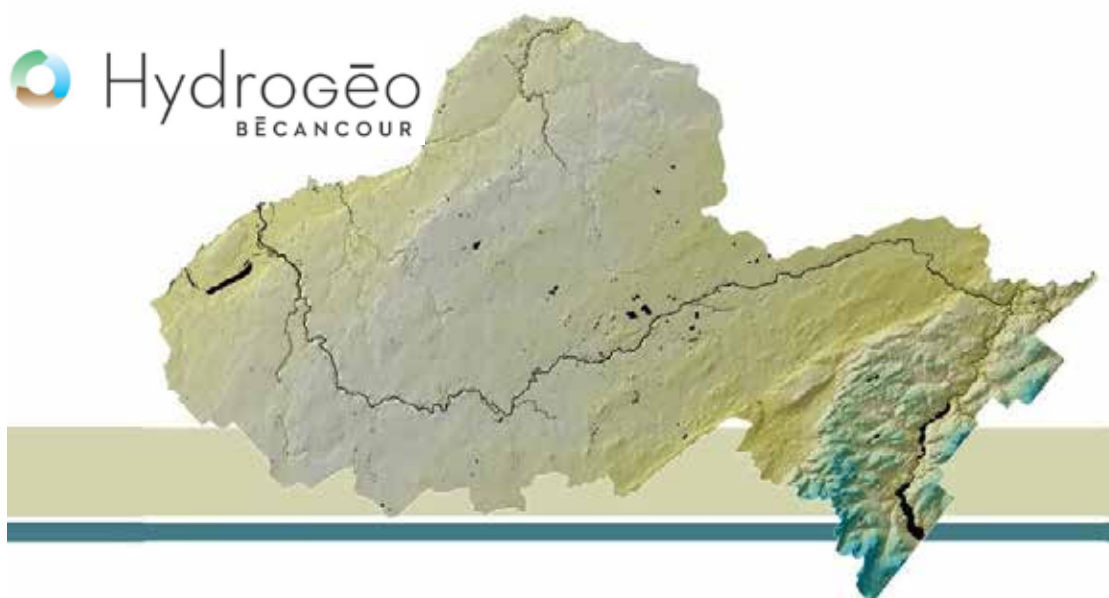


2^E ATELIER DE TRANSFERT DES CONNAISSANCES SUR LES EAUX SOUTERRAINES DU PROJET HYDROGÉO BÉCANCOUR

CAHIER DU PARTICIPANT



Atelier organisé par :
le Réseau québécois sur les eaux souterraines,
l'Université du Québec à Montréal et l'Université du Québec à Trois-Rivières

Juin 2015



Ce 2^e atelier de transfert des connaissances issues du Projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines: Hydrogéologie Bécancour s'inscrit dans le cadre du projet Protéger et gérer les eaux souterraines, rendu possible grâce au financement du Programme de soutien à la valorisation et au transfert du ministère de l'Économie, de l'Innovation et des Exportations. Il est le résultat d'un travail conjoint entre le Réseau québécois sur les eaux souterraines (RQES), les chercheurs de l'Université du Québec à Montréal (UQÀM), la Chaire de recherche UQTR en écologie du paysage et aménagement avec la collaboration de Umwelt Service Design et le Groupe de concertation des bassins versants de la zone Bécancour (GROBEC):

- Julie Ruiz, professeure et titulaire de la Chaire de recherche UQTR en écologie du paysage et aménagement, conception de l'atelier de transfert
- Anne-Marie Decelles, agente de transfert RQES, préparation de l'atelier de transfert
- Virginie Zingraff, associée responsable territoires communautés, Umwelt Service Design, conception de l'atelier de transfert
- Marie Larocque, hydrogéologue, professeure UQAM et coordonnatrice du projet Hydrogéologie Bécancour
- Diogo Bernetche, professionnel en géo-environnement, UQÀM
- Guillaume Meyzonnat, agent de recherche, UQAM, équipe de recherche du projet Hydrogéologie Bécancour
- Yohann Tremblay, agent de transfert RQES, appui à la préparation de l'atelier de transfert
- Simon Lemieux, directeur général, GROBEC, logistique
- Jean-François Verrette, chargé de projet communication, GROBEC, logistique

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.

La section 1 du cahier du participant résulte d'un travail de vulgarisation des connaissances sur les eaux souterraines issues du 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 cahier du participant :

Ruiz, J., Decelles, A-M., Zingraff, V., Tremblay, Y., Larocque, M., Ferlatte, M., Gagné, S., Tremblay, L. et Meyzonnat, 2015. 2^e Atelier de transfert des connaissances sur les eaux souterraines du projet Hydrogéologie Bécancour, cahier du participant. Document préparé par le RQES et l'UQTR, en collaboration avec Umwelt Service Design 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 et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) d'une part, et les autres organismes gouvernementaux et non gouvernementaux, les consultants, les établissements d'enseignement et autres organismes intéressés au domaine des eaux souterraines au Québec, en vue de la mobilisation des connaissances scientifiques sur les eaux souterraines.

Le RQES poursuit les objectifs spécifiques suivants :

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

Pour en savoir plus : www.rqes.ca

Le Département des sciences de la terre et de l'atmosphère de l'UQÀM

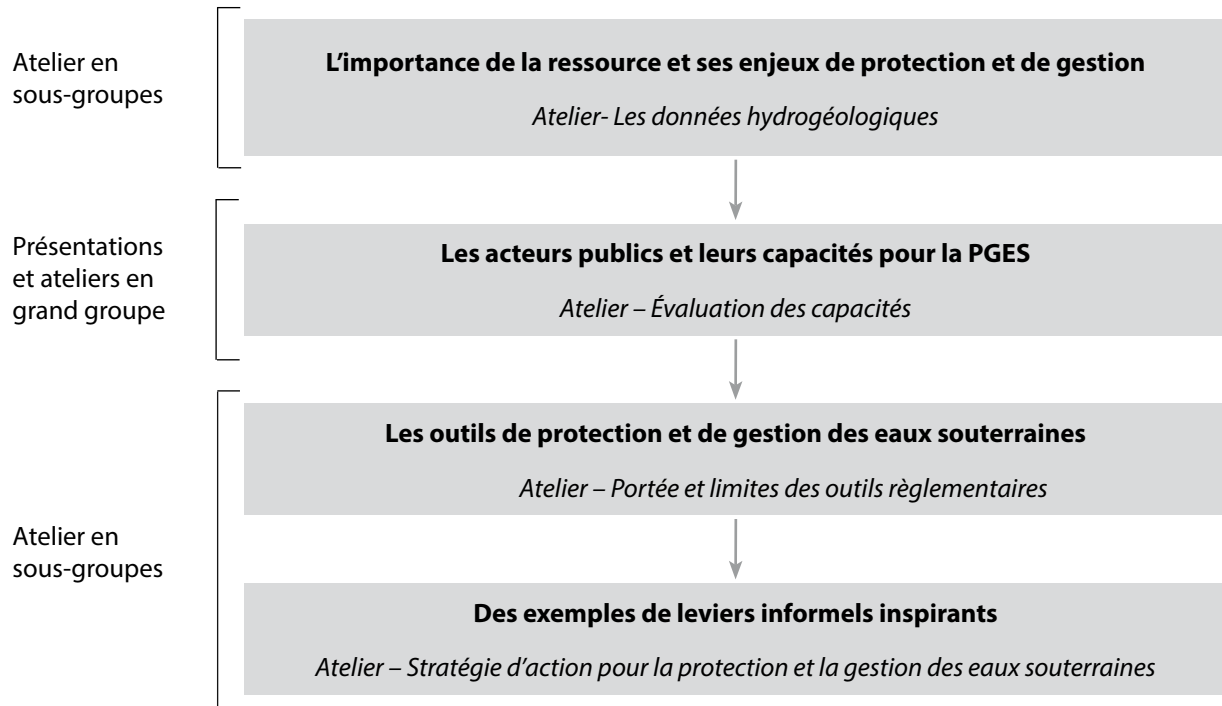
Le Département des sciences de la Terre et de l'atmosphère est né des départements des sciences de l'atmosphère (1973) et de géologie (1969), il y a une douzaine d'années. Il dispose de plusieurs chaires de recherche, de deux centres institutionnels et de plusieurs regroupements de recherche facultaires. Les étudiants au Département ont l'opportunité d'intégrer l'une ou l'autre de ces unités de recherche. Forts d'une formation pluridisciplinaire, les compétences des diplômés du Département sont recherchées dans les domaines des ressources, de l'aménagement, de l'adaptation aux changements et de la prévision des risques naturels.

