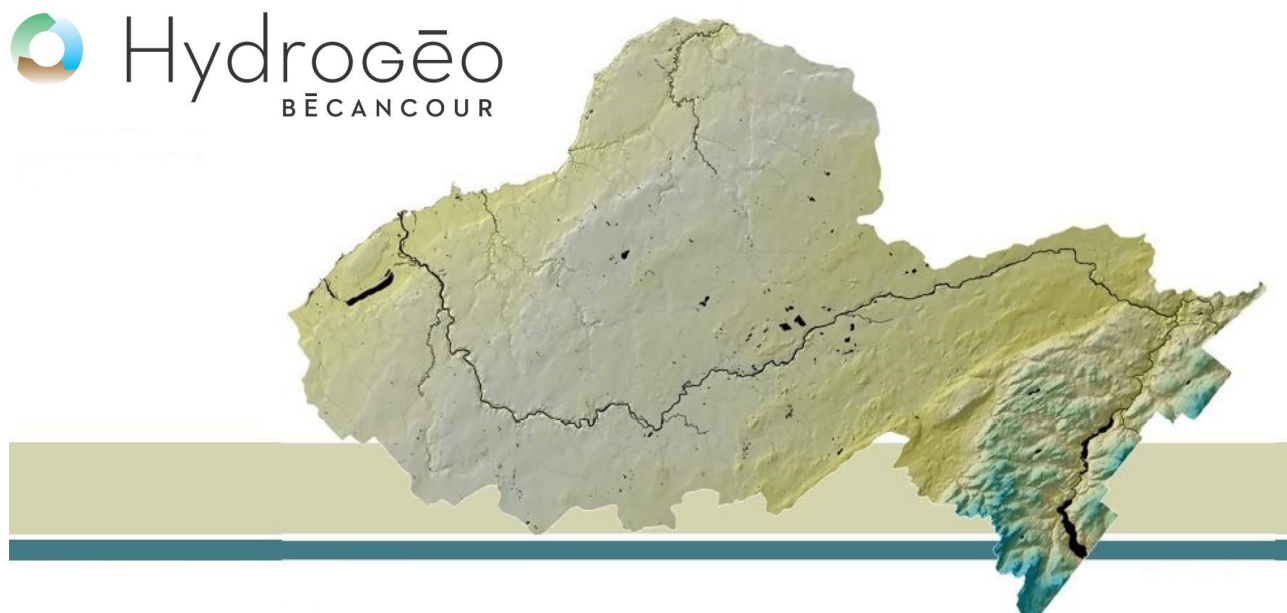


Atelier de transfert des connaissances sur les eaux souterraines du projet Hydrogéο Bécancour

CAHIER DU PARTICIPANT



Atelier organisé par le Réseau québécois sur
les eaux souterraines, l'UQAM et l'UQTR

Avril 2014



Cet atelier de transfert est rendu possible grâce au RQES. Il est le résultat d'un travail conjoint entre les hydrogéologues de l'UQAM du projet Hydrogéologie Bécancour, le RQES et la Chaire de recherche UQTR en écologie du paysage et aménagement :

- Marie Larocque, hydrogéologue, professeure UQAM et coordonnatrice du projet Hydrogéologie Bécancour
- Sylvain Gagné, agent de recherche, UQAM, équipe de recherche du projet Hydrogéologie Bécancour
- Lysandre Tremblay, agent de recherche, UQAM, équipe de recherche du projet Hydrogéologie Bécancour
- Guillaume Meyzonnat, agent de recherche, UQAM, équipe de recherche du projet Hydrogéologie Bécancour
- Yohann Tremblay, agent de transfert, RQES, préparation de l'atelier de transfert
- Miryane Ferlatte, coordonnatrice scientifique, RQES
- Julie Ruiz, professeure et titulaire de la Chaire de recherche UQTR en écologie du paysage et aménagement, conception de l'atelier de transfert

Références à citer

L'ensemble des informations hydrogéologiques de la zone Bécancour provient du document suivant qui doit être cité comme suit :

Larocque, M., Gagné, S., Tremblay, L. et Meyzonnat, G. 2013. Projet de connaissances des eaux souterraines du bassin versant de la rivière Bécancour et de la MRC de Bécancour - Rapport scientifique. Rapport déposé au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs. 213 p.

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

Ferlatte, M., Tremblay, Y., Rouleau, A. et Larouche, U. F. 2014. Notions d'hydrogéologie - Les eaux souterraines pour tous. Première Édition. Réseau québécois sur les eaux souterraines (RQES). 42 p.

Le présent document résulte d'un travail de vulgarisation des connaissances sur les eaux souterraines issues du projet Hydrogéologie Bécancour :

Tremblay, Y., Ruiz, J., Larocque, M., Ferlatte, M., Gagné, S., Tremblay, L. et Meyzonnat, G. 2014. Atelier de transfert des connaissances sur les eaux souterraines du projet Hydrogéologie Bécancour, cahier du participant. Document préparé par le RQES, l'UQAM et l'UQTR pour les acteurs de l'aménagement du territoire.

Le réseau québécois sur les eaux souterraines (RQES)

Le RQES a pour mission de consolider et d'étendre les collaborations entre les équipes de recherche universitaires et le Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) d'une part, et les autres organismes gouvernementaux et non gouvernementaux, les consultants, les établissements d'enseignement et autres organismes intéressés au domaine des eaux souterraines au Québec (ci-après regroupés sous le terme «utilisateurs»), en vue de la mobilisation des connaissances scientifiques sur les eaux souterraines.

Le RQES poursuit les objectifs spécifiques suivants :

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

Pour en savoir plus : <http://www.rqes-gries.ca/>

La plupart des photographies reproduites dans ce document appartiennent à l'équipe de réalisation du projet Hydrogéologie Bécancour ou au Réseau québécois sur les eaux souterraines. Lorsque ce n'est pas le cas, le crédit photographique (source) est indiqué sous l'image.

Table des matières

Index des notions clés	5
Guide de lecture du cahier des participants	6
Votre équipe de formation	7
Informations générales sur les produits cartographiques	8
1. Les notions hydrogéologiques fondamentales	9
Nappe, aquifère et aquitard	10
Différents types d'aquifères	11
Types de dépôts meubles	12
Confinement des aquifères	13
Recharge et résurgences	14
Vulnérabilité de l'eau souterraine	15
Qualité de l'eau	16
2. Les caractéristiques régionales de l'eau souterraine	17
Résumé du projet Hydrogéologie Bécancour	18
Trois zones aux caractéristiques hydrogéologiques distinctes	21
Coupe hydrostratigraphique régionale	22
Quelle(s) zone(s) vous concerne(nt) ?	24
3. Les caractéristiques de la zone amont	27
Coupe hydrostratigraphique	29
Contextes hydrogéologiques	30
Épaisseur des dépôts meubles	32
Conditions de confinement	34
Recharge et résurgences	36
Vulnérabilité	38
Qualité de l'eau - Critères de potabilité	40
Qualité de l'eau - Critères esthétiques	42
Questions de synthèse	44

4. Les caractéristiques de la zone centrale 45

Coupe hydrostratigraphique	47
Contextes hydrogéologiques	48
Épaisseur des dépôts meubles	50
Conditions de confinement	52
Recharge et résurgences	54
Vulnérabilité	56
Qualité de l'eau - Critères de potabilité	58
Qualité de l'eau - Critères esthétiques	60
Questions de synthèse	62

5. Les caractéristiques de la zone aval 63

Coupe hydrostratigraphique	65
Contextes hydrogéologiques	66
Épaisseur des dépôts meubles	68
Conditions de confinement	70
Recharge et résurgences	72
Vulnérabilité	74
Qualité de l'eau - Critères de potabilité	76
Qualité de l'eau - Critères esthétiques	78
Questions de synthèse	80

Bibliographie 81

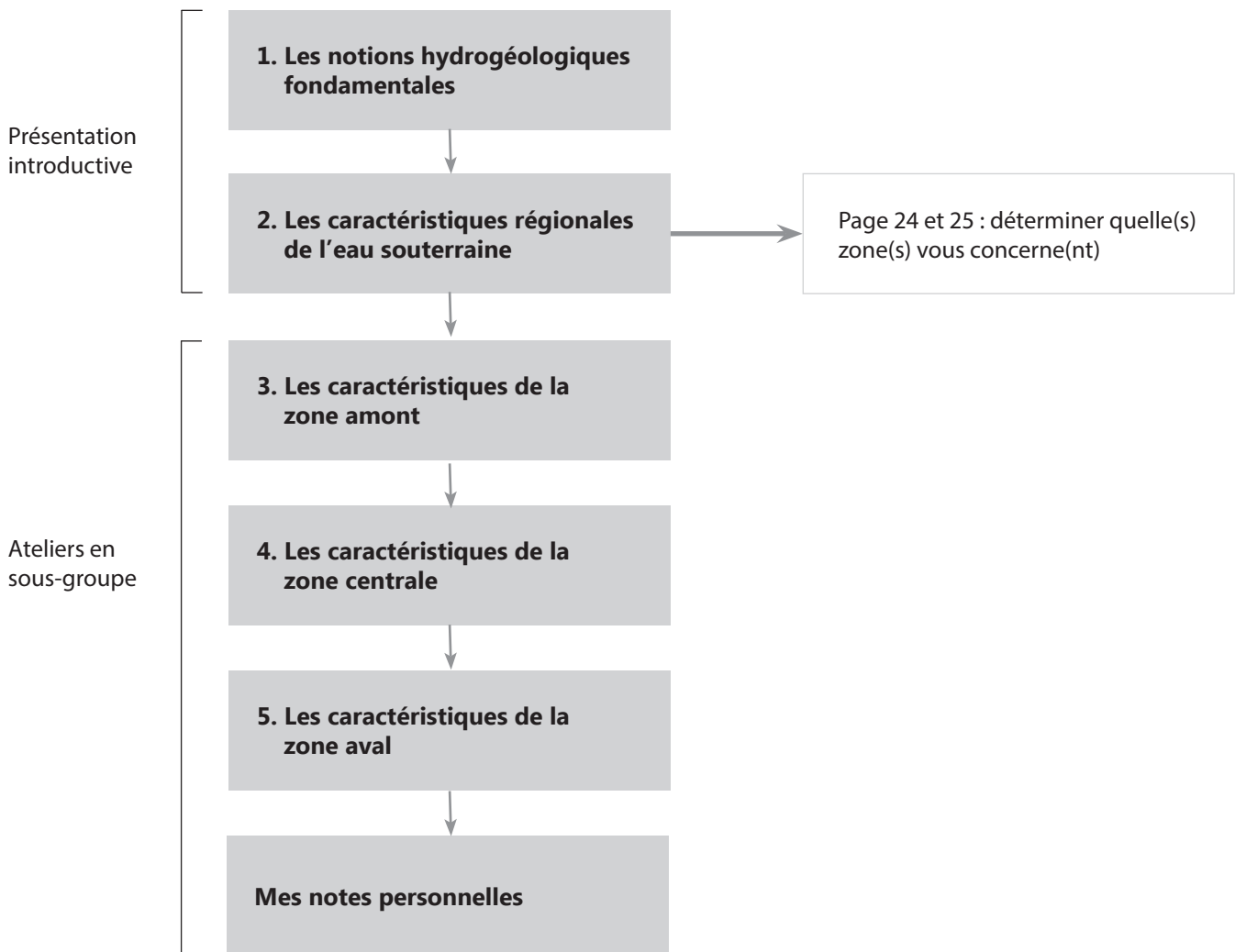
Mes notes personnelles 82

Index des notions clés

Aquifère	10
Aquifère de dépôts meubles	11
Aquifère de roc fracturé	11
Aquitard	10, 11
Argiles marines	12
Concentrations maximales acceptables	16
Conductivité hydraulique	10
Contextes hydrogéologiques	30, 48, 66
Critère de qualité de l'eau	16
Dépôts holocènes	12
Dépôts organiques	12
DRASTIC	15
Eau souterraine	10
Géochimie de l'eau	16
Nappe	10
Nappe captive	13
Nappe libre	13
Nappe semi-captive	13
Objectifs esthétiques	16
Porosité	10
Productivité	10
Qualité de l'eau	16
Quaternaire ancien	12
Recharge	14
Résurgence	14
Sable glacio-lacustres	12
Sédiments fluvioglaciaires	12
Till	12
Vulnérabilité	15

Guide de lecture du cahier des participants

L'organisation du cahier



Tout au long du cahier



Définition des **NOTIONS CLÉS** en hydrogéologie

ou renvoie au numéro de page où se trouve les définitions des notions clés



Exercices de compréhension des informations hydrogéologiques

Niveau de difficulté des questions :

- F** • facile
- M** • moyennement facile
- D** • difficile

Votre équipe de formation

Vos animateurs



Yohann Tremblay
M.Sc. Sciences de l'eau
Agent de transfert du RQES
Département de géologie et
génie géologique, Université Laval
1065 av. de la Médecine
Québec (Qc) G1K 7P4
418-656-2131 poste 5595
ytremblay.rques@gmail.com



Miryane Ferlatte
M.Sc. Hydrogéologie
Coordonnatrice scientifique du RQES
Département des sciences de la Terre
et de l'atmosphère, Université du
Québec à Montréal
Case postale 8888, succ. Centre-Ville
Montréal (Qc) H3C 3P8
514-987-3000 poste 1648
miryanef.rques@gmail.com



Julie Ruiz
Ph.D. Aménagement
Professeure
Département des sciences de
l'environnement, Université du
Québec à Trois-Rivières
CP 500, Trois-Rivières (Qc) G9A 5H7
819-376-5011 poste 3676
Julie.Ruiz@uqtr.ca

Vos hydrogéologues



Photo : Nathalie St-Pierre, UQAM

Marie Larocque
Ph.D. Hydrogéologie
Professeure
Département des sciences de la Terre
et de l'atmosphère, Université du
Québec à Montréal
Case postale 8888, succ. Centre-Ville
Montréal (Qc) H3C 3P8
514-987-3000 poste 1515
larocque.marie@uqam.ca



Sylvain Gagné
M.Sc. Hydrogéologie
Agent de recherche
Département des sciences de la Terre
et de l'atmosphère, Université du
Québec à Montréal
Case postale 8888, succ. Centre-Ville
Montréal (Qc) H3C 3P8
514-987-3000 poste 0252
gagne.sylvain@uqam.ca



Guillaume Meyzonnat
M.Sc. Ing. Hydrogéologie
Agent de recherche
Département des sciences de la Terre
et de l'atmosphère, Université du
Québec à Montréal
Case postale 8888, succ. Centre-Ville
Montréal (Qc) H3C 3P8
514-987-3000 poste 0252
meyzonnat.guillaume@uqam.ca

Informations générales sur les produits cartographiques

Référence à citer

Larocque, M., Gagné, S., Tremblay, L. et Meyzonat, G. 2013. Projet de connaissances des eaux souterraines du bassin versant de la rivière Bécancour et de la MRC de Bécancour - Rapport scientifique. Rapport déposé au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs. 213 p.

Métadonnées

Les métadonnées des cartes présentées dans ce cahier du participant sont les suivantes :

- Contextes hydrogéologiques : Section 4.4 du Rapport scientifique
- Épaisseur des dépôts meubles : Protocole livrable 15/16 et Section 4.2.4 du Rapport scientifique
- Conditions de confinement : Protocole livrable 17 et Section 4.3 du Rapport scientifique
- Recharge et résurgence: Section 5.3.4 du Rapport scientifique
- Vulnérabilité : Protocole livrable 22 et Section 5.5 du Rapport scientifique
- Qualité de l'eau : Protocole livrables 24/25 et Section 7.2 du Rapport scientifique

Sources

Les sources de données des cartes présentées dans ce cahier du participant sont les suivantes :

- Réseau hydrographique : BDTQ 20K
- Réseau routier : BNDT 250K
- Fond de carte : Ombre MRN 20K
- Données de forages : SIH, MTQ, SIGPEG, consultants, MDDEFP, UQAM
- Affleurements : SIGEOM, UQAM
- Couches d'informations géographiques : UQAM - Piézométrie, dépôts quaternaires, pédologie, géologie du roc, propriétés hydrogéologiques de l'aquifère fracturé, recharge spatialisée
- Modèle hydrostratigraphique 3D : UQAM

Réalisation

Toutes les cartes ont été réalisées par l'Université du Québec à Montréal.

Limites

Les cartes présentées dans ce cahier du participant ont été reproduites à partir des cartes originales à l'échelle 1/100 000 contenues dans le rapport scientifique. Elles sont représentatives des conditions régionales à l'échelle 1/100 000 telles que 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 cartes, malgré les efforts déployés lors de la collecte, de la sélection et de la validation des données. Par conséquent, ces cartes 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 de ces cartes et n'assument aucune responsabilité pour les dommages découlant de la création et de l'utilisation de telles œuvres dérivées, ou pour des décisions basées sur l'utilisation de ces cartes, des conditions présentées par les cartes ou des données y étant rattachées.

1. Les notions hydrogéologiques fondamentales



NAPPE, AQUIFÈRE ET AQUITARD

L'**EAU SOUTERRAINE** est l'eau qui se trouve sous la surface du sol et qui remplit les espaces vides du milieu géologique. On en retrouve partout sous nos pieds !

Définitions de base

La **POROSITÉ** est le volume (en %) des pores, c'est-à-dire les espaces vides entre les grains des milieux géologiques.

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

La **CONDUCTIVITÉ HYDRAULIQUE** est l'aptitude d'un matériau à se laisser traverser par l'eau.

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

La **PRODUCTIVITÉ** d'un aquifère est sa capacité à fournir un débit d'eau souterraine important de manière soutenue.

Nappe et aquifère, de quoi parle-t-on ?

La **NAPPE** représente l'eau souterraine qui circule dans un aquifère. C'est le **contenu**.

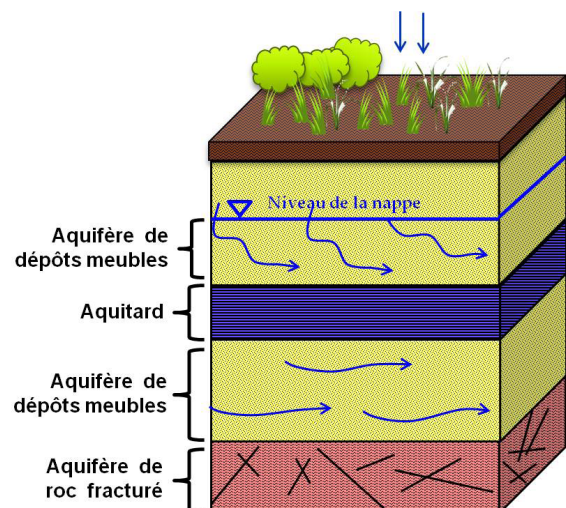
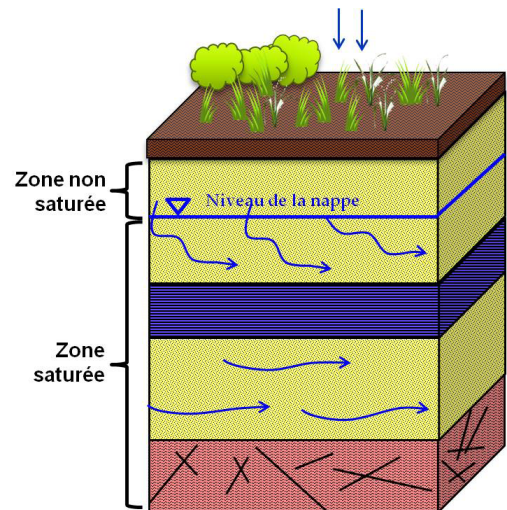
L'**AQUIFÈRE** est une formation géologique saturée en eau et suffisamment perméable pour permettre son pompage. C'est le **contenant**.

Comment cela fonctionne-t-il ?

L'eau qui s'infiltre dans le sol percole verticalement et traverse la zone non saturée pour atteindre la zone saturée et ainsi contribuer à la recharge de l'aquifère. Comme pour l'eau en surface, l'eau souterraine s'écoule dans l'aquifère sous l'effet de la gravité. L'eau souterraine s'écoule toutefois beaucoup plus lentement que l'eau dans les rivières.

Qu'est ce qu'un aquitard ?

L'**AQUITARD** est une formation géologique qui n'est pas suffisamment perméable pour qu'il soit possible d'y pomper l'eau. Il agit comme barrière naturelle à l'écoulement et protège ainsi l'aquifère sous-jacent des contaminants venant de la surface.





DIFFÉRENTS TYPES D'AQUIFÈRES

Quelles sont les milieux géologiques qui contiennent des aquifères ?

Deux types de milieux géologiques contiennent des aquifères :

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

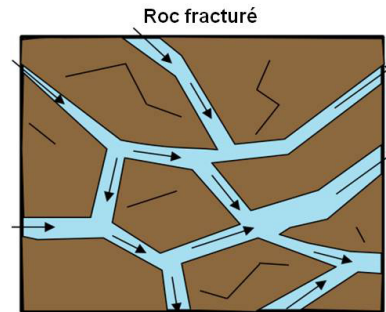
AQUIFÈRE DE ROC FRACTURÉ

Les **pores** de la roche contiennent la majorité de l'eau souterraine, mais leur faible interconnexion ne permet pas une circulation efficace de l'eau.

Les **fractures** contiennent moins d'eau mais permettent une circulation d'eau suffisante pour le captage.

En forant un puits dans ce type d'aquifère, on va chercher à rencontrer le plus de fractures possibles.

Les roches du Québec ont une fracturation variable. Le pompage peut fournir à certains endroits des débits importants et à d'autres des débits très limites.

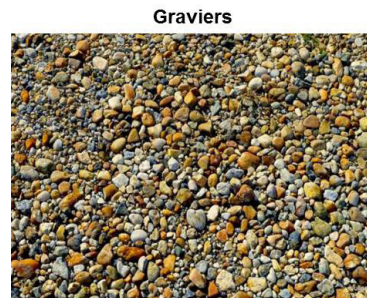


Source : Leblanc et coll. (2013)

AQUIFÈRE DE DÉPÔTS MEUBLES

Lorsque les **dépôts meubles sont grossiers** (sables et graviers) et que leur **épaisseur est importante**, ils constituent un **AQUIFÈRE**.

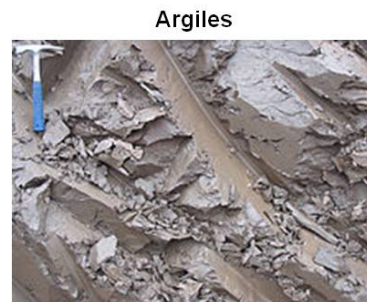
- Plus les pores sont gros, plus ils sont interconnectés et plus l'aquifère de dépôts meubles est perméable.
- Le pompage de débits importants est souvent possible.



Source : Leblanc et coll. (2013)

Lorsque les **dépôts meubles sont fins** (argiles et silts) et que leur **épaisseur est importante**, ils forment un **AQUITARD**.

- Plus les pores sont petits, moins ils sont connectés et moins les dépôts meubles sont perméables.



Source : Siim Sepp (2005)



TYPES DE DÉPÔTS MEUBLES

QUATERNAIRE ANCIEN

Sédiments déposés avant la dernière glaciation, durant et entre les épisodes glaciaires antérieures.

- Composition variable – perméable (**aquifère**) ou imperméable (**aquitard**).

TILL

Sédiments déposés pendant la dernière glaciation, directement par le glacier. Généralement composé de grains de toutes tailles dans une matrice fine.

- Till compact ou continu – imperméable (**aquitard**).
- Till remanié par l'action des vagues – perméable (**aquifère**).

Till compact



Source : Limper Geology Museum (2010)

SÉDIMENTS FLUVIOGLACIAIRES

Mis en place par les eaux de fonte, pendant la déglaciation.

- Composés de sables et de graviers – perméable (**aquifère**).

Sable et gravier fluvio-glaciaire



ARGILES MARINES

Déposées dans la mer de Champlain, après la dernière déglaciation.

- Argile – imperméable (**aquitard**).

Argiles



Source : Slim Sepp (2005)

SABLES GLACIO-LACUSTRES

Sédiments deltaïques et littoraux, remaniés par les eaux, après le retrait de la mer de Champlain.

- Sable – perméable (**aquifère**).

Sables deltaïques



DÉPÔTS HOLOCÈNES

Mis en place plus récemment, après le dernier cycle glaciaire, par l'action de l'eau et du vent.

- Sables alluviaux déposés par les rivières – perméable (**aquifère**).
- Sables éoliens déposés par le vent – perméable (**aquifère**).

Rivière Hall, Gaspésie



Dunes de Tadoussac, Côte-Nord



Source : Observatoire d'oiseaux de Tadoussac (2014)

DÉPÔTS ORGANIQUES

Constituent les milieux humides, surtout des tourbières.

- Composé de matière organique décomposée – imperméable (**aquitard**)
- ou de matière organique fraîche pouvant être très perméable.

Tourbière du Lac Rose,
Centre-du-Québec



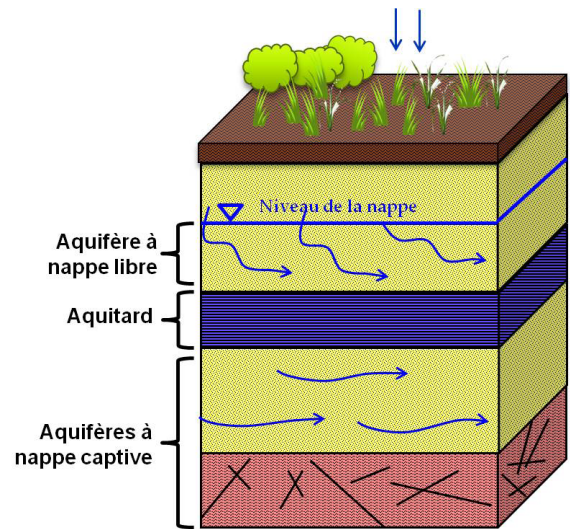


CONFINEMENT DES AQUIFÈRES

Un aquifère à **NAPPE CAPTIVE** est emprisonné sous un aquitard. Il n'est pas directement rechargé par l'infiltration verticale et se retrouve ainsi **protégé des contaminants** provenant directement de la surface. Sa recharge provient de plus loin en amont, là où la couche confinante n'est plus présente.

Un aquifère à **NAPPE LIBRE** n'est pas recouvert par un aquitard et est en contact direct avec l'atmosphère. Il peut être directement rechargé par l'infiltration verticale et est généralement **plus vulnérable à la contamination**.

Un aquifère à **NAPPE SEMI-CAPTIVE** est un cas intermédiaire pour lequel les couches confinantes ne sont pas totalement imperméables, sont de faible épaisseur ou d'étendue limitée. Il est **modérément rechargé et protégé**.





RECHARGE ET RÉSURGENCES

La **RECHARGE** contribue au renouvellement de l'eau souterraine en alimentant l'aquifère par l'infiltration des précipitations à la surface.

L'estimation de la recharge d'un aquifère (ou **taux de renouvellement**) est essentielle pour assurer la pérennité de l'eau souterraine.

La recharge est liée aux conditions climatiques, à l'occupation du sol, à la topographie et aux propriétés physiques du sol. Elle varie donc sur le territoire:

- Un climat sec, une couverture argileuse épaisse et continue, un terrain pentu ou l'imperméabilisation des surfaces en milieu urbain limite la recharge.

