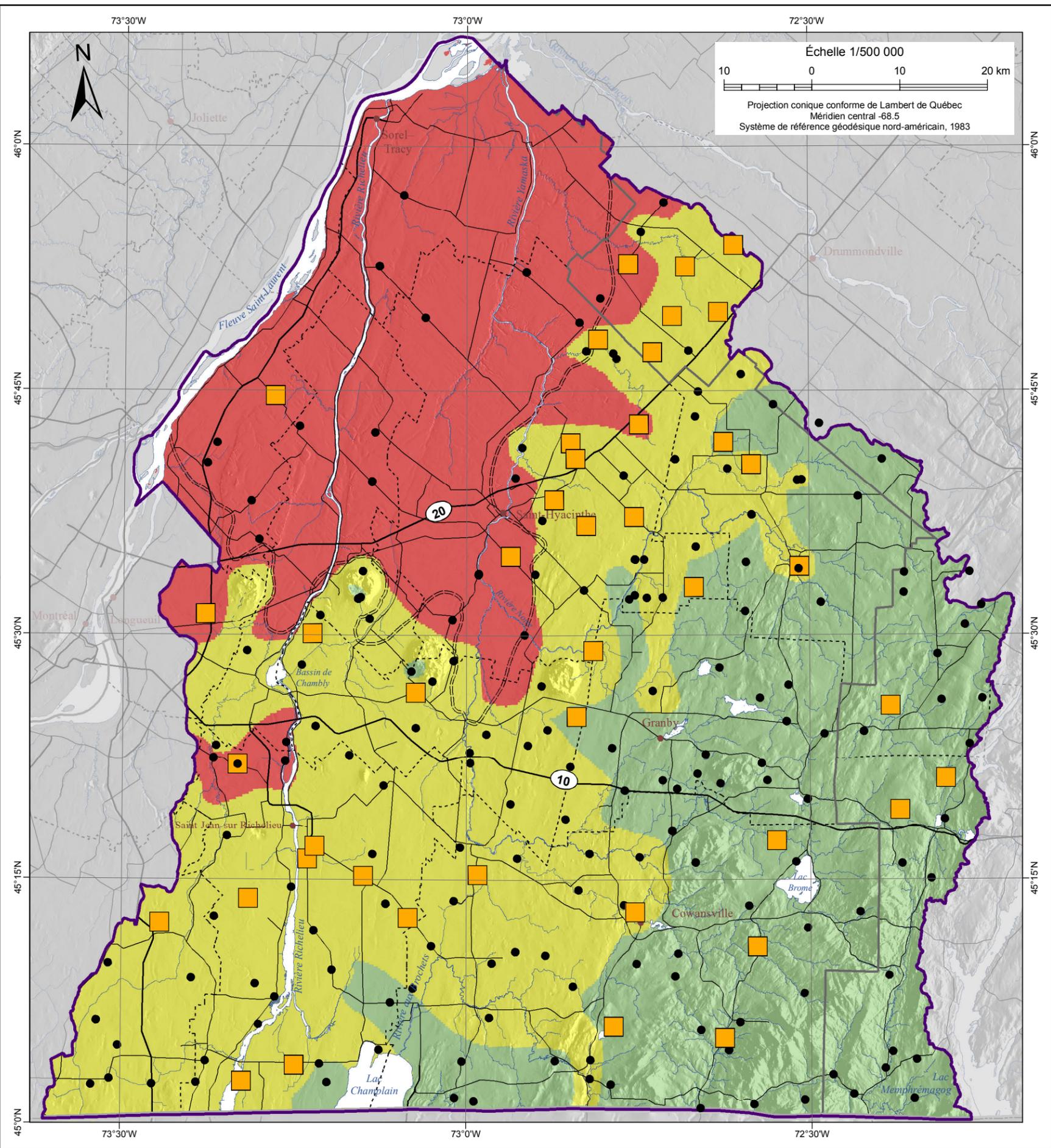
- Qualité relative de l'eau souterraine**
- Eau de qualité acceptable
  - Eau de qualité passable
  - Eau non potable
- Sulfate - Concentration (mg/L)**
- ≤ 500
  - > 500
- Zone d'étude**
- Zone d'étude
- Lieu habité**
- Lieu habité
- Réseau hydrographique**
- Étendue d'eau
  - Cours d'eau
- Réseau routier**
- Autoroute
  - Route
- Limites administratives**
- Frontière - Internationale
  - Région
  - Municipalité régionale de comté

**Description du livrable PACES no. 25G - QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES ESTHÉTIQUES) – Sulfate**

Le livrable PACES no. 24 porte sur la qualité de l'eau en lien avec les critères de potabilité tandis que le livrable PACES no. 25 compare la qualité de l'eau avec des objectifs esthétiques. La consommation d'une eau dont la concentration d'un composé chimique dépasse les objectifs esthétiques peut entraîner des désagréments (goût, odeur, couleur) mais n'a pas d'incidence sur la santé.

Le texte explicatif du livrable PACES no. 24 décrit le programme d'échantillonnage de puits et d'analyses chimiques réalisé en Montérégie Est. La comparaison des résultats analytiques avec les objectifs d'ordre esthétiques considérés a permis d'observer des dépassements pour les 9 paramètres suivants : le pH, les chlorures (Cl), le sodium (Na), les sulfates (SO<sub>4</sub>), la dureté, les sulfures, les matières dissoutes totales (MDT), le manganèse (Mn) et le fer (Fe). Des dépassements pour certains paramètres esthétiques sont rencontrés sur presque toute la zone d'étude, particulièrement pour le manganèse (Mn) et, dans une moindre mesure, le fer (Fe). Les dépassements pour la matière dissoute totale (MDT) sont très fréquents dans la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres), alors que les dépassements pour la dureté sont fréquents à la fois pour la Plate-forme du Saint-Laurent et la zone externe des Appalaches (Piedmont). Les dépassements pour les sulfures sont moins fréquents mais présents dans une grande partie de la région. Enfin, les dépassements pour les chlorures (Cl), le sodium (Na) et les sulfates (SO<sub>4</sub>) sont présents surtout à l'intérieur et au pourtour de la zone d'eau saumâtre.

# QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES ESTHÉTIQUES) – Sulfure (Livrabable PACES no. 25H) MONTÉRÉGIE EST QUÉBEC



### Légende

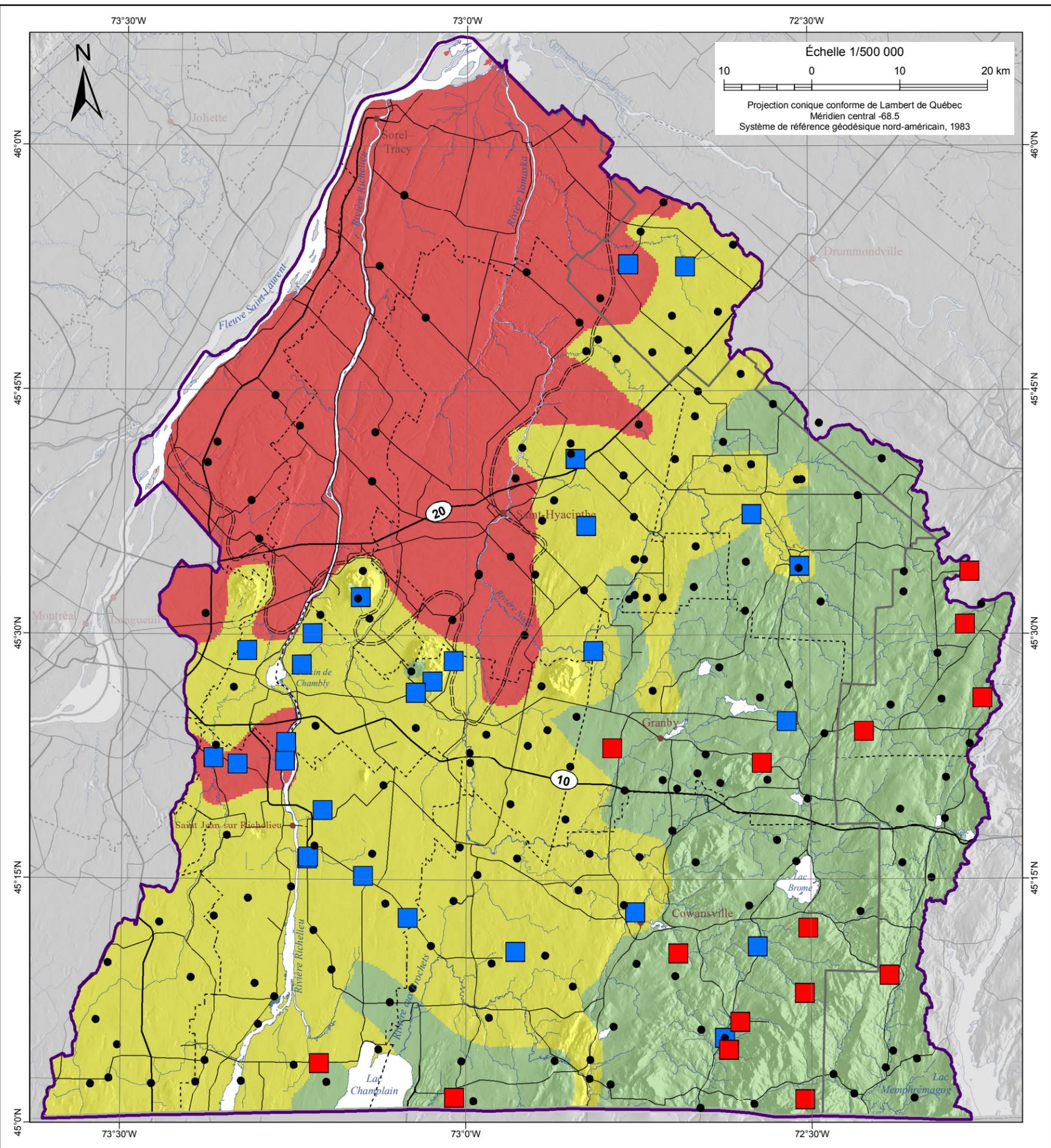
- Qualité relative de l'eau souterraine**
  - Eau de qualité acceptable
  - Eau de qualité passable
  - Eau non potable
- Sulfure - Concentration (mg/L)**
  - ≤ 0.05
  - > 0.05
- Zone d'étude**
  - Zone d'étude
- Lieu habité**
  - Lieu habité
- Réseau hydrographique**
  - Étendue d'eau
  - Cours d'eau
- Réseau routier**
  - Autoroute
  - Route
- Limites administratives**
  - Frontière - Internationale
  - Région
  - Municipalité régionale de comté
- Limite approximative de la zone d'eau saumâtre**
  - Limite approximative de la zone d'eau saumâtre

### Description du livrabable PACES no. 25H - QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES ESTHÉTIQUES) – Sulfure

Le livrabable PACES no. 24 porte sur la qualité de l'eau en lien avec les critères de potabilité tandis que le livrabable PACES no. 25 compare la qualité de l'eau avec des objectifs esthétiques. La consommation d'une eau dont la concentration d'un composé chimique dépasse les objectifs esthétiques peut entraîner des désagréments (goût, odeur, couleur) mais n'a pas d'incidence sur la santé.

Le texte explicatif du livrabable PACES no. 24 décrit le programme d'échantillonnage de puits et d'analyses chimiques réalisé en Montérégie Est. La comparaison des résultats analytiques avec les objectifs d'ordre esthétiques considérés a permis d'observer des dépassements pour les 9 paramètres suivants : le pH, les chlorures (Cl), le sodium (Na), les sulfates (SO<sub>4</sub>), la dureté, les sulfures, les matières dissoutes totales (MDT), le manganèse (Mn) et le fer (Fe). Des dépassements pour certains paramètres esthétiques sont rencontrés sur presque toute la zone d'étude, particulièrement pour le manganèse (Mn) et, dans une moindre mesure, le fer (Fe). Les dépassements pour la matière dissoute totale (MDT) sont très fréquents dans la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres), alors que les dépassements pour la dureté sont fréquents à la fois pour la Plate-forme du Saint-Laurent et la zone externe des Appalaches (Piedmont). Les dépassements pour les sulfures sont moins fréquents mais présents dans une grande partie de la région. Enfin, les dépassements pour les chlorures (Cl), le sodium (Na) et les sulfates (SO<sub>4</sub>) sont présents surtout à l'intérieur et au pourtour de la zone d'eau saumâtre.

QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES ESTHÉTIQUES) – pH  
 (Livrable PACES no. 25I)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
 QUÉBEC



**Légende**

- Qualité relative de l'eau souterraine**
- Eau de qualité acceptable
  - Eau de qualité passable
  - Eau non potable
- pH - Valeur (-)**
- < 6.5
  - 6.5 - 8.5
  - > 8.5
- Réseau hydrographique**
- Étendue d'eau
  - Cours d'eau
- Réseau routier**
- Autoroute
  - Route
- Limites administratives**
- Frontière - Internationale
  - Région
  - Municipalité régionale de comté
- Autres symboles**
- Zone d'étude
  - Lieu habité
  - Limite approximative de la zone d'eau saumâtre

**Description du livrable PACES no. 25I - QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE (CRITÈRES ESTHÉTIQUES) – pH**

Le livrable PACES no. 24 porte sur la qualité de l'eau en lien avec les critères de potabilité tandis que le livrable PACES no. 25 compare la qualité de l'eau avec des objectifs esthétiques. La consommation d'une eau dont la concentration d'un composé chimique dépasse les objectifs esthétiques peut entraîner des désagréments (goût, odeur, couleur) mais n'a pas d'incidence sur la santé.

Le texte explicatif du livrable PACES no. 24 décrit le programme d'échantillonnage de puits et d'analyses chimiques réalisé en Montérégie Est. La comparaison des résultats analytiques avec les objectifs d'ordre esthétiques considérés a permis d'observer des dépassements pour les 9 paramètres suivants : le pH, les chlorures (Cl), le sodium (Na), les sulfates (SO<sub>4</sub>), la dureté, les sulfures, les matières dissoutes totales (MDT), le manganèse (Mn) et le fer (Fe). Des dépassements pour certains paramètres esthétiques sont rencontrés sur presque toute la zone d'étude, particulièrement pour le manganèse (Mn) et, dans une moindre mesure, le fer (Fe). Les dépassements pour la matière dissoute totale (MDT) sont très fréquents dans la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres), alors que les dépassements pour la dureté sont fréquents à la fois pour la Plate-forme du Saint-Laurent et la zone externe des Appalaches (Piedmont). Les dépassements pour les sulfures sont moins fréquents mais présents dans une grande partie de la région. Enfin, les dépassements pour les chlorures (Cl), le sodium (Na) et les sulfates (SO<sub>4</sub>) sont présents surtout à l'intérieur et au pourtour de la zone d'eau saumâtre.