Pour en savoir plus : www.scta.uqam.ca

Table des matières

Déroulé général de l'atelier	6
Votre équipe de formation	7
1. L'IMPORTANCE DE LA RESSOURCE ET SES ENJEUX DE PROTECTION ET DE GESTION	9
1.1 Atelier - Les données hydrogéologiques	9
Épaisseur des dépôts meubles	10
Coupe stratigraphique	12
Contextes hydrogéologiques	14
Conditions de confinement	16
Piézométrie	18
Recharge et résurgences	20
Vulnérabilité	22
Qualité de l'eau	24
1.2 Questions des exercices	28
2. LES ACTEURS PUBLICS ET LEURS CAPACITÉS POUR LA PGES	29
2.1 Des acteurs publics aux compétences complémentaires mais fragmentées	30
2.2 Les capacités pour la PGES	31
3. LES OUTILS DE PROTECTION ET DE GESTION DES EAUX SOUTERRAINES	35
3.1 Deux grands types d'outils	36
3.2 Les principales limites à l'utilisation des outils de la PGES relevés par les acteurs publics	37
3.3 Atelier - Portée et limites des outils	38
4. DES EXEMPLES DE LEVIERS INFORMELS INSPIRANTS	39
4.1 Utiliser les outils en complémentarité	40
4.2 Développer sa capacité collaborative	41
4.3 Atelier - Stratégie d'action pour la protection et la gestion des eaux souterraines	43
Les solutions aux questions des exercices	45

Déroulé général de l'atelier



Votre équipe de formation

Vos animateurs



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



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



Virginie Zingraff
M.Sc. Environnement
M. Aménagement du territoire et
développement régional
Associée, responsable territoires et
communautés
Umvelt Service Design
514-705-4029
Virginie@umvelt.com

Vos experts



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



Diogo Barnetche
M.Sc. Géographie
Professionnel en géo-environnement
Département des sciences de la Terre
et de l'atmosphère
Université du Québec à Montréal
CP 8888, succ. Centre-ville
Montréal (Qc) H3C 3P8
514-987-3000 poste 0252
Barnetche.diogo@gmail.com



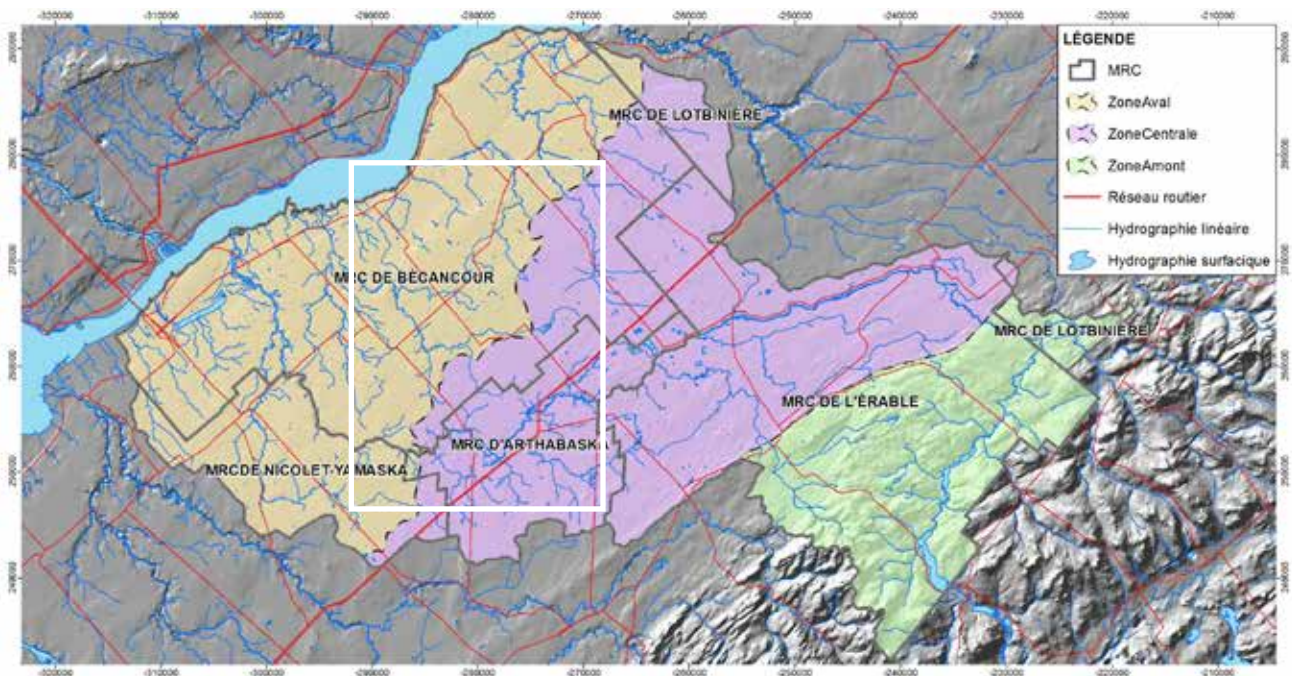
Guillaume Meyzonnat
M.Sc. Ing. Hydrogéologie
Agent de recherche
Département des sciences de la Terre
et de l'atmosphère, Université du
Québec à Montréal
Case postale 8888, succ. Centre-Ville
Montréal (Qc) H3C 3P8
514-987-3000 poste 0252
meyzonnat.guillaume@uqam.ca

Photo: Nathalie St-Pierre, UQAM

1

L'IMPORTANCE DE LA RESSOURCE ET SES ENJEUX DE PROTECTION ET DE GESTION

1.1 Atelier - Les données hydrogéologiques



Les cartes et les descriptions de la section 1. **Exercice synthèse sur les données hydrogéologiques** sont tirées du cahier du participant du 1^{er} atelier de transfert de connaissances sur les eaux souterraines.

Ce cahier est disponible au www.rqes.ca.

Épaisseur des dépôts meubles

Définition

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.

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.

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.

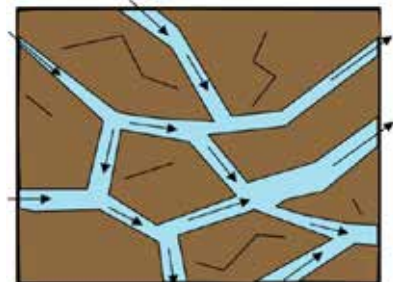
Les **fractures** contiennent moins d'eau mais permettent une circulation d'eau suffisante pour le captage.

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 limités.



Source : Leblanc et coll. (2013)

Roc fracturé



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.

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.