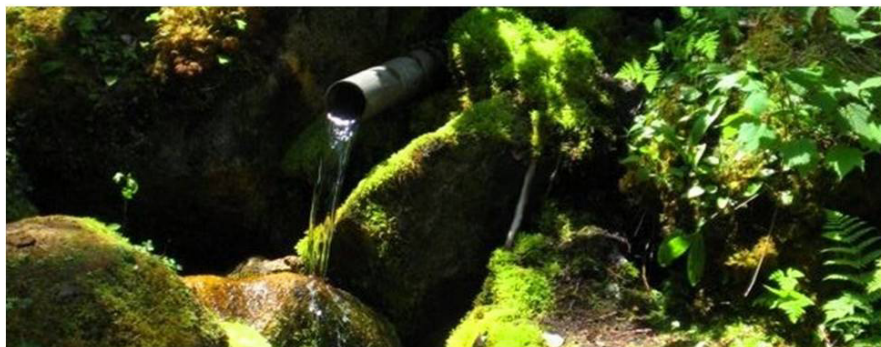
Les zones d'affleurement rocheux ou couvertes de dépôts meubles perméables peuvent constituer les **zones de recharge préférentielle**.

Les zones de **RÉSURGENCE** désignent les endroits où l'eau souterraine réapparaît en surface, au terme de son parcours souterrain.

- Les zones de résurgence sont généralement diffuses, c'est-à-dire largement étendue, et se manifestent par la présence de milieux humides ou par l'exfiltration d'eau souterraine dans les cours d'eau.
- Elles sont parfois ponctuelles, c'est-à-dire localisées en un point précis, et forment alors des sources.

En période d'étiage, l'essentiel de l'eau qui s'écoule dans les cours d'eau provient de l'apport des eaux souterraines. Cette eau contribue alors au débit de base du cours d'eau.

Source de l'Hermite, Abitibi





VULNÉRABILITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE

La méthode **DRASTIC** fournit une évaluation relative de la vulnérabilité intrinsèque d'un aquifère, soit la **sensibilité de l'eau souterraine face à une contamination venant de la surface**.

Le calcul de l'indice **DRASTIC** tient compte de sept paramètres physiques et hydrogéologiques :

D : profondeur de la nappe (**D**epth)

R : **R**echarge

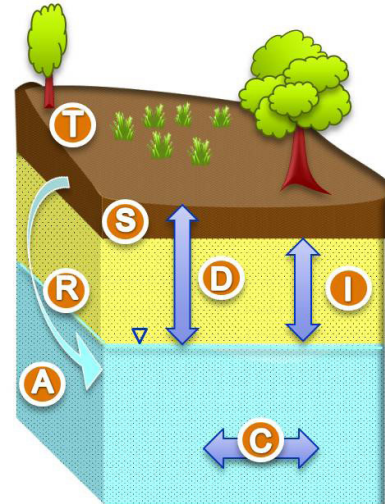
A : nature de l'**A**quifère

S : type de **S**ol

T : pente du terrain (**T**opography)

I : **I**mpact de la zone vadose

C : **C**onductivité hydraulique de l'aquifère



L'indice **DRASTIC** peut varier entre 23 et 226. Plus l'indice est élevé, plus l'aquifère est vulnérable à la contamination.

La réglementation québécoise considère un aquifère comme vulnérable lorsque l'indice DRASTIC est supérieur à 100.

Utilisée de pair avec les activités humaines présentant un danger potentiel de contamination des eaux souterraines, l'indice **DRASTIC** permet d'identifier les zones sensibles où des mesures particulières de gestion doivent être mises en œuvre afin de protéger les eaux souterraines.

Le potentiel de contamination de chaque activité dépend de plusieurs facteurs, dont la nature et la quantité de contaminants, la superficie de la zone touchée et la récurrence du rejet.



GÉOCHIMIE DE L'EAU

La composition géochimique de l'eau souterraine est influencée en grande partie par la dissolution de certains minéraux présents dans les matériaux géologiques. Plus le temps de résidence de l'eau dans un aquifère est long, plus l'eau souterraine sera **MINÉRALISÉE**, c'est-à-dire qu'elle contiendra des quantités plus importantes en minéraux dissous.

Les conditions de confinement des aquifères influencent la géochimie de l'eau souterraine :

- **Nappe libre** : eau récente, peu minéralisée, typique d'une eau météorique ;
- **Nappe semi-captive** : eau intermédiaire ;
- **Nappe captive** : eau ancienne, fortement minéralisée parfois saumâtre.

CRITÈRES DE QUALITÉ DE L'EAU

Les **CONCENTRATIONS MAXIMALES ACCEPTABLES (CMA)** sont des **normes** bactériologiques et physicochimiques visant à éviter des risques pour la santé humaine. Elles proviennent du **Règlement sur la qualité de l'eau potable** de la Loi sur la qualité de l'environnement du Québec (Gouvernement du Québec, 2014).

- Ex. : Nitrates < 45 mg/L pour prévenir la méthémoglobinémie (syndrome du bébé bleu); aussi considéré comme possiblement cancérigène pour l'être humain.
- Ex. : Fluorures < 1,5 mg/L afin de prévenir la fluorose dentaire.
- Ex. : Baryum < 1 mg/L pour éviter des maladies cardiovasculaires ou une augmentation de la pression artérielle.

Les **OBJECTIFS ESTHÉTIQUES (OE)** sont des **recommandations** pour les paramètres ayant un impact sur les caractéristiques esthétiques de l'eau (couleur, odeur, goût et autres désagréments), mais n'ayant pas d'effets néfastes reconnus sur la santé humaine. Ils sont publiés par le gouvernement fédéral (Santé Canada, 2012).

- Ex. : Fer < 0,3 mg/L, fondé sur le goût et les taches sur la lessive et les accessoires de plomberie.
- Ex. : Sulfures < 0,05 mg/L, fondé sur le goût et l'odeur.
- Ex. : pH entre 6,5 et 8,5, fondé sur l'influence de la formation des sous-produits de la désinfection et l'efficacité des systèmes de traitement.

2. Les caractéristiques régionales de l'eau souterraine

Résumé du projet Hydrogéologie Bécancour

Le projet Hydrogéologie Bécancour a permis d'établir un portrait des ressources en eau souterraine pour la partie centrale de la zone de gestion intégrée de l'eau Bécancour, i.e. la portion de la zone située dans la région du Centre-du-Québec. Celle-ci comprend les bassins versants des rivières Bécancour, Marguerite, Godefroy, Gentilly, de la Ferme, du Moulin, aux Glaises, des Orignaux et de la petite rivière du Chêne, ce qui représente une superficie totale de 2 859 km².

Coordonné par l'Université du Québec à Montréal (UQAM), le projet Hydrogéologie Bécancour a bénéficié de la collaboration d'un ensemble de partenaires régionaux : le Groupe de concertation des bassins versants de la zone Bécancour, la Conférence régionale des élus du Centre-du-Québec, l'Agence de géomatique du Centre-du-Québec, les MRC d'Arthabaska, de Bécancour, de L'Érable et de Nicolet-Yamaska, ainsi que le Cégep de Thetford.

Hydrogéologie Bécancour est un projet financé à 80% par le MDDEFP dans le cadre du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES). Les partenaires régionaux ont pour leur part contribué à 20% du financement total.

OBJECTIFS

Les deux objectifs principaux du projet étaient de :

- Dresser un portrait de la ressource en eaux souterraines sur la section moyenne et aval du bassin versant de la rivière Bécancour (section Centre-du-Québec) et de huit bassins versants connexes situés près du fleuve Saint-Laurent;
- Favoriser une saine gestion de la ressource en développant des partenariats entre les acteurs de l'eau et les gestionnaires du territoire dans l'acquisition des connaissances sur la ressource en eaux souterraines.

Plus spécifiquement, le projet visait à :

- Comprendre la nature des formations aquifères;
- Connaître l'origine et les directions d'écoulement de l'eau souterraine;
- Décrire la qualité de l'eau souterraine;
- Quantifier le bilan hydrique de l'aquifère et les volumes d'eau exploitables de façon durable;
- Déterminer la vulnérabilité de l'eau souterraine aux activités humaines.

PRINCIPAUX RÉSULTATS

Les résultats de cette étude montrent que :

- L'aquifère rocheux est dans l'ensemble peu productif. Les formations superficielles granulaires, plus perméables, sont peu épaisses et d'étendue limitée, à l'exception de l'aquifère des sables des Vieilles Forges qui pourrait représenter une source importante d'eau potable;
- L'eau souterraine s'écoule principalement dans le roc fracturé, du secteur des Appalaches à l'amont vers le fleuve Saint-Laurent en aval. Une partie importante de cet écoulement souterrain est interceptée par les nombreuses rivières présentes dans la région;
- À l'échelle régionale, la recharge de l'aquifère fracturé est estimée à 159 mm/an. Les volumes d'eau souterraine utilisés par les particuliers, les villes, l'agriculture et l'industrie représentent environ 1% de la recharge de l'aquifère fracturé. Une très faible proportion de la recharge (4%) atteint le fleuve Saint-Laurent;
- L'eau souterraine de la zone d'étude est de bonne qualité et peu de dépassements des normes pour l'eau potable ont été identifiés. Les principaux dépassements, pour le fluor et le baryum, seraient d'origine naturelle. Les problématiques identifiées concernent certains critères esthétiques et notamment les concentrations en manganèse. Les concentrations en nitrates observées ne dépassent pas la norme pour l'eau potable. Cependant, certaines concentrations mesurées dans la partie amont de la zone d'étude sont assez élevées pour qu'elles puissent être associées à une source anthropique;
- Les secteurs où l'aquifère rocheux est le plus vulnérable à une contamination provenant de la surface sont situés entre le piémont des Appalaches et l'autoroute 20, aux endroits où les dépôts sableux sont en contact direct avec le roc et où la recharge est élevée.

LIMITES GÉNÉRALES

Les données de base (forage et affleurements) utilisées pour la réalisation de la plupart des analyses hydrogéologiques ont une répartition non uniforme sur le territoire. L'incertitude des résultats augmente dans les secteurs où il y a peu de données.

Les données de base utilisées proviennent de sources variables (rapports de consultants, bases de données ministérielles, système d'information hydrogéologique (SIH), etc.) pour lesquelles la qualité des données est aussi variable. Pour la zone d'étude, les données de meilleure qualité ne comptent que pour 3% de toutes les données utilisées et se trouvent principalement dans les secteurs au centre et à l'aval de la zone d'étude. Les données de moins bonne qualité sont moins fiables individuellement, mais elles permettent de faire ressortir les grandes tendances des paramètres hydrogéologiques étudiés.

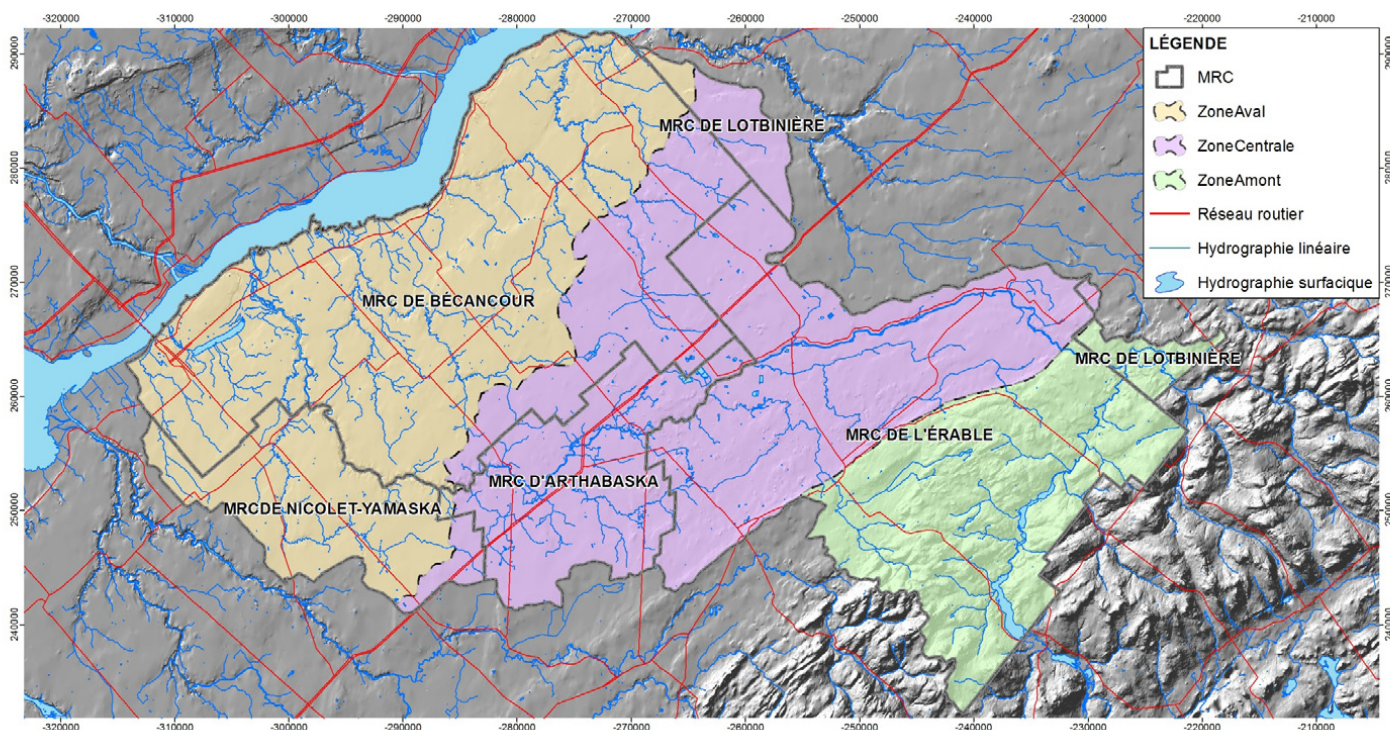
La plupart des analyses hydrogéologiques réalisées dans le cadre de ce projet sont basées sur des méthodes interprétatives. Ces analyses sont destinées à des études régionales et ne doivent pas être interpolées pour obtenir une valeur locale. Des études locales complémentaires devront être réalisées pour obtenir des informations spécifiques à une problématique donnée dans un endroit précis de la zone d'étude.

Pour les analyses de qualité de l'eau, les résultats de chaque échantillon ne sont valides que pour le puits où l'échantillon a été récolté. Les valeurs des paramètres pourraient varier temporellement (saisons ou années).

Trois zones aux caractéristiques hydrogéologiques distinctes

À l'échelle régionale, trois zones aux caractéristiques hydrogéologiques distinctes ont été identifiées :

- **La zone aval** borde le fleuve Saint-Laurent et comprend la majeure partie de la MRC Bécancour et une partie de la MRC Nicolet-Yamaska. Elle est caractérisée par la présence de dépôts meubles imperméables épais qui créent des conditions de **NAPPE CAPTIVE**, une faible recharge, une faible vulnérabilité et une eau souterraine minéralisée. On y retrouve également l'aquifère sableux des Vieilles Forges, qui couvre une grande partie de la zone aval.
- **La zone centrale** intègre une partie de la MRC d'Arthabaska et la moitié nord-est de la MRC de l'Érable. Elle constitue une transition entre les zones amont et aval. Elle est caractérisée par une couverture de till compact qui crée localement des conditions de **NAPPE SEMI-CAPTIVE**. On retrouve aussi parfois en surface des aquifères sableux à **NAPPE LIBRE**. La recharge, la vulnérabilité et la géochimie de l'eau souterraine varient selon si la nappe est libre ou semi-captive.
- **La zone amont** s'étend du piémont des Appalaches à la limite sud-ouest de la MRC de l'Érable. Elle est caractérisée par une faible couverture de till remanié reposant sur le roc fracturé qui constitue l'aquifère principal en condition de **NAPPE LIBRE**. La recharge et la vulnérabilité sont élevées et l'eau souterraine est faiblement minéralisée.



Contextes régionaux ZONE BÉCANCOUR QUÉBEC



0 2 4 6 8 10 Kilomètres
Projection conique conforme de Lambert de Québec, Méridien central -68,5
Système de référence géodésique nord-américain, 1983



SYSTÈME NATIONAL DE
RÉFÉRENCE CARTOGRAPHIQUE

Coupe hydrostratigraphique régionale

Définition

Une coupe hydrostratigraphique représente la superposition des différentes couches géologiques (dépôts meubles et roc) rencontrées en profondeur. Les unités géologiques y sont représentées afin d'en apprécier leur continuité, leur étendue et leur épaisseur.

Quelques clés de lecture



Le motif pointillé dans la légende indique une unité hydrostratigraphique de **dépôt meuble perméable**, soit constituée de matériau granulaire grossier (sable ou gravier). Lorsque son **épaisseur est importante**, elle peut constituer un **aquifère potentiellement exploitable** et des puits d'alimentation peuvent y être aménagés.

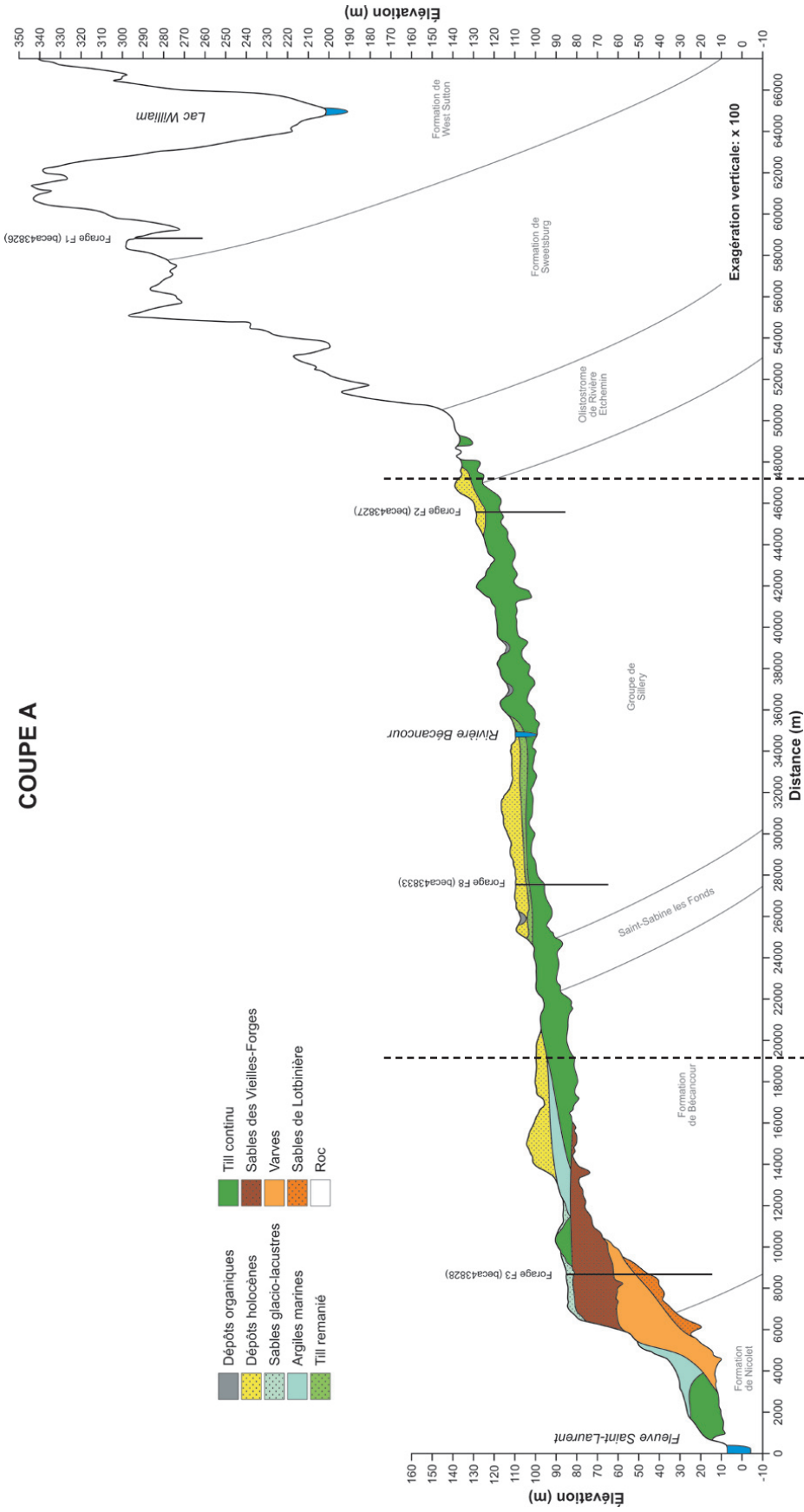
Le motif uni dans la légende indique une unité hydrostratigraphique de **dépôt meuble imperméable**, soit composée de matériau fin (silt ou argile). Elle constitue une barrière naturelle à l'écoulement de l'eau. Lorsque son **épaisseur est suffisante**, elle agit comme un **aquitard**, confine les aquifères sous-jacents et contribue ainsi à les **protéger des contaminants venant de la surface**.

Description de la coupe hydrostratigraphique A

La coupe hydrostratigraphique A s'étend du fleuve Saint-Laurent jusqu'à la limite amont de la zone d'étude. La zone amont est recouverte de till mince. Celui-ci n'est pas présenté sur la coupe en raison de sa faible épaisseur. La zone centrale est principalement recouverte de till compact avec à certains endroits des dépôts granulaires superposés au till. Les dépôts organiques sont situés soit directement sur le till compact, soit sur les dépôts granulaires. En aval, la stratigraphie devient plus complexe avec la présence de dépôts quaternaires anciens qui reposent sur une dépression du roc.



COUPE A



Caractéristique hydrogéologique	Zone aval	Zone centrale	Zone amont
Contexte hydrostratigraphique	Granulaire sur argile sur till sur Quaternaire ancien	Granulaire sur till remanié sur till	Till
Épaisseur des dépôts meubles	Très épais, jusqu'à 90 m	Mince à moyen	Très mince
Confinement	Nappe captive	Nappe libre ou semi-captive	Nappe libre
Recharge	Très faible	Faible à moyenne	Élevée
Vulnérabilité	Faible	Moyenne à très élevée	Moyenne à élevée
Géochimie	Eau souterraine minéralisée	Eau souterraine moyennement minéralisée	Eau souterraine peu minéralisée
Dépassements de critères de qualité de l'eau	Potabilité : F et Ba Esthétique : Mn, MDT, pH, Fe, dureté, Cl et H2S	Potabilité : F, Ba et As Esthétique : Mn, pH, MDT, Fe, dureté, Na, Cl et Al	Potabilité : Sb Esthétique : pH, Mn, dureté, MDT, Fe et H2S

Quelle(s) zone(s) vous concerne(nt) ?

X : Territoire d'action de l'organisme inclus dans la zone

* : Territoire d'action de l'organisme touche faiblement à la zone

Organisme	Zone aval	Zone centrale	Zone amont
MRC Bécancour	X	X	
Ville de Bécancour	X		
Municipalité de Deschailions-sur-Saint-Laurent	X		
Municipalité de Fortierville	X		
Municipalité de Lemieux	X	X	
Municipalité de Manseau	*	X	
Municipalité de Parisville	X		
Municipalité de Ste-Cécile-de-Lévrard	X		
Municipalité de Ste-Françoise	X	X	
Municipalité de Ste-Marie-de-Blandford	X	*	
Municipalité de Ste-Sophie-de-Lévrard	X	*	
Municipalité de St-Pierre-les-Becquets	X		
Municipalité de St-Sylvère	X	X	
Wôlinak	X		
MRC d'Arthabaska	*	X	
Municipalité de Daveluyville		X	
Municipalité de Maddington		X	
Municipalité de Ste-Anne-du-Sault	*	X	
Municipalité de St-Louis-de-Blandford		X	
Municipalité de St-Rosaire		X	
Municipalité de St-Valère		X	
MRC de l'Érable		X	X
Municipalité d'Inverness		X	X
Municipalité de Laurierville		X	X
Municipalité de Lyster		X	*
Municipalité de Notre-Dame-de-Lourdes		X	
Paroisse de Plessisville		X	X
Ville de Plessisville		X	X
Ville de Princeville		X	*
Municipalité de Ste-Sophie-d'Halifax			X
Municipalité de St-Ferdinand			X
Municipalité de St-Pierre-Baptiste			X
Municipalité de Villeroy		X	

X : Territoire d'action de l'organisme inclus dans la zone

* : Territoire d'action de l'organisme touche faiblement à la zone

Organisme	Zone aval	Zone centrale	Zone amont
MRC Lotbinière	*	X	X
Municipalité de Leclercville	X	X	
Municipalité de Ste-Agathe-de-Lotbinière		*	X
Municipalité de Val-Alain		X	
MRC Nicolet-Yamaska	X	*	
Municipalité d'Aston-Jonction	X	X	
Municipalité de Grand-Saint-Esprit	X		
Ville de Nicolet	X		
Municipalité de St-Célestin	X		
Village de St-Célestin	X		
Municipalité de Ste-Eulalie	X	X	
Municipalité de Ste-Monique	X		
Municipalité de St-Léonard-d'Aston	X		
Municipalité de St-Wenceslas	X		
Agence de géomatique du Centre-du-Québec inc.	X	X	X
Association des producteurs de canneberge du Québec	*	X	*
Cégep de Thetford	X	X	X
Comité ZIP Les Deux Rives	X		
Commission régionale des ressources naturelles et du territoire	X	X	X
Conférence régionale des élus du Centre-du-Québec	X	X	X
Conseil régional de l'environnement du Centre-du-Québec	X	X	X
Corporation de développement économique de Victoriaville et sa région	*	X	
Fédération de l'UPA du Centre-du-Québec	X	X	X
Groupe de concertation des bassins versants de la zone Bécancour	X	X	X
MAMROT, Direction régionale du Centre-du-Québec	X	X	X
MAPAQ, Direction régionale du Centre-du-Québec	X	X	X
MDDEFP, Direction régionale de la Mauricie et du Centre-du-Québec	X	X	X
MRN, Direction régionale de la Mauricie et du Centre-du-Québec	X	X	X
MSP, Direction régionale de la Mauricie et du Centre-du-Québec	X	X	X
MSSS, Équipe santé et environnement, Mauricie et Centre-du-Québec	X	X	X
MTQ, Direction régionale de la Mauricie-Centre-du-Québec	X	X	X
Société du parc industriel et portuaire de Bécancour	X		

3. Les caractéristiques de la zone amont

Coupe hydrostratigraphique

Définition

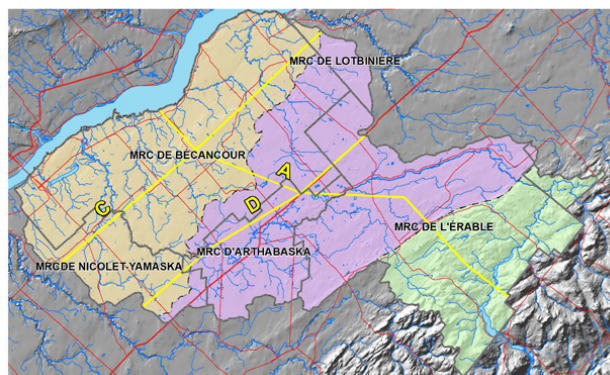
Une coupe hydrostratigraphique représente la superposition des différentes couches géologiques (dépôts meubles et roc) rencontrées en profondeur. Les unités géologiques y sont représentées afin d'en apprécier leur continuité, leur étendue et leur épaisseur.