UTILISATION DE L'EAU – APPROVISIONNEMENT  
(Livrabable PACES no. 26A)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC

**Légende**

**Captage municipal**

- Captage municipal (aquifère granulaire)
- ◆ Captage municipal (aquifère de roc fracturé)

**Provenance de l'eau des réseaux**

- Aucun réseau
- Réseau (eau de surface)
- Réseau (eau souterraine)
- ▨ Réseau (mixte)

□ Zone d'étude

● Lieu habité

**Réseau routier**

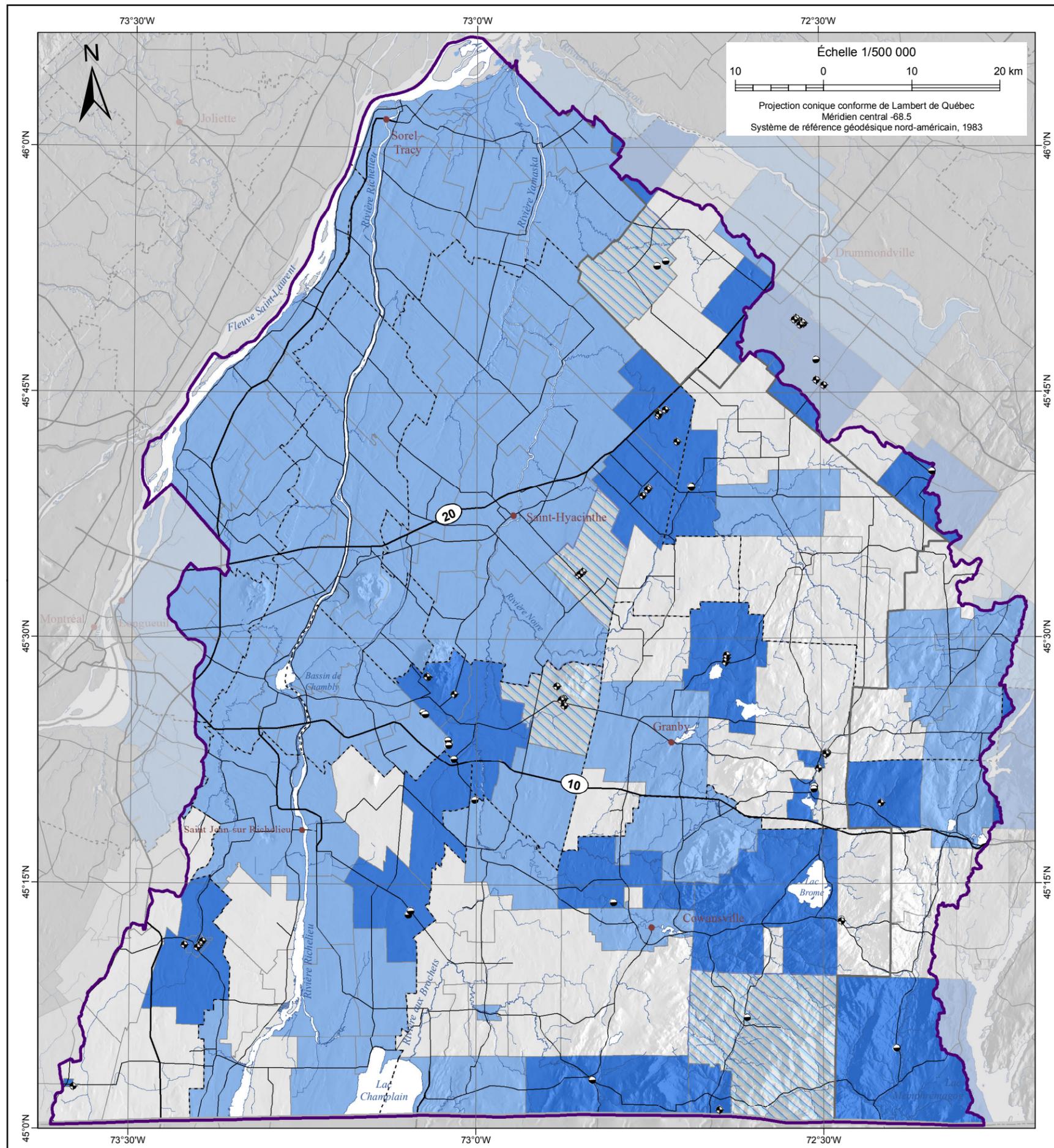
- Autoroute
- Route

**Réseau hydrographique**

- Étendue d'eau
- Cours d'eau

**Limites administratives**

- Frontière - Internationale
- Région
- Municipalité régionale de comté

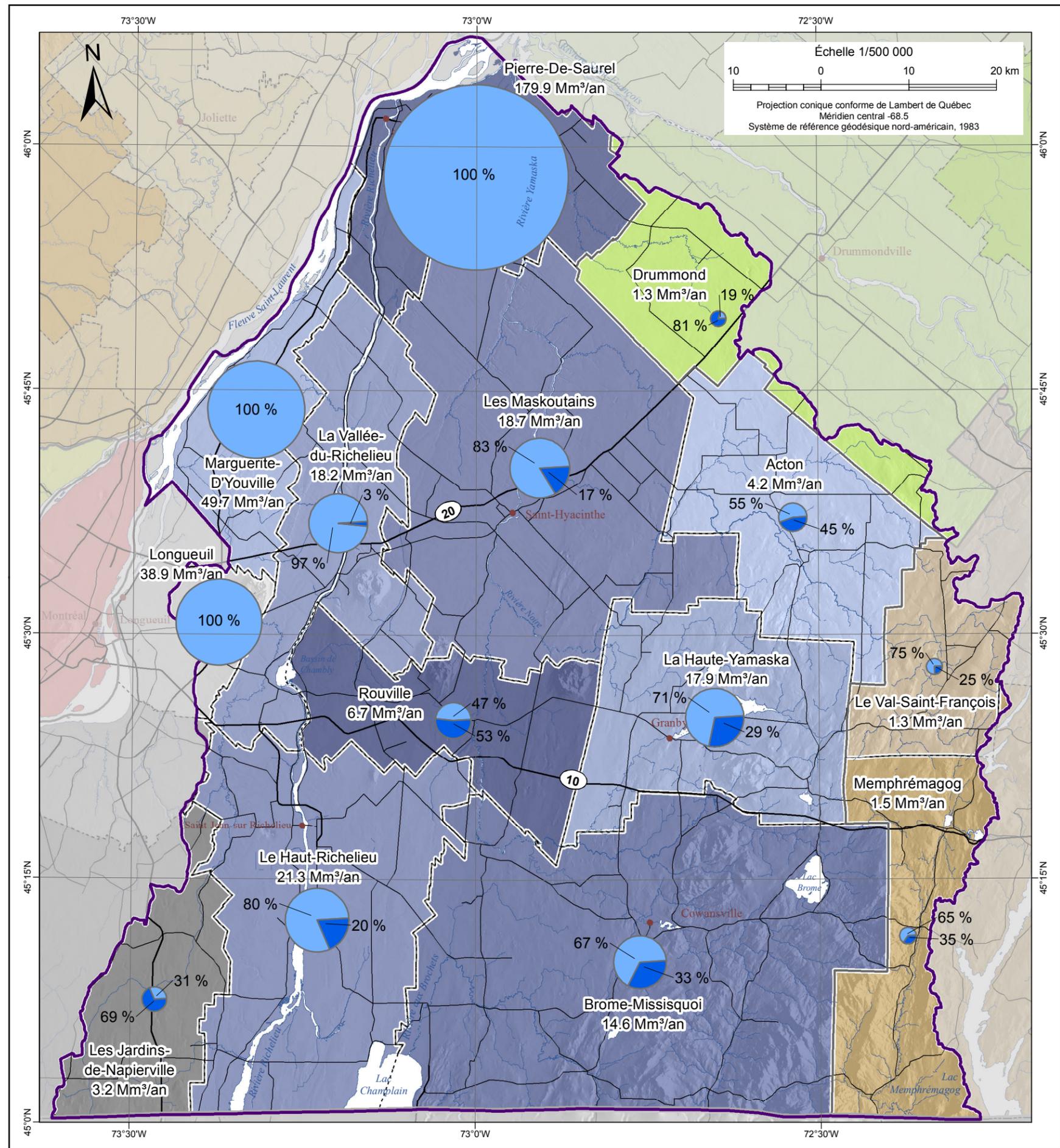


**Description du livrabable PACES no. 26A - UTILISATION DE L'EAU – APPROVISIONNEMENT**

Les besoins en eau pour différents usages peuvent être comblés par différentes sources d'approvisionnement, selon la disponibilité et la qualité de la ressource en eau. De façon générale, les utilisateurs s'alimentent en eau de surface ou en eau souterraine par l'intermédiaire des systèmes publics (par exemple des aqueducs) ou de systèmes privés comme des puits au roc. Au Québec, les données sur l'utilisation de l'eau et les sources d'approvisionnement proviennent soit d'organismes publics (ministères provinciaux, municipalités, MRC, régies inter-municipales, etc.) ou d'entreprises privées.

Cette carte présente la source d'approvisionnement des réseaux d'aqueduc par municipalité pour la Montérégie Est. Des collines Montérégiennes jusqu'à Sorel, toute la partie nord-ouest de la région d'étude est desservie par des réseaux approvisionnés par de l'eau de surface à cause d'une grande zone d'eau souterraine saumâtre non potable de 2 200 km<sup>2</sup>. Dans la partie sud de la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres), l'approvisionnement des réseaux municipaux provient aussi de l'eau de surface pour la plupart des municipalités situées le long de la rivière Richelieu. D'autres réseaux municipaux dans les Appalaches sont desservis par de l'eau de surface ou une combinaison d'eau de surface et d'eau souterraine. Cette carte présente également la localisation des puits municipaux et le type d'aquifère capté par ces puits, le roc fracturé ou les dépôts meubles.

UTILISATION TOTALE D'EAU PAR MRC  
(Livrabable PACES no. 26B)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC



**Légende**

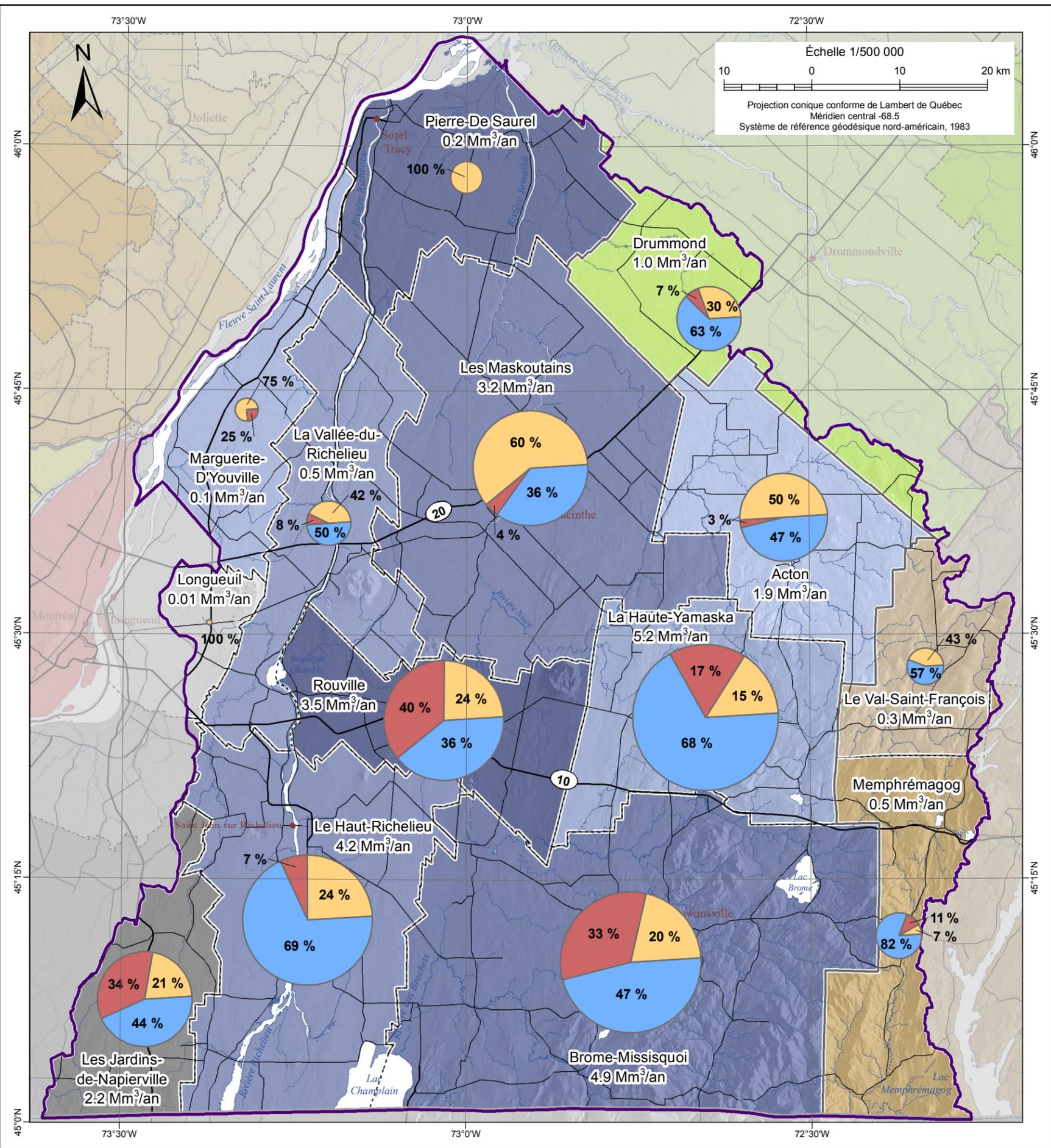
- Utilisation totale d'eau par MRC**
  - Utilisation de l'eau de surface
  - Utilisation de l'eau souterraine
- Zone d'étude
- Lieu habité
- Réseau routier**
  - Autoroute
  - Route
- Réseau hydrographique**
  - Étendue d'eau
  - Cours d'eau
- Limites administratives**
  - Frontière - Internationale
  - Région
  - Municipalité régionale de comté

**Description du livrabable PACES no. 26B - UTILISATION TOTALE D'EAU PAR MRC**

Les besoins en eau pour différents usages peuvent être comblés par différentes sources d'approvisionnement, selon la disponibilité et la qualité de la ressource en eau. De façon générale, les utilisateurs s'alimentent en eau de surface ou en eau souterraine par l'intermédiaire des systèmes publics (par exemple des aqueducs) ou de systèmes privés comme des puits au roc. Au Québec, les données sur l'utilisation de l'eau et les sources d'approvisionnement proviennent soit d'organismes publics (ministères provinciaux, municipalités, MRC, régies inter-municipales, etc.) ou d'entreprises privées.

Bien que l'information ait été regroupée par municipalité en Montérégie Est, cette carte présente l'utilisation totale d'eau par MRC et la source d'approvisionnement pour cette utilisation totale, soit l'eau de surface ou souterraine. Une proportion importante de la consommation totale provient de l'eau souterraine dans les MRC d'Acton et de Rouville ainsi que pour les portions des MRC de Drummond, des Jardins-de-Napierville et de Memphrémagog faisant partie de la région d'étude.