Graviers

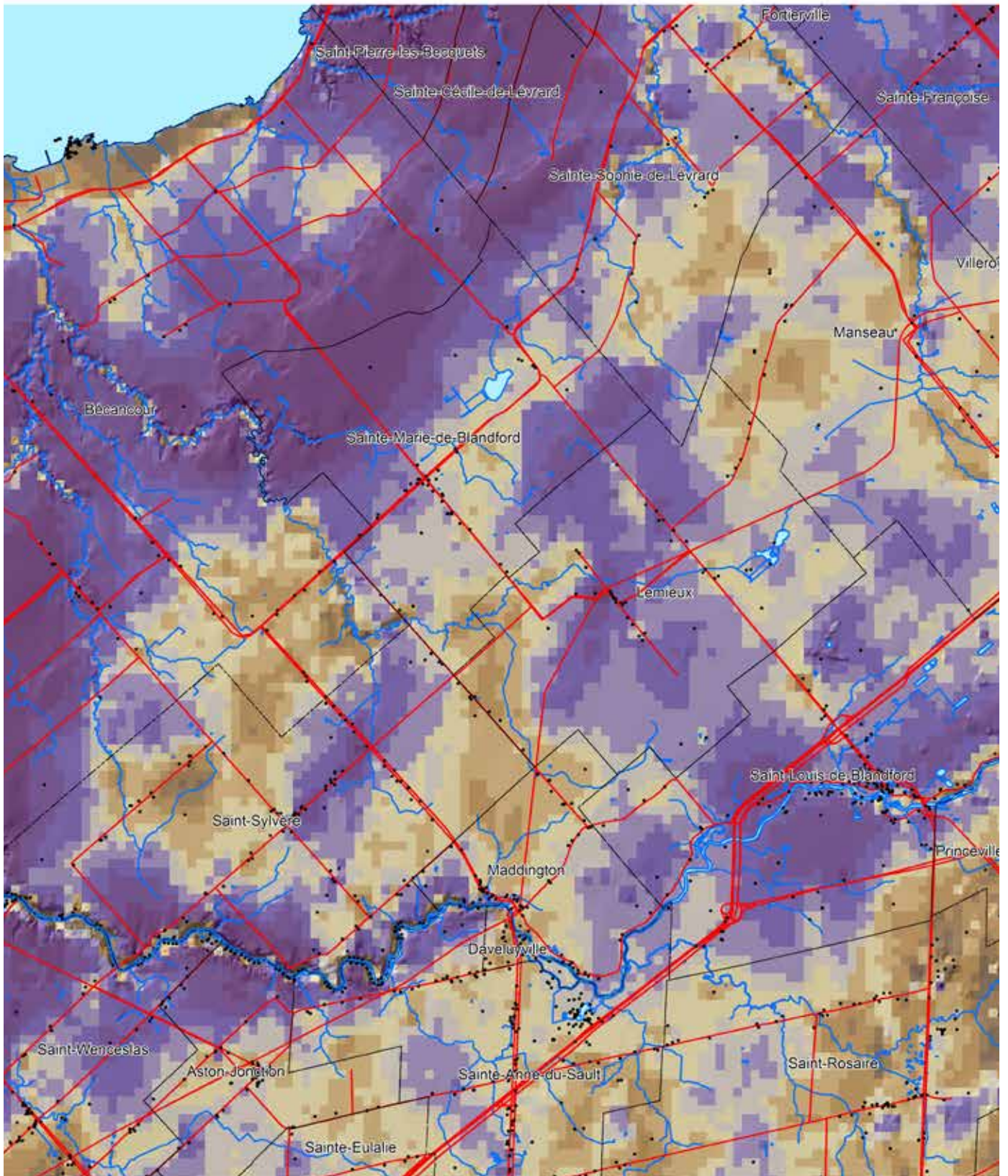


Source : Leblanc et coll. (2013)

Argiles



Source : Siim Sepp (2005)













Épaisseur des dépôts meubles
ZONE BÉCANCOUR

1:150 000

0 2 4 6 Km



LÉGENDE

	0 - 1 m		12 - 14 m
	2 - 3 m		15 - 17 m
	4 - 6 m		18 - 22 m
	7 - 9 m		23 - 30 m
	10 - 11 m		31 - 90 m

• Forages et affleurements

Coupe stratigraphique

Définition

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

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**).

SÉDIMENTS FLUVIOGLACIAIRES

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

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

ARGILES MARINES

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

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

SABLES GLACIO-LACUSTRES

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

- Sable – perméable (**aquifère**).

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**).

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.

Till compact



Source : Limper Geology Museum (2010)

Sable et gravier fluvioglaciaire



Argiles



Source : Slim Sepp (2005)

Sables deltaïques



Rivière Hall, Gaspésie



Tourbière du Lac Rose,
Centre-du-Québec

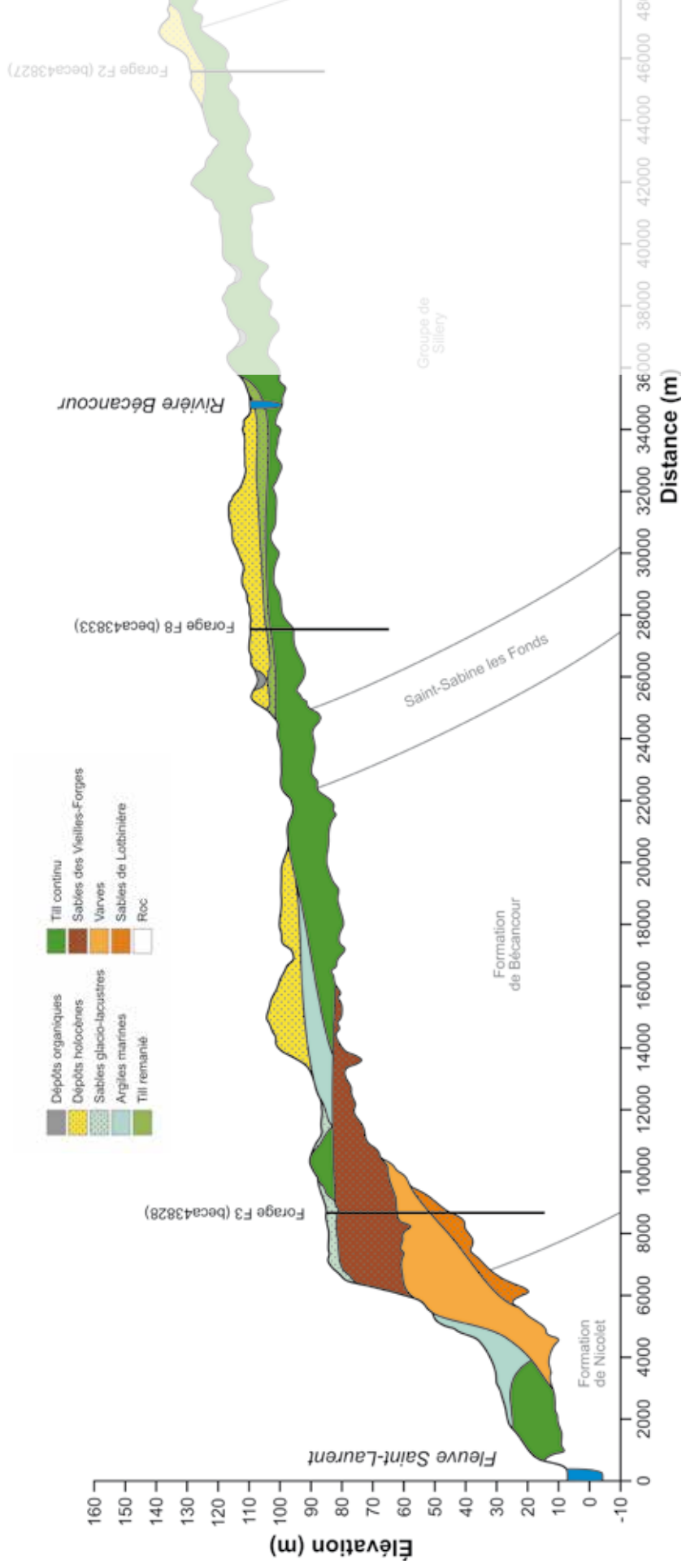


Coupe stratigraphique

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**.