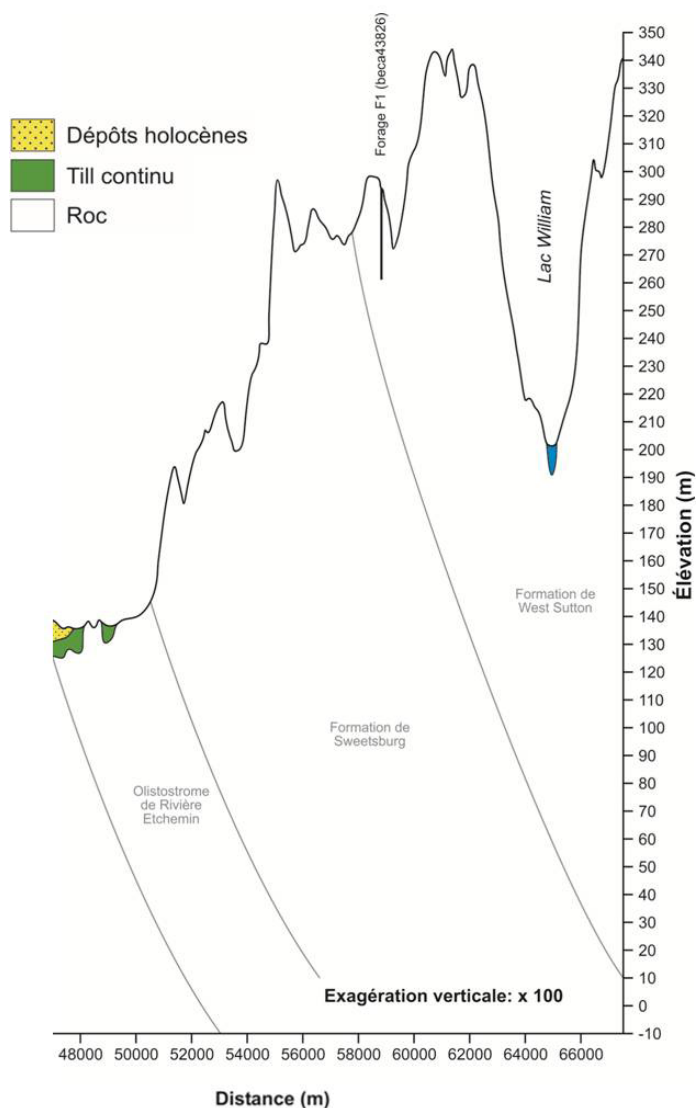
Quelques clés de lecture, page 22

Description de la section amont de la coupe hydrostratigraphique A

Aucune coupe hydrostratigraphique spécifique au contexte régional de la zone amont n'a été produite. Bien que la zone amont soit recouverte de till mince, celui-ci n'est pas présenté sur la section amont de la coupe hydrostratigraphique A (qui s'étend du fleuve à la limite amont de la zone d'étude) en raison de sa faible épaisseur. Le roc est ainsi généralement très près de la surface et représente le seul aquifère exploitable de la zone amont.



SECTION AMONT DE LA COUPE A



F La zone amont ne contient aucun dépôt meuble.

Vrai Faux

F Les dépôts meubles peuvent constituer des aquifères exploitables dans la zone amont.

Vrai Faux

D Où se trouvent les zones où il y a le plus de chance de trouver des aquifères exploitables sur cette coupe hydrostratigraphique ?

Contextes hydrogéologiques













Les **CONTEXTES HYDROGÉOLOGIQUES** représentent la répartition spatiale de séquences hydrostratigraphiques types de dépôts meubles. Ils permettent de visualiser comment sont organisés les unités géologiques en profondeur et d'identifier quelle séquence de dépôts meubles peut être rencontrée dans un secteur de la zone d'étude.

Méthode utilisée

L'agencement stratigraphique avec la profondeur est connu à partir des forages. La compilation, l'analyse et le traitement de ces informations géologiques permet de produire un modèle en trois dimensions des unités géologiques. La représentation des contextes hydrogéologiques est toutefois faite sur une carte en deux dimensions, en regroupant les successions d'unités quaternaires typiquement rencontrées.

Dans la zone d'étude, tous les contextes hydrogéologiques des dépôts meubles reposent sur le roc fracturé.

Unités des dépôts meubles des coupes hydrostratigraphiques	Regroupement des unités	Conductivité hydraulique
 Dépôts organiques	Granulaire	Perméable
 Dépôts holocènes		
 Sables glacio-lacustres		
 Argiles marines	Argile	Imperméable
 Till remanié	Till remanié	Perméable
 Till continu	Till	Imperméable
 Sables des Vieilles-Forges	Quaternaire ancien	Variable
 Varves		
 Sables de Lotbinière		
 Roc	Roc	Perméable

Interprétation pour la zone d'étude

- La zone amont est dominée par les contextes de till, de till remanié et de matériau granulaire reposant sur le till. En général, dans cette partie de la zone d'étude, l'épaisseur de l'unité de till est inférieure à 3 m et celle de l'unité granulaire est inférieure à 10 m. Cependant, dans le secteur de Lysander Falls, à la jonction de la rivière Bécancour et de la rivière Palmer, des épaisseurs de matériau granulaire de 20 m ont été observées dans certains forages.
- Le roc de la zone amont a une conductivité hydraulique relativement faible, mais légèrement plus élevée que celle de l'aquifère rocheux des zones centrale et aval. Même si elle n'est pas très marquée, cette différence est due à une plus grande fracturation du roc dans la zone amont. Il est donc plus probable d'obtenir un puits productif dans le roc dans cette partie de la zone d'étude.

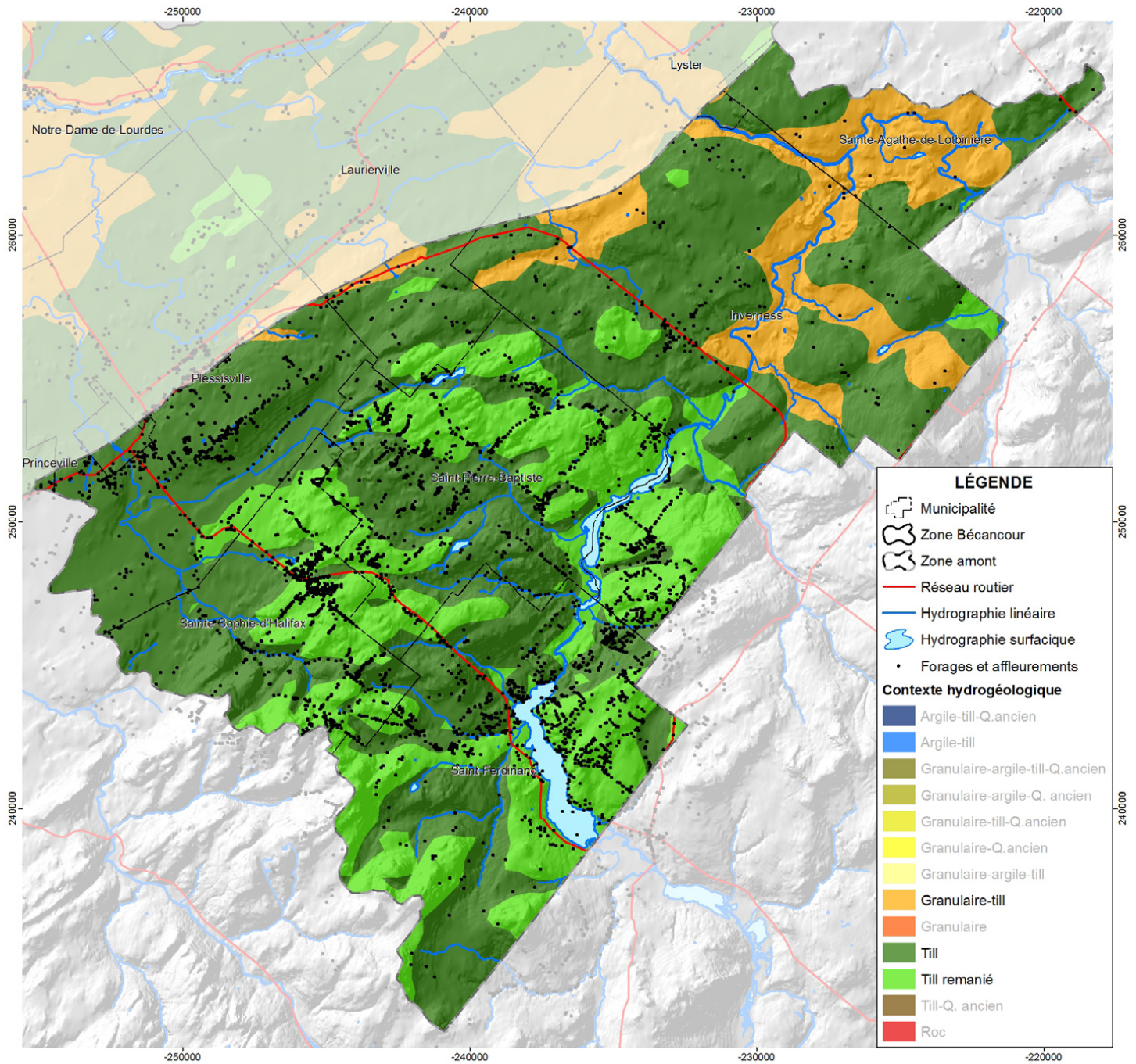


M La stratigraphie est dominée par une séquence de dépôts granulaires en surface reposant sur du till.

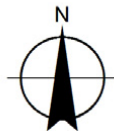
Vrai Faux

M Comment peut-on reconnaître si un dépôt meuble est perméable à partir de la carte des contextes hydrogéologiques ?

M Où retrouve-t-on les dépôts granulaires et que signifient-ils d'un point de vue hydrogéologique ?

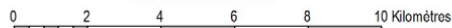


CARTE DE LOCALISATION



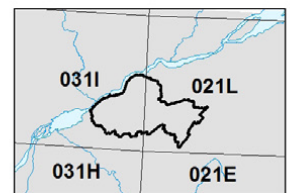
Contextes hydrogéologiques ZONE BÉCANCOUR - AMONT QUÉBEC

Échelle 1/200 000



Projection conique conforme de Lambert de Québec
Méridien central -68.5

Système de référence géodésique nord-américain, 1983



SYSTÈME NATIONAL DE
RÉFÉRENCE CARTOGRAPHIQUE

Épaisseur des dépôts meubles

Rappel

Lorsque les dépôts meubles sont perméables (sables et graviers) et que leur épaisseur est suffisamment importante, ils constituent un aquifère potentiellement exploitable. Si les dépôts meubles sont imperméables (argile et silt) et suffisamment épais, ils forment plutôt un aquitard. Les informations sur l'épaisseur des dépôts meubles peuvent aussi s'avérer utiles dans d'autres domaines que l'hydrogéologie comme la construction d'infrastructures et le transport.



**AQUIFÈRE
DE DÉPÔTS
MEUBLES,**
page 11

Méthode utilisée

Les informations sur l'épaisseur et le type de dépôts meubles proviennent des données de forage et des affleurements rocheux. Ces informations géologiques sont utilisées pour estimer l'épaisseur des dépôts meubles, sur de mailles de 250 m X 250 m, aux endroits où il n'y a pas d'information.

Interprétation pour la zone d'étude

L'épaisseur des dépôts meubles est souvent de moins d'1 m. Des zones d'accumulation d'au plus 20 m d'épaisseur sont principalement localisées dans la vallée du lac William et de la rivière Bécancour.



- F** C'est dans la municipalité de Sainte-Sophie-d'Halifax que l'épaisseur des dépôts meubles est la plus importante.

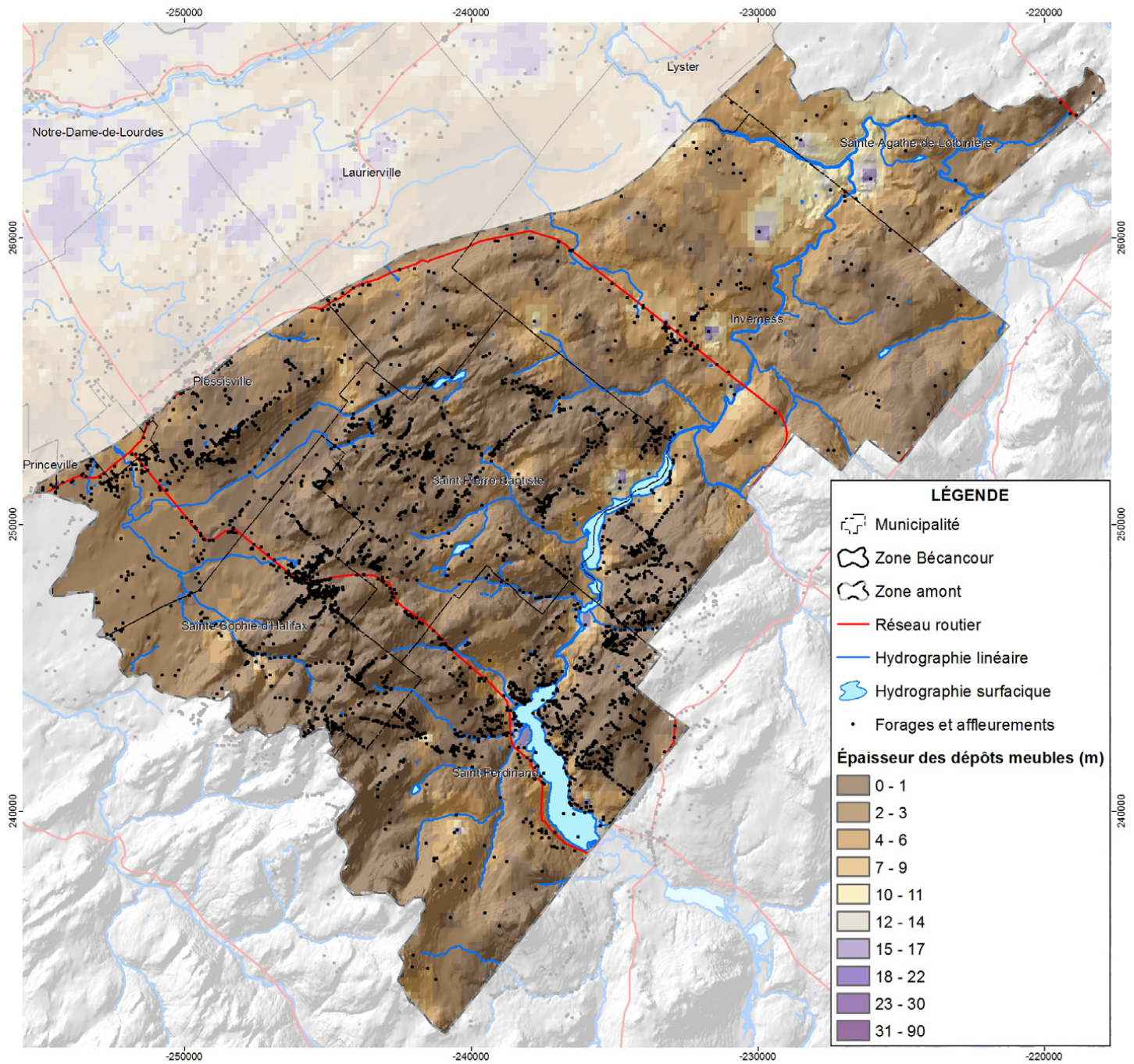
Vrai Faux

- M** Plus l'épaisseur des dépôts meubles est importante, et plus il y a de chance que l'aquifère de dépôts meubles soit perméable.

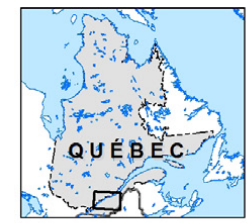
Vrai Faux

- M** Moins l'épaisseur des dépôts meubles est importante, et moins il y a de chance que l'aquifère de dépôts meubles soit productif.

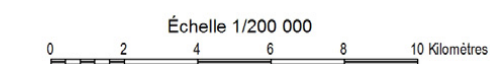
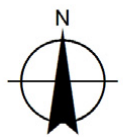
Vrai Faux



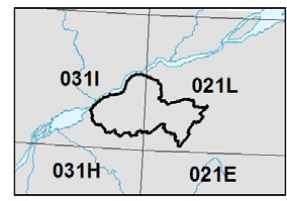
Épaisseur des dépôts meubles ZONE BÉCANCOUR - AMONT QUÉBEC



CARTE DE LOCALISATION



Échelle 1/200 000
Projection conique conforme de Lambert de Québec
Méridien central -68.5
Système de référence géodésique nord-américain, 1983



SYSTÈME NATIONAL DE
RÉFÉRENCE CARTOGRAPHIQUE

Conditions de confinement

Definition

Le confinement de l'aquifère de roc fracturé dépend de son recouvrement par une couche de matériaux peu perméables (aquitard) qui isole de la surface l'eau souterraine qu'il contient. La nature et l'épaisseur des dépôts meubles déterminent ainsi le niveau de confinement.



**NAPPE LIBRE,
NAPPE CAPTIVE,
NAPPE SEMI-CAPTIVE,**

page 13

Méthode utilisée

Les zones de confinement ont été déterminées pour l'aquifère au roc seulement à partir du modèle 3D des unités géologiques. Les conditions de confinement dépendent de l'épaisseur des unités imperméables et ont été définies selon les critères suivants:

- Nappe captive: plus de 3 m d'argile ou plus de 5 m de till compact;
- Nappe semi-captive: de 1 à 3 m d'argile ou de 3 à 5 m de till compact;
- Nappe libre: moins de 1 m d'argile et moins de 3 m de till compact.

Interprétation pour la zone d'étude

Les secteurs de nappe libre occupent la quasi-totalité de la zone amont. Seule un petit secteur au nord, représentant environ 1% du territoire et où le till est plus épais, est à nappe semi-captive.



F Sainte-Agathe-de-Lotbinière repose presque entièrement sur une nappe libre.

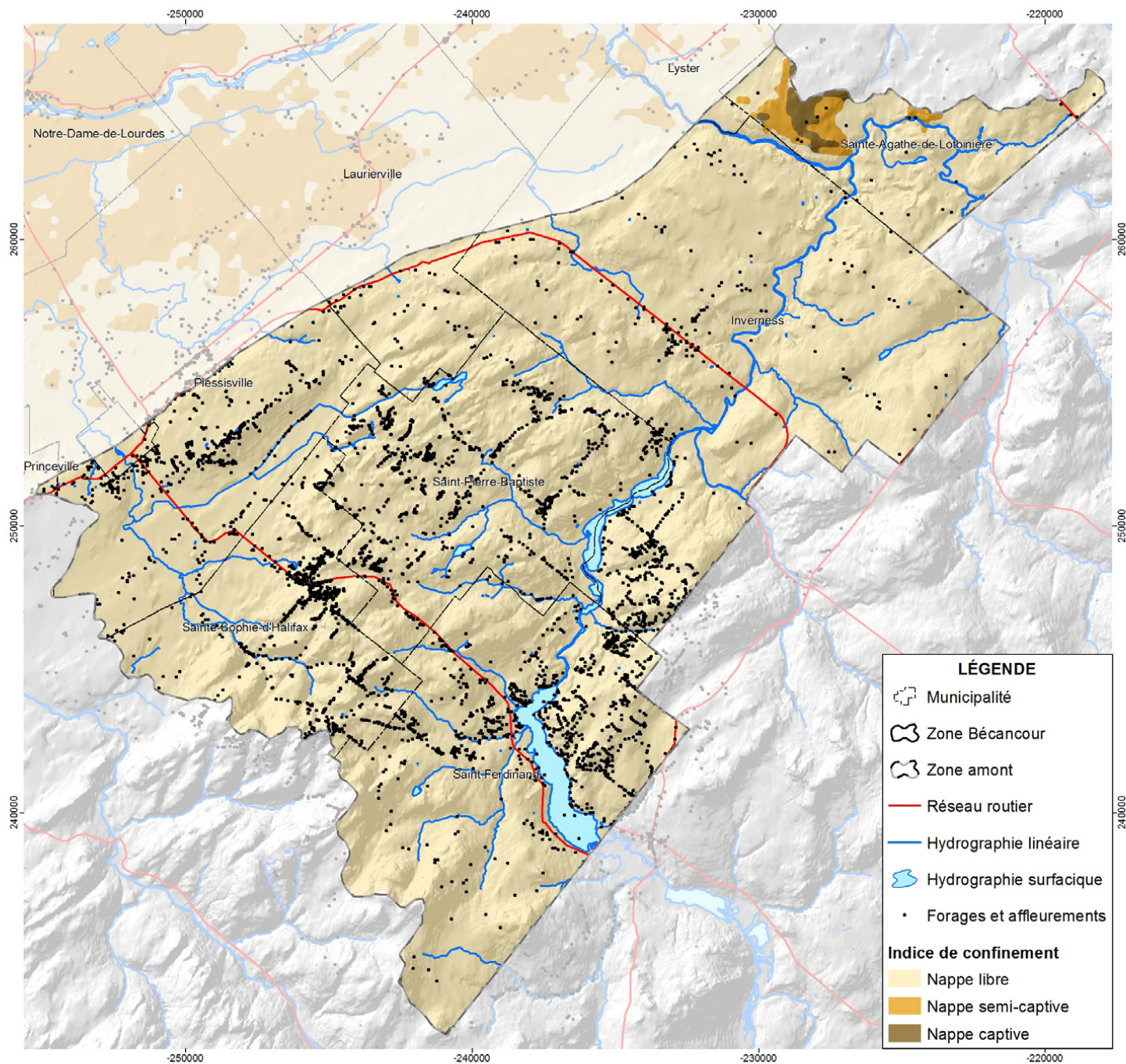
Vrai Faux

F Une nappe libre est alimentée par l'eau des précipitations.

Vrai Faux

M Une nappe libre est protégée de la contamination de polluants qui proviennent de la surface.

Vrai Faux



Conditions de confinement ZONE BÉCANCOUR - AMONT QUÉBEC

Échelle 1/200 000

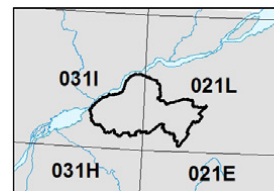


Projection conique conforme de Lambert de Québec
Méridien central -68.5

Système de référence géodésique nord-américain, 1983



CARTE DE LOCALISATION



SYSTÈME NATIONAL DE
RÉFÉRENCE CARTOGRAPHIQUE

Recharge et résurgences

Définition

La recharge correspond à la quantité d'eau qui alimente l'aquifère depuis l'infiltration de surface et qui constitue le renouvellement de l'eau souterraine. Les résurgences sont des décharges en surface de l'eau souterraine dans les milieux humides, dans les cours d'eau et aux sources. Les résurgences peuvent se produire lorsque le niveau de la nappe d'un aquifère dépasse le niveau de la surface du sol.



**RECHARGE,
RÉSURGENCE,**
page 14

Méthode utilisée

- La répartition spatiale de la recharge au roc a été estimée sur des mailles de 500 m X 500 m à l'aide d'un bilan hydrique qui utilise les précipitations, les températures et l'eau disponible par la pluie ou la fonte de la neige, pour calculer l'évapotranspiration, le ruissellement et l'infiltration.
- Les zones de recharge supérieures à 200 mm/an ont été identifiées comme zones de recharge préférentielle de l'aquifère au roc.

Interprétation pour la zone d'étude

- En raison de la faible épaisseur des dépôts meubles, le roc est généralement très près de la surface et représente **l'aquifère principal à nappe libre**. Ces conditions géologiques et une précipitation importante font de **la zone amont le principal secteur de recharge de la zone d'étude**.
- Presque tout le territoire correspond à une zone de recharge préférentielle. Celles-ci sont clairement identifiées avec la signature géochimique de l'eau souterraine, représentative d'une eau peu minéralisée n'ayant pas résidé longtemps dans l'aquifère.
- Dans la zone amont, la **nappe d'eau souterraine est peu profonde et suit généralement la topographie**. La combinaison d'une recharge élevée et d'un relief accidenté est favorable à la résurgence de l'eau souterraine dans les parties basses du paysage. À ces endroits, la nappe d'eau souterraine peut être égale ou au-dessus de la surface topographique, ce qui induit des suintements le long des escarpements rocheux et la décharge d'eau souterraine dans les cours d'eau et dans les fonds de vallées.
- Toutes les rivières principales situées dans la zone amont sont considérées comme des zones de résurgence potentielle. Il existe très peu de sources répertoriées mais les sources de Laurierville sont les seules qui sont connues et identifiées comme des résurgences de l'eau souterraine.



F Les aquifères de Saint-Pierre-Baptiste reçoivent peu de recharge.

Vrai Faux

F La recharge en eau souterraine est plus élevée dans les vallées.

Vrai Faux

F Les cours d'eau principaux sont des zones de résurgence sur toute la zone amont.

Vrai Faux

F L'eau de la source de Laurierville provient d'un ruisseau de surface.

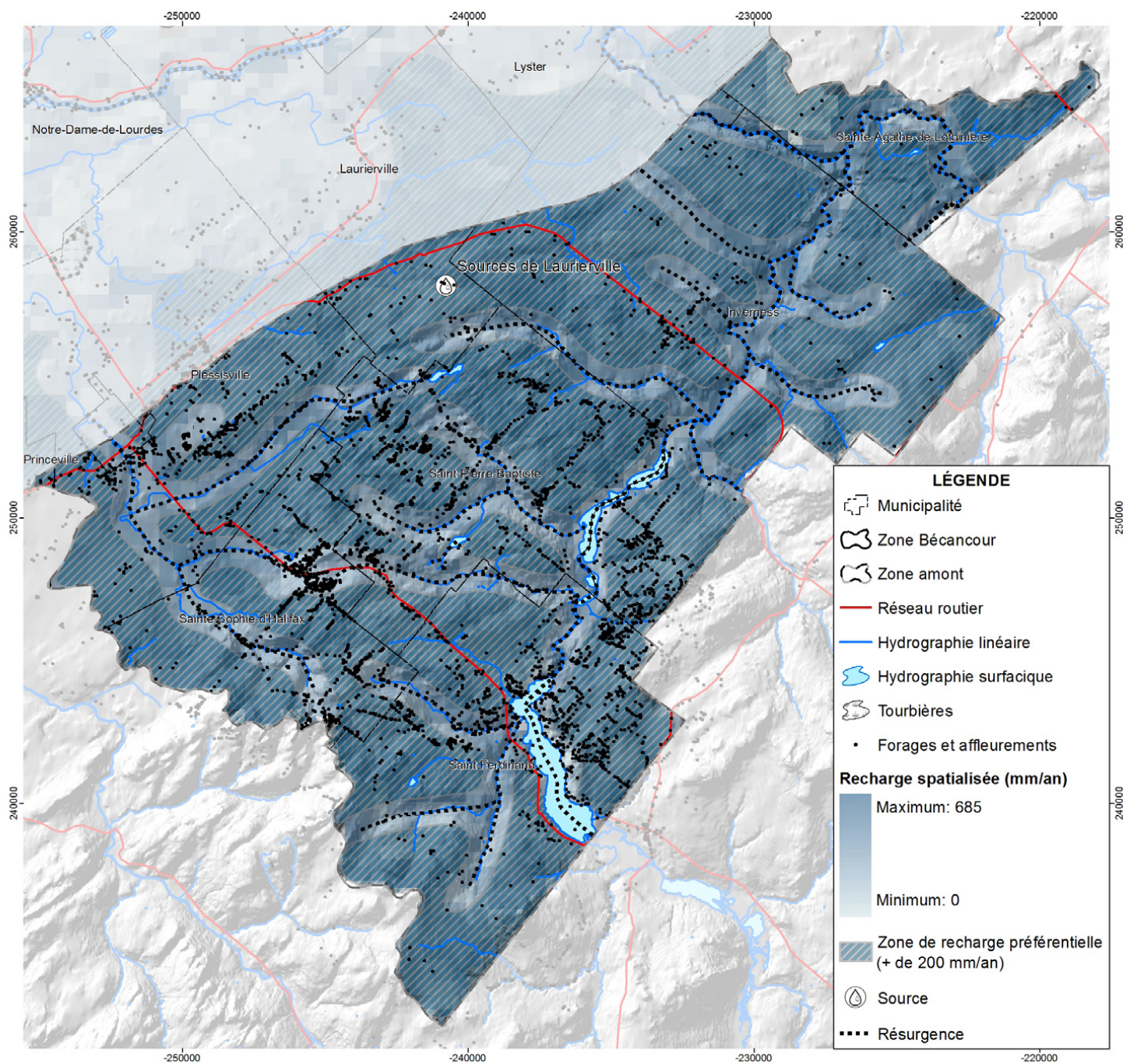
Vrai Faux

M Les zones de recharge sont particulièrement sensibles aux activités de surface et à la pollution que celles-ci peuvent générer.