## UTILISATION DE L'EAU SOUTERRAINE PAR MRC (Livrable PACES no. 26C) **MONTÉRÉGIE EST** QUÉBEC



### Légende

- Utilisation de l'eau souterraine par MRC**
  - Utilisation à des fins agricoles
  - Utilisation à des fins industrielles (ICI)
  - Utilisation à des fins résidentielles
- Zone d'étude**
  - Zone d'étude
- Lieu habité**
  - Lieu habité
- Réseau routier**
  - Autoroute
  - Route
- Réseau hydrographique**
  - Étendue d'eau
  - Cours d'eau
- Limites administratives**
  - Frontière - Internationale
  - Région
  - Municipalité régionale de comté

### Description du livrable PACES no. 26C - UTILISATION DE L'EAU SOUTERRAINE PAR MRC

Les besoins en eau pour différents usages peuvent être comblés par différentes sources d'approvisionnement, selon la disponibilité et la qualité de la ressource en eau. De façon générale, les utilisateurs s'alimentent en eau de surface ou en eau souterraine par l'intermédiaire des systèmes publics (par exemple des aqueducs) ou de systèmes privés comme des puits au roc. Au Québec, les données sur l'utilisation de l'eau et les sources d'approvisionnement proviennent soit d'organismes publics (ministères provinciaux, municipalités, MRC, régies inter-municipales, etc.) ou d'entreprises privées.

Bien que l'information ait été regroupée par municipalité en Montérégie Est, cette carte présente l'utilisation d'eau souterraine par MRC en distinguant trois catégories d'utilisateurs de l'eau : résidentiel, agricole et industriel/commercial/institutionnel (ICI). Les MRC avec les plus fortes consommations d'eau souterraine sont les MRC Les Maskoutains, Acton, Rouville, La Haute-Yamaska, Le Haut-Richelieu, Les Jardins-de-Napierville et Brome-Missisquoi. Excluant la MRC Les Maskoutains, les MRC où une utilisation importante d'eau souterraine a été estimée sont situées dans des contextes hydrogéologiques où la vulnérabilité est relativement élevée.

ZONES POTENTIELLES DE RECHARGE ET DE RÉSURGENCE PRÉFÉRENTIELLES DE L'AQUIFÈRE RÉGIONAL DE ROC FRACTURÉ (Livrable PACES no. 28A)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
 QUÉBEC

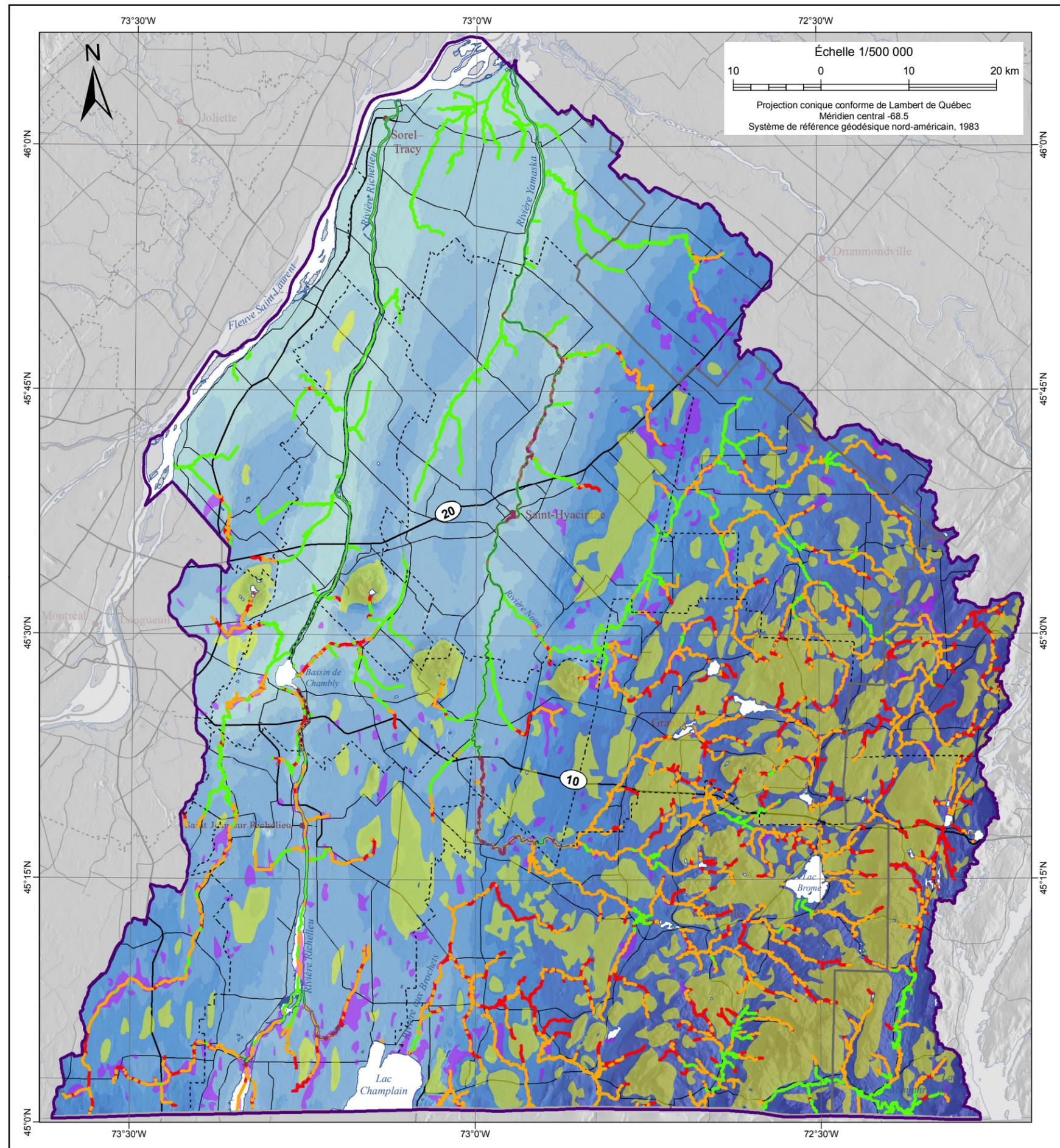
**Légende**

- Piézométrie**  
 (élévation en m p/r au niveau moyen de la mer)
- < 12.5 m
  - 12.5 - 25 m
  - 25 - 30 m
  - 30 - 42.5 m
  - 42.5 - 52.5 m
  - 52.5 - 67.5 m
  - 67.5 - 87.5 m
  - 87.5 - 120 m
  - 120 - 197.5 m
  - 197.5 - 325 m
  - 325 - 600 m
  - > 600 m
- Lien hydraulique potentiel**
- Lien direct
  - Lien direct discontinu ou lien indirect diffus
  - Lien indirect diffus ou lien inexistant
- Zone d'étude**
- Zone d'étude
- Lieu habité**
- Lieu habité
- Réseau routier**
- Autoroute
  - Route
- Réseau hydrographique**
- Étendue d'eau
  - Cours d'eau
- Limites administratives**
- Frontière - Internationale
  - Région
  - Municipalité régionale de comté

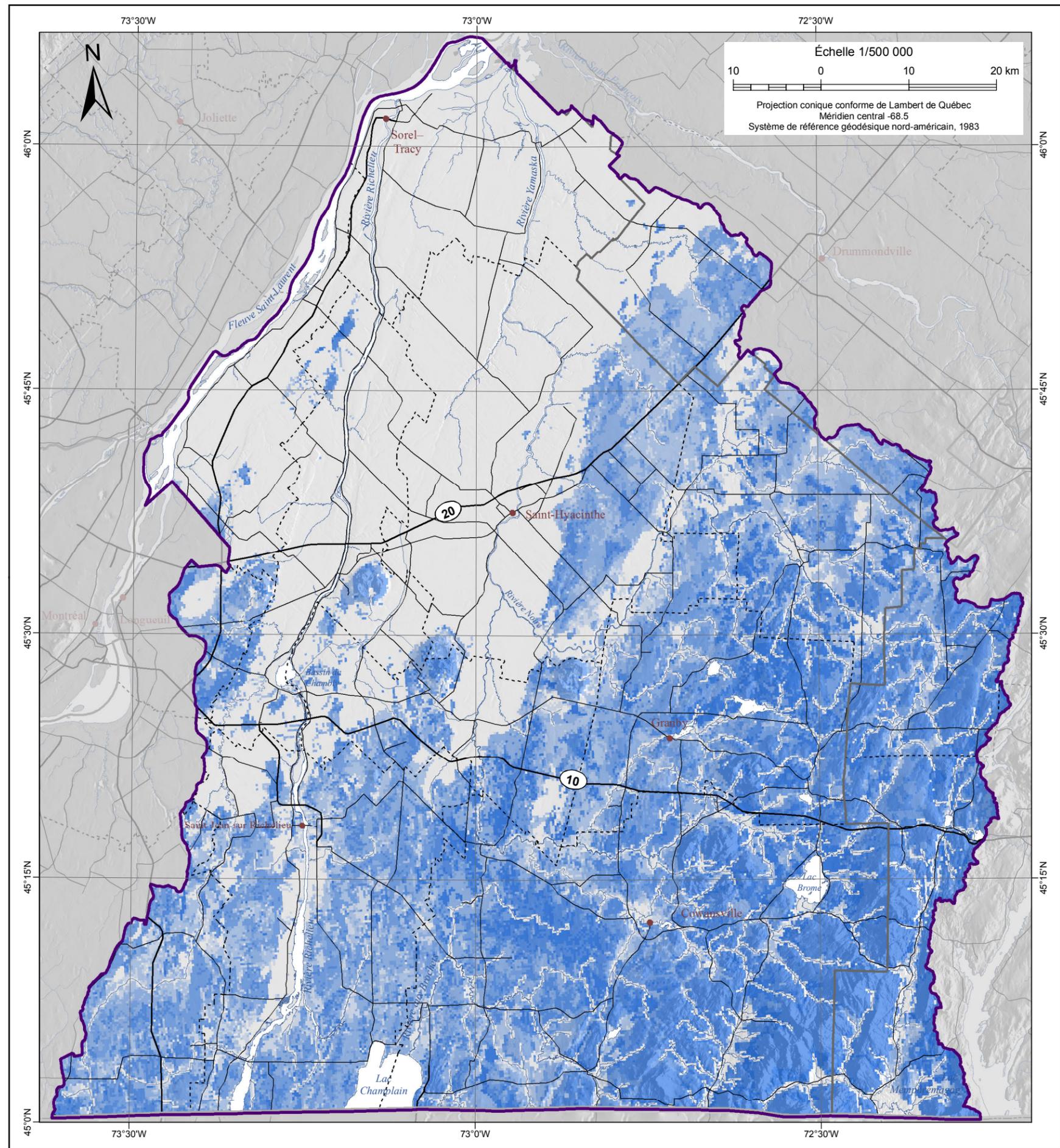
**Description du livrable PACES no. 28A - ZONES POTENTIELLES DE RECHARGE ET DE RÉSURGENCE PRÉFÉRENTIELLES DE L'AQUIFÈRE RÉGIONAL DE ROC FRACTURÉ**

L'évaluation de la recharge est nécessaire pour évaluer les ressources disponibles en eau souterraine, puisque les débits qui peuvent être exploités de façon durable dépendent grandement du renouvellement de l'eau souterraine, qui est la recharge. Cependant, la quantité d'eau qui s'infiltre pour recharger les aquifères est un des paramètres hydrogéologiques les plus difficiles à évaluer.

En Montérégie Est, les zones préférentielles de recharge et de résurgence, présentées sur la carte du livrable no. 28A avec la piézométrie (livrable no. 20) en arrière-plan, ont été définies selon deux types de critères: la présence ou absence de recharge significative selon des seuils arbitraires et la présence de dôme ou de dépression piézométrique hors des zones captives. Les zones de résurgence préférentielle sont souvent associées à la présence de cours d'eau ou de plans d'eau, mais certaines zones de résurgence ont aussi été identifiées à des endroits sans cours d'eau, ce qui pourrait représenter de la résurgence diffuse qui peut être indiquée, par endroits, par la présence de milieux humides ou de sols organiques. Les principales zones de résurgence préférentielle sont observées dans la partie sud de la Plate-forme du Saint-Laurent et dans la zone externe des Appalaches. Les zones de recharge préférentielle sont quant à elles surtout présentes dans les Appalaches (zones interne et externe) et les collines montérégiennes, mais aussi, dans une moindre mesure, dans la partie sud de la Plate-forme du Saint-Laurent, où de faibles hauts piézométriques sont observés par endroits. Cette carte montre également la nature du lien entre l'aquifère rocheux régional et les cours d'eau qui a été définie sur la base des conditions de confinement (livrable no. 17) et de l'épaisseur des sédiments argileux.



RECHARGE DISTRIBUÉE POUR L'AQUIFÈRE RÉGIONAL DE ROC FRACTURÉ  
(Livrabl PACES no. 28B)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC



Échelle 1/500 000  
10 0 10 20 km  
Projection conique conforme de Lambert de Québec  
Méridien central -68.5  
Système de référence géodésique nord-américain, 1983

**Légende**

- |  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>Recharge moyenne annuelle (mm/an)</b> | Zone d'étude                    |
| < 13.5                                   | Lieu habité                     |
| 13.5 - 25                                | <b>Réseau routier</b>           |
| 25 - 37.5                                | Autoroute                       |
| 37.5 - 145                               | Route                           |
| 145 - 205                                | <b>Réseau hydrographique</b>    |
| 205 - 265                                | Étendue d'eau                   |
| > 265                                    | Cours d'eau                     |
|  | <b>Limites administratives</b>  |
|  | Frontière - Internationale      |
|  | Région                          |
|  | Municipalité régionale de comté |

**Description du livrabl PACES no. 28B - RECHARGE DISTRIBUÉE POUR L'AQUIFÈRE RÉGIONAL DE ROC FRACTURÉ**

L'évaluation de la recharge est nécessaire pour évaluer les ressources disponibles en eau souterraine, puisque les débits qui peuvent être exploités de façon durable dépendent grandement du renouvellement de l'eau souterraine, qui est la recharge. Cependant, la quantité d'eau qui s'infiltre pour recharger les aquifères est un des paramètres hydrogéologiques les plus difficiles à évaluer.

En Montérégie Est, la recharge de l'aquifère régional de roc fracturé a été estimée à l'aide de différentes méthodes. La recharge distribuée présentée sur cette carte correspond à la recharge moyenne pour la période 1970-2010 et a été obtenue avec le logiciel HELP (Hydrological Evaluation of Landfill Performance). Ce logiciel intègre plusieurs données sur le climat, la végétation, l'occupation du territoire et sur les propriétés des sols, des dépôts et du roc. En plus d'estimer la recharge sur l'ensemble du territoire, HELP calcule aussi les autres paramètres du bilan hydrologique, soient l'évapotranspiration des végétaux, le ruissellement de l'eau à la surface du sol et en profondeur. Au niveau de la recharge, des valeurs très faibles ont été estimées pour la partie nord de la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres), surtout à cause de la présence de sédiments argileux épais et peu perméables recouvrant la majeure partie de ce contexte. La recharge est plus importante dans la zone interne des Appalaches et sur les collines Montérégiennes. La recharge est bonne mais plus modérée dans la zone externe des Appalaches (Piedmont) et dans la partie sud de la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres). Globalement, avec une recharge de l'ordre de 100 mm/an, le renouvellement de la ressource en eau souterraine est assez important en Montérégie Est, mais la répartition spatiale de cette recharge est très variable.