Contextes hydrogéologiques

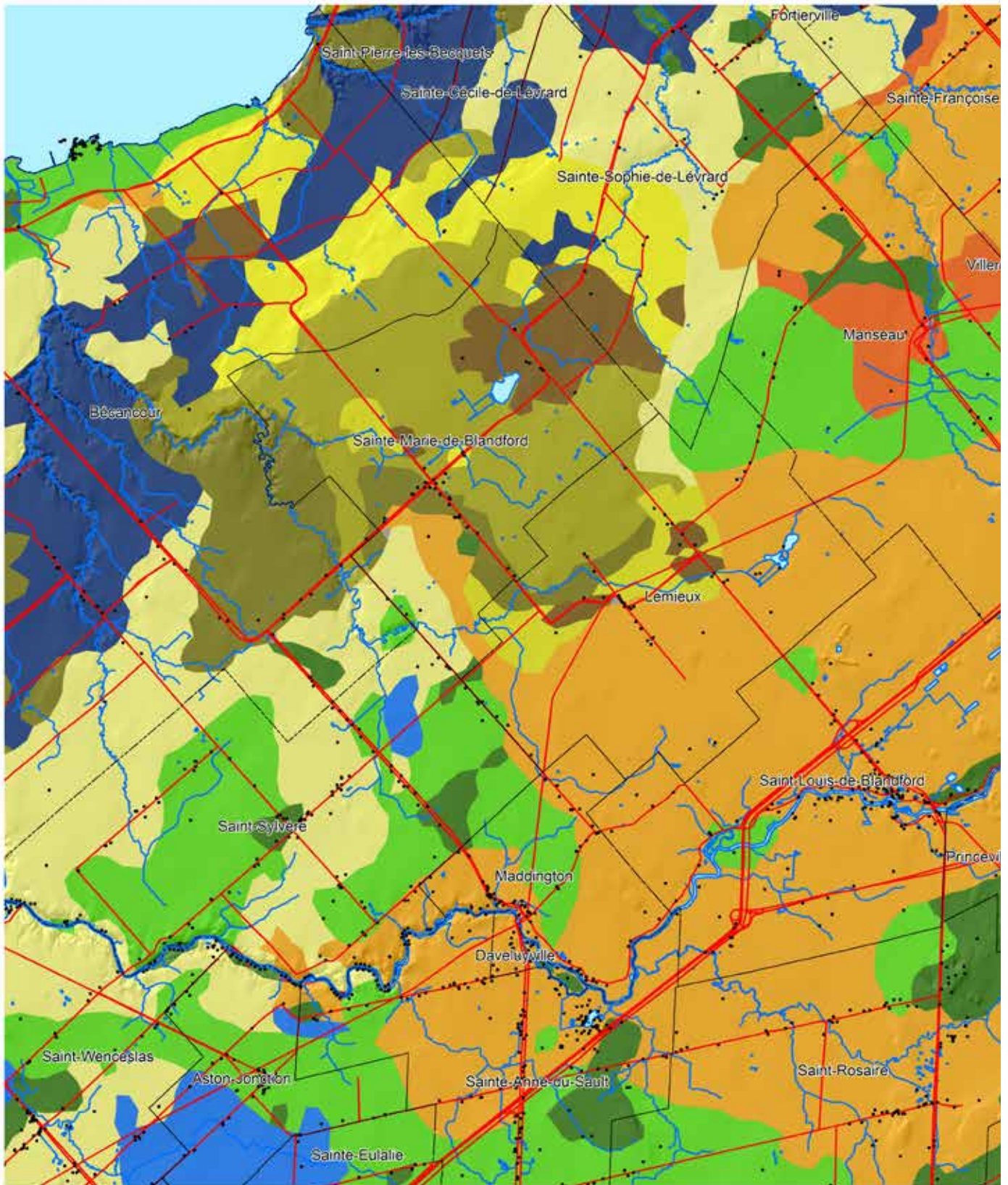
Définition

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	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



Contextes hydrogéologiques

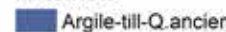

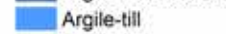

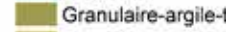

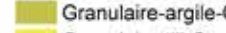
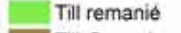
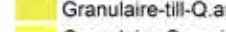
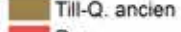
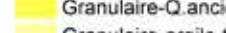
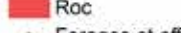
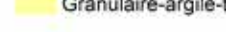

ZONE BÉCANCOUR

1:150 000

0 2 4 6 Km



LÉGENDE

- | | |
|--|--|
|  Argile-till-Q.ancien |  Granulaire-till |
|  Argile-till |  Granulaire |
|  Granulaire-argile-till-Q.ancien |  Till |
|  Granulaire-argile-Q. ancien |  Till remanié |
|  Granulaire-till-Q.ancien |  Till-Q. ancien |
|  Granulaire-Q.ancien |  Roc |
|  Granulaire-argile-till |  Forages et affleuremer |

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.