Vrai Faux

D Les zones de résurgence sont les zones où les aquifères reçoivent de l'eau par infiltration.

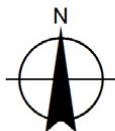
Vrai Faux



Zones de recharge préférentielle et de résurgences



CARTE DE LOCALISATION

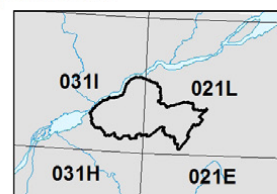


ZONE BÉCANCOUR - AMONT QUÉBEC

Échelle 1/200 000



Projection conique conforme de Lambert de Québec
Méridien central -68.5
Système de référence géodésique nord-américain, 1983



SYSTÈME NATIONAL DE
RÉFÉRENCE CARTOGRAPHIQUE

Vulnérabilité

Définition

La vulnérabilité d'un aquifère, telle qu'évaluée par la méthode DRASTIC, est la sensibilité de l'eau souterraine face à une contamination venant de la surface.



VULNÉRABILITÉ À LA CONTAMINATION,

page 15

Méthode utilisée

- L'indice DRASTIC a été évalué sur des mailles de 250 m X 250 m.
- Il peut varier de 23 à 226 : plus l'indice est élevé, plus l'aquifère est vulnérable.
- La réglementation québécoise considère un aquifère vulnérable lorsque l'indice DRASTIC est supérieur à 100.

Interprétation pour la zone d'étude

- La zone amont présente sur 83% de son territoire un indice DRASTIC pour l'aquifère au roc supérieur à 100, c'est-à-dire une vulnérabilité allant de significative à très élevée, tandis que les 17% restants présentent un indice DRASTIC inférieur à 100 correspondant à une vulnérabilité très faible à moyenne.
- Les secteurs **les plus vulnérables** sont caractérisés par la présence de dépôts granulaires fluvioglaciers où la profondeur de la nappe est peu élevée, comme c'est le cas dans la vallée de la rivière Bécancour entre le lac Saint-Joseph et l'extrémité est de la zone.
- Les secteurs **les moins vulnérables** se retrouvent où la nappe est profonde et où les pentes sont fortes, notamment sur les crêtes topographiques.



F Saint-Ferdinand est la municipalité où l'aquifère est le plus vulnérable à une contamination de surface.

Vrai Faux

M De manière générale, les secteurs les plus vulnérables correspondent aux bas topographiques (vallées) tandis que les moins vulnérables correspondent aux hauts topographiques (crêtes).

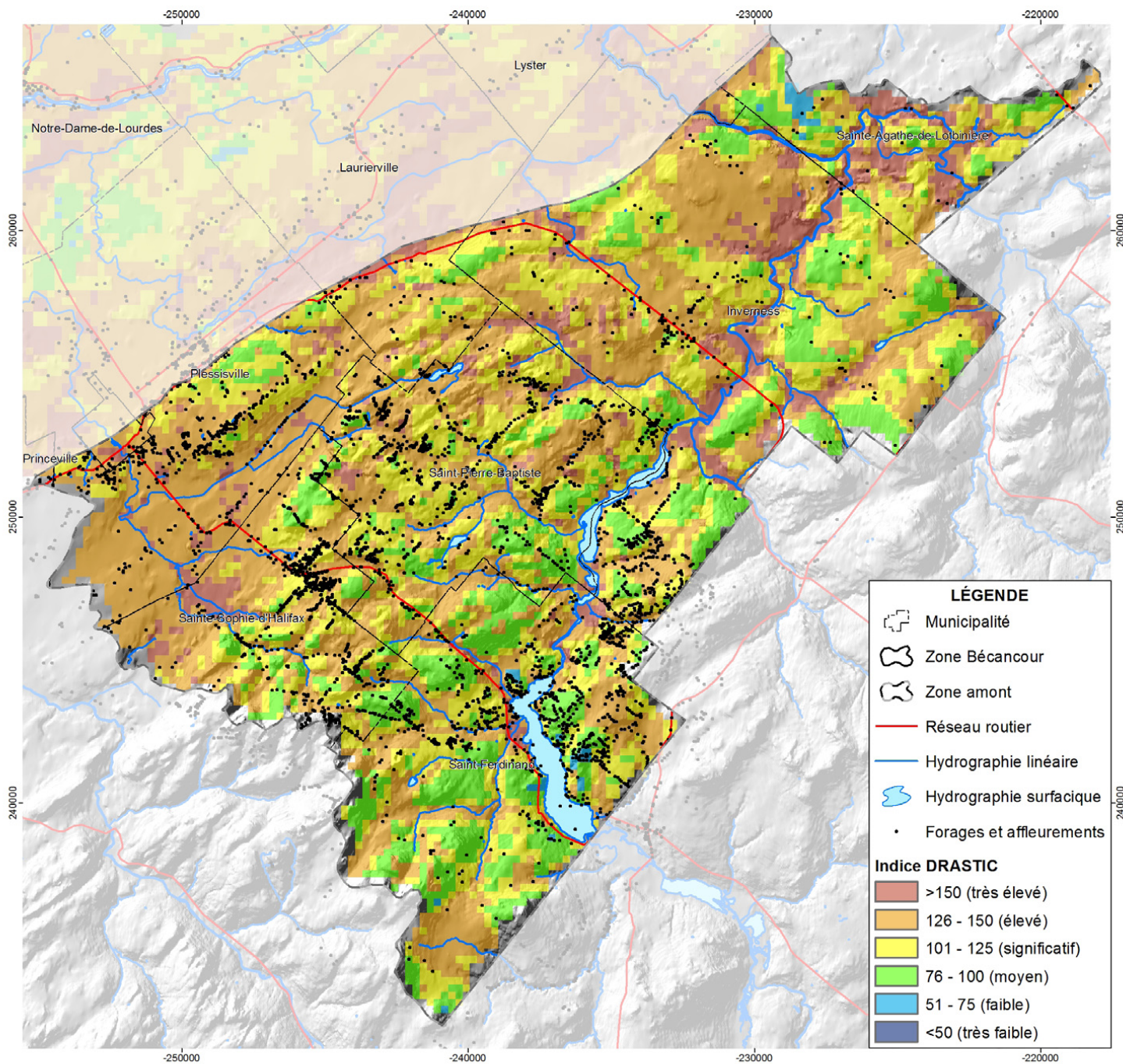
Vrai Faux

M Les secteurs de vulnérabilité les plus faibles sont situés où l'aquifère au roc est en condition de nappe semi-captive.

Vrai Faux

D Une utilisation à l'échelle locale des résultats, tel que pour déterminer la vulnérabilité de l'aire d'alimentation d'un puits, est invalide.

Vrai Faux



CARTE DE LOCALISATION

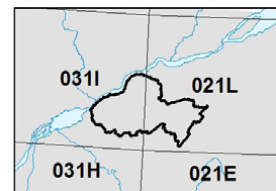


Indice DRASTIC de l'aquifère au roc ZONE BÉCANCOUR - AMONT QUÉBEC

Échelle 1/200 000



Projection conique conforme de Lambert de Québec
Méridien central -68.5
Système de référence géodésique nord-américain, 1983



SYSTÈME NATIONAL DE
RÉFÉRENCE CARTOGRAPHIQUE

Qualité de l'eau - Critères de potabilité

Définition

La qualité de l'eau s'évalue en comparant les constituants physicochimiques de l'eau aux normes et recommandations existantes. Les concentrations maximales acceptables (CMA) sont des normes bactériologiques et physicochimiques visant à éviter des risques pour la santé humaine.



CRITÈRES DE POTABILITÉ,
page 16

Méthode utilisée

Dans la zone amont, l'eau souterraine de 26 puits a été échantillonnée, soit 21 puits au roc et 5 puits dans les dépôts meubles. Les échantillons ont été envoyés dans un laboratoire accrédité par le MDDEFP pour analyse des paramètres de potabilité suivants :

- Arsenic (As)
- Bore (B)
- Baryum (Ba)
- Cadmium (Cd)
- Chrome (Cr)
- Fluor (F)
- Nitrites/Nitrates (NO₂-NO₃)
- Plomb (Pb)
- Antimoine (Sb)
- Sélénium (Se)
- Uranium (U)

Les paramètres concernant des problématiques locales de contamination, tel que les contaminants bactériologiques, les pesticides et les contaminants organiques (hydrocarbures) n'ont pas été mesurés dans le cadre de cette étude.

Interprétation pour la zone d'étude

Dans la zone amont, un seul dépassement de norme a été relevé sur les puits échantillonnés :

Paramètre	Concentration maximale acceptable (CMA)	Nb de dépassements de la CMA	Proportion des échantillons	Norme fondée sur :
Antimoine (Sb)	0,006 mg/L	1	4%	Changements microscopiques au niveau des organes et des tissus (thymus, reins, foie, rate, thyroïde)

- La signature géochimique de l'eau souterraine de cette zone est représentative d'une eau n'ayant pas résidé longtemps dans l'aquifère : elle est **faiblement minéralisée**.
- Un seul dépassement de normes de potabilité a été observé ce qui indique que la zone amont ne présente aucun problème majeur au niveau de la qualité de l'eau souterraine.
- Les concentrations en nitrates observées ne dépassent pas la norme pour l'eau potable. Cependant, certaines concentrations en nitrates mesurées dans la zone amont, soit dans les zones de recharge de l'eau souterraine, sont nettement supérieures au seuil d'impact anthropique. L'origine de ces concentrations en nitrates n'a pas été étudiée en détail dans ce projet, mais les fertilisants chimiques et organiques en sont probablement responsables en grande partie.



F Globalement, la qualité de l'eau souterraine de la zone amont est bonne.

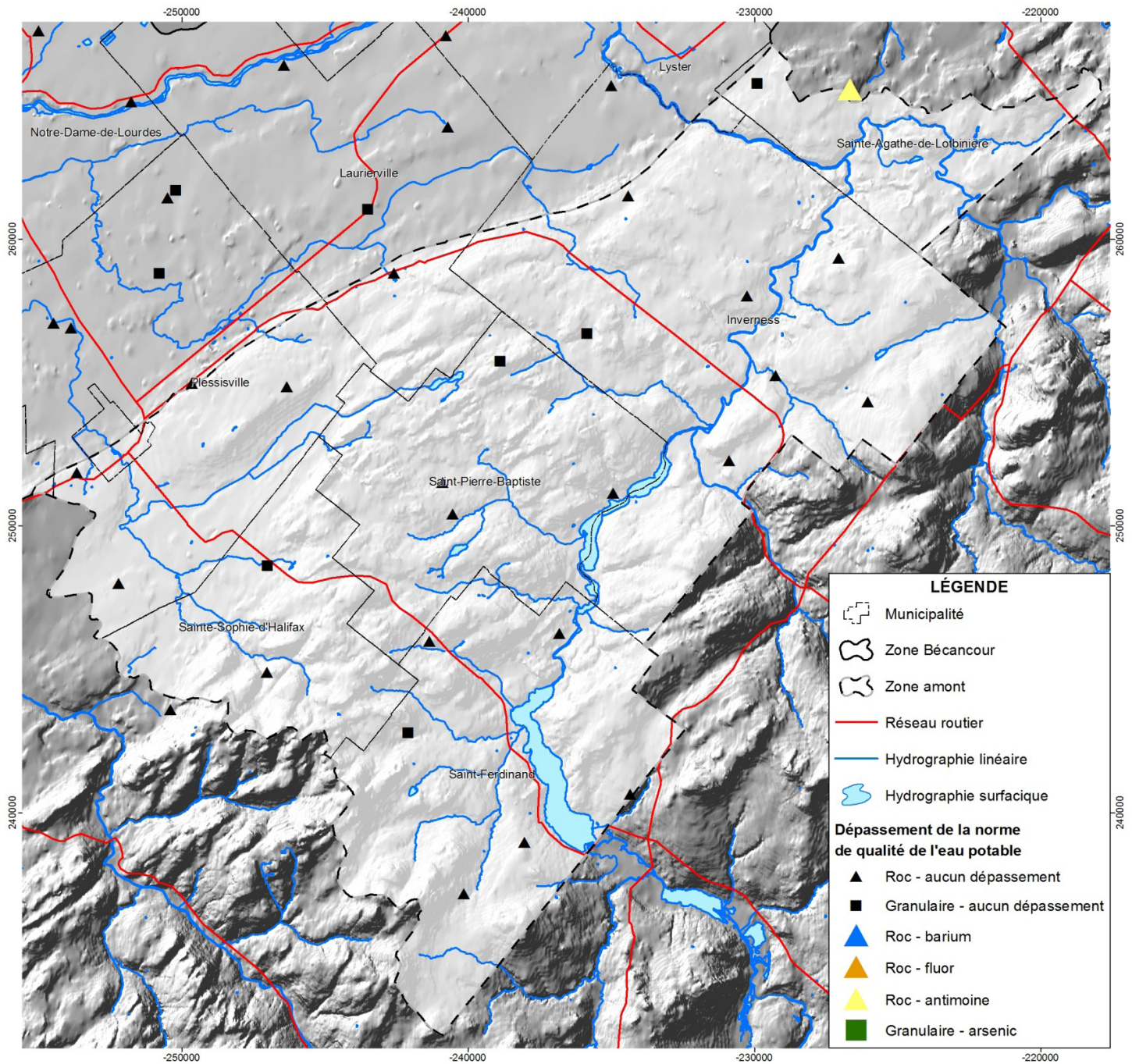
Vrai Faux

M Les échantillons d'eau analysés dans le cadre de cette étude ont permis de confirmer qu'aucune problématique de contamination bactériologique, de pesticide ou d'hydrocarbure n'existe sur le territoire.

Vrai Faux

M Il n'y a aucun enjeu concernant les nitrates car leur concentration ne dépasse pas les normes de qualité de l'eau potable.

Vrai Faux

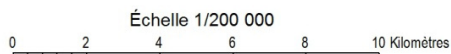
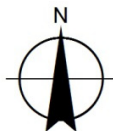


Critères de qualité de l'eau potable

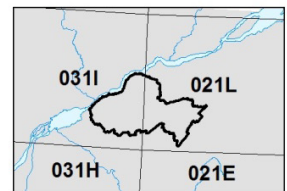
ZONE BÉCANCOUR - AMONT QUÉBEC



CARTE DE LOCALISATION



Échelle 1/200 000
Projection conique conforme de Lambert de Québec
Méridien central -68,5
Système de référence géodésique nord-américain, 1983



SYSTÈME NATIONAL DE RÉFÉRENCE CARTOGRAPHIQUE

Qualité de l'eau - Critères esthétiques

Définition

Les objectifs esthétiques (OE) sont des recommandations concernant les caractéristiques esthétiques de l'eau (couleur, odeur, goût et autres désagréments), mais n'ayant pas d'effets néfastes reconnus sur la santé humaine.



CRITÈRES ESTHÉTIQUES,
page 16

Méthode utilisée

Dans la zone amont, l'eau souterraine de 26 puits a été échantillonnée, soit 21 puits au roc et 5 puits dans les dépôts meubles. Les échantillons ont été envoyés dans un laboratoire accrédité par le MDDEFP pour analyse des paramètres esthétiques suivants :

- Aluminium (Al)
- Chlore (Cl)
- Cuivre (Cu)
- Dureté totale (CaCO₃)
- Fer (Fe)
- Matière dissoute totale (MDT)
- Manganèse (Mn)
- pH
- Sodium (Na)
- Sulfate (SO₄)
- Sulfures (H₂S)
- Température
- Zinc (Zn)

Interprétation pour la zone d'étude

Dans la zone amont, les dépassements des recommandations pour les objectifs esthétiques suivants ont été relevés sur les puits échantillonnés :

Paramètre	Objectif esthétique (OE)	Nb de dépassements de l'OE	Proportion des échantillons	Recommandation fondée sur :
pH	entre 6,5 et 8,5	16	62%	Influence sur la formation des sous-produits de la désinfection et l'efficacité du traitement
Manganèse (Mn)	≤ 0,05 mg/L	6	23%	Goût et taches sur la lessive et les accessoires de plomberie
Dureté totale (CaCO ₃)	entre 80 et 100 mg/L	5	19%	Corrosion et entartrage
Matière dissoute totale (MDT)	≤ 500 mg/L	3	12%	Goût et entartrage
Fer (Fe)	≤ 0,3 mg/L	1	4%	Goût et taches sur la lessive et les accessoires de plomberie
Sulfures (H ₂ S)	≤ 0,05 mg/L	1	4%	Goût et odeur

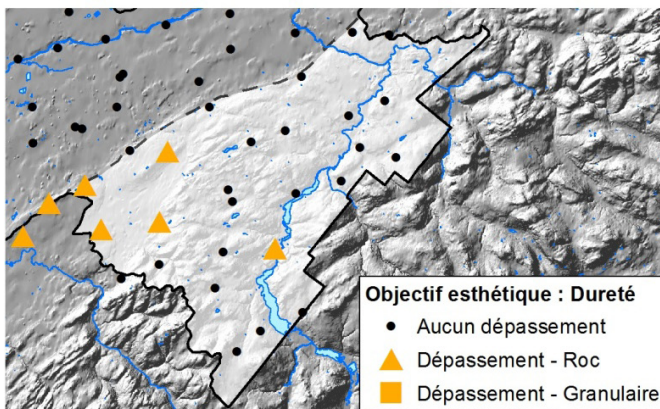
- Un lien entre des concentrations élevées de manganèse et une diminution du quotient intellectuel chez les enfants ont récemment été découverts (Bouchard et coll., 2011). Il est donc probable que ce paramètre devienne bientôt normé comme critère de potabilité. Dans la zone d'étude, l'occurrence du manganèse dans l'eau souterraine est vraisemblablement d'origine naturelle.
- Aucune tendance spatiale n'est observée pour les dépassements des objectifs esthétiques.



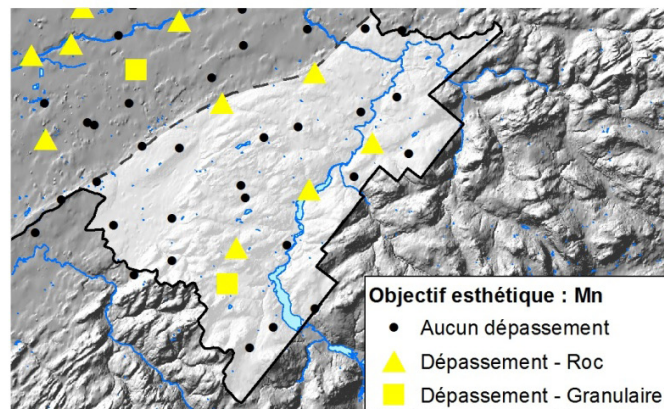
F Les nombreux dépassements du critère du pH présentent un danger pour la santé humaine.

Vrai Faux

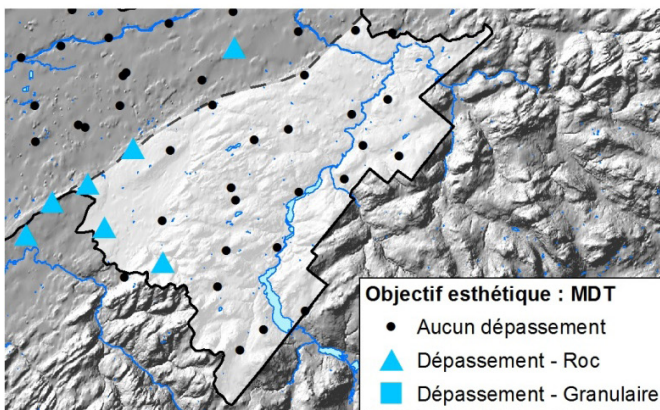
M Les mesures des paramètres de qualité de l'eau pourraient varier dans le temps. Vrai Faux



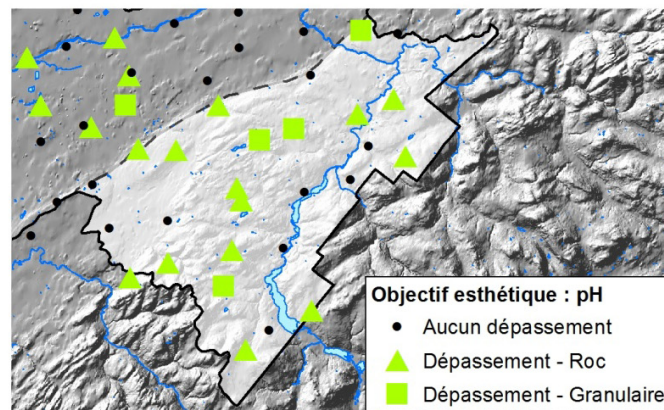
Dépassements de l'objectif *Dureté totale*



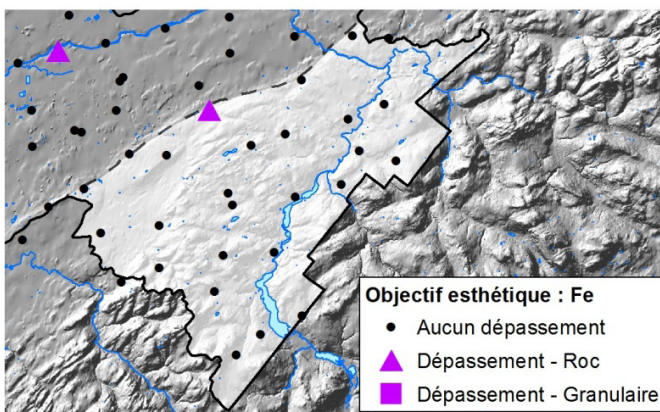
Dépassements de l'objectif *Manganèse*



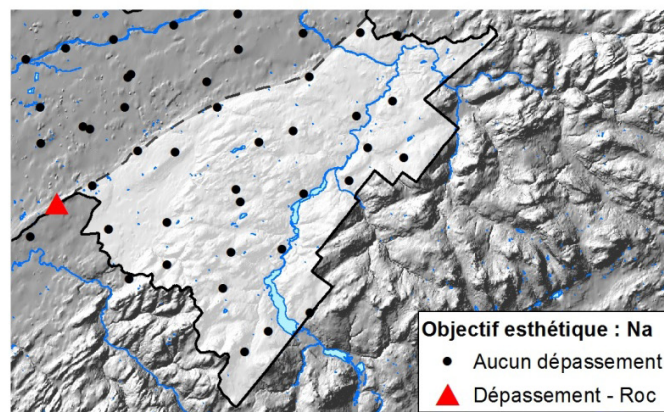
Dépassements de l'objectif *Matières dissoutes totales*



Dépassements de l'objectif *pH*



Dépassements de l'objectif *Fer*



Dépassements de l'objectif *Sodium*

Critères de qualité esthétique

ZONE BÉCANCOUR - AMONT

QUÉBEC

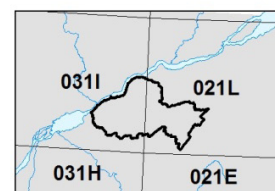
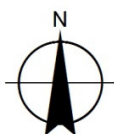
Échelle 1/650 000

0 10 20 30 40 Kilomètres

Projection conique conforme de Lambert de Québec
Méridien central -68.5
Système de référence géodésique nord-américain, 1983



CARTE DE LOCALISATION



SYSTÈME NATIONAL DE RÉFÉRENCE CARTOGRAPHIQUE

Questions de synthèse



- M** Pourquoi est-il plus probable d'obtenir un puits productif dans l'aquifère de roc dans cette partie de la zone d'étude ?

- M** En quels endroits la résurgence de l'eau souterraine a-t-elle lieu ? Quels sont les facteurs qui favorisent cela ?

- D** Quels sont les causes de la vulnérabilité relativement contrastée évaluée par la méthode DRASTIC ?

- M** Près de la moitié des échantillons d'eau analysés par cette étude présentent un dépassement en pH. Quel(s) problème(s) cela représente-t-il pour la consommation en eau potable ?

4. Les caractéristiques de la zone centrale

Coupe hydrostratigraphique

Définition

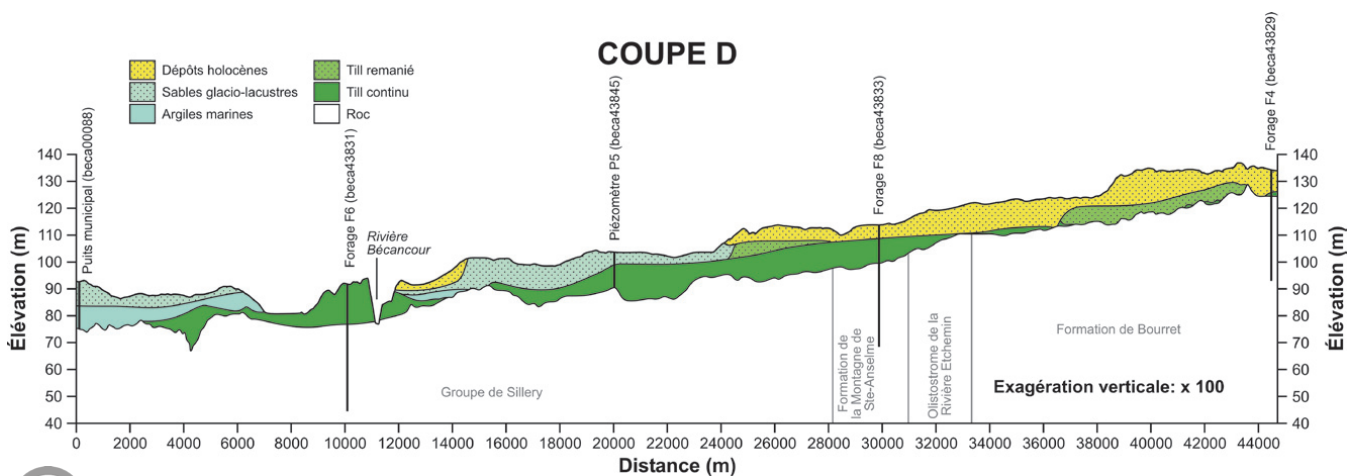
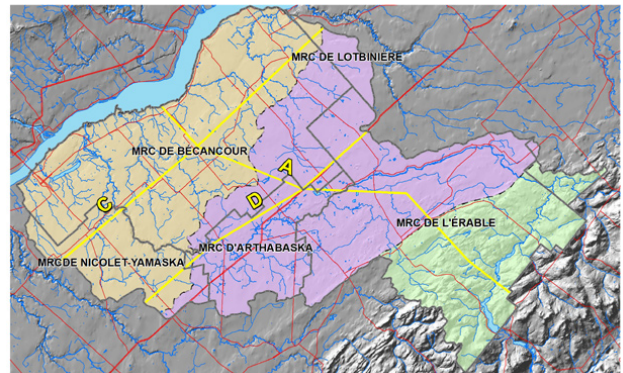
Une coupe hydrostratigraphique représente la superposition des différentes couches géologiques (dépôts meubles et roc) rencontrées en profondeur. Les unités géologiques y sont représentées afin d'en apprécier leur continuité, leur étendue et leur épaisseur.