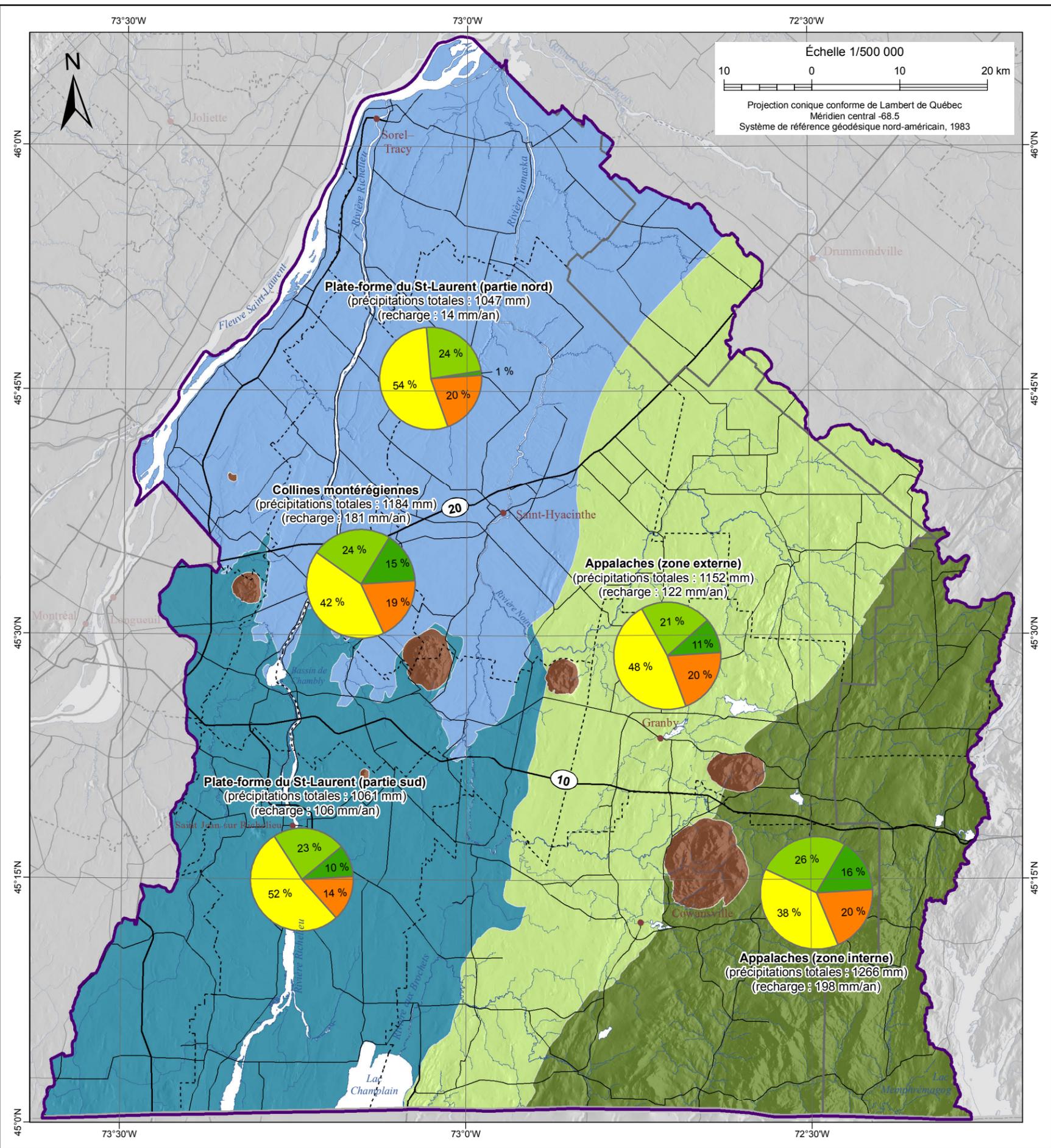
# CARTES COMPLÉMENTAIRES



BILAN HYDROGÉOLOGIQUE PAR CONTEXTE  
(Carte complémentaire no. 01)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC

Légende

- Précipitations**
- Recharge
  - Ruissellement
  - Évapotranspiration
  - Drainage
- Contextes hydrogéologiques**
- Appalaches (zone externe)
  - Appalaches (zone interne)
  - Plate-forme du St-Laurent (partie nord)
  - Plate-forme du St-Laurent (partie sud)
  - Collines montérégiennes
- Réseau routier**
- Autoroute
  - Route
- Réseau hydrographique**
- Étendue d'eau
  - Cours d'eau
- Limites administratives**
- Frontière - Internationale
  - Région
  - Municipalité régionale de comté
- Autres symboles**
- Zone d'étude
  - Lieu habité

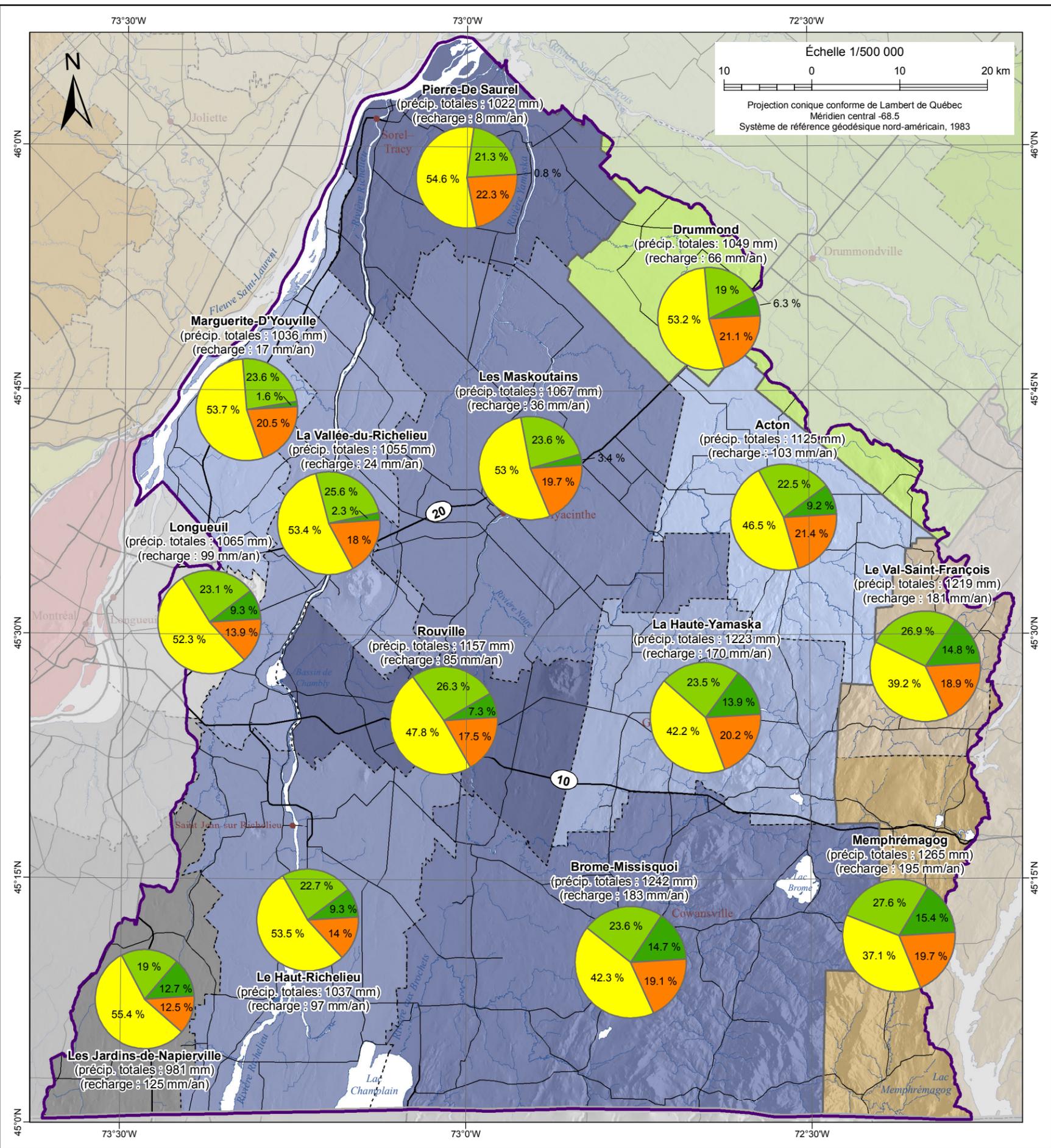


Description de la carte complémentaire no. 01 - BILAN HYDROGÉOLOGIQUE PAR CONTEXTE :

Un bilan hydrologique correspond à une évaluation des quantités d'eau contribuant aux différentes étapes du cycle de l'eau, soit les précipitations (sous forme de pluie ou de neige), l'évapotranspiration, le ruissellement de surface et l'infiltration, qui se distribue entre le ruissellement de sous-surface (ou drainage) et la recharge qui atteint la nappe.

En Montérégie Est, le bilan hydrologique a été estimé à l'aide du logiciel HELP, utilisé pour l'évaluation de la recharge (détails au livrable no. 28B). Pour l'ensemble de la région d'étude, le bilan hydrologique moyen, calculé pour la période 1970-2010, révèle des précipitations moyennes d'environ 1 120 mm/an, avec une évapotranspiration de 540 mm/an (48 %), un ruissellement de surface de 265 mm/an (24 %), un ruissellement de sous-surface de 210 mm/an (19 %) et une recharge de 100 mm/an (9 %). Pour chaque contexte hydrogéologique, ce bilan diffère légèrement de la moyenne régionale, particulièrement au niveau de l'évapotranspiration et de la recharge. Les parties nord et sud de la Plate-forme du Saint-Laurent présentent une évapotranspiration plus importante que les autres contextes, notamment en raison du relief peu accidenté et du climat. Toutefois, dans la partie nord, la recharge est beaucoup plus faible en raison de la présence significative de sédiments argileux. La zone interne des Appalaches, caractérisée par un relief plus accidenté et une faible couverture de sédiments, est le contexte avec la plus faible évapotranspiration, notamment en raison du ruissellement de surface et du taux de recharge plus importants que dans les autres contextes. Le bilan hydrologique associé au contexte des collines montérégiennes est très similaire à celui de la zone interne des Appalaches.

BILAN HYDROGÉOLOGIQUE PAR MRC  
(Carte complémentaire no. 02)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC



**Légende**

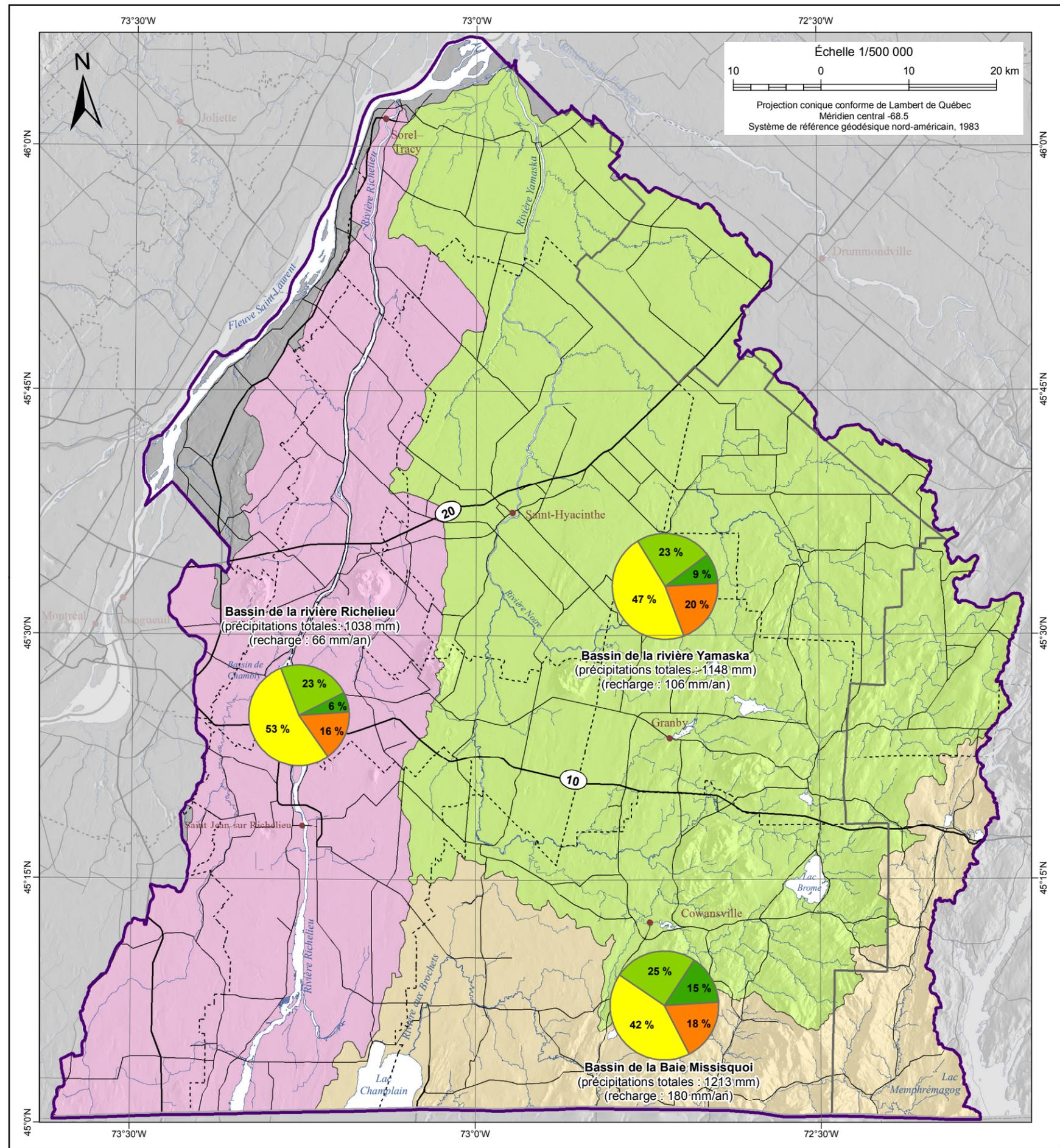
- Précipitations**
  - Recharge
  - Ruissellement
  - Evapotranspiration
  - Drainage
- Municipalité régionale de comté (MRC)**
  - Acton
- Zone d'étude**
  -
- Lieu habité**
  -
- Réseau routier**
  - Autoroute
  - Route
- Réseau hydrographique**
  - Étendue d'eau
  - Cours d'eau
- Limites administratives**
  - Frontière - Internationale
  - Région
  - Municipalité régionale de comté

**Description de la carte complémentaire no. 02 - BILAN HYDROGÉOLOGIQUE PAR MRC :**

Un bilan hydrologique correspond à une évaluation des quantités d'eau contribuant aux différentes étapes du cycle de l'eau, soit les précipitations (sous forme de pluie ou de neige), l'évapotranspiration, le ruissellement de surface et l'infiltration, qui se distribue entre le ruissellement de sous-surface (ou drainage) et la recharge qui atteint la nappe.