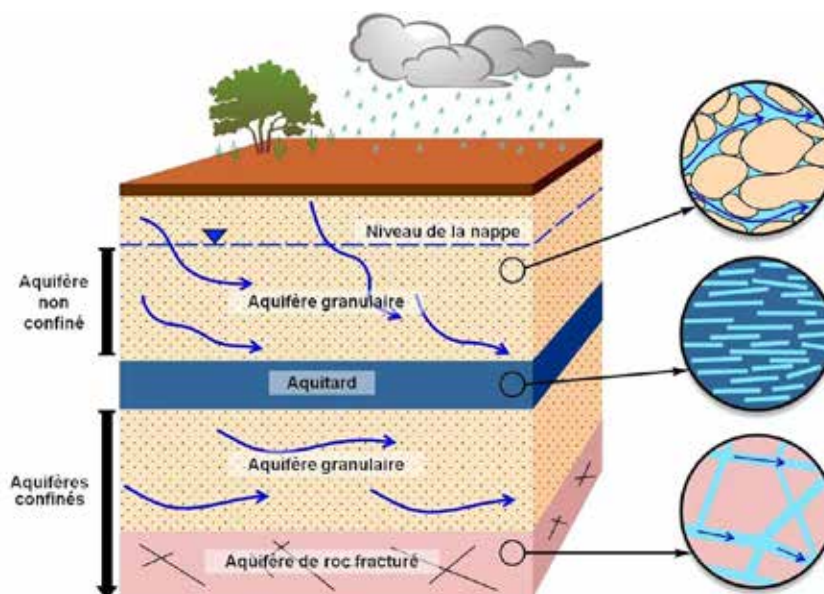
Méthode utilisée

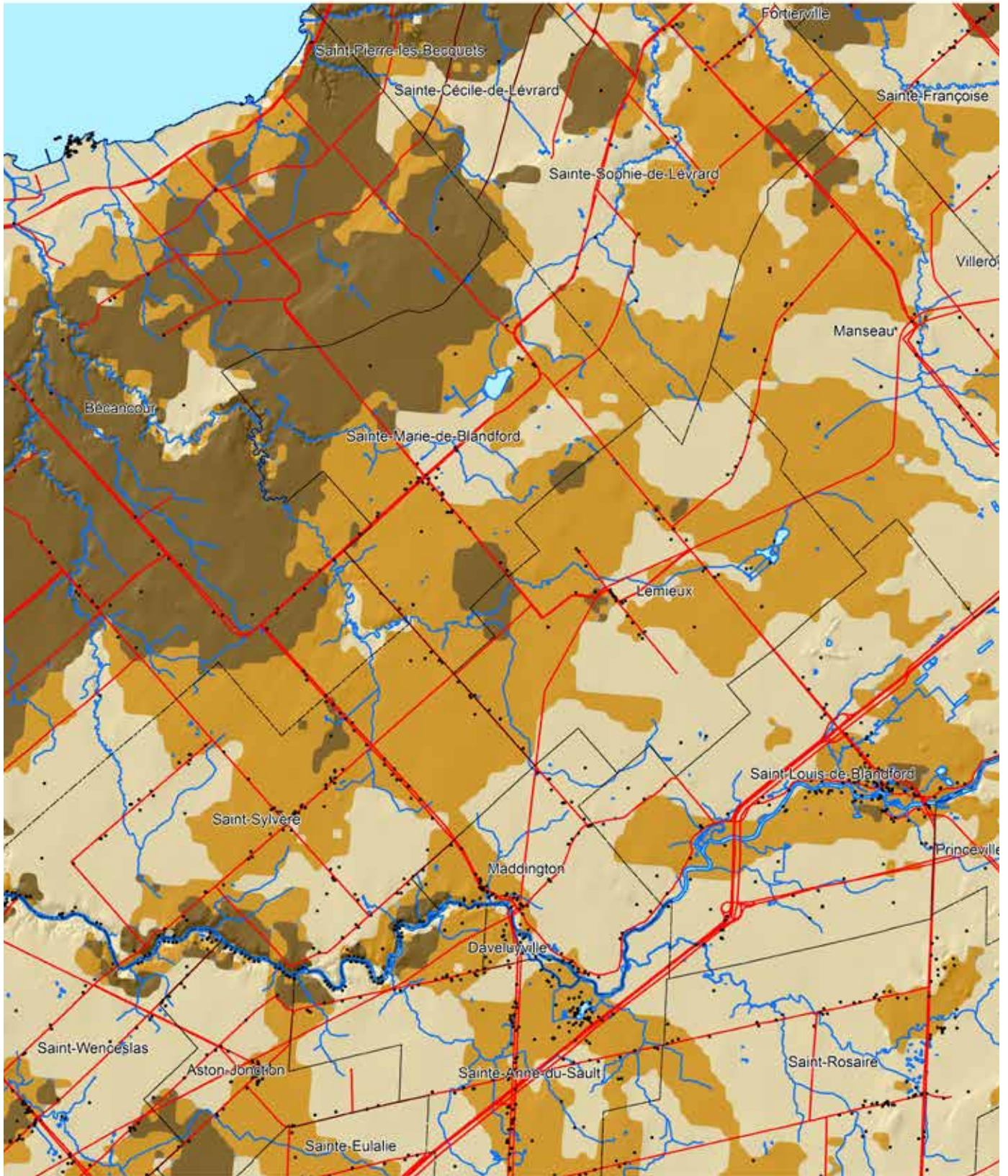
Les zones de confinement ont été déterminées pour l'aquifère au roc seulement à partir du modèle 3D des unités géologiques. Les conditions de confinement dépendent de l'épaisseur des unités imperméables et ont été définies selon les critères suivants:

- 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.

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**.





Conditions de confinement

ZONE BÉCANCOUR

1:150 000

0 2 4 6 Km



LÉGENDE

- Nappe libre
- Nappe semi-captive
- Nappe captive
- Forages et affleurements

Piézométrie

Definition

La carte piézométrique constitue une représentation en plan des charges hydrauliques évaluées sur l'ensemble du territoire.

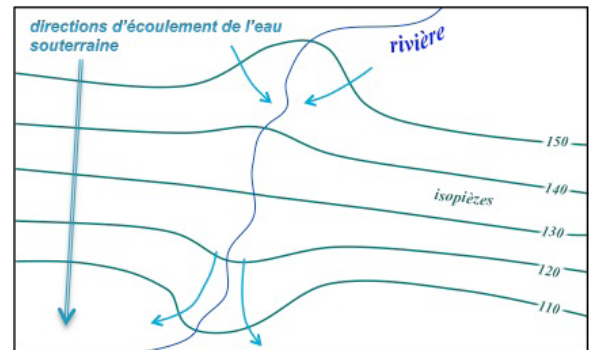
Méthode utilisée

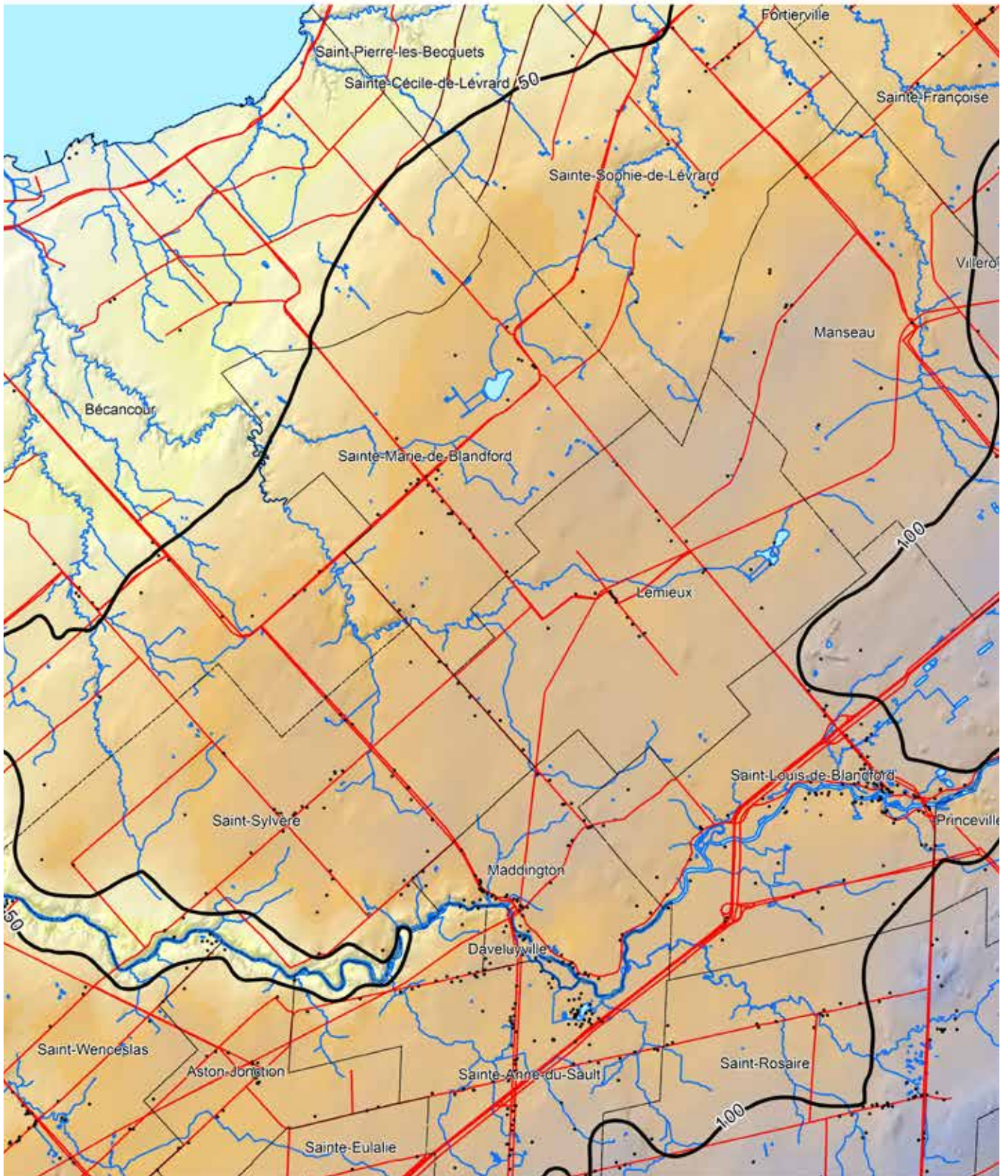
Les informations sur la piézométrie proviennent des niveaux d'eau mesurés dans les puits et des points de contrôle dans les plans et cours d'eau au contact d'aquifères à nappe libre.