Quelques clés de lecture, page 22

Description de la coupe hydrostratigraphique D

La coupe stratigraphique D traverse le contexte régional de la zone centrale en suivant l'axe de l'autoroute 20. Elle illustre la zone de transition entre la zone amont et la zone aval. Les dépôts argileux sont seulement présents dans la partie ouest de la coupe, dans sa portion située sur la zone aval, où la topographie est plus basse. Dans la portion plus élevée, les dépôts sableux récents dominent la stratigraphie, avec une épaisseur variant de 1 m à plus de 10 m. Un till généralement compact pouvant atteindre plusieurs mètres d'épaisseur repose directement sur le roc.



F La zone centrale est dominée par une couverture d'argiles marines.

Vrai Faux

M Dans la portion ouest de la coupe, les dépôts sableux récents dominent la stratigraphie, avec une épaisseur pouvant atteindre 10 m.

Vrai Faux

D Où se trouvent les zones où il y a le plus de chance de trouver des aquifères exploitables sur cette coupe hydrostratigraphique ?

Contextes hydrogéologiques



Les **CONTEXTES HYDROGÉOLOGIQUES** représentent la répartition spatiale de séquences hydrostratigraphiques types de dépôts meubles. Ils permettent de visualiser comment sont organisées les unités géologiques en profondeur et d'identifier quelle séquence de dépôts meubles peut être rencontrée dans un secteur de la zone d'étude.

Méthode utilisée

L'agencement stratigraphique avec la profondeur est connu à partir des forages. La compilation, l'analyse et le traitement de ces informations géologiques permettent de produire un modèle en trois dimensions des unités géologiques. La représentation des contextes hydrogéologiques est toutefois faite sur une carte en deux dimensions, en regroupant les successions d'unités géologiques typiquement rencontrées.

Dans la zone d'étude, tous les contextes hydrogéologiques des dépôts meubles reposent sur le roc fracturé.

Unités des dépôts meubles des coupes hydrostratigraphiques	Regroupement des unités	Conductivité hydraulique
■ Dépôts organiques	Non différencié	Imperméable
■ Dépôts holocènes ■ Sables glacio-lacustres	Granulaire	Perméable
■ Argiles marines	Argile	Imperméable
■ Till remanié	Till remanié	Perméable
■ Till continu	Till	Imperméable
■ Sables des Vieilles-Forges ■ Varves ■ Sables de Lotbinière	Quaternaire ancien	Variable
□ Roc	Roc	Perméable

Interprétation pour la zone d'étude

- La zone centrale est caractérisée par une couverture quasi-continue de till compact d'une épaisseur de 0 à 5 m.
- Sur une portion importante du territoire, on retrouve en surface une unité de sable à conductivité hydraulique élevée pouvant constituer des aquifères superficiels. Bien que certaines petites municipalités (Villerooy, Sainte-Eulalie et Saint-Rosaire) puisent leur eau dans cette unité, celle-ci est cependant discontinue dans l'espace et dépasse rarement 10 m d'épaisseur, ce qui limite son potentiel d'exploitation. Ces aquifères superficiels sont notamment plus épais, de plus de 10 m, dans le secteur amont de la petite rivière du Chêne.
- Dans la partie sud-ouest de la zone centrale se retrouve du till remanié perméable reposant sur le roc fracturé.
- Le roc de la partie centrale est relativement peu fracturé et peu productif.



M La stratigraphie est dominée par une séquence de dépôts granulaires en surface reposant sur du till.

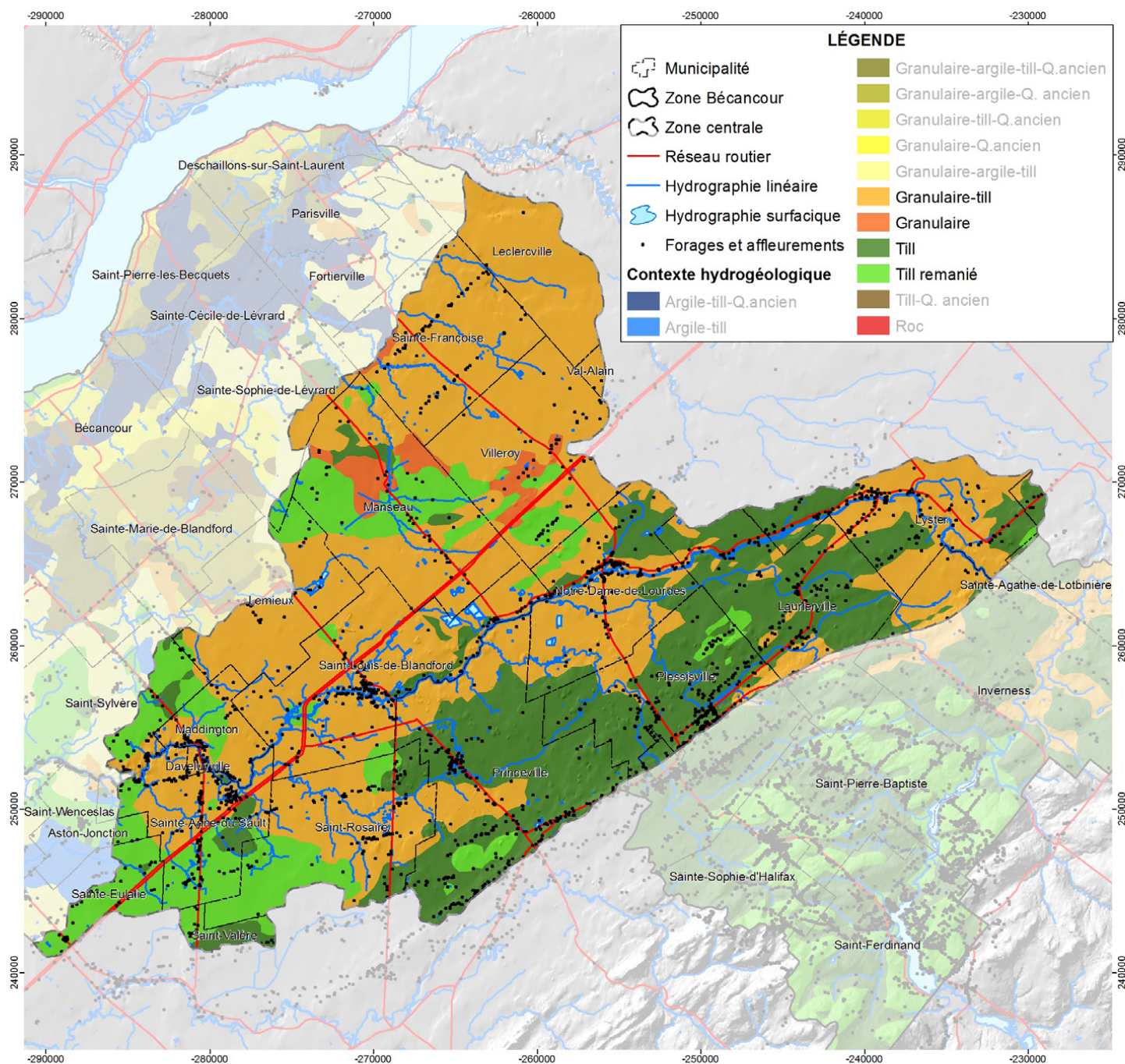
Vrai Faux

D La séquence stratigraphique est complexe tel qu'indiqué par les nombreux empilements de dépôts meubles possibles reposant sur le roc.

Vrai Faux

M Comment peut-on reconnaître si un dépôt meuble est perméable à partir de la carte des contextes hydrogéologiques ?

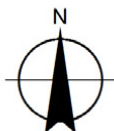
M Où retrouve-t-on le till remanié et que signifie-t-il d'un point de vue hydrogéologique ?



Contextes hydrogéologiques ZONE BÉCANCOUR - CENTRALE QUÉBEC

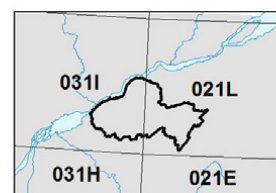


CARTE DE LOCALISATION



Échelle 1/350 000
0 2 4 6 8 10 Kilomètres

Projection conique conforme de Lambert de Québec
Méridien central -68.5
Système de référence géodésique nord-américain, 1983



SYSTÈME NATIONAL DE
RÉFÉRENCE CARTOGRAPHIQUE

Épaisseur des dépôts meubles

Rappel

Lorsque les dépôts meubles sont perméables (sables et graviers) et que leur épaisseur est suffisamment importante, ils constituent un aquifère potentiellement exploitable. Si les dépôts meubles sont imperméables (argile et silt) et suffisamment épais, ils forment plutôt un aquitard. Les informations sur l'épaisseur des dépôts meubles peuvent aussi s'avérer utiles dans d'autres domaines que l'hydrogéologie comme la construction d'infrastructures et le transport.



**AQUIFÈRE
DE DÉPÔTS
MEUBLES,**
page 11

Méthode utilisée

Les informations sur l'épaisseur et le type de dépôts meubles proviennent des données de forage et des affleurements rocheux. Ces informations géologiques sont utilisées pour estimer l'épaisseur des dépôts meubles, sur de mailles de 250 m X 250 m, aux endroits où il n'y a pas d'information.

Interprétation pour la zone d'étude

Deux secteurs de la zone centrale ont une épaisseur de dépôts meubles importante atteignant 30 m. Il s'agit du secteur au nord de la zone dans les municipalités de Sainte-Françoise et Leclercville et celui près de la rivière Bécancour dans la municipalité de Saint-Louis-de-Blandford. Ailleurs, l'épaisseur des dépôts meubles oscillent entre 0 et 10 m, avec quelques secteurs localisés où elle atteint 20 m.



F On retrouve un secteur de dépôts meubles épais sur le territoire de la municipalité de Princeville.

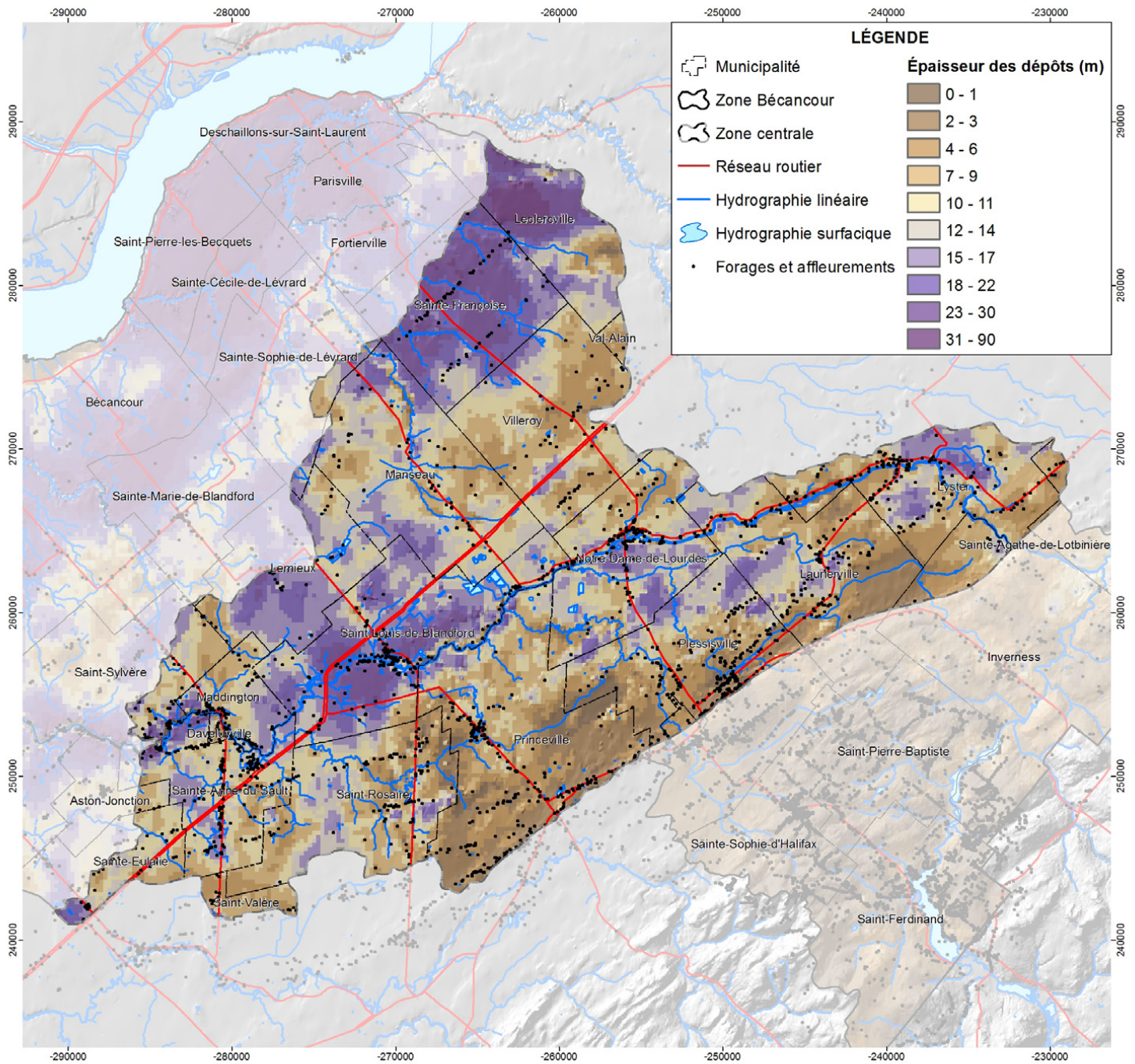
Vrai Faux

M Plus l'épaisseur des dépôts meubles est importante, et plus il y a de chance que l'aquifère de dépôts meubles soit perméable.

Vrai Faux

M Moins l'épaisseur des dépôts meubles est importante, et moins il y a de chance que l'aquifère de dépôts meubles soit productif.

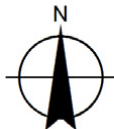
Vrai Faux



Épaisseur des dépôts meubles ZONE BÉCANCOUR - CENTRALE QUÉBEC

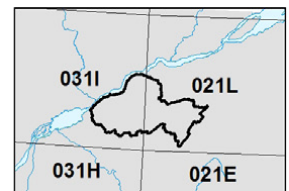


CARTE DE LOCALISATION



Échelle 1/350 000
0 2 4 6 8 10 Kilomètres

Projection conique conforme de Lambert de Québec
Méridien central -68.5
Système de référence géodésique nord-américain, 1983



SYSTÈME NATIONAL DE RÉFÉRENCE CARTOGRAPHIQUE

Conditions de confinement

Definition

Le confinement de l'aquifère de roc fracturé dépend de son recouvrement par une couche de matériaux peu perméables (aquitard) qui isole de la surface l'eau souterraine qu'il contient. La nature et l'épaisseur des dépôts meubles déterminent ainsi le niveau de confinement.



**NAPPE LIBRE,
NAPPE CAPTIVE,
NAPPE SEMI-CAPTIVE,**

page 13

Méthode utilisée

Les zones de confinement ont été déterminées pour l'aquifère au roc seulement à partir du modèle 3D des unités géologiques. Les conditions de confinement dépendent de l'épaisseur des unités imperméables et ont été définies selon les critères suivants:

- Nappe captive: plus de 3 m d'argile ou plus de 5 m de till compact;
- Nappe semi-captive: de 1 à 3 m d'argile ou de 3 à 5 m de till compact;
- Nappe libre: moins de 1 m d'argile et moins de 3 m de till compact.

Interprétation pour la zone d'étude

- La zone centrale est caractérisée par des secteurs à nappe libre (56%) et semi-captive (41%), le reste du territoire étant à nappe captive (3%). Seule l'épaisseur de l'unité de till compact crée les conditions de confinement car on ne retrouve pas d'argile dans cette zone.
- La majorité des tourbières se retrouve dans les secteurs à nappe semi-captive, signe de la présence de dépôts meubles peu perméables sous-jacents aux dépôts organiques.



F Princeville repose presque entièrement sur une nappe libre.

Vrai Faux

F Leclercville repose entièrement sur une nappe semi-captive.

Vrai Faux

F Une nappe libre est alimentée par l'eau des précipitations.

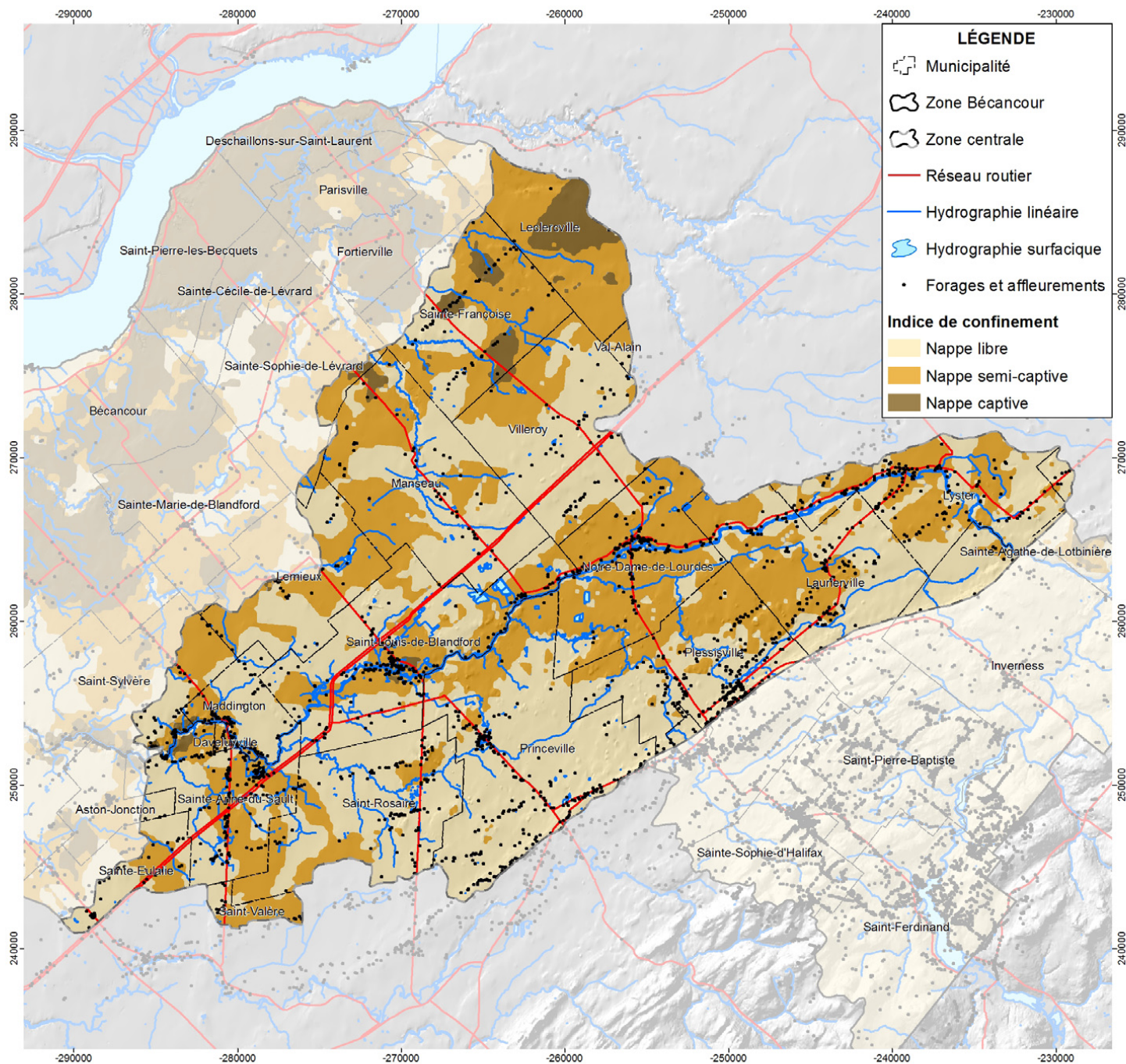
Vrai Faux

M Une nappe semi-captive est complètement protégée de la contamination de polluants qui proviennent de la surface.

Vrai Faux

D La présence d'argile est responsable de la petite proportion du territoire au nord de la zone qui est à nappe captive.

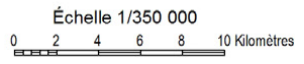
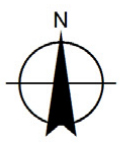
Vrai Faux



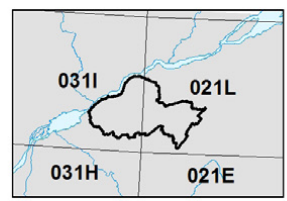
Conditions de confinement ZONE BÉCANCOUR - CENTRALE QUÉBEC



CARTE DE LOCALISATION



Échelle 1/350 000
Projection conique conforme de Lambert de Québec
Méridien central -68.5
Système de référence géodésique nord-américain, 1983



SYSTÈME NATIONAL DE RÉFÉRENCE CARTOGRAPHIQUE

Recharge et résurgences

Définition

La **recharge** correspond à la quantité d'eau qui alimente l'aquifère depuis l'infiltration de surface et qui constitue le renouvellement de l'eau souterraine. Les **résurgences** sont des décharges en surface de l'eau souterraine dans les milieux humides, dans les cours d'eau et aux sources. Les résurgences peuvent se produire lorsque le niveau de la nappe d'un aquifère dépasse le niveau de la surface du sol.



**RECHARGE,
RÉSURGENCE,**
page 14

Méthode utilisée

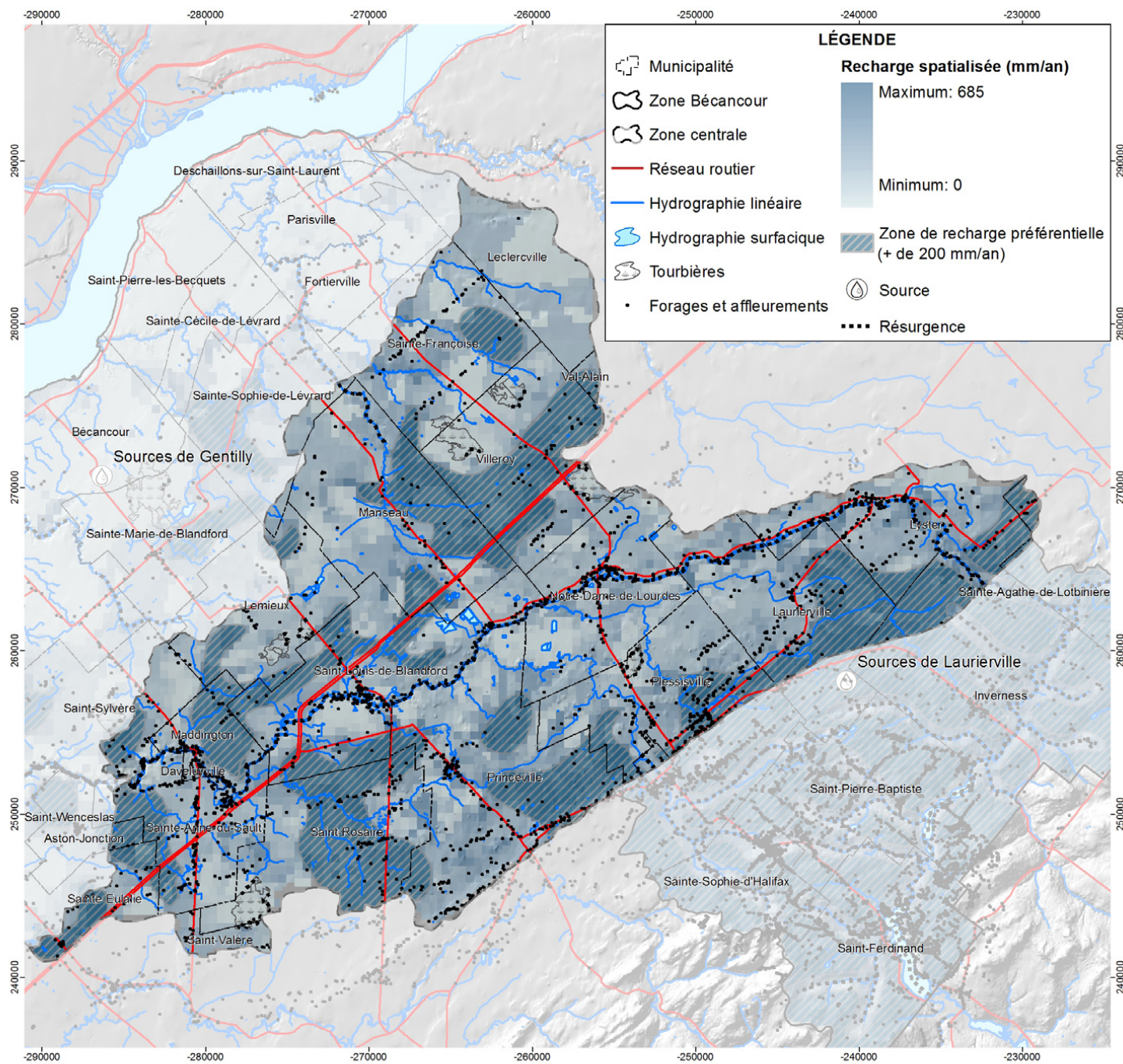
- La répartition spatiale de la **recharge** au roc a été estimée sur des mailles de 500 m X 500 m à l'aide d'un bilan hydrique qui utilise les précipitations, les températures et l'eau disponible par la pluie ou la fonte de la neige, pour calculer l'évapotranspiration, le ruissellement et l'infiltration.
- Les zones de recharge supérieures à 200 mm/an ont été identifiées comme **zones de recharge préférentielle** de l'aquifère au roc.

Interprétation pour la zone d'étude

- Les secteurs d'aquifère rocheux ou de dépôts meubles à nappe libre sont des **zones de recharge préférentielle**. Aux endroits où la couverture de till devient assez importante pour créer des conditions de nappe semi-captive, la recharge est plus faible.
- L'eau souterraine fait généralement **résurgence dans les cours d'eau et les milieux humides**. Des portions de certaines tourbières ont été cartographiées comme zones de résurgence, mais il est important de souligner que les milieux humides qui sont alimentés par l'eau souterraine sont certainement plus nombreux que ceux identifiés par le projet Hydrogéologie Bécancour.