En Montérégie Est, le bilan hydrologique a été estimé à l'aide du logiciel HELP, utilisé pour l'évaluation de la recharge (détails au livrable no. 28B). Pour l'ensemble de la région d'étude, le bilan hydrologique moyen, calculé pour la période 1970-2010, révèle des précipitations moyennes d'environ 1 120 mm/an, avec une évapotranspiration de 540 mm/an (48 %), un ruissellement de surface de 265 mm/an (24 %), un ruissellement de sous-surface de 210 mm/an (19 %) et une recharge de 100 mm/an (9 %). Les bilans hydrologiques rapportés par MRC illustrent les tendances régionales, soit une diminution de la recharge pour les MRC au nord-ouest, notamment en raison de l'augmentation de l'épaisseur des sédiments argileux, et une diminution de l'évapotranspiration pour les MRC au sud-est, notamment en raison du relief plus accidenté et des températures moyennes plus faibles. On observe également une augmentation significative du ruissellement de surface pour les MRC situées dans la zone interne des Appalaches. A noter que les valeurs présentées pour les MRC en périphérie du territoire à l'étude ne sont représentatives que pour les zones incluses dans le territoire à l'étude.

BILAN HYDROGÉOLOGIQUE PAR BASSIN  
(Carte complémentaire no. 03)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC



**Légende**

- Précipitations**
  - Recharge
  - Ruissellement
  - Évapotranspiration
  - Drainage
- Nom des bassins**
  - Baie Missisquoi
  - Rivière Richelieu
  - Rivière Yamaska
- Zone d'étude**
  - Zone d'étude
- Lieu habité**
  - Lieu habité
- Réseau routier**
  - Autoroute
  - Route
- Réseau hydrographique**
  - Étendue d'eau
  - Cours d'eau
- Limites administratives**
  - Frontière - Internationale
  - Région
  - Municipalité régionale de comté

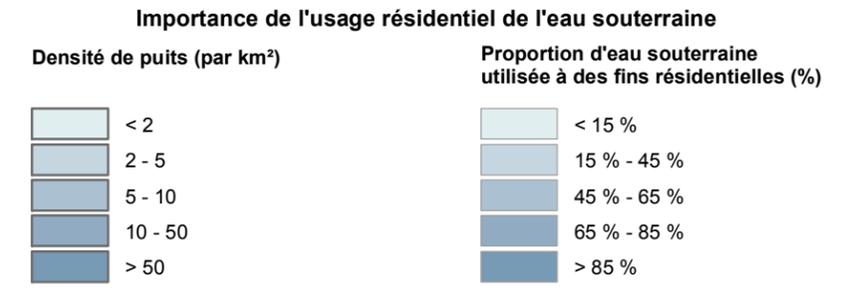
**Description de la carte complémentaire no. 03 - BILAN HYDROGÉOLOGIQUE PAR BASSIN :**

Un bilan hydrologique correspond à une évaluation des quantités d'eau contribuant aux différentes étapes du cycle de l'eau, soit les précipitations (sous forme de pluie ou de neige), l'évapotranspiration, le ruissellement de surface et l'infiltration, qui se distribue entre le ruissellement de sous-surface (ou drainage) et la recharge qui atteint la nappe.

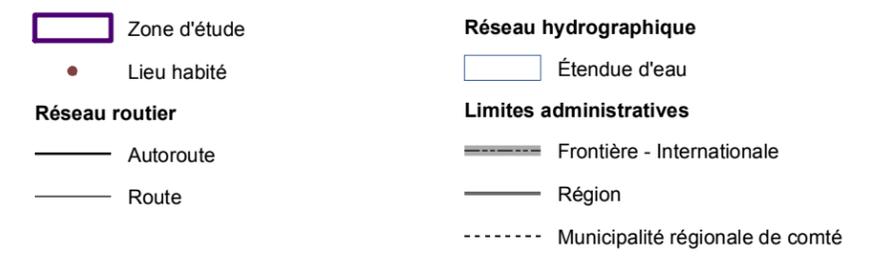
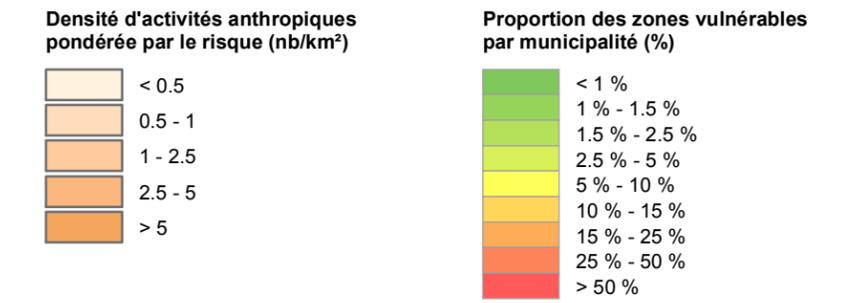
En Montérégie Est, le bilan hydrologique a été estimé à l'aide du logiciel HELP, utilisé pour l'évaluation de la recharge (détails au livrable no. 28B). Pour l'ensemble de la région d'étude, le bilan hydrologique moyen, calculé pour la période 1970-2010, révèle des précipitations moyennes d'environ 1 120 mm/an, avec une évapotranspiration de 540 mm/an (48 %), un ruissellement de surface de 265 mm/an (24 %), un ruissellement de sous-surface de 210 mm/an (19 %) et une recharge de 100 mm/an (9 %). Les bilans hydrologiques calculés pour les principaux bassins de la zone d'étude s'éloignent légèrement de la moyenne régionale. Le bassin de la rivière Richelieu est caractérisé par une recharge plus faible et une évapotranspiration plus élevée que la moyenne régionale, notamment en raison des faibles pentes observées et de la présence d'une épaisseur significative de sédiments argileux. Dans le bassin de la rivière Yamaska, l'évapotranspiration est plus faible, notamment en raison des températures moyennes plus faibles. La recharge et le ruissellement de sous-surface y sont également plus élevés, surtout à cause de la couverture plus mince de dépôts dans sa partie sud-est. Quant au bassin de la baie Missisquoi, il est caractérisé par des valeurs moyennes de recharge et de ruissellement de surface plus élevées que les deux autres bassins, notamment en raison du relief plus accidenté et de la faible épaisseur moyenne des dépôts meubles.

INDICATEURS RELATIFS À LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE  
(Carte complémentaire no. 04)  
**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC

Légende



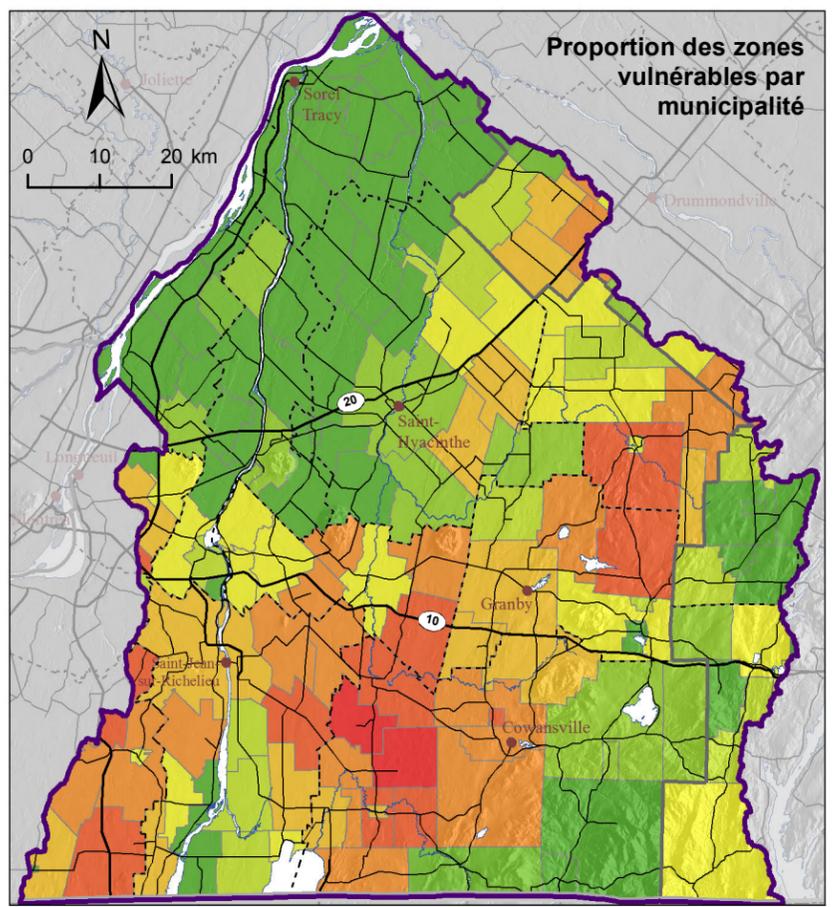
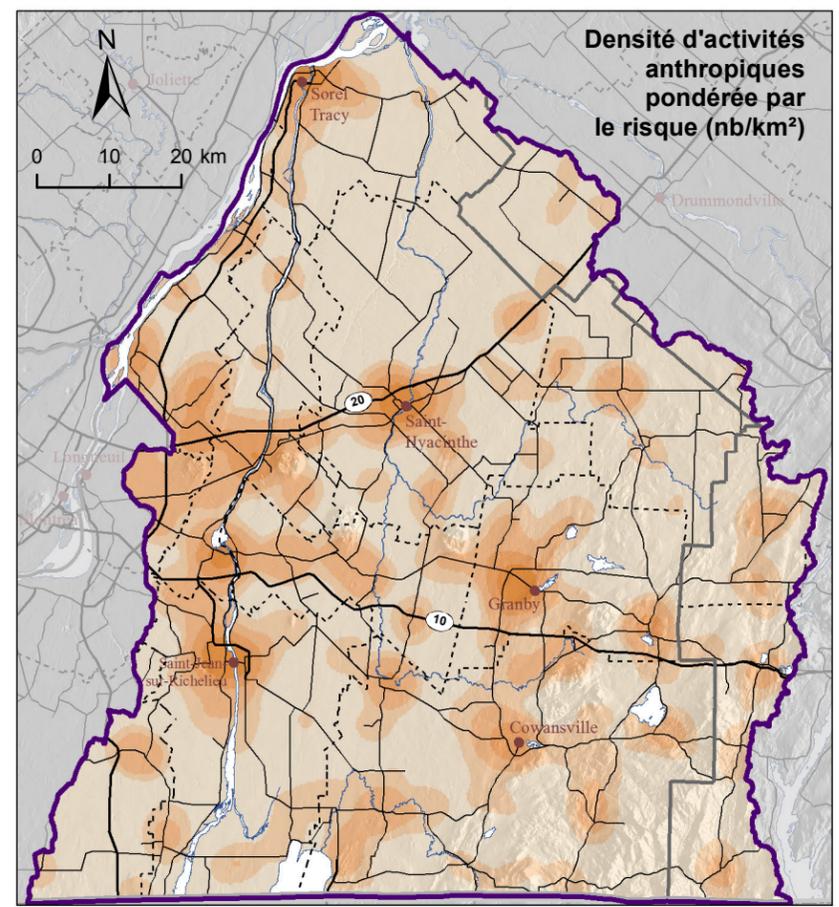
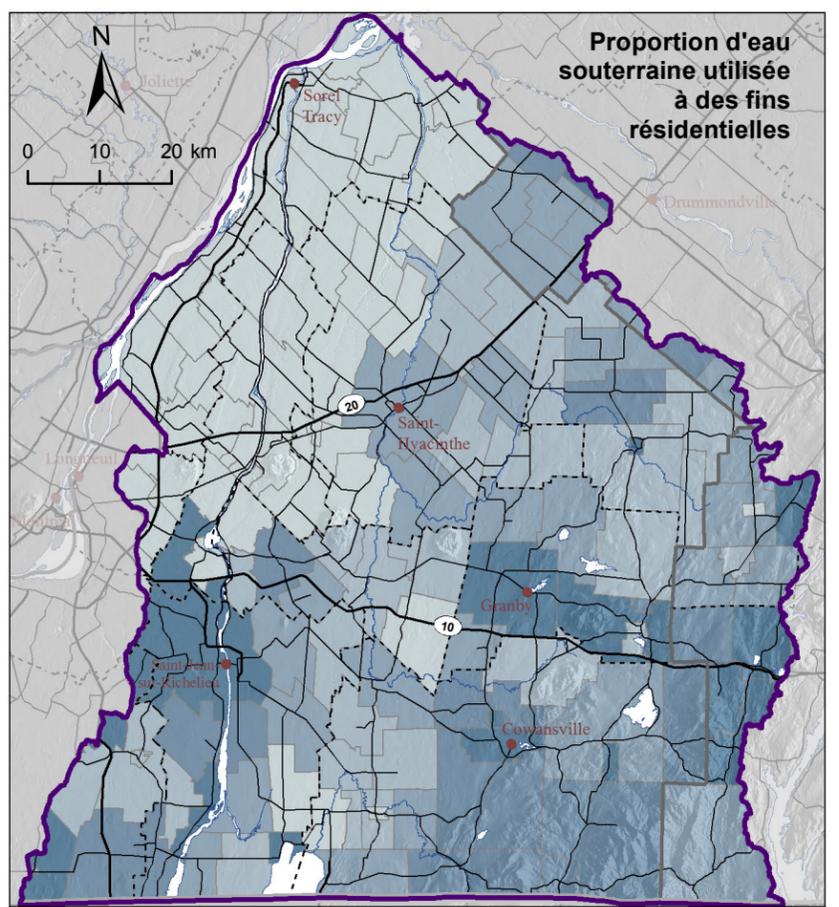
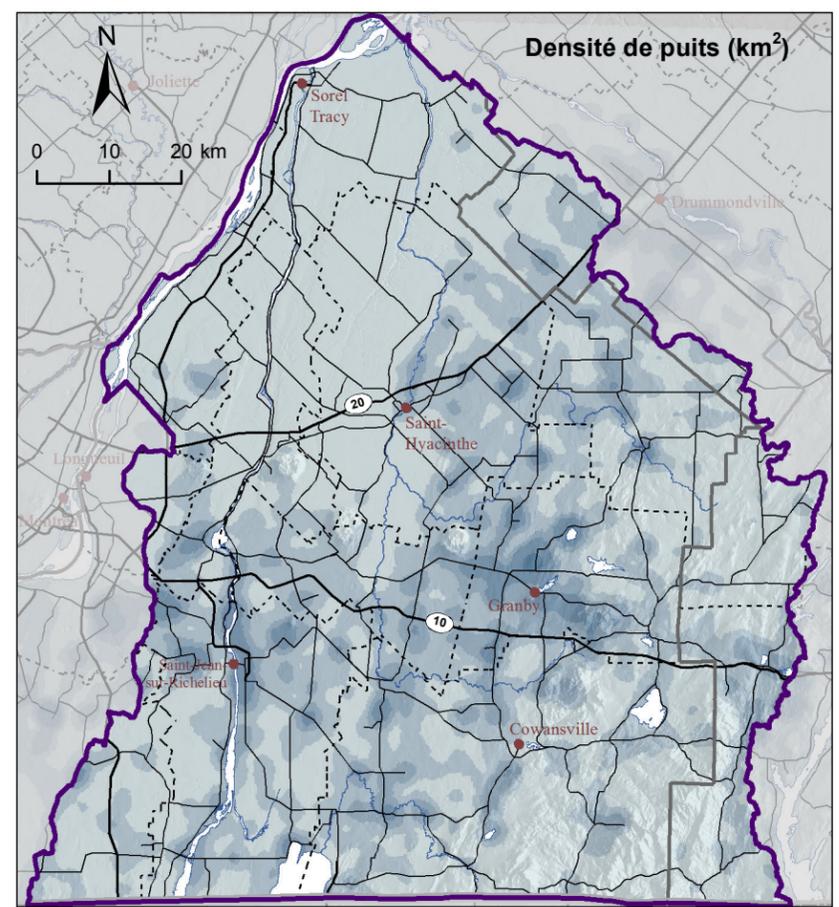
**Proportion de zones vulnérables en relation avec la densité des activités anthropiques**