Le **NIVEAU PIÉZOMÉTRIQUE** (ou **charge hydraulique**) correspond à l'élévation que le niveau de l'eau souterraine mesurée dans un puits atteint pour être en équilibre avec la pression atmosphérique. La piézométrie indique le sens de l'écoulement de l'eau souterraine dans l'aquifère, qui circule des zones à piézométrie plus élevée vers celles où la piézométrie est plus basse.

En reliant tous les niveaux piézométriques mesurés sur un territoire, on obtient la **surface piézométrique**. Pour représenter celle-ci sur une carte, des lignes sont tracées entre différents points de même niveau piézométrique (appelées **isopièzes**), comme sur une carte topographique.

L'écoulement de l'eau souterraine s'effectue perpendiculairement aux isopièzes, soit des points de piézométrie élevée aux points de piézométrie plus basse.



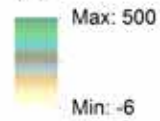


Piezométrie de l'aquifère au roc
ZONE BÉCANCOUR



LÉGENDE

Élévation piézométrique (m)



— Isopièzes (intervalle 50m)

• Points utilisés pour l'interpolation

Recharge et résurgences

Définition

La **RECHARGE** correspond à la quantité d'eau qui alimente l'aquifère depuis l'infiltration de surface. Il est considéré que les zones préférentielles de recharge constituent les principaux secteurs contribuant au renouvellement 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 limitent la recharge.

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

Les **RÉSURGENCES** sont des décharges en surface de l'eau souterraine qui peuvent se produire lorsque le niveau piézométrique dépasse le niveau de la surface du sol.

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 étendues, 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.

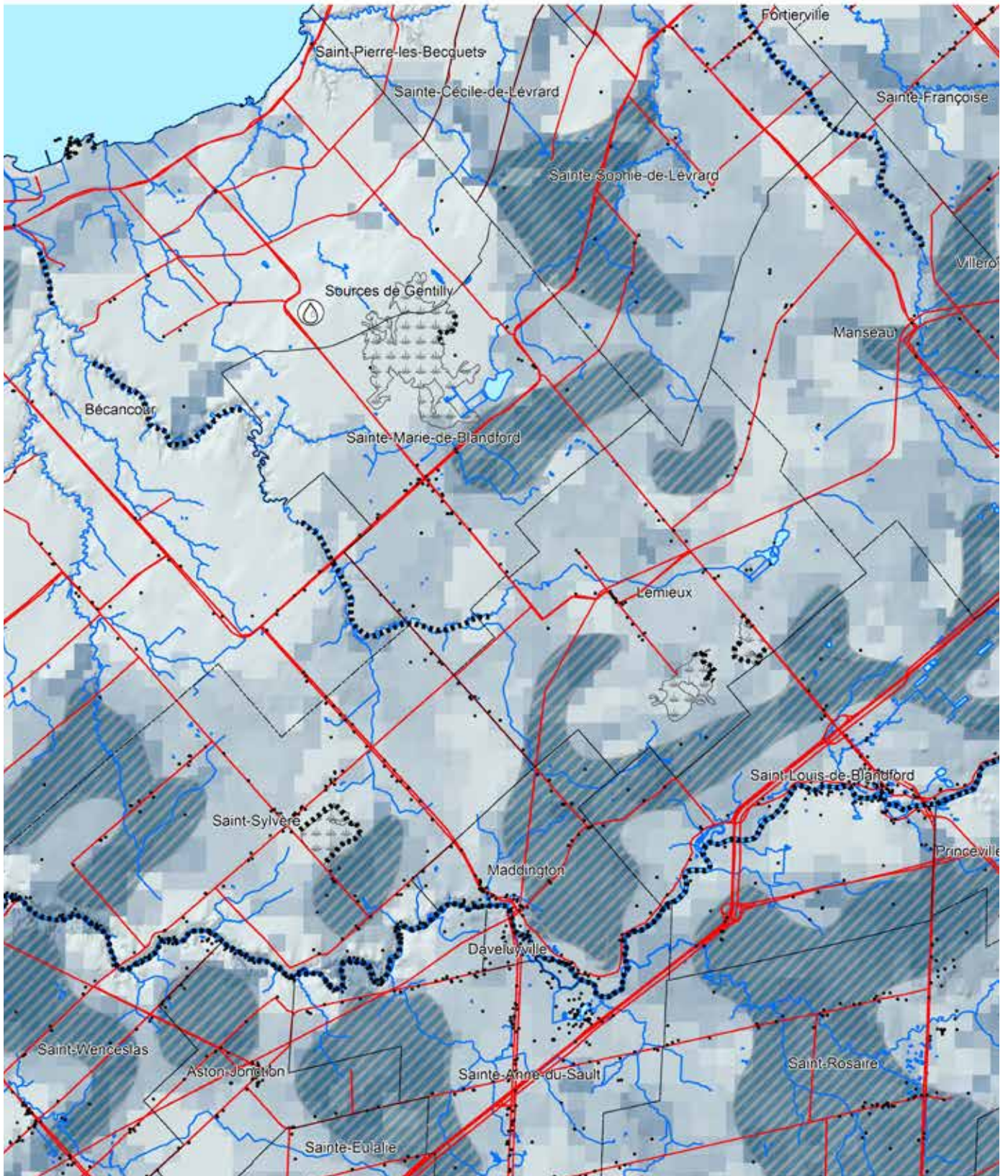
En période d'étiage, l'essentiel de l'eau qui s'écoule dans les cours d'eau provient de l'apport des eaux souterraines. Cette eau contribue alors au débit de base du cours d'eau.

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.

Source de l'Hermite, Abitibi





**Zones de recharge préférentielle
et de résurgences
ZONE BÉCANCOUR**

1:150 000

0 2 4 6 Km



LÉGENDE

Recharge spatialisée
(mm/an)

Max: 685

Min: 0

Zone de recharge préférentielle
(+ de 200 mm/an)

Tourbières

Source

Résurgence

Forages et affleurements

Vulnérabilité

Définition

La **VULNÉRABILITÉ** d'un aquifère, telle qu'évaluée par la méthode DRASTIC, est sa susceptibilité de se voir affecter par une contamination provenant de la surface.