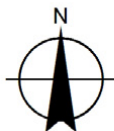
- F** Les aquifères de Saint-Rosaire et Villeroy reçoivent peu de recharge.
Vrai Faux
- F** La recharge en eau souterraine est plus élevée aux endroits ayant une couverture de till.
Vrai Faux
- M** La rivière Bécancour est une zone de résurgence sur toute sa portion de la zone centrale.
Vrai Faux
- D** Les nombreuses tourbières que l'on retrouve dans la zone centrale correspondent à des zones de recharge en eau souterraine.
Vrai Faux
- M** Les zones de recharge sont particulièrement sensibles aux activités de surface et à la pollution que celles-ci peuvent générer.
Vrai Faux
- D** Les zones de résurgence sont les zones où les aquifères reçoivent de l'eau par infiltration.
Vrai Faux
- D** Les zones de résurgence peuvent diluer les polluants contenus dans les eaux de surface.
Vrai Faux



Zones de recharge préférentielle et de résurgences



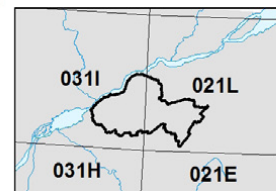
CARTE DE LOCALISATION



ZONE BÉCANCOUR - CENTRALE QUÉBEC

Échelle 1/350 000
0 2 4 6 8 10 Kilomètres

Projection conique conforme de Lambert de Québec
Méridien central -68.5
Système de référence géodésique nord-américain, 1983



SYSTÈME NATIONAL DE
RÉFÉRENCE CARTOGRAPHIQUE

Vulnérabilité

Définition

La vulnérabilité d'un aquifère, telle qu'évaluée par la méthode **DRASTIC**, est la sensibilité de l'eau souterraine face à une contamination venant de la surface.



VULNÉRABILITÉ À LA CONTAMINATION,

page 15

Méthode utilisée

- L'indice **DRASTIC** a été évalué sur des mailles de 250 m X 250 m.
- Il peut varier de 23 à 226 : plus l'indice est élevé, plus l'aquifère est vulnérable.
- La réglementation québécoise considère un aquifère vulnérable lorsque l'indice **DRASTIC** est supérieur à 100.

Interprétation pour la zone d'étude

- La zone centrale présente sur 89% de son territoire un indice **DRASTIC** pour l'aquifère au roc supérieur à 100, c'est-à-dire une **vulnérabilité allant de significative à très élevée**, tandis que les 11% restants présentent un indice **DRASTIC** inférieur à 100 correspondant à une vulnérabilité très faible à moyenne.
- Les secteurs **les plus vulnérables** sont situés dans le quadrilatère des villes Manseau-Daveluyville-Princeville-Lyster. Pour ces secteurs, la faible profondeur de la nappe, les forts taux de recharge et la nature sableuse et perméable de la zone non saturée augmentent l'indice **DRASTIC**.
- Les secteurs **les moins vulnérables** présentent des conditions de nappe semi-captive avec présence de sols plus fins, particulièrement pour les secteurs où des dépôts organiques sont présents, par exemple aux alentours de la ville de Saint-Louis-de-Blandford.



F Lemieux est la municipalité où l'aquifère est le plus vulnérable à une contamination de surface.

Vrai Faux

F Saint-Rosaire et Villerooy sont deux autres municipalités où l'aquifère est particulièrement vulnérables à la contamination de surface.

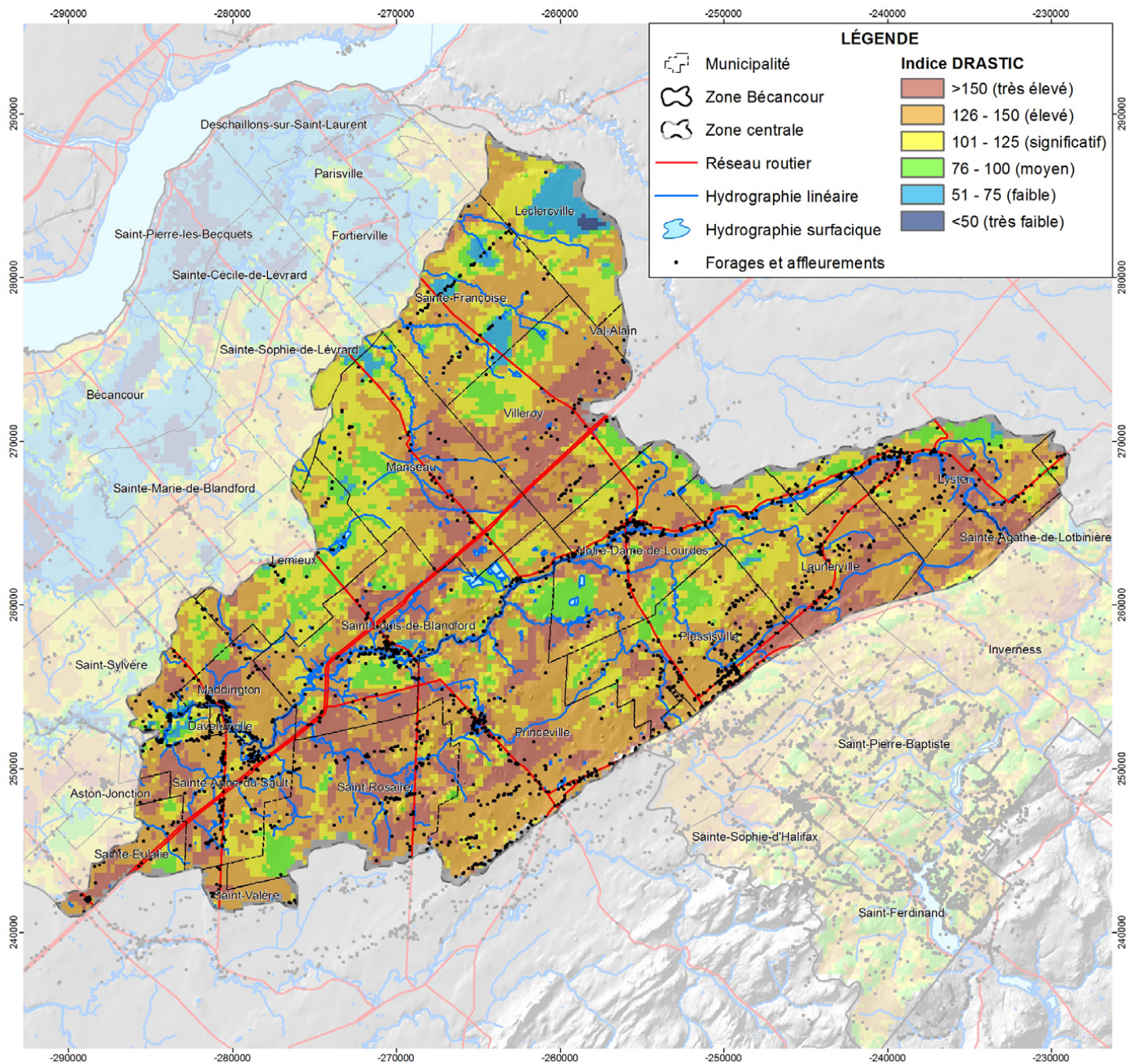
Vrai Faux

M Les secteurs de vulnérabilité très élevée sont situés où l'aquifère au roc est en condition de nappe semi-captive.

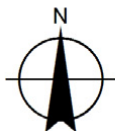
Vrai Faux

D Une utilisation à l'échelle locale des résultats, tel que pour déterminer la vulnérabilité de l'aire d'alimentation d'un puits, est invalide.

Vrai Faux



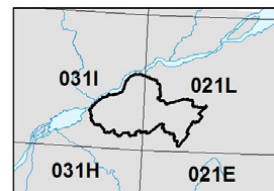
CARTE DE LOCALISATION



Indice DRASTIC de l'aquifère au roc ZONE BÉCANCOUR - CENTRALE QUÉBEC

Échelle 1/350 000
0 2 4 6 8 10 Kilomètres

Projection conique conforme de Lambert de Québec
Méridien central -68.5
Système de référence géodésique nord-américain, 1983



SYSTÈME NATIONAL DE
RÉFÉRENCE CARTOGRAPHIQUE

Qualité de l'eau - Critères de potabilité

Définition

La qualité de l'eau s'évalue en comparant les constituants physicochimiques de l'eau aux normes et recommandations existantes. Les concentrations maximales acceptables (CMA) sont des normes bactériologiques et physicochimiques visant à éviter des risques pour la santé humaine.



CRITÈRES DE POTABILITÉ,
page 16

Méthode utilisée

Dans la zone centrale, l'eau souterraine de 58 puits a été échantillonnée, soit 44 puits au roc et 14 puits dans les dépôts meubles. Les échantillons ont été envoyés dans un laboratoire accrédité par le MDDEFP pour analyse des paramètres de potabilité suivants :

- Arsenic (As)
- Bore (B)
- Baryum (Ba)
- Cadmium (Cd)
- Chrome (Cr)
- Fluor (F)
- Nitrites/Nitrates (NO₂-NO₃)
- Plomb (Pb)
- Antimoine (Sb)
- Sélénium (Se)
- Uranium (U)

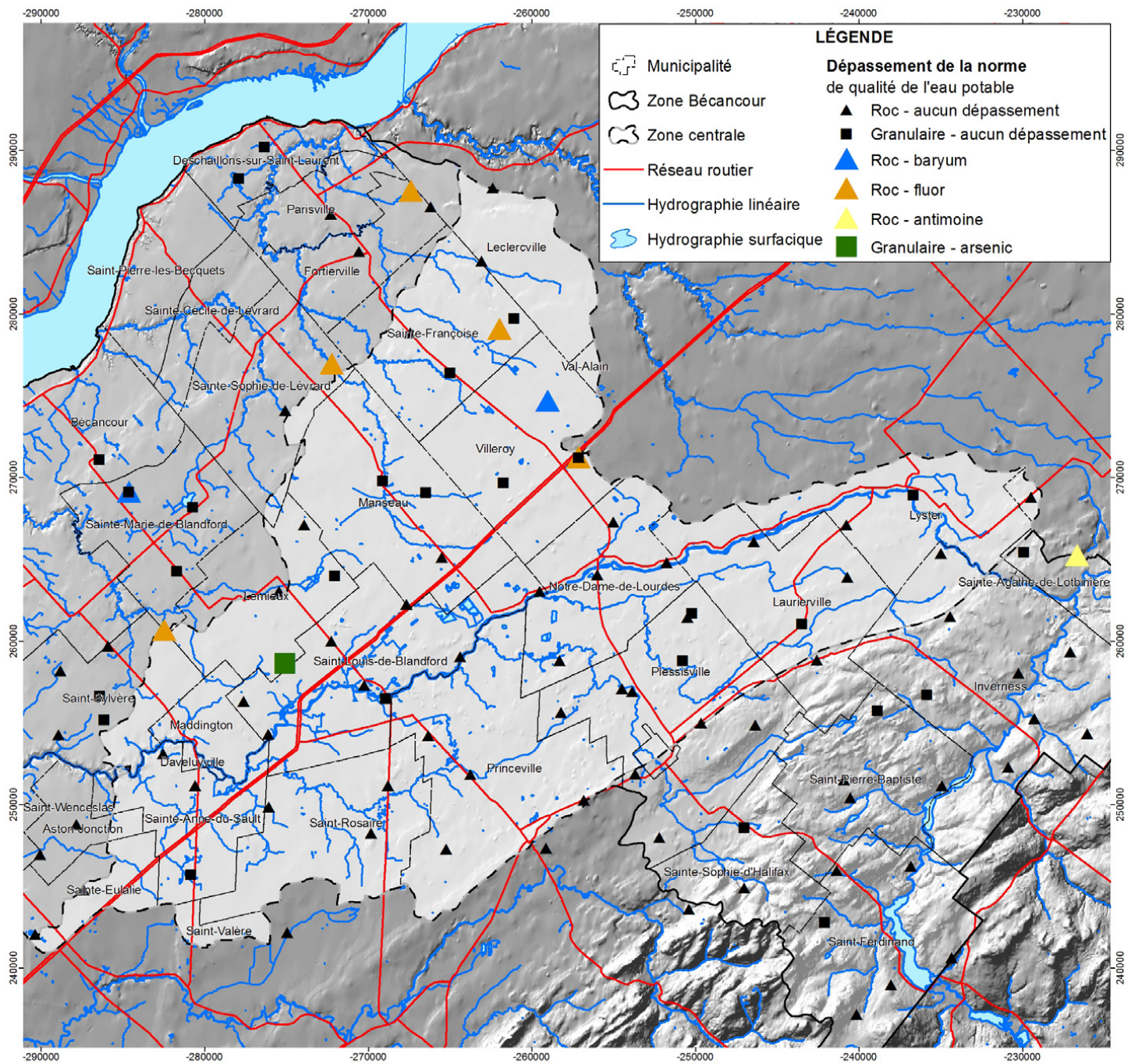
Les paramètres concernant des problématiques locales de contamination, tel que les contaminants bactériologiques, les pesticides et les contaminants organiques (hydrocarbures) n'ont pas été mesurés dans le cadre de cette étude.

Interprétation pour la zone d'étude

Dans la zone centrale, quatre dépassements de normes ont été relevés sur les puits échantillonnés :

Paramètre	Concentration maximale acceptable (CMA)	Nb de dépassements de la CMA	Proportion des échantillons	Norme fondée sur :
Fluor (F)	1,5 mg/L	2	3%	Fluorose dentaire modérée (effet cosmétique)
Baryum (Ba)	1,0 mg/L	1	2%	Maladies cardiovasculaires et augmentation de la pression artérielle
Arsenic (As)	0,010 mg/L	1	2%	Cancer (poumon, vessie, foie et peau) et effets cutanés, vasculaires et neurologiques (engourdissement et picotement des extrémités)

- Les secteurs d'aquifère rocheux ou de dépôts meubles à **nappe libre** étant des zones de recharge, la signature géochimique de l'eau souterraine de ces secteurs est représentative d'une eau n'ayant pas résidée longtemps dans l'aquifère : elle est **faiblement minéralisée**.
- Aux endroits où la couverture de till compact devient assez importante pour créer des conditions de **nappe semi-captive**, la recharge est plus faible et **l'eau est plus minéralisée**.
- Le faible nombre de dépassements des normes pour l'eau potable indique que la zone aval ne présente aucun problème majeur au niveau de la qualité de l'eau souterraine.
- Les dépassements de fluor et de baryum proviennent de puits qui captent l'aquifère de roc fracturé. Leurs fortes concentrations seraient d'origine naturelle, dépendantes de la géologie et des conditions captives de l'écoulement souterrain dans l'aquifère au roc qui favorisent la dissolution de minéraux et de métaux présents naturellement dans le roc.
- Le dépassement en arsenic provient d'un aquifère granulaire de surface et serait vraisemblablement d'origine anthropique, associée à une source de contamination par des produits de traitement du bois utilisés pour les poteaux électriques.



Critères de qualité de l'eau potable

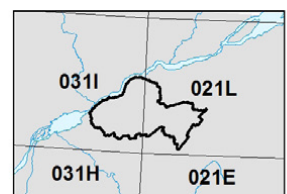
ZONE BÉCANCOUR - CENTRALE QUÉBEC

Échelle 1/350 000
0 2 4 6 8 10 Kilomètres

Projection conique conforme de Lambert de Québec
Méridien central -68.5
Système de référence géodésique nord-américain, 1983



CARTE DE LOCALISATION



SYSTÈME NATIONAL DE
RÉFÉRENCE CARTOGRAPHIQUE

Qualité de l'eau - Critères esthétiques

Définition

Les objectifs esthétiques (OE) sont des recommandations concernant les caractéristiques esthétiques de l'eau (couleur, odeur, goût et autres désagréments), mais n'ayant pas d'effets néfastes reconnus sur la santé humaine.



CRITÈRES ESTHÉTIQUES,
page 16

Méthode utilisée

Dans la zone centrale, l'eau souterraine de 58 puits a été échantillonnée, soit 44 puits au roc et 14 puits dans les dépôts meubles. Les échantillons ont été envoyés dans un laboratoire accrédité par le MDDEFP pour analyse des paramètres esthétiques suivants :

- Aluminium (Al)
- Chlore (Cl)
- Cuivre (Cu)
- Dureté totale (CaCO₃)
- Fer (Fe)
- Matière dissoute totale (MDT)
- Manganèse (Mn)
- pH
- Sodium (Na)
- Sulfate (SO₄)
- Sulfures (H₂S)
- Température
- Zinc (Zn)

Interprétation pour la zone d'étude

Dans la zone centrale, les dépassements des recommandations pour les objectifs esthétiques suivants ont été relevés sur les puits échantillonnés :

Paramètre	Objectif esthétique (OE)	Nb de dépassements de l'OE	Proportion des échantillons	Recommandation fondée sur :
Manganèse (Mn)	≤ 0,05 mg/L	26	45%	Goût et taches sur la lessive et les accessoires de plomberie
pH	entre 6,5 et 8,5	24	41%	Influence sur la formation des sous-produits de la désinfection et l'efficacité du traitement
Matière dissoute totale (MDT)	≤ 500 mg/L	10	17%	Goût et entartrage
Fer (Fe)	≤ 0,3 mg/L	7	12%	Goût et taches sur la lessive et les accessoires de plomberie
Dureté totale (CaCO ₃)	entre 80 et 100 mg/L	5	9%	Corrosion et entartrage
Sodium (Na)	≤ 200 mg/L	3	5%	Goût
Chlore (Cl)	Aucune	1	2%	N/A
Aluminium (Al)	≤ 0,1 mg/L	1	3%	Considérations opérationnelles seulement

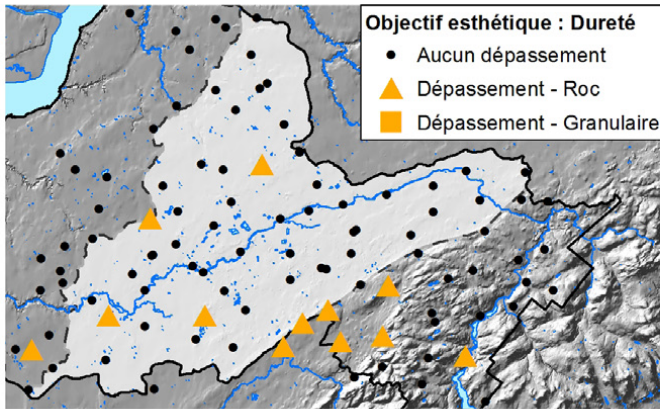
- Un lien entre des concentrations élevées de manganèse et une diminution du quotient intellectuel chez les enfants ont récemment été découverts (Bouchard et coll., 2011). Il est donc probable que ce paramètre devienne bientôt normé comme critère de potabilité. Dans la zone d'étude, l'occurrence du manganèse dans l'eau souterraine est vraisemblablement d'origine naturelle.
- Les dépassements en sodium se retrouvent où l'aquifère est confiné, à l'exception du dépassement localisé à la limite sud-est de la zone centrale, qui serait potentiellement une contamination provenant de sels déglacant.
- Aucune tendance spatiale n'est observée pour la plupart des dépassements des objectifs esthétiques.



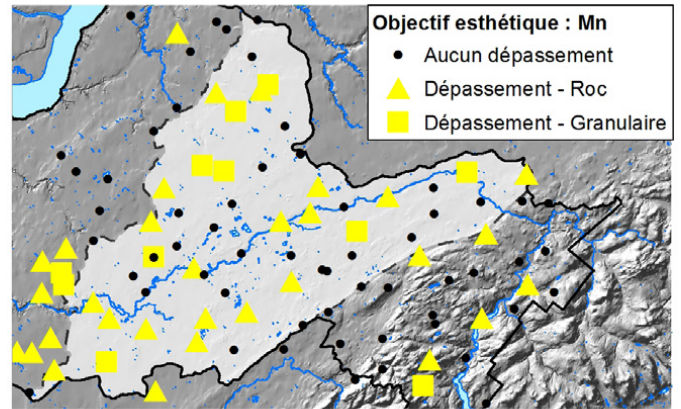
Les activités humaines ne sont responsables d'aucun dépassement des critères esthétiques.

M

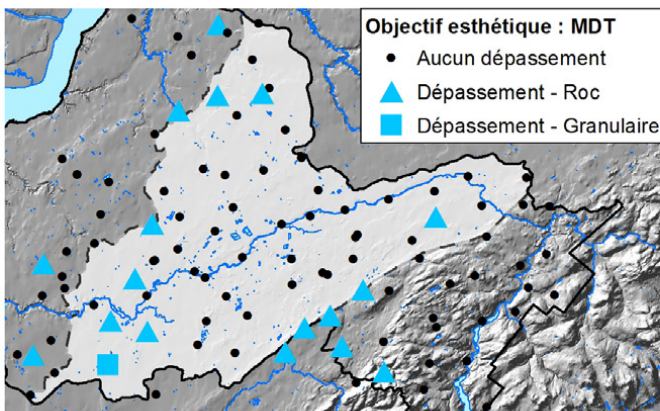
Vrai Faux



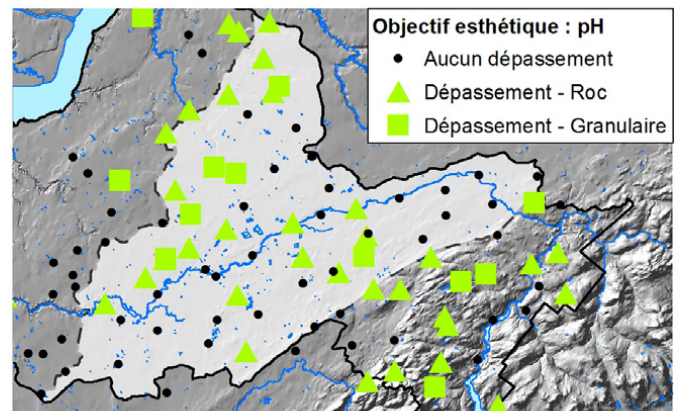
Dépassements de l'objectif *Dureté totale*



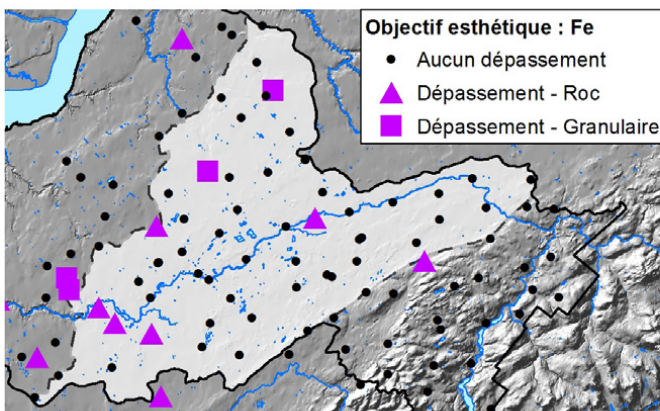
Dépassements de l'objectif *Manganèse*



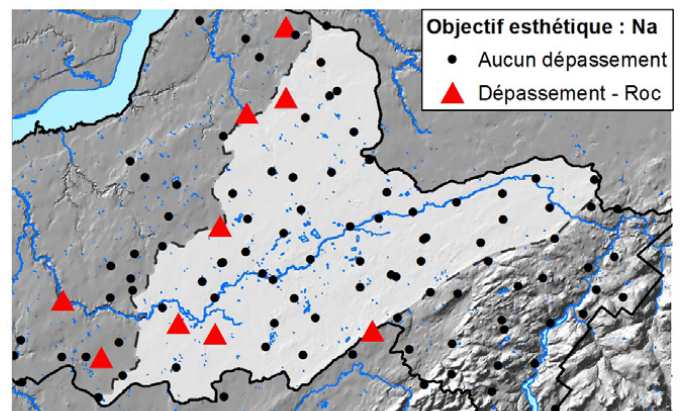
Dépassements de l'objectif *Matières dissoutes totales*



Dépassements de l'objectif *pH*



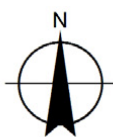
Dépassements de l'objectif *Fer*



Dépassements de l'objectif *Sodium*



CARTE DE LOCALISATION



Critères de qualité esthétique

ZONE BÉCANCOUR - CENTRALE QUÉBEC

Échelle 1/900 000

0 10 20 30 40 Kilomètres

Projection conique conforme de Lambert de Québec
Méridien central -68.5
Système de référence géodésique nord-américain, 1983



SYSTÈME NATIONAL DE
RÉFÉRENCE CARTOGRAPHIQUE

Questions de synthèse



- D** De quelle manière la couverture de till compact influe-t-elle sur les conditions de confinement ?

- D** Bien que la zone centrale ait des unités dépôts meubles grossiers, pourquoi ne constituent-ils pas des aquifères majeures dans lesquels il est possible d'extraire de très grandes quantités d'eau ?

- M** Où se situent les secteurs les plus vulnérables à la contamination provenant de la surface ? Pourquoi ?

- M** Où se situent les secteurs où la recharge est la plus faible ? Pourquoi ?

- M** Est-il préférable, pour une municipalité, de viser d'alimenter sa population en eau souterraine à partir d'aquifères de roc ou de dépôts meubles ? Pourquoi ?

5. Les caractéristiques de la zone aval

Coupe hydrostratigraphique

Définition

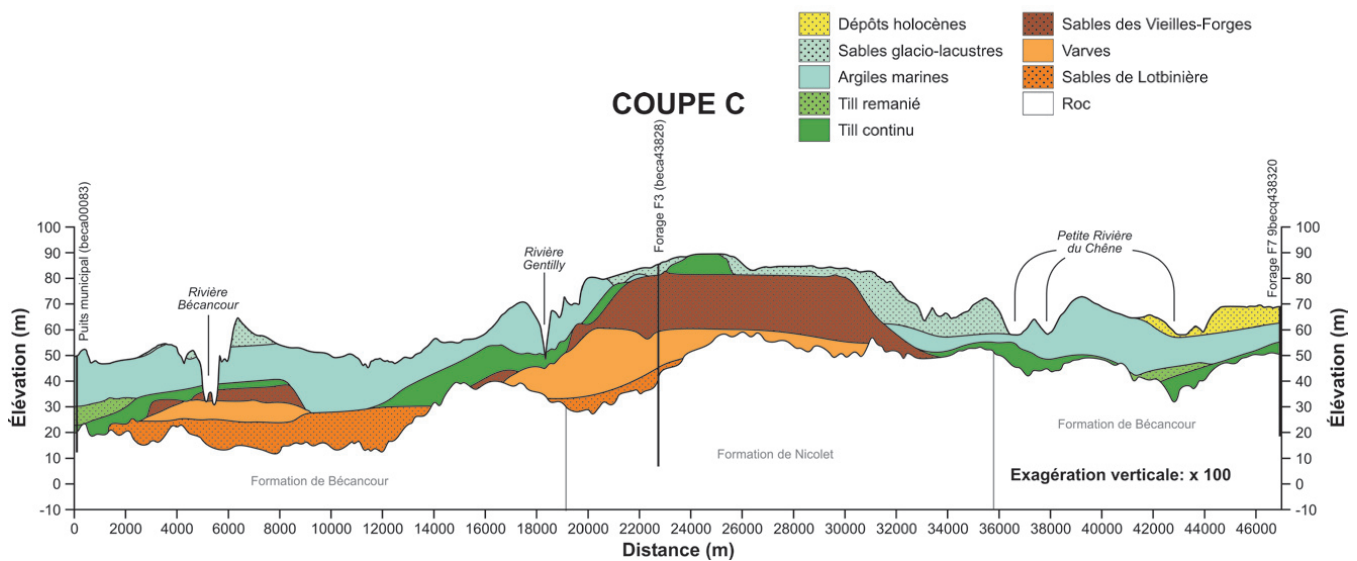
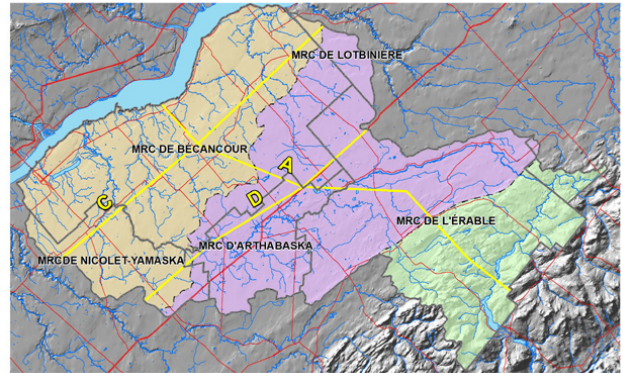
Une coupe hydrostratigraphique représente la superposition des différentes couches géologiques (dépôts meubles et roc) rencontrées en profondeur. Les unités géologiques y sont représentées afin d'en apprécier leur continuité, leur étendue et leur épaisseur.