**Description de la carte complémentaire no. 04 - INDICATEURS RELATIFS À LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE :**

Un ensemble d'indicateurs de gestion durable des ressources en eau souterraine a été produit pour la Montérégie Est dans le cadre d'un projet pilote supporté par le MDDEFP. Ces travaux font suite au rapport du Conseil des académies canadiennes qui avait notamment recommandé le développement d'indicateurs appropriés permettant d'évaluer l'atteinte des objectifs de gestion durable pour la variété de contextes hydrogéologiques rencontrés au Canada. Ces indicateurs, qui peuvent être dérivés des données des projets PACES, permettraient aux gestionnaires régionaux 1) de mieux saisir l'état de la ressource, 2) d'identifier les problématiques pertinentes à leur région, et 3) de cibler les secteurs prioritaires d'intervention.

Les cartes présentées ici sont des exemples d'indicateurs dérivées des résultats du projet PACES à l'échelle des municipalités. Les cartes du haut montrent respectivement des indicateurs permettant d'évaluer l'importance de l'approvisionnement en eau souterraine à des fins résidentielles. Les secteurs avec une importante densité de puits correspondent généralement à des municipalités avec une forte proportion d'utilisation d'eau souterraine à des fins résidentielles. Les cartes du bas illustrent des indicateurs permettant d'évaluer les risques de dégradation de la qualité de l'eau souterraine en relation avec les activités anthropiques. Ces indicateurs permettent notamment d'identifier des zones de forte densité d'activités anthropiques présentes dans des municipalités où la proportion de zones vulnérables est faible, indiquant ainsi un risque modéré de dégradation de la qualité de l'eau souterraine. A l'opposé, les secteurs avec une forte densité d'activités anthropiques et une forte proportion de zones vulnérables indiquent un risque plus élevé de dégradation de l'eau souterraine.



# MODÈLES CONCEPTUELS



## MODÈLES CONCEPTUELS : LOCALISATION

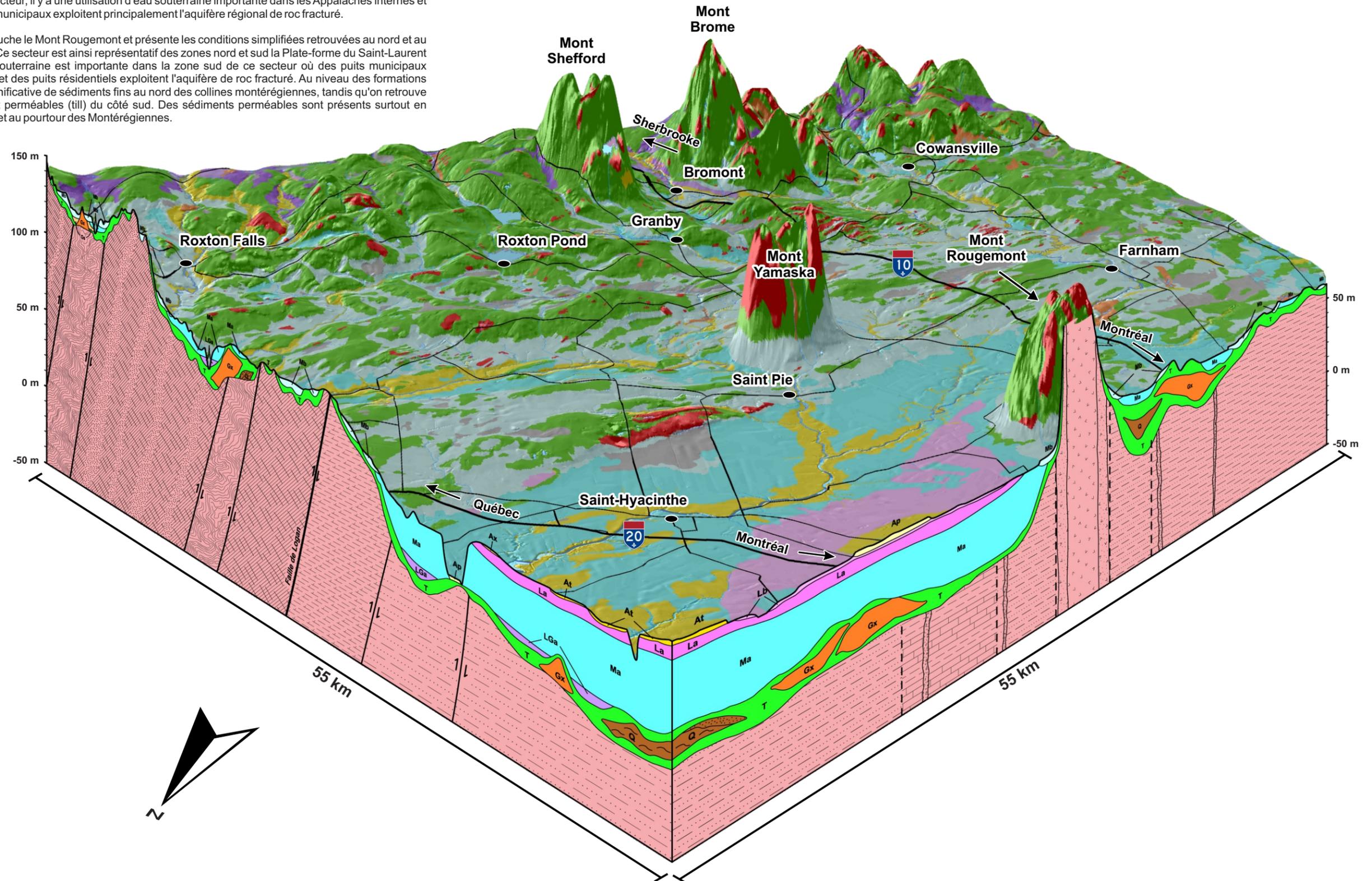
Les modèles conceptuels hydrogéologiques préparés dans le cadre du projet PACES représentent une synthèse des connaissances sur les contextes hydrogéologiques identifiés en Montérégie Est. Ces modèles ont été préparés pour représenter deux secteurs représentatifs. Cette figure présente la localisation des modèles illustrant ces deux secteurs, le premier représentant les Appalaches et la partie nord de la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres) et le second représentant les zones au nord et au sud des collines Montérégiennes.

Le premier modèle conceptuel illustrant la transition entre les Appalaches internes (Hautes-terres), les Appalaches externes (Piedmont) et la partie nord de la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres) est basé sur une coupe, orientée du sud-est vers le nord-ouest, et située dans le nord-ouest de la région d'étude. Cette coupe passe par Roxton Pond et Saint-Liboire et croise la rivière Yamaska. Dans ce secteur, il y a une utilisation d'eau souterraine importante dans les Appalaches internes et externes où des puits résidentiels et municipaux exploitent principalement l'aquifère régional de roc fracturé.

Le second modèle conceptuel chevauche le Mont Rougemont et présente les conditions simplifiées retrouvées au nord et au sud de cette colline Montérégienne. Ce secteur est ainsi représentatif des zones nord et sud la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres). L'utilisation d'eau souterraine est importante dans la zone sud de ce secteur où des puits municipaux exploitent des aquifères granulaires et des puits résidentiels exploitent l'aquifère de roc fracturé. Au niveau des formations superficielles, il y a une présence significative de sédiments fins au nord des collines montérégiennes, tandis qu'on retrouve des sédiments peu à moyennement perméables (till) du côté sud. Des sédiments perméables sont présents surtout en couverture mince le long des rivières et au pourtour des Montérégiennes.

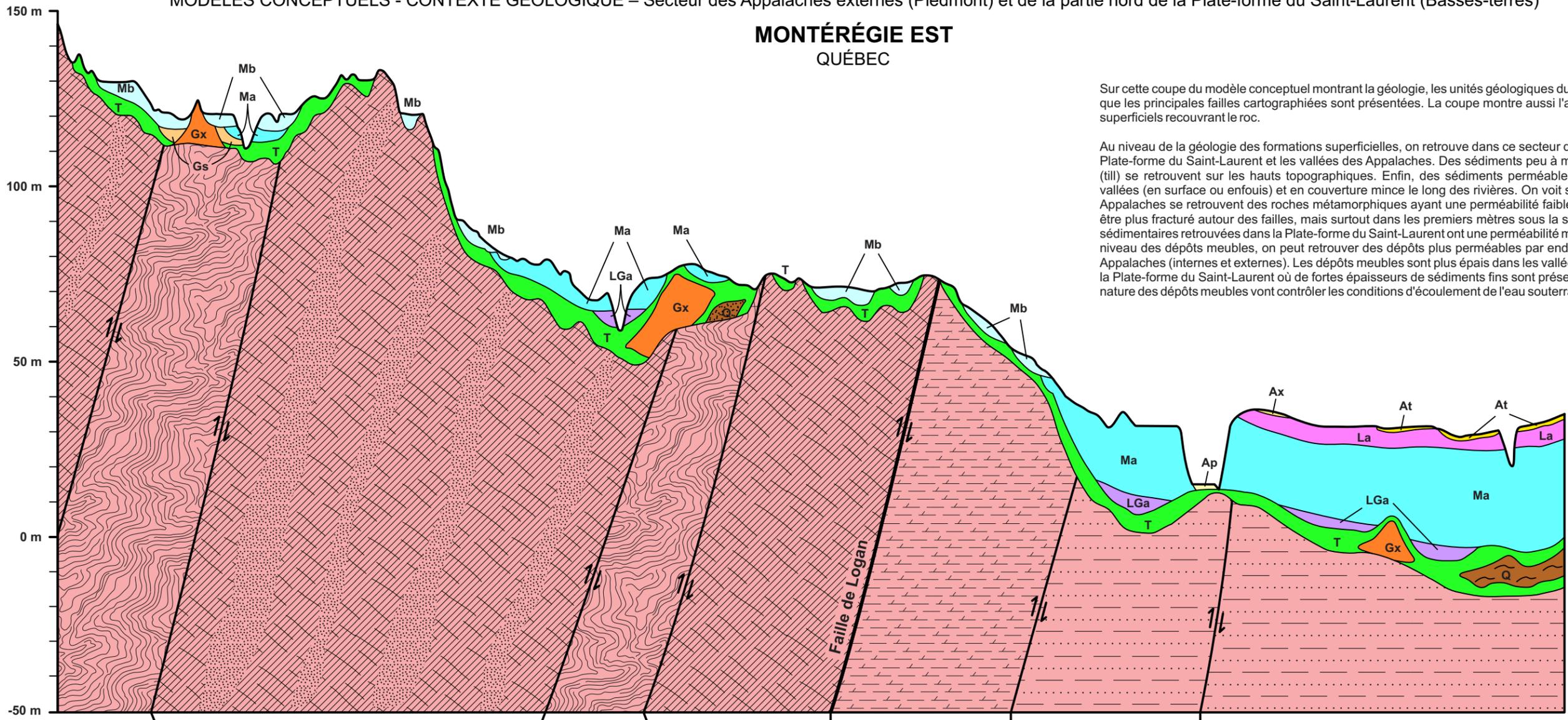
## MODÈLES CONCEPTUELS - LOCALISATION

### MONTÉRÉGIE EST QUÉBEC



MODÈLES CONCEPTUELS - CONTEXTE GÉOLOGIQUE – Secteur des Appalaches externes (Piedmont) et de la partie nord de la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres)

**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC



Sur cette coupe du modèle conceptuel montrant la géologie, les unités géologiques du roc, leurs lithologies ainsi que les principales failles cartographiées sont présentées. La coupe montre aussi l'assemblage de sédiments superficiels recouvrant le roc.

Au niveau de la géologie des formations superficielles, on retrouve dans ce secteur des sédiments fins dans la Plate-forme du Saint-Laurent et les vallées des Appalaches. Des sédiments peu à moyennement perméables (till) se retrouvent sur les hauts topographiques. Enfin, des sédiments perméables sont présents dans les vallées (en surface ou enfouis) et en couverture mince le long des rivières. On voit sur la coupe que dans les Appalaches se retrouvent des roches métamorphiques ayant une perméabilité faible à moyenne. Ce roc peut être plus fracturé autour des failles, mais surtout dans les premiers mètres sous la surface du roc. Les roches sédimentaires retrouvées dans la Plate-forme du Saint-Laurent ont une perméabilité moyenne pour la région. Au niveau des dépôts meubles, on peut retrouver des dépôts plus perméables par endroits dans les vallées des Appalaches (internes et externes). Les dépôts meubles sont plus épais dans les vallées, mais encore plus dans la Plate-forme du Saint-Laurent où de fortes épaisseurs de sédiments fins sont présentes. La topographie et la nature des dépôts meubles vont contrôler les conditions d'écoulement de l'eau souterraine.