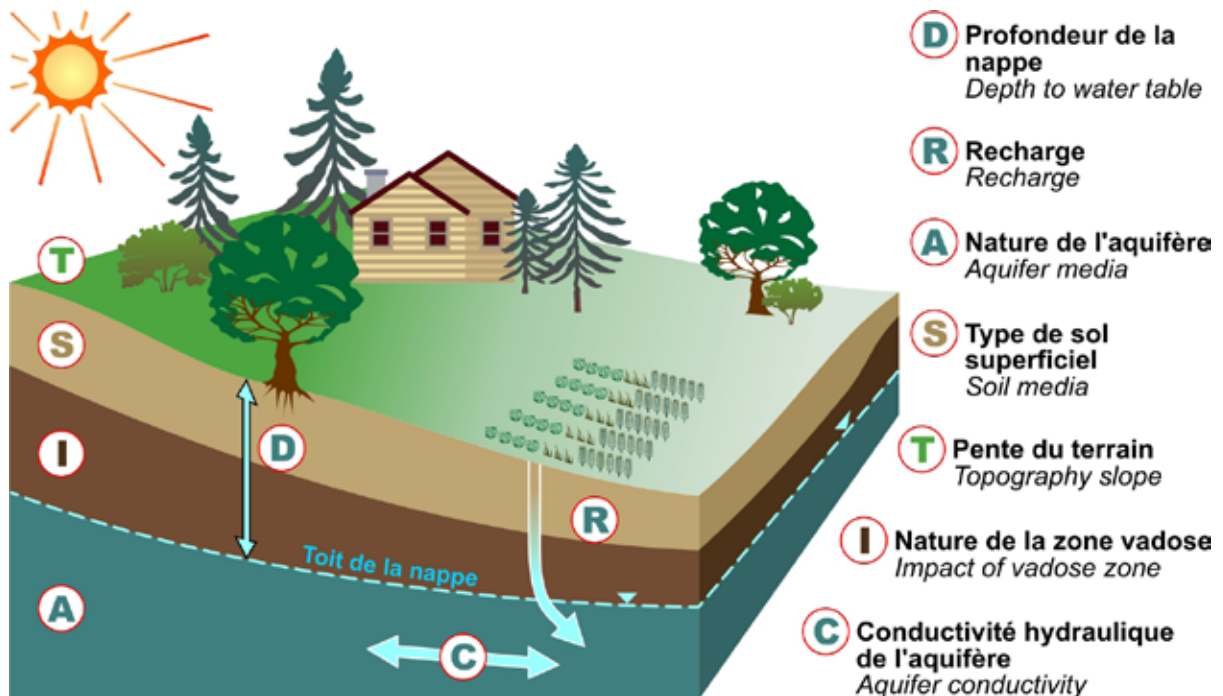
Méthode utilisée

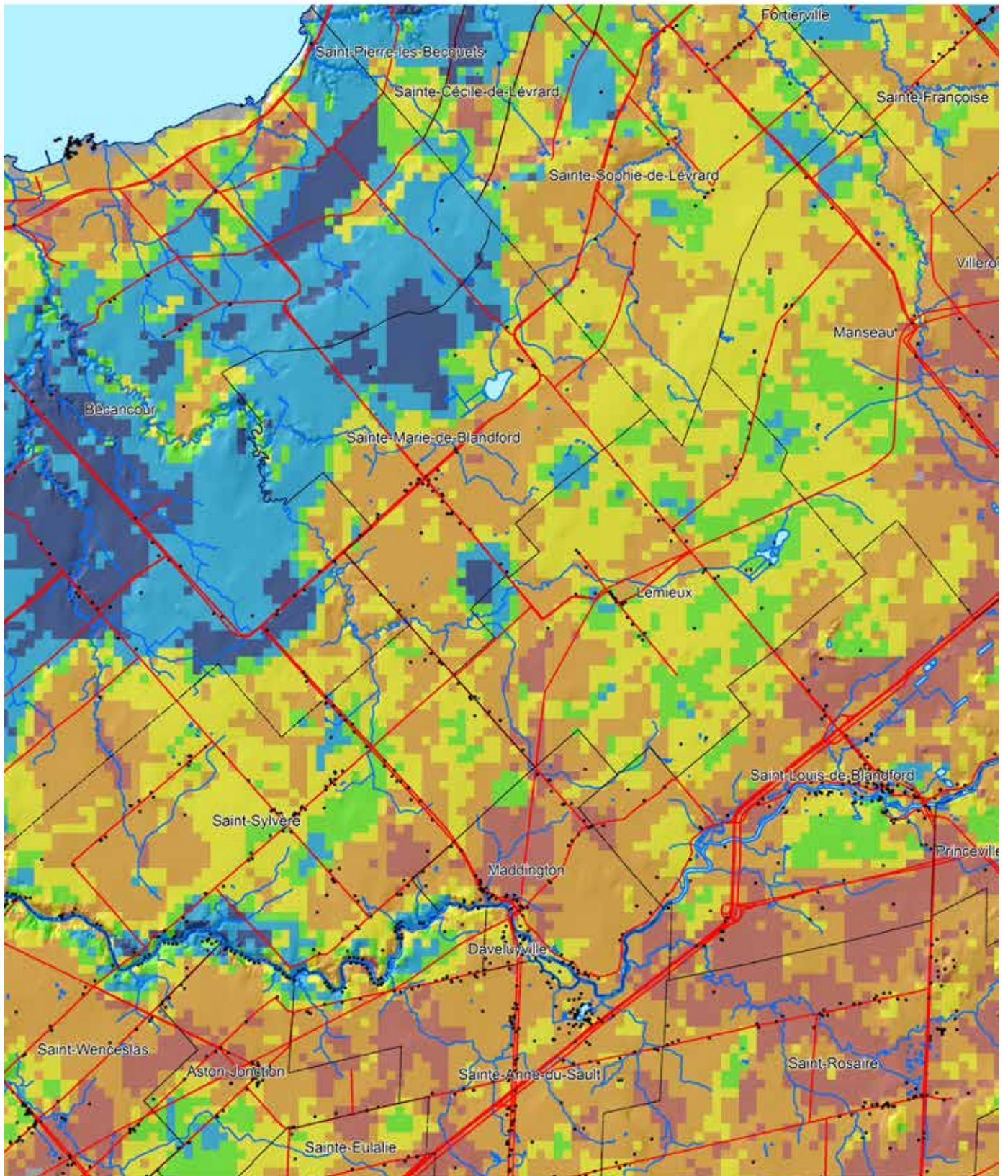
L'indice **DRASTIC** a été évalué sur des mailles de 250 m X 250 m. Il peut varier de 23 à 226 : plus l'indice est élevé, plus l'aquifère est vulnérable. La réglementation québécoise considère un aquifère vulnérable lorsque l'indice DRASTIC est supérieur à 100.

Indice DRASTIC	Degré de vulnérabilité
moins de 85	très faible
de 85 à 114	faible
de 115 à 145	moyen
de 146 à 175	élevé plus
plus de 175	très élevé

Le risque de contamination des eaux souterraines peut être estimé en jumelant l'indice **DRASTIC** et l'impact des activités humaines présentant un danger potentiel de contamination des eaux souterraines. Le potentiel de contamination de chaque activité humaine dépend de plusieurs facteurs, dont la nature et la quantité de contaminants, la superficie de la zone touchée et la récurrence du rejet.

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






**Indice DRASTIC
de l'aquifère au roc
ZONE BÉCANCOUR**

1:150 000

0 2 4 6 Km



LÉGENDE

- | | |
|---|---|
|  >150 (très élevé) |  76 - 100 (moyen) |
|  126 - 150 (élevé) |  51 - 75 (faible) |
|  101 - 125 (significatif) |  <50 (très faible) |
| | • Forages et affleurement |

Qualité de l'eau

Qualité de l'eau - critères de potabilité

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 cancérogène 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.

Qualité de l'eau - critères esthétiques

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).