Quelques clés de lecture, page 22

Description de la coupe hydrostratigraphique C

La zone aval est en partie recouverte d'argile de quelques mètres à plus de 20 m d'épaisseur, reposant sur du till. Des unités perméables sableuses d'épaisseur supérieure à 10 m sont parfois retrouvées en surface. Sous ces unités, on retrouve deux unités perméables (sables des Vieilles Forges et de Lotbinière) séparées par une unité imperméable (varves de Deschaillons). Ces unités peuvent atteindre chacune plus de 20 m d'épaisseur.



F La zone aval a une couverture mince de dépôts meubles.

Vrai Faux

M La couverture argileuse n'est pas toujours présente.

Vrai Faux

D Où se trouvent les zones où il y a le plus de chance de trouver des aquifères exploitables sur cette coupe hydrostratigraphique ?

Contextes hydrogéologiques













Les **CONTEXTES HYDROGÉOLOGIQUES** représentent la répartition spatiale de séquences hydrostratigraphiques types de dépôts meubles. Ils permettent de visualiser comment sont organisées les unités géologiques en profondeur et d'identifier quelle séquence de dépôts meubles peut être rencontrée dans un secteur de la zone d'étude.

Méthode utilisée

L'agencement stratigraphique avec la profondeur est connu à partir des forages. La compilation, l'analyse et le traitement de ces informations géologiques permettent de produire un modèle en trois dimensions des unités géologiques. La représentation des contextes hydrogéologiques est toutefois faite sur une carte en deux dimensions, en regroupant les successions d'unités géologiques typiquement rencontrées.

Dans la zone d'étude, tous les contextes hydrogéologiques des dépôts meubles reposent sur le roc fracturé.

Unités des dépôts meubles des coupes hydrostratigraphiques	Regroupement des unités	Conductivité hydraulique
 Dépôts organiques	Non différencié	Imperméable
 Dépôts holocènes	Granulaire	Perméable
 Sables glacio-lacustres		
 Argiles marines	Argile	Imperméable
 Till remanié	Till remanié	Perméable
 Till continu	Till	Imperméable
 Sables des Vieilles-Forges	Quaternaire ancien	Variable
 Varves		
 Sables de Lotbinière		
 Roc	Roc	Perméable

Interprétation pour la zone d'étude

- L'agencement stratigraphique complet est composé, de la surface jusqu'au roc, d'une unité granulaire perméable, d'une unité argileuse imperméable, du till remanié perméable, du till compact imperméable et des unités quaternaires anciennes de conductivité hydraulique variable. Dépendamment des processus d'érosion et de la topographie du roc, cet agencement est généralement simplifié et une ou plusieurs unités mentionnées ci-dessus sont absentes. Notamment, les dépôts quaternaires anciens disparaissent complètement dans la partie sud-ouest, à l'ouest de la rivière Bécancour.
- Les sables des Vieilles Forges constituent l'aquifère granulaire le plus important de la Zone Bécancour. Ils atteignent plus de 20 m d'épaisseur dans le secteur central du bassin versant de la rivière Gentilly et de la tourbière du lac Rose. Cette unité alimente en eau potable une partie de la municipalité de Bécancour ainsi qu'une usine d'embouteillage commercial. L'étendue spatiale de cet aquifère est présumée importante, mais n'a pas été déterminée précisément dans ce projet.
- Le roc est relativement peu fracturées et peu productif. Cependant, une conductivité hydraulique supérieure à la moyenne a été mesurée dans la partie nord-est près de Fortierville, probablement en raison d'une fracturation plus importante localement.



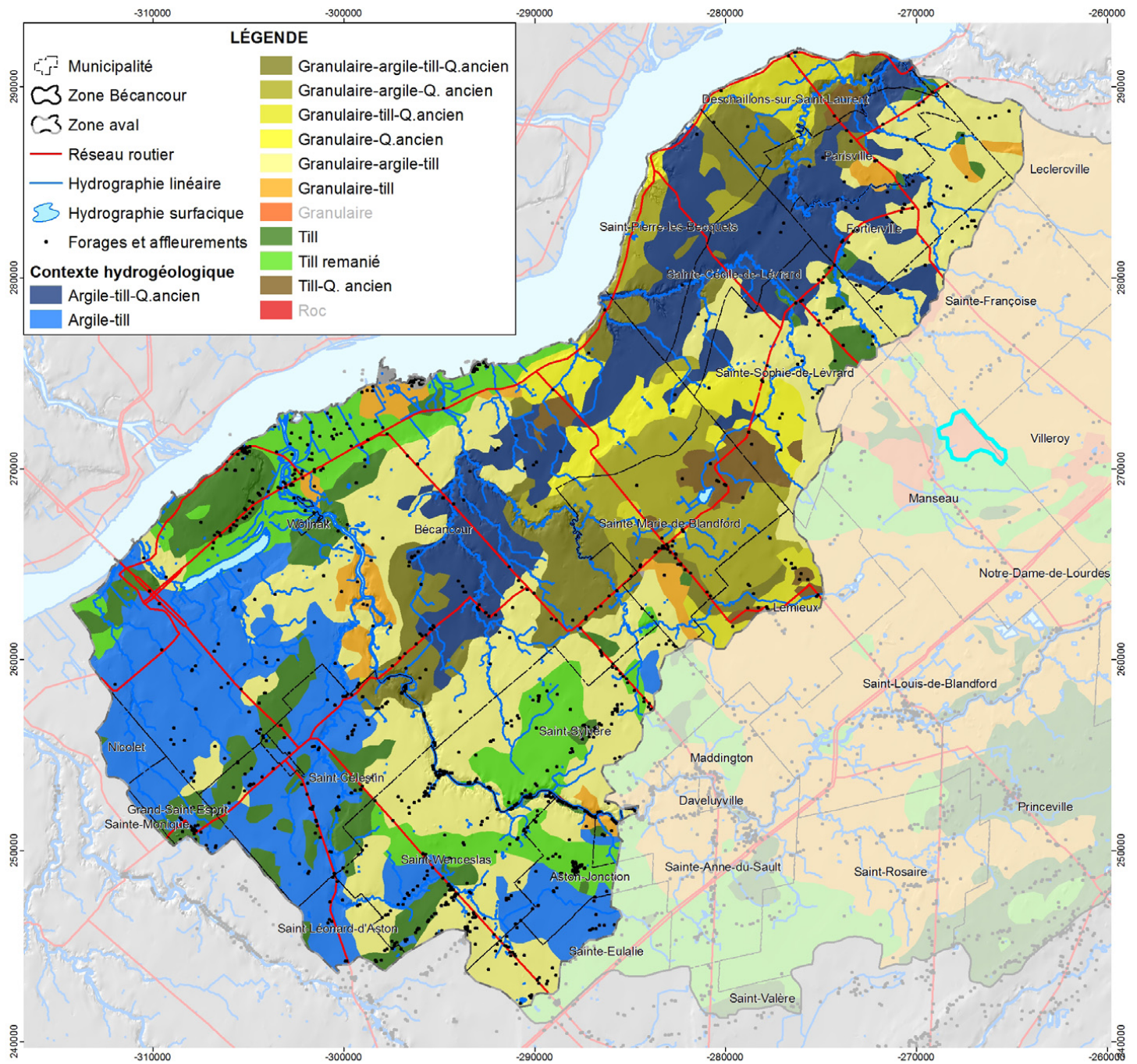
F L'aquifère des sables des Vieilles Forges est l'aquifère de dépôts meubles le plus important dans la région.

Vrai Faux

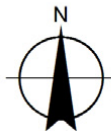
D Comment peut-on reconnaître un dépôt meuble perméable à partir de la carte des contextes hydrogéologiques ?

M On retrouve de l'argile partout sur le territoire de la zone aval.

Vrai Faux



CARTE DE LOCALISATION



Contextes hydrogéologiques

ZONE BÉCANCOUR - AVAL

QUÉBEC

Échelle 1/300 000

0 2 4 6 8 10 Kilomètres

Projection conique conforme de Lambert de Québec
Méridien central -68.5
Système de référence géodésique nord-américain, 1983



SYSTÈME NATIONAL DE RÉFÉRENCE CARTOGRAPHIQUE

Épaisseur des dépôts meubles

Rappel

Lorsque les dépôts meubles sont perméables (sables et graviers) et que leur épaisseur est suffisamment importante, ils constituent un aquifère potentiellement exploitable. Si les dépôts meubles sont imperméables (argile et silt) et suffisamment épais, ils forment plutôt un aquitard. Les informations sur l'épaisseur des dépôts meubles peuvent aussi s'avérer utiles dans d'autres domaines que l'hydrogéologie comme la construction d'infrastructures et le transport.



**AQUIFÈRE
DE DÉPÔTS
MEUBLES,**
page 11

Méthode utilisée

Les informations sur l'épaisseur et le type de dépôts meubles proviennent des données de forage et des affleurements rocheux. Ces informations géologiques sont utilisées pour estimer l'épaisseur des dépôts meubles, sur de mailles de 250 m X 250 m, aux endroits où il n'y a pas d'information.

Interprétation pour la zone d'étude

L'épaisseur des dépôts meubles atteint jusqu'à 90 m entre les rivières Petite du Chêne et aux Orignaux. Le secteur central de la rivière Gentilly comporte des zones ayant une épaisseur de 40 à 60 m. Des dépôts meubles ayant des épaisseurs supérieures à 40 m sont aussi présents le long de la partie aval de la rivière Bécancour.



- M** Plus l'épaisseur des dépôts meubles est importante, et plus il y a de chance que l'aquifère de dépôts meubles soit perméable.

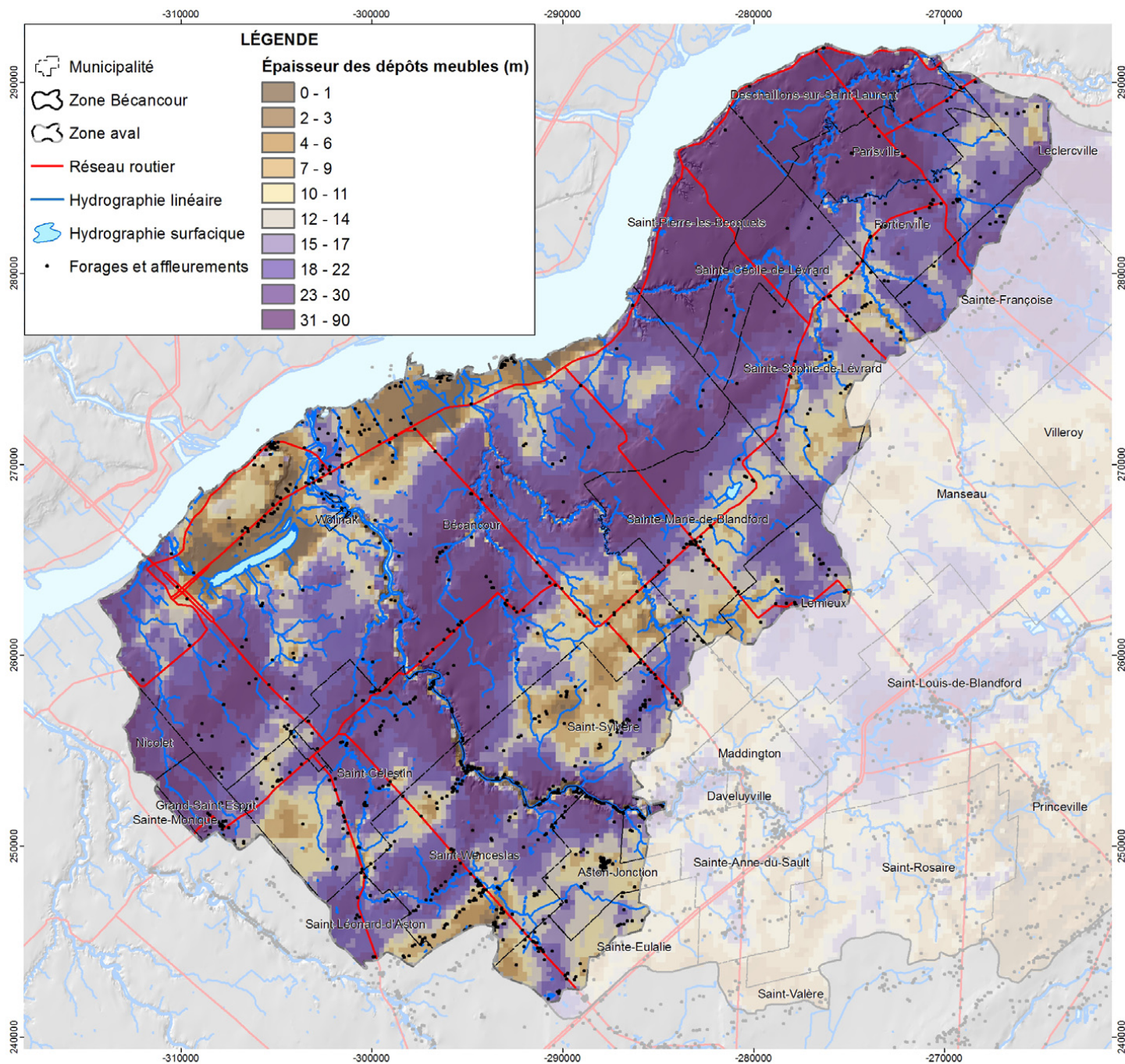
Vrai Faux

- M** Moins l'épaisseur des dépôts meubles est importante, et moins il y a de chance que l'aquifère de dépôts meubles soit productif.

Vrai Faux

- F** C'est dans la partie nord de la zone aval que l'épaisseur des dépôts meubles est la plus importante.

Vrai Faux



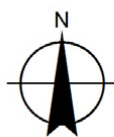
LÉGENDE

	Municipalité	Épaisseur des dépôts meubles (m)
	Zone Bécancour	
	Zone aval	
	Réseau routier	
	Hydrographie linéaire	
	Hydrographie surfacique	
	Forages et affleurements	
	0 - 1	
	2 - 3	
	4 - 6	
	7 - 9	
	10 - 11	
	12 - 14	
	15 - 17	
	18 - 22	
	23 - 30	
	31 - 90	

Épaisseur des dépôts meubles ZONE BÉCANCOUR - AVAL QUÉBEC

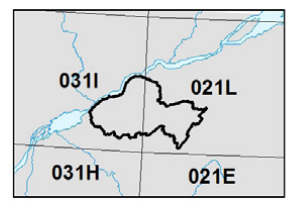


CARTE DE LOCALISATION



Échelle 1/300 000
0 2 4 6 8 10 Kilomètres

Projection conique conforme de Lambert de Québec
Méridien central -68.5
Système de référence géodésique nord-américain, 1983



SYSTÈME NATIONAL DE
RÉFÉRENCE CARTOGRAPHIQUE

Conditions de confinement

Definition

Le confinement de l'aquifère de roc fracturé dépend de son recouvrement par une couche de matériaux peu perméables (aquitard) qui isole de la surface l'eau souterraine qu'il contient. La nature et l'épaisseur des dépôts meubles déterminent ainsi le niveau de confinement.



**NAPPE LIBRE,
NAPPE CAPTIVE,
NAPPE SEMI-CAPTIVE,**

page 13

Méthode utilisée

Les zones de confinement ont été déterminées pour l'aquifère au roc seulement à partir du modèle 3D des unités géologiques. Les conditions de confinement dépendent de l'épaisseur des unités imperméables et ont été définies selon les critères suivants:

- Nappe captive: plus de 3 m d'argile ou plus de 5 m de till compact;
- Nappe semi-captive: de 1 à 3 m d'argile ou de 3 à 5 m de till compact;
- Nappe libre: moins de 1 m d'argile et moins de 3 m de till compact.

Interprétation pour la zone d'étude

Une part importante du territoire est occupée par des zones de nappe captive (41%) et semi-captive (31%), le reste étant à nappe libre (28%). Les zones de nappe captive sont principalement localisées aux endroits où la couverture argileuse est présente en surface.



F Sainte-Marie-de-Blandford repose entièrement sur une nappe captive.

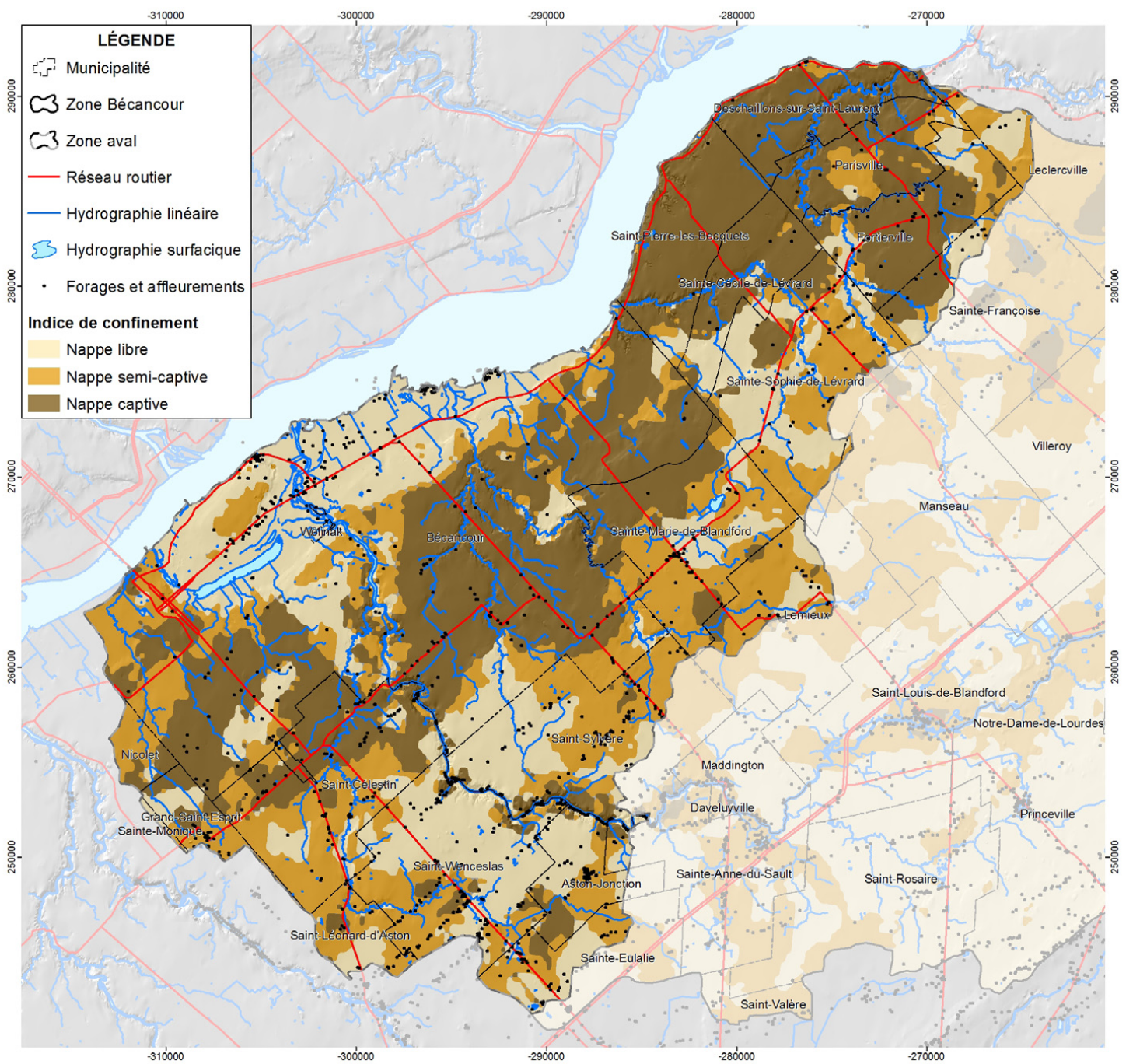
Vrai Faux

F Un grand secteur de la municipalité de Bécancour en bordure du fleuve est à nappe libre.

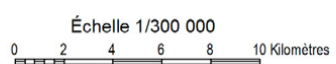
Vrai Faux

M L'aquifère de roc fracturé est confiné (nappe captive) et ainsi protégé de la contamination partout sur le territoire.

Vrai Faux



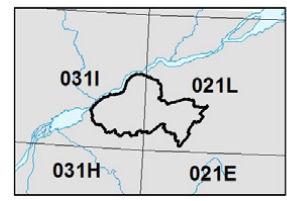
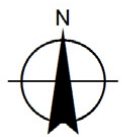
Conditions de confinement ZONE BÉCANCOUR - AVAL QUÉBEC



Projection conique conforme de Lambert de Québec
Méridien central -68.5
Système de référence géodésique nord-américain, 1983



CARTE DE LOCALISATION



SYSTÈME NATIONAL DE
RÉFÉRENCE CARTOGRAPHIQUE

Recharge et résurgences

Définition

La recharge correspond à la quantité d'eau qui alimente l'aquifère depuis l'infiltration de surface et qui constitue le renouvellement de l'eau souterraine. Les résurgences sont des décharges en surface de l'eau souterraine dans les milieux humides, dans les cours d'eau et aux sources. Les résurgences peuvent se produire lorsque le niveau de la nappe d'un aquifère dépasse le niveau de la surface du sol.



**RECHARGE,
RÉSURGENCE,**
page 14

Méthode utilisée

- La répartition spatiale de la recharge au roc a été estimée sur des mailles de 500 m X 500 m à l'aide d'un bilan hydrique qui utilise les précipitations, les températures et l'eau disponible par la pluie ou la fonte de la neige, pour calculer l'évapotranspiration, le ruissellement et l'infiltration.
- Les zones de recharge supérieures à 200 mm/an ont été identifiées comme zones de recharge préférentielle de l'aquifère au roc.

Interprétation pour la zone d'étude

- Aux lieux où il y a une couverture importante de dépôts meubles imperméables qui créent des conditions de nappe captive, la recharge de l'aquifère de roc fracturé est quasiment nulle.
- Il y a très peu d'aires de recharge préférentielle puisque les dépôts fins sont généralement continus et épais, créant des conditions de nappe captive et semi-captive pour l'aquifère rocheux.
- Des parties des rivières Bécancour, Gentilly et Petite du Chêne sont identifiées comme des zones de résurgence de l'aquifère. Elles correspondent principalement aux portions où les dépôts meubles peu perméables en surface sont érodés, ou bien où les rivières coulent sur des dépôts meubles perméables directement en contact avec le roc.
- Il existe très peu de sources répertoriées mais les sources de Gentilly sont les seules qui sont connues et identifiées comme des résurgences de l'eau souterraine. Le secteur du lac Saint-Paul a également été identifié comme une zone de résurgence. Des portions de certaines tourbières ont aussi été cartographiées comme zones de résurgence. Il est important de souligner que les milieux humides qui sont alimentés par l'eau souterraine sont certainement plus nombreux que ceux identifiés ici.



F Il y a de nombreuses zones de recharge sur le territoire.

Vrai Faux

M Les rivières principales sont des zones de résurgence sur toute leur portion de la zone aval.

Vrai Faux

F La recharge en eau souterraine est généralement faible à cause des dépôts meubles argileux.

Vrai Faux

M Les zones de recharge sont particulièrement sensibles aux activités de surface et à la pollution que celles-ci peuvent générer.

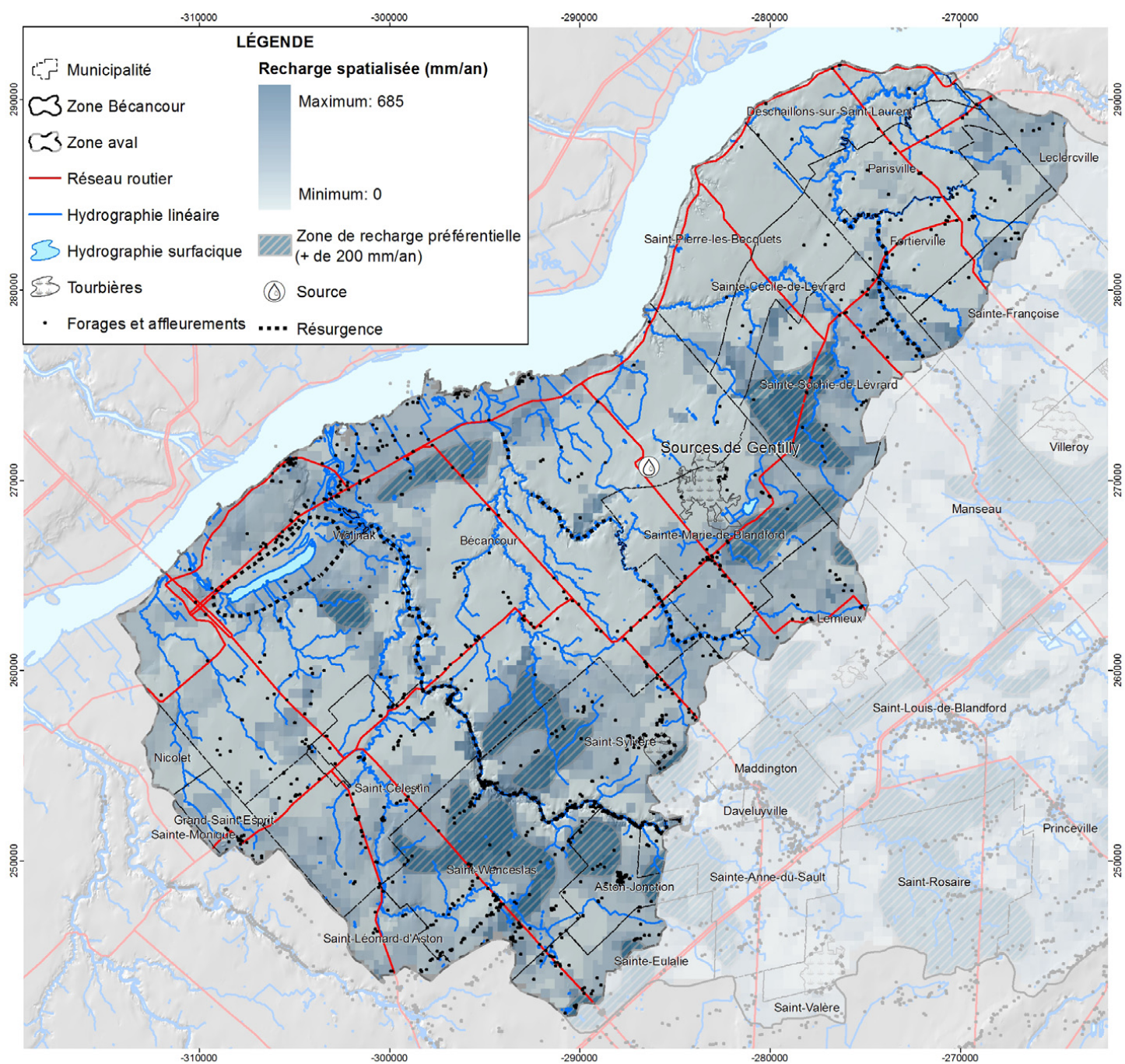
Vrai Faux

D Les zones de résurgence sont les zones où les aquifères reçoivent de l'eau par infiltration.