Exagération verticale: 100x  
Largeur de la coupe: 55 km

|   |  |   |   |   |  |   |
|---|--|---|---|---|--|---|
| Olistostrome de Drummundville (Schiste à blocs) | Groupe de Shefford<br>Fm de Granby (Grès et Ardoise) | Olistostrome de Drummundville (Schiste à blocs) | Groupe de Laurier<br>Fm de Bourret (Ardoise, Calcaire, Grès et Conglomérat) | Groupe de Sainte-Rosalie<br>Fm Sainte-Sabine (Ardoise et Dolomie) | Groupe de Lorraine<br>Fm Nicolet (Shale et Grès) | Groupe de Queenston<br>Fm Bécancour (Shale et Grès) |
| Appalaches                                      |  |   | Plate-forme du Saint-Laurent  |   |  |   |

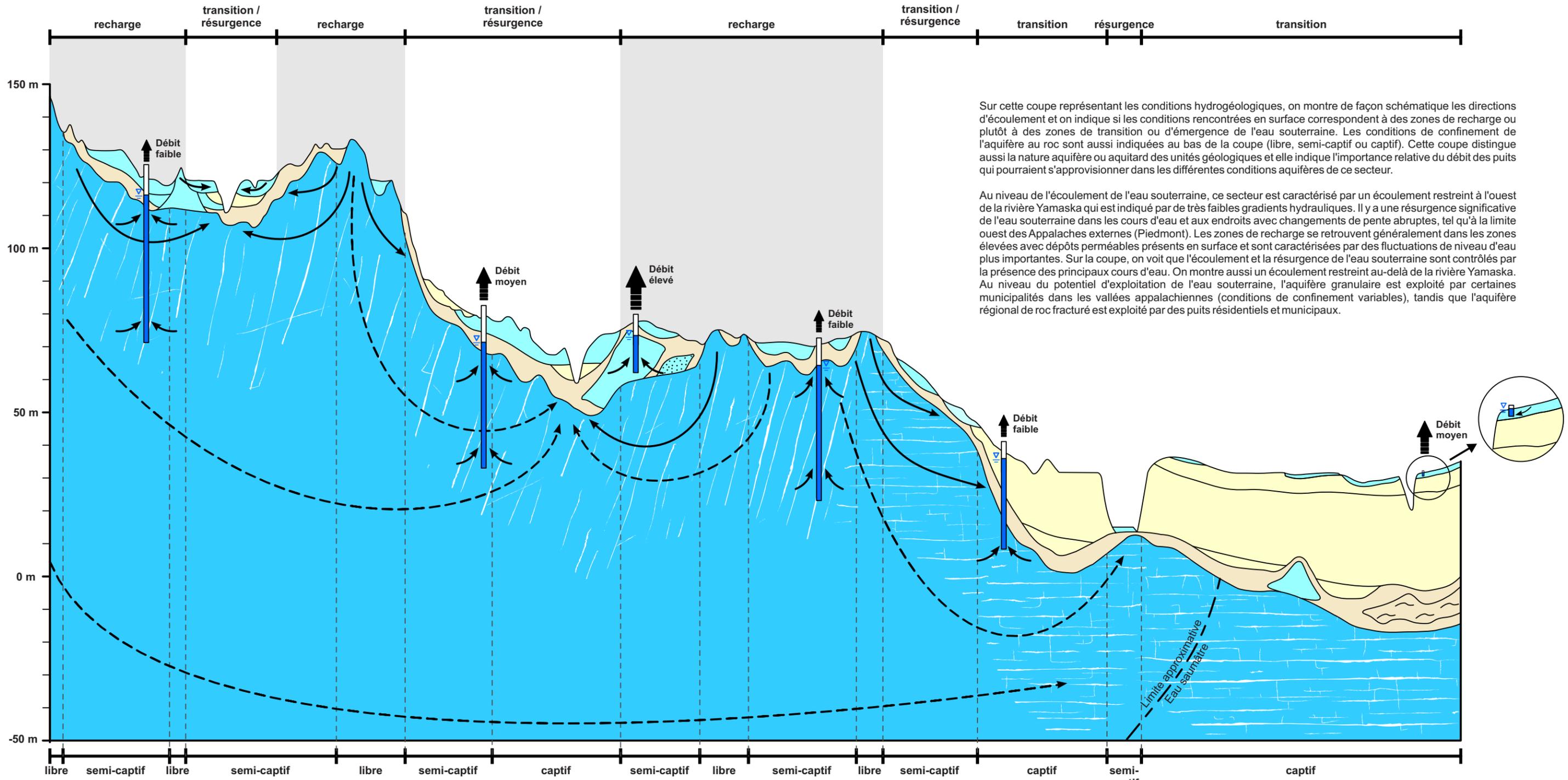
**Légende**

| Sédiments alluviaux                                   | Sédiments lacustres                            | Sédiments marins                               | Sédiments fluvioglaciers                     | Sédiments glaciolacustres                | Sédiments glaciaires                            | Substrat rocheux                                  |
|---|--|--|--|--|---|---|
| <b>Ap</b> Alluvions actuelles                         | <b>Lb</b> Sédiments littoraux et pré-littoraux | <b>Mb</b> Sédiments littoraux et pré-littoraux | <b>Gs</b> Sédiments d'épandage proglaciaires | <b>LGa</b> Sédiments fins d'eau profonde | <b>T</b> Till non différencié                   | <b>Plate-Forme du Saint-Laurent</b>               |
| <b>At</b> Alluvions des terrasses fluviales           | <b>La</b> Sédiments fins d'eau profonde        | <b>Ma</b> Sédiments fins d'eau profonde        | <b>Gx</b> Sédiments juxtaglaciaires          | <b>Quaternaire ancien</b>                | <b>Q</b> Formation quaternaire non-différenciée | <b>Appalaches</b>                                 |
| <b>Ax</b> Alluvions des terrasses fluviales anciennes |  |  |  |  |   | <b>Shale et grès interlités</b>                   |
|   |  |  |  |  |   | <b>Ardoise dolomitique</b>                        |
|   |  |  |  |  |   | <b>Schiste à blocs</b>                            |
|   |  |  |  |  |   | <b>Ardoise avec calcaire, grès et conglomérat</b> |
|   |  |  |  |  |   | <b>Grès et ardoise interlités</b>                 |

MODÈLES CONCEPTUELS - CONDITIONS D'ÉCOULEMENT – Secteur des Appalaches externes (Piedmont) et de la partie nord de la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres)

**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC

Zones de recharge / résurgence



Sur cette coupe représentant les conditions hydrogéologiques, on montre de façon schématique les directions d'écoulement et on indique si les conditions rencontrées en surface correspondent à des zones de recharge ou plutôt à des zones de transition ou d'émergence de l'eau souterraine. Les conditions de confinement de l'aquifère au roc sont aussi indiquées au bas de la coupe (libre, semi-captif ou captif). Cette coupe distingue aussi la nature aquifère ou aquitard des unités géologiques et elle indique l'importance relative du débit des puits qui pourraient s'approvisionner dans les différentes conditions aquifères de ce secteur.

Au niveau de l'écoulement de l'eau souterraine, ce secteur est caractérisé par un écoulement restreint à l'ouest de la rivière Yamaska qui est indiqué par de très faibles gradients hydrauliques. Il y a une résurgence significative de l'eau souterraine dans les cours d'eau et aux endroits avec changements de pente abruptes, tel qu'à la limite ouest des Appalaches externes (Piedmont). Les zones de recharge se retrouvent généralement dans les zones élevées avec dépôts perméables présents en surface et sont caractérisées par des fluctuations de niveau d'eau plus importantes. Sur la coupe, on voit que l'écoulement et la résurgence de l'eau souterraine sont contrôlés par la présence des principaux cours d'eau. On montre aussi un écoulement restreint au-delà de la rivière Yamaska. Au niveau du potentiel d'exploitation de l'eau souterraine, l'aquifère granulaire est exploité par certaines municipalités dans les vallées appalachiennes (conditions de confinement variables), tandis que l'aquifère régional de roc fracturé est exploité par des puits résidentiels et municipaux.

Conditions de confinement

Exagération verticale: 100x  
Largeur de la coupe: 55 km

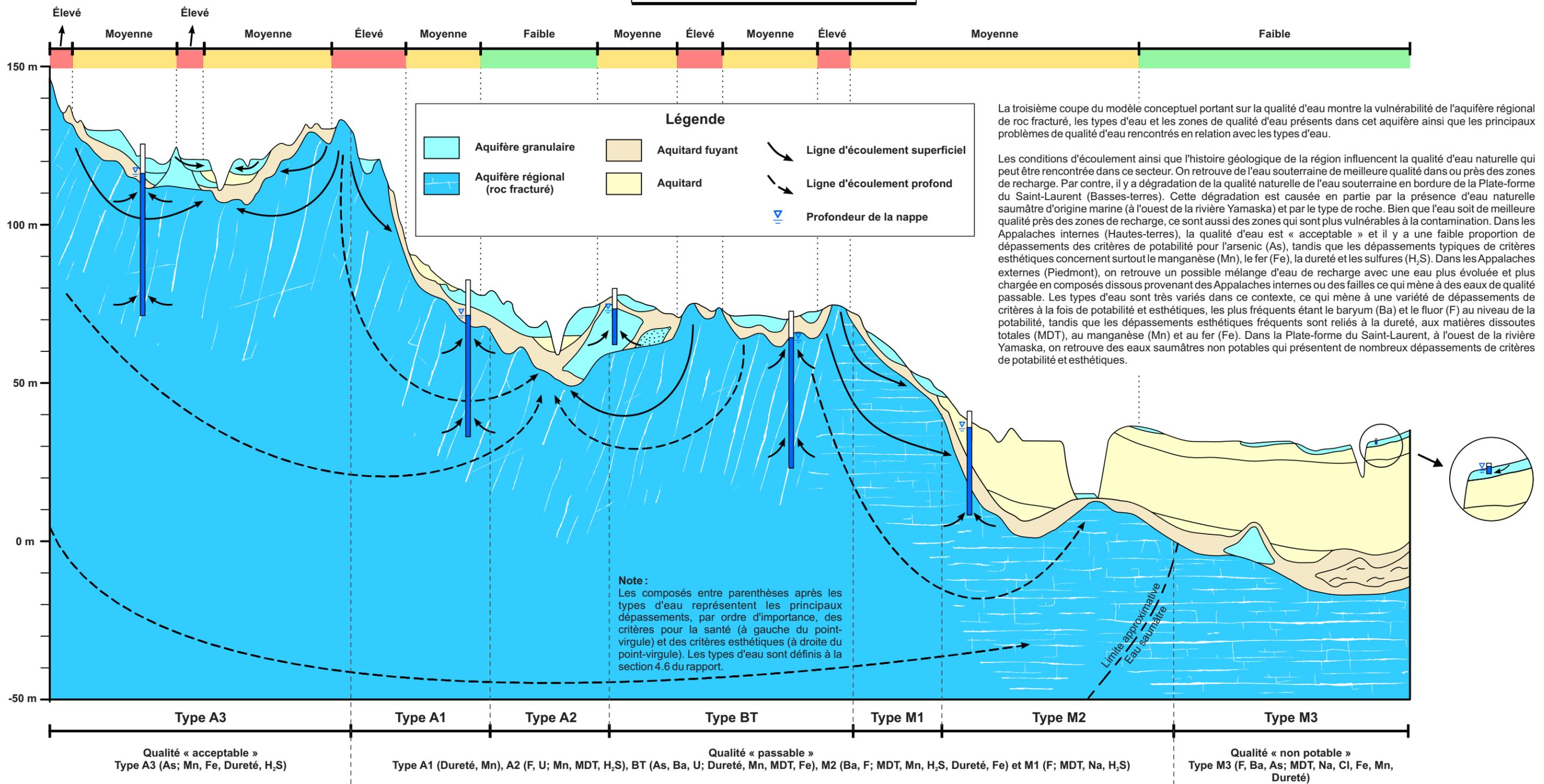
Légende

- |  |   |  |   |
|--|---|--|---|
|  Aquifère granulaire              |  Aquitard fuyant |  Ligne d'écoulement superficiel |  Profondeur de la nappe  |
|  Aquifère régional (roc fracturé) |  Aquitard        |  Ligne d'écoulement profond     |  Débit typique des puits |

MODÈLES CONCEPTUELS - VULNÉRABILITÉ ET QUALITÉ D'EAU – Secteur des Appalaches externes (Piedmont) et de la partie nord de la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres)

**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC

**Vulnérabilité de l'aquifère régional**



La troisième coupe du modèle conceptuel portant sur la qualité d'eau montre la vulnérabilité de l'aquifère régional de roc fracturé, les types d'eau et les zones de qualité d'eau présents dans cet aquifère ainsi que les principaux problèmes de qualité d'eau rencontrés en relation avec les types d'eau.

Les conditions d'écoulement ainsi que l'histoire géologique de la région influencent la qualité d'eau naturelle qui peut être rencontrée dans ce secteur. On retrouve de l'eau souterraine de meilleure qualité dans ou près des zones de recharge. Par contre, il y a dégradation de la qualité naturelle de l'eau souterraine en bordure de la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres). Cette dégradation est causée en partie par la présence d'eau naturelle saumâtre d'origine marine (à l'ouest de la rivière Yamaska) et par le type de roche. Bien que l'eau soit de meilleure qualité près des zones de recharge, ce sont aussi des zones qui sont plus vulnérables à la contamination. Dans les Appalaches internes (Hautes-terres), la qualité d'eau est « acceptable » et il y a une faible proportion de dépassements des critères de potabilité pour l'arsenic (As), tandis que les dépassements typiques de critères esthétiques concernent surtout le manganèse (Mn), le fer (Fe), la dureté et les sulfures (H<sub>2</sub>S). Dans les Appalaches externes (Piedmont), on retrouve un possible mélange d'eau de recharge avec une eau plus évoluée et plus chargée en composés dissous provenant des Appalaches internes ou des failles ce qui mène à des eaux de qualité passable. Les types d'eau sont très variés dans ce contexte, ce qui mène à une variété de dépassements de critères à la fois de potabilité et esthétiques, les plus fréquents étant le baryum (Ba) et le fluor (F) au niveau de la potabilité, tandis que les dépassements esthétiques fréquents sont reliés à la dureté, aux matières dissoutes totales (MDT), au manganèse (Mn) et au fer (Fe). Dans la Plate-forme du Saint-Laurent, à l'ouest de la rivière Yamaska, on retrouve des eaux saumâtres non potables qui présentent de nombreux dépassements de critères de potabilité et esthétiques.

**Qualité (type d'eau)**

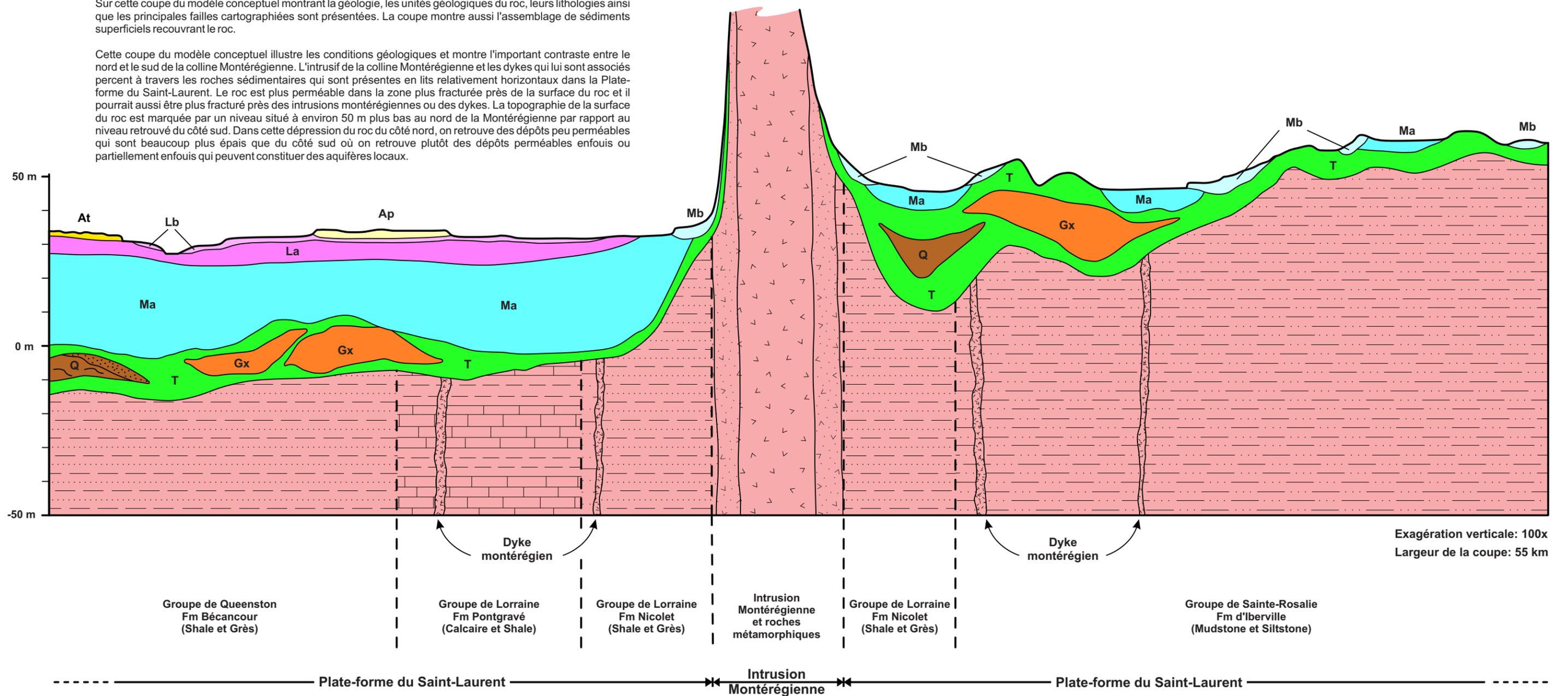
Exagération verticale: 100x  
Largeur de la coupe: 55 km

MODÈLES CONCEPTUELS - CONTEXTE GÉOLOGIQUE – Secteur de la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres) à travers le Mont Rougemont

**MONTÉRÉGIE EST**  
QUÉBEC

Sur cette coupe du modèle conceptuel montrant la géologie, les unités géologiques du roc, leurs lithologies ainsi que les principales failles cartographiées sont présentées. La coupe montre aussi l'assemblage de sédiments superficiels recouvrant le roc.

Cette coupe du modèle conceptuel illustre les conditions géologiques et montre l'important contraste entre le nord et le sud de la colline Montérégienne. L'intrusif de la colline Montérégienne et les dykes qui lui sont associés percent à travers les roches sédimentaires qui sont présentes en lits relativement horizontaux dans la Plate-forme du Saint-Laurent. Le roc est plus perméable dans la zone plus fracturée près de la surface du roc et il pourrait aussi être plus fracturé près des intrusions montérégiennes ou des dykes. La topographie de la surface du roc est marquée par un niveau situé à environ 50 m plus bas au nord de la Montérégienne par rapport au niveau retrouvé du côté sud. Dans cette dépression du roc du côté nord, on retrouve des dépôts peu perméables qui sont beaucoup plus épais que du côté sud où on retrouve plutôt des dépôts perméables enfouis ou partiellement enfouis qui peuvent constituer des aquifères locaux.



Exagération verticale: 100x  
Largeur de la coupe: 55 km

**Légende**

- |   |  |  |   |                               |                              |
|---|--|--|---|-------------------------------|------------------------------|
| <b>Sédiments alluviaux</b>                  | <b>Sédiments lacustres</b>                     | <b>Sédiments marins</b>                        | <b>Sédiments fluvioglaciaires</b>               | <b>Sédiments glaciaires</b>   | <b>Substrat rocheux</b>      |
| <b>Ap</b> Alluvions actuelles               | <b>Lb</b> Sédiments littoraux et pré-littoraux | <b>Mb</b> Sédiments littoraux et pré-littoraux | <b>Gx</b> Sédiments juxtaglaciers               | <b>T</b> Till non différencié | Roches ignées intrusives     |
| <b>At</b> Alluvions des terrasses fluviales | <b>La</b> Sédiments fins d'eau profonde        | <b>Ma</b> Sédiments fins d'eau profonde        | <b>Q</b> Formation quaternaire non-différenciée |                               | Shale et grès interlités     |
|   |  |  |   |                               | Roches métamorphiques        |
|   |  |  |   |                               | Calcaire et shale interlités |

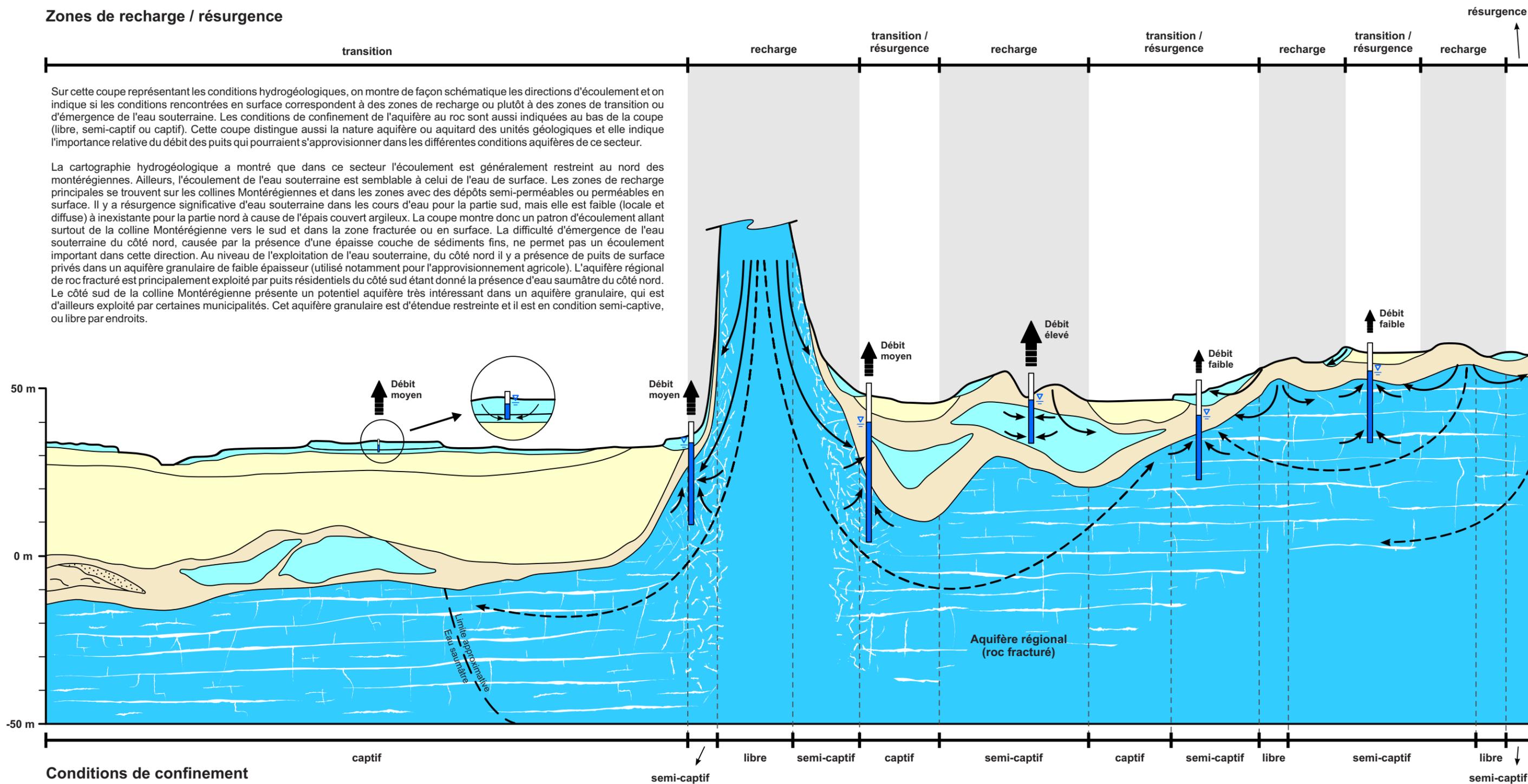
MODÈLES CONCEPTUELS - CONDITIONS D'ÉCOULEMENT – Secteur de la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres) à travers le Mont Rougemont

MONTÉRÉGIE EST  
QUÉBEC

Zones de recharge / résurgence

Sur cette coupe représentant les conditions hydrogéologiques, on montre de façon schématique les directions d'écoulement et on indique si les conditions rencontrées en surface correspondent à des zones de recharge ou plutôt à des zones de transition ou d'émergence de l'eau souterraine. Les conditions de confinement de l'aquifère au roc sont aussi indiquées au bas de la coupe (libre, semi-captif ou captif). Cette coupe distingue aussi la nature aquifère ou aquitard des unités géologiques et elle indique l'importance relative du débit des puits qui pourraient s'approvisionner dans les différentes conditions aquifères de ce secteur.

La cartographie hydrogéologique a montré que dans ce secteur l'écoulement est généralement restreint au nord des montérégiennes. Ailleurs, l'écoulement de l'eau souterraine est semblable à celui de l'eau de surface. Les zones de recharge principales se trouvent sur les collines Montérégiennes et dans les zones avec des dépôts semi-perméables ou perméables en surface. Il y a résurgence significative d'eau souterraine dans les cours d'eau pour la partie sud, mais elle est faible (locale et diffuse) à inexistante pour la partie nord à cause de l'épais couvert argileux. La coupe montre donc un patron d'écoulement allant surtout de la colline Montérégienne vers le sud et dans la zone fracturée ou en surface. La difficulté d'émergence de l'eau souterraine du côté nord, causée par la présence d'une épaisse couche de sédiments fins, ne permet pas un écoulement important dans cette direction. Au niveau de l'exploitation de l'eau souterraine, du côté nord il y a présence de puits de surface privés dans un aquifère granulaire de faible épaisseur (utilisé notamment pour l'approvisionnement agricole). L'aquifère régional de roc fracturé est principalement exploité par puits résidentiels du côté sud étant donné la présence d'eau saumâtre du côté nord. Le côté sud de la colline Montérégienne présente un potentiel aquifère très intéressant dans un aquifère granulaire, qui est d'ailleurs exploité par certaines municipalités. Cet aquifère granulaire est d'étendue restreinte et il est en condition semi-captive, ou libre par endroits.



Conditions de confinement

Légende

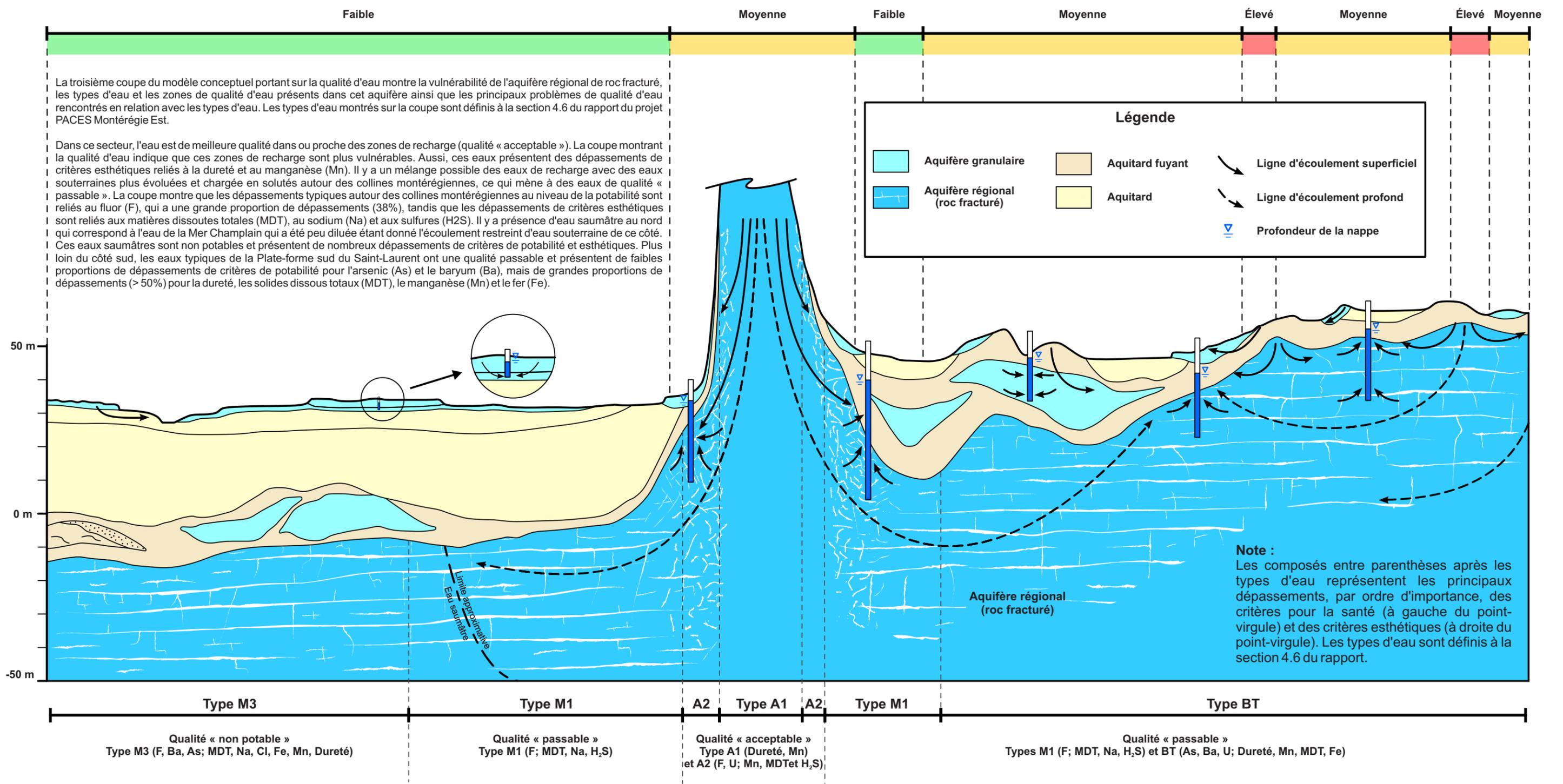
- Aquifère granulaire
- Aquitard
- Aquifère régional (roc fracturé)
- Aquitard fuyant
- Ligne d'écoulement superficielle
- Ligne d'écoulement profond
- Profondeur de la nappe
- Débit typique des puits

Exagération verticale: 100x  
Largeur de la coupe: 55 km

MODÈLES CONCEPTUELS - VULNÉRABILITÉ ET QUALITÉ D'EAU – Secteur de la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres) à travers le Mont Rougemont

MONTÉRÉGIE EST  
QUÉBEC

Vulnérabilité de l'aquifère régional



Exagération verticale: 100x  
Largeur de la coupe: 55 km