Vrai Faux

D Les zones de résurgence peuvent diluer les polluants contenus dans les eaux de surface.

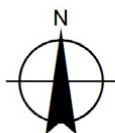
Vrai Faux



Zones de recharge préférentielle et de résurgences



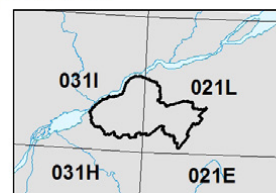
CARTE DE LOCALISATION



ZONE BÉCANCOUR - AVAL QUÉBEC

Échelle 1/300 000
0 2 4 6 8 10 Kilomètres

Projection conique conforme de Lambert de Québec
Méridien central -68.5
Système de référence géodésique nord-américain, 1983



SYSTÈME NATIONAL DE
RÉFÉRENCE CARTOGRAPHIQUE

Vulnérabilité

Définition

La vulnérabilité d'un aquifère, telle qu'évaluée par la méthode DRASTIC, est la sensibilité de l'eau souterraine face à une contamination venant de la surface.



VULNÉRABILITÉ À LA CONTAMINATION,

page 15

Méthode utilisée

- L'indice DRASTIC a été évalué sur des mailles de 250 m X 250 m.
- Il peut varier de 23 à 226 : plus l'indice est élevé, plus l'aquifère est vulnérable.
- La réglementation québécoise considère un aquifère vulnérable lorsque l'indice DRASTIC est supérieur à 100.

Interprétation pour la zone d'étude

- La zone aval présente sur 52% de son territoire un indice DRASTIC pour l'aquifère au roc inférieur à 100, c'est-à-dire une vulnérabilité allant de très faible à moyenne, tandis que les 48% restants présentent un indice DRASTIC supérieur à 100 correspondant à une vulnérabilité significative à très élevée.
- Les secteurs les moins vulnérables sont situés où l'aquifère au roc est en condition de nappe captive, soit pour une portion du territoire couvrant une douzaine de kilomètres de largeur entre les villes de Saint-Célestin, Grand-Saint-Louis, Sainte-Cécile-de-Lévrard et Parisville. Ces secteurs sont associés à la présence de dépôts argileux qui limitent le taux de recharge et protègent de la contamination l'aquifère de roc.
- Les secteurs les plus vulnérables sont situés où l'aquifère au roc est en condition de nappe libre.



F Saint-Wenceslas est la municipalité où l'aquifère est le plus vulnérable à une contamination de surface.

Vrai Faux

F Saint-Pierre-les-Becquets est une autre municipalité où l'aquifère est particulièrement vulnérable à la contamination de surface.

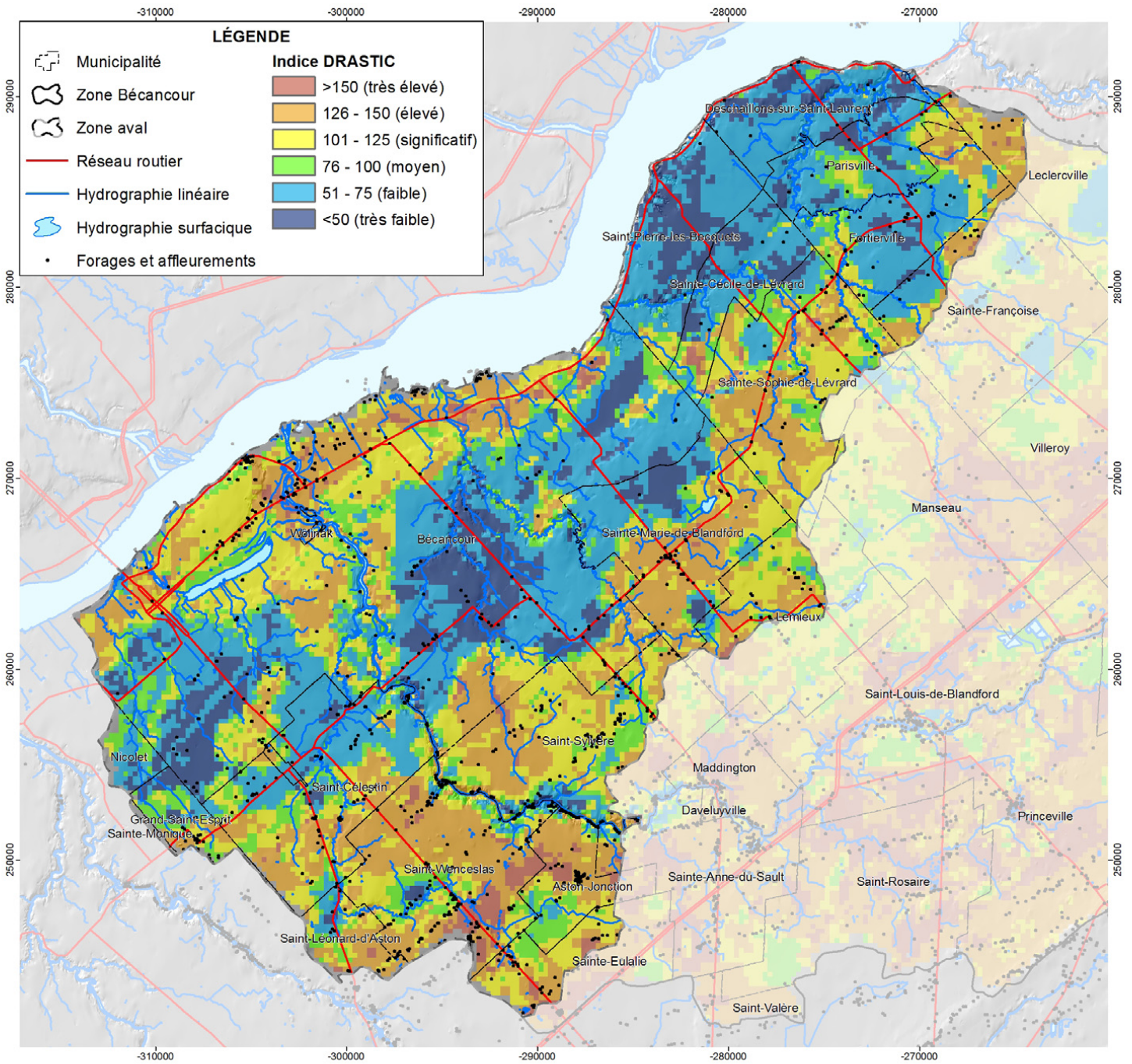
Vrai Faux

M Les secteurs de faible vulnérabilité sont situés où l'aquifère au roc est en condition de nappe semi-captive et libre.

Vrai Faux

D Une utilisation à l'échelle locale des résultats, tel que pour déterminer la vulnérabilité de l'aire d'alimentation d'un puits, est invalide.

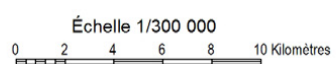
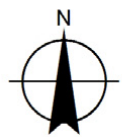
Vrai Faux



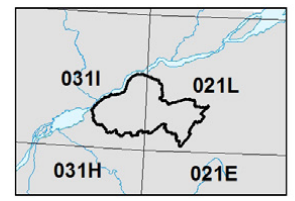
Indice DRASTIC de l'aquifère au roc ZONE BÉCANCOUR - AVAL QUÉBEC



CARTE DE LOCALISATION



Projection conique conforme de Lambert de Québec
Méridien central -68.5
Système de référence géodésique nord-américain, 1983



SYSTÈME NATIONAL DE
RÉFÉRENCE CARTOGRAPHIQUE

Qualité de l'eau - Critères de potabilité

Définition

La qualité de l'eau s'évalue en comparant les constituants physicochimiques de l'eau aux normes et recommandations existantes. Les concentrations maximales acceptables (CMA) sont des normes bactériologiques et physicochimiques visant à éviter des risques pour la santé humaine.



CRITÈRES DE POTABILITÉ,
page 16

Méthode utilisée

Dans la zone aval, l'eau souterraine de 35 puits a été échantillonnée, soit 26 puits au roc et 9 puits dans les dépôts meubles. Les échantillons ont été envoyés dans un laboratoire accrédité par le MDDEFP pour analyse des paramètres de potabilité suivants :

- Arsenic (As)
- Bore (B)
- Baryum (Ba)
- Cadmium (Cd)
- Chrome (Cr)
- Fluor (F)
- Nitrites/Nitrates (NO₂-NO₃)
- Plomb (Pb)
- Antimoine (Sb)
- Sélénium (Se)
- Uranium (U)

Les paramètres concernant des problématiques locales de contamination, tel que les contaminants bactériologiques, les pesticides et les contaminants organiques (hydrocarbures) n'ont pas été mesurés dans le cadre de cette étude.

Interprétation pour la zone d'étude

Dans la zone aval, sept dépassements de normes ont été relevés sur les puits échantillonnés :

Paramètre	Concentration maximale acceptable (CMA)	Nb de dépassements de la CMA	Proportion des échantillons	Norme fondée sur :
Fluor (F)	1,5 mg/L	5	14%	Fluorose dentaire modérée (effet cosmétique)
Baryum (Ba)	1,0 mg/L	2	6%	Maladies cardiovasculaires et augmentation de la pression artérielle

- Les conditions captives de l'aquifère de roc, son faible taux de recharge et sa faible conductivité hydraulique sont responsables de la forte minéralisation de l'eau souterraine, qui est même parfois saumâtre.
- Le faible nombre de dépassement des normes pour l'eau potable indique que la zone aval ne présente aucun problème majeur au niveau de la qualité de l'eau souterraine.
- Les dépassements de fluor et de baryum proviennent de puits qui captent l'aquifère de roc fracturé. Leurs fortes concentrations seraient d'origine naturelle, dépendantes de la géologie et des conditions captives de l'écoulement souterrain dans l'aquifère au roc qui favorisent la dissolution de minéraux et de métaux présents naturellement dans le roc.

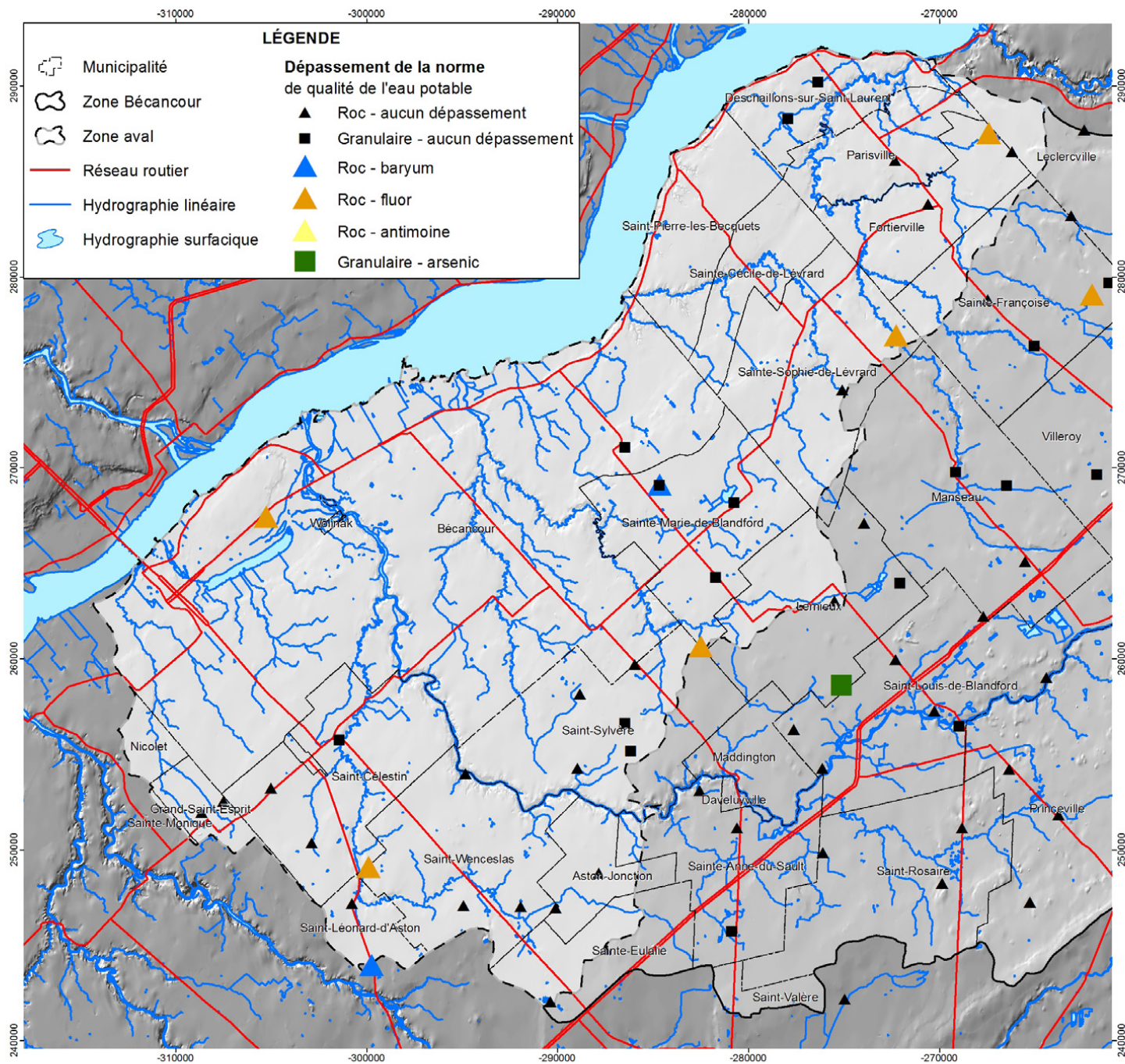


M Les échantillons d'eau analysés dans le cadre de cette étude ont permis de confirmer qu'aucune problématique de contamination bactériologique, de pesticide ou d'hydrocarbure n'existe sur le territoire.

Vrai Faux

D Les activités humaines sont responsables des dépassements des normes pour l'eau potable.

Vrai Faux



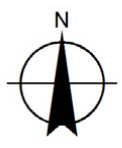
LÉGENDE

	Municipalité	Dépassement de la norme de qualité de l'eau potable	
	Zone Bécancour		Roc - aucun dépassement
	Zone aval		Granulaire - aucun dépassement
	Réseau routier		Roc - baryum
	Hydrographie linéaire		Roc - fluor
	Hydrographie surfacique		Roc - antimoine
			Granulaire - arsenic

Critères de qualité de l'eau potable
ZONE BÉCANCOUR - AVAL
QUÉBEC

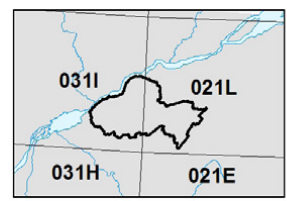


CARTE DE LOCALISATION



Échelle 1/300 000
 0 2 4 6 8 10 Kilomètres

Projection conique conforme de Lambert de Québec
 Méridien central -68.5
 Système de référence géodésique nord-américain, 1983



SYSTÈME NATIONAL DE
 RÉFÉRENCE CARTOGRAPHIQUE

Qualité de l'eau - Critères esthétiques

Définition

Les objectifs esthétiques (OE) sont des recommandations concernant les caractéristiques esthétiques de l'eau (couleur, odeur, goût et autres désagréments), mais n'ayant pas d'effets néfastes reconnus sur la santé humaine.



CRITÈRES ESTHÉTIQUES,
page 16

Méthode utilisée

Dans la zone aval, l'eau souterraine de 35 puits a été échantillonnée, soit 26 puits au roc et 9 puits dans les dépôts meubles. Les échantillons ont été envoyés dans un laboratoire accrédité par le MDDEFP pour analyse des paramètres esthétiques suivants :

- Aluminium (Al)
- Chlore (Cl)
- Cuivre (Cu)
- Dureté totale (CaCO₃)
- Fer (Fe)
- Matière dissoute totale (MDT)
- Manganèse (Mn)
- pH
- Sodium (Na)
- Sulfate (SO₄)
- Sulfures (H₂S)
- Température
- Zinc (Zn)

Interprétation pour la zone d'étude

Dans la zone aval, les dépassements des recommandations pour les objectifs esthétiques suivants ont été relevés sur les puits échantillonnés :

Paramètre	Objectif esthétique (OE)	Nb de dépassements de l'OE	Proportion des échantillons	Recommandation fondée sur :
Manganèse (Mn)	≤ 0,05 mg/L	17	49%	Goût et taches sur la lessive et les accessoires de plomberie
Matière dissoute totale (MDT)	≤ 500 mg/L	10	29%	Goût et entartrage
pH	entre 6,5 et 8,5	8	23%	Influence sur la formation des sous-produits de la désinfection et l'efficacité du traitement
Fer (Fe)	≤ 0,3 mg/L	7	20%	Goût et taches sur la lessive et les accessoires de plomberie
Dureté totale (CaCO ₃)	entre 80 et 100 mg/L	5	14%	Corrosion et entartrage
Sodium (Na)	≤ 200 mg/L	5	14%	Goût
Chlore (Cl)	Aucune	3	9%	N/A
Sulfures (H ₂ S)	≤ 0,05 mg/L	1	3%	Goût et odeur

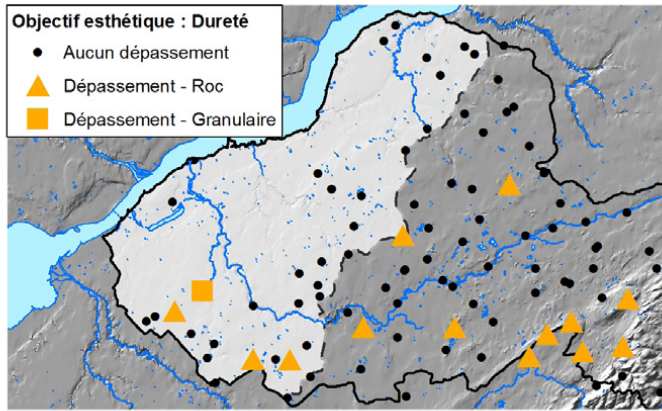
- Un lien entre des concentrations élevées de manganèse et une diminution du quotient intellectuel chez les enfants ont récemment été découverts (Bouchard et coll., 2011). Il est donc probable que ce paramètre devienne bientôt normé comme critère de potabilité. Dans la zone d'étude, l'occurrence du manganèse dans l'eau souterraine est vraisemblablement d'origine naturelle.
- Les dépassements en sodium se retrouvent où l'aquifère est confiné.
- Aucune tendance spatiale n'est observée pour la plupart des dépassements des objectifs esthétiques.



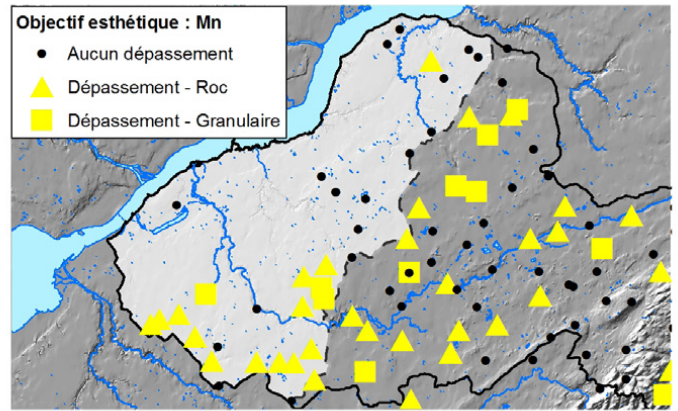
F La qualité de l'eau souterraine est mauvaise pour la consommation humaine car on dénombre beaucoup de dépassements des critères esthétiques.

Vrai Faux

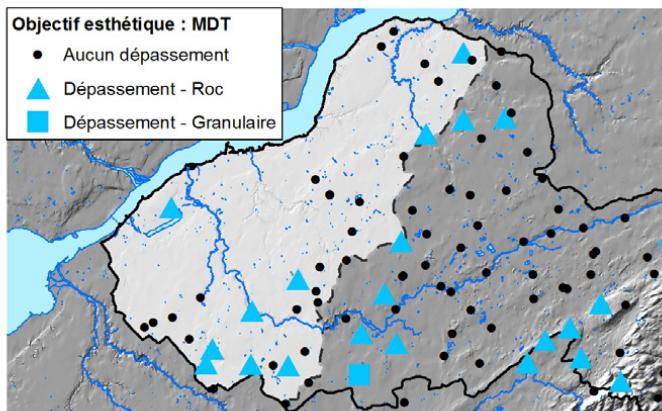
M Les mesures des paramètres de qualité de l'eau pourraient varier dans le temps. Vrai Faux



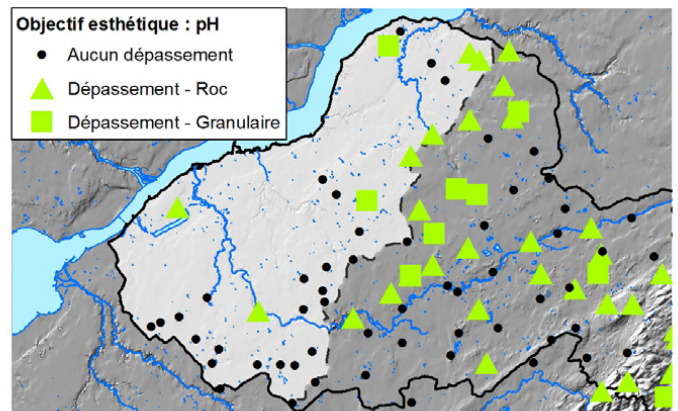
Dépassements de l'objectif *Dureté totale*



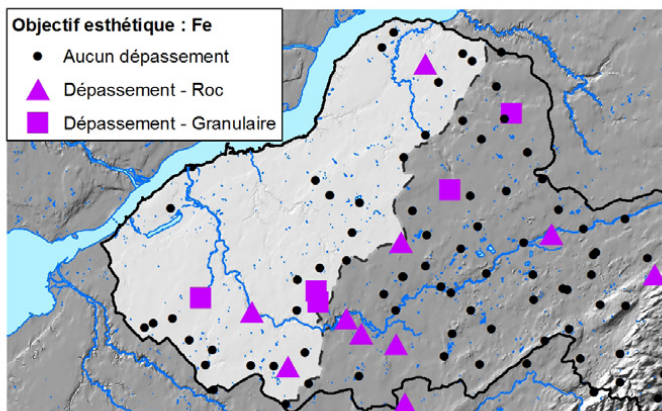
Dépassements de l'objectif *Manganèse*



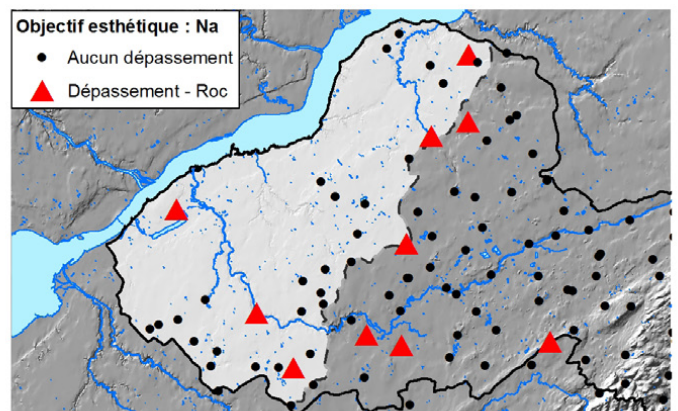
Dépassements de l'objectif *Matières dissoutes totales*



Dépassements de l'objectif *pH*



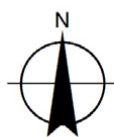
Dépassements de l'objectif *Fer*



Dépassements de l'objectif *Sodium*



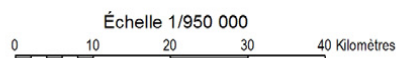
CARTE DE LOCALISATION



Critères de qualité esthétique

ZONE BÉCANCOUR - AVAL

QUÉBEC



Échelle 1/950 000
Projection conique conforme de Lambert de Québec
Méridien central -68.5
Système de référence géodésique nord-américain, 1983



SYSTÈME NATIONAL DE RÉFÉRENCE CARTOGRAPHIQUE

Questions de synthèse



- M** Est-il plus avantageux d'exploiter un aquifère où il est en conditions de nappe libre ou de nappe captive ? Pourquoi ?

- M** Près de la moitié des échantillons d'eau analysés présentent un dépassement en manganèse. Quel(s) problème(s) cela représente-t-il pour la consommation en eau potable ?

- D** Bien que les municipalités de la zone aval soient pour la plupart reliées à un réseau d'aqueduc depuis de nombreuses années, est-il tout de même important de protéger les eaux souterraines de la zone aval ? Pourquoi ?

- D** D'où provient l'eau qui recharge les aquifères à nappe captive ?

- D** Grâce aux résultats de cette étude, comment fait-on pour avoir une première idée sur les secteurs où on est susceptible de trouver de l'eau souterraine en quantité exploitable ?

Bibliographie

- Bouchard M.F., Sauvé S., Barbeau B., Legrand M., Brodeur M. E., Bouffard T., Limoges E., Bellinger D. C. et Mergler D. (2011). Intellectual impairment in school-age children exposed to manganese from drinking water. *Environmental Health Perspectives*, 119(1):138-43.
- Gouvernement du Québec (2014). Règlement sur la qualité de l'eau potable. Loi sur la qualité de l'environnement. Q-2, r. 40. [En ligne], (http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/Q_2/Q2R40.htm). Page consultée le 10 avril 2014.
- Larocque, M., Gagné, S., Tremblay, L. et Meyzonnat, G. (2013). Projet de connaissance des eaux souterraines du bassin versant de la rivière Bécancour et de la MRC de Bécancour - Rapport final. Rapport déposé au Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs. 219 p.
- Limper Geology Museum (2010). Local Geology – Glacial till. [En ligne], (<http://www.cas.miamioh.edu/glg/museum/students/till.html>). Page consultée le 7 avril 2014.
- Leblanc, Y., Légaré, G., Lacasse, K., Parent, M. et Campeau, S. (2013). Caractérisation hydrogéologique du sud-ouest de la Mauricie. Rapport déposé au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs dans le cadre du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du Québec. Département des sciences de l'environnement, Université du Québec à Trois-Rivières, 134 p., 15 annexes et 30 documents cartographiques (1:100 000).
- Observatoire d'oiseaux de Tadoussac (2014). Fiche technique de l'OOT. [En ligne], (<http://explos-nature.qc.ca/oot/fiche.php>). Page consultée le 30 janvier 2014.
- Santé Canada (2012). Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada. Tableau sommaire. Préparé par le Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable du Comité fédéral-provincial-territorial sur la santé et l'environnement. [En ligne], (http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/2012-sum_guide-res_recom/index-fra.php). Page consultée le 10 avril 2014.
- Siim Sepp (2005). Wikipédia – Argile. Argilite en Estonie. [En ligne], (<http://fr.wikipedia.org/wiki/Argile>). Page consultée le 7 avril 2014.

Mes notes personnelles

Les partenaires du projet  Hydrogéo
BÉCANCOUR



Les contributeurs de l'atelier