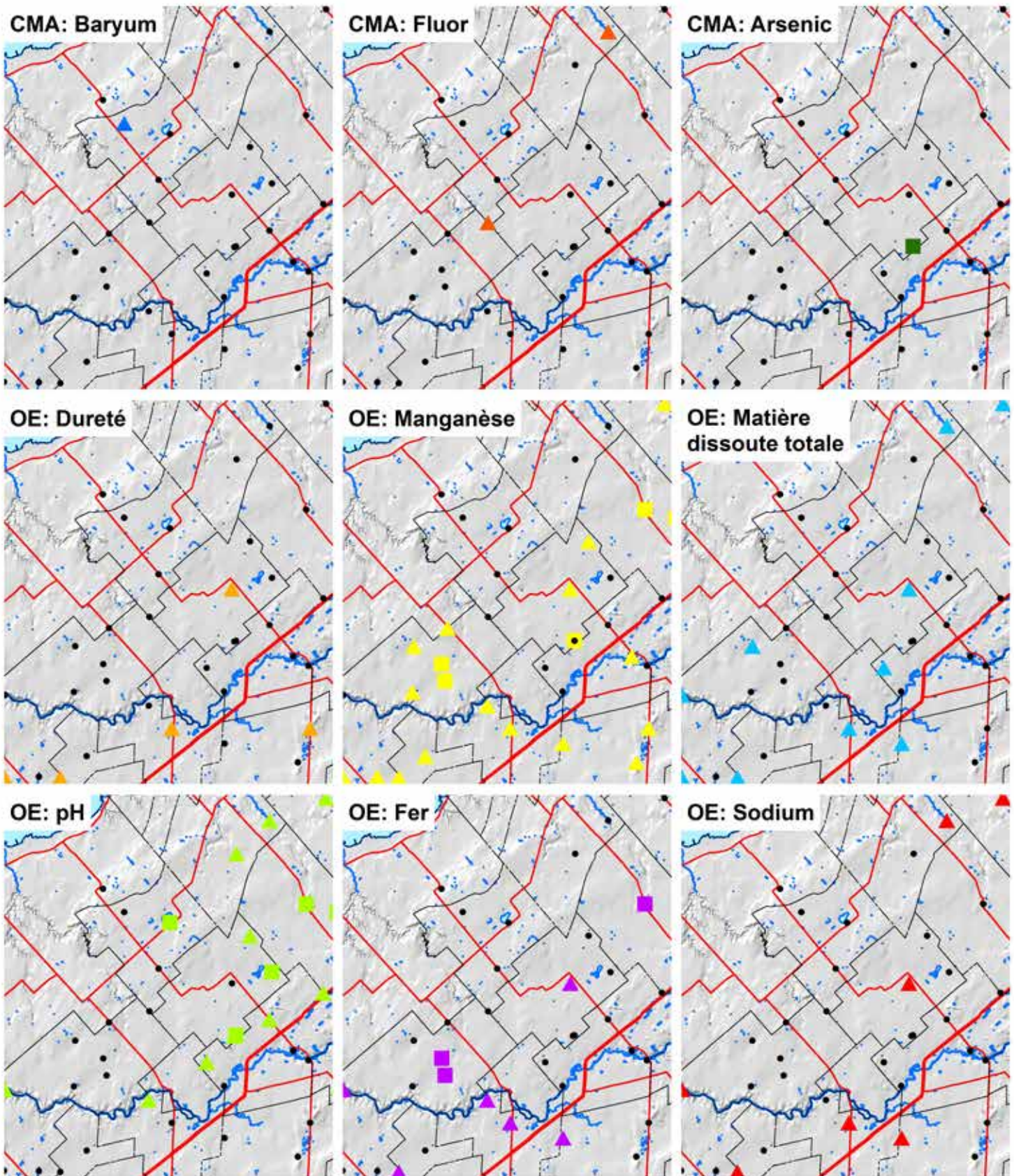
- Ex. : Fer < 0,3 mg/L, fondé sur le goût et les taches sur la lessive et les accessoires de plomberie.
- Ex. : Sulfures < 0,05 mg/L, fondé sur le goût et l'odeur.
- Ex. : pH entre 6,5 et 8,5, fondé sur l'influence de la formation des sous-produits de la désinfection et l'efficacité des systèmes de traitement.

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.

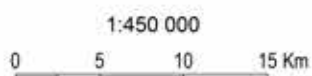
Les conditions de confinement des aquifères influencent la géochimie de l'eau souterraine :

- **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

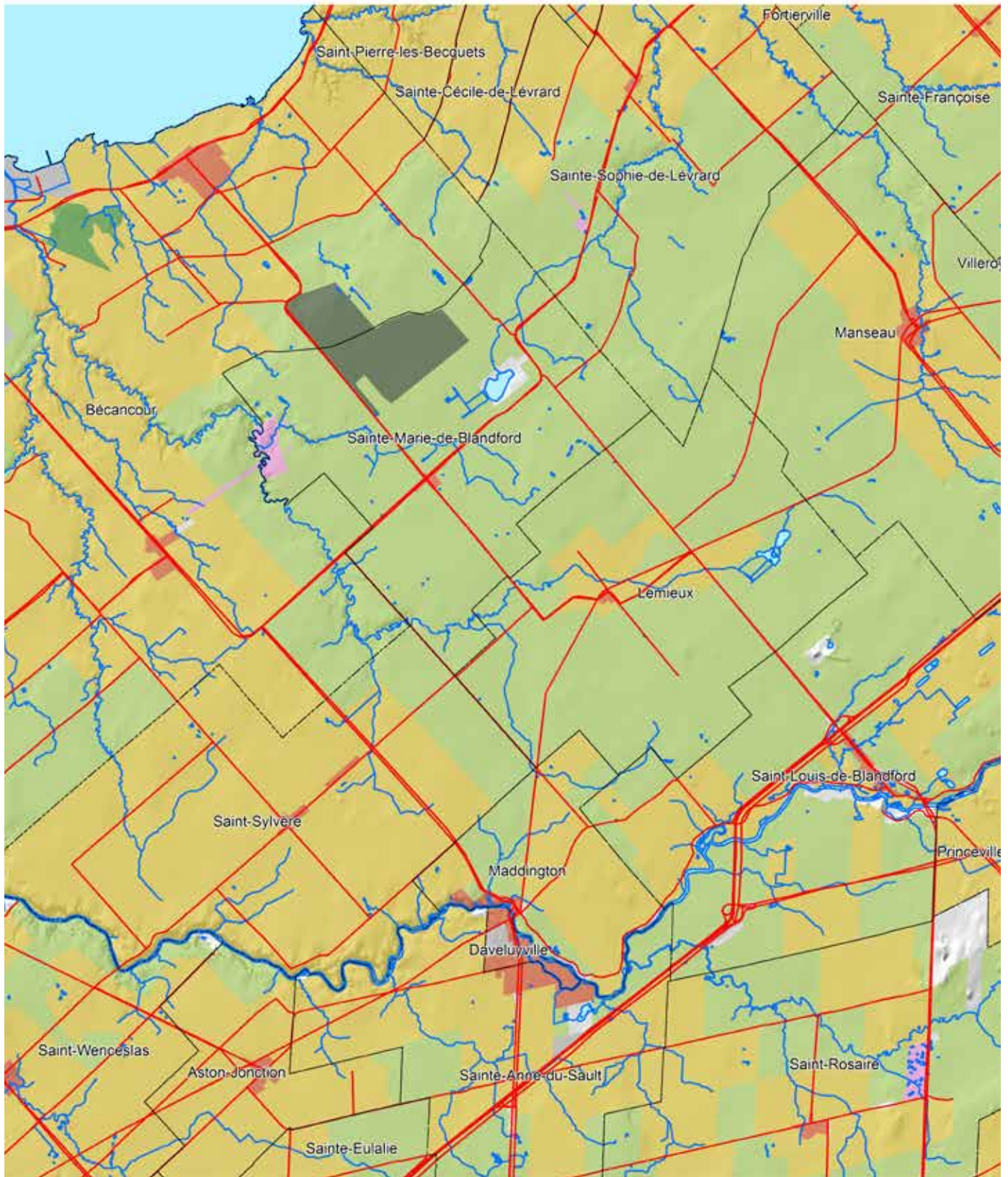
ZONE BÉCANCOUR



LÉGENDE

Dépassement de la CMA ou de l'OE

- Aucun dépassement
- ▲ Dépassement - Roc
- Dépassement - Granulaire



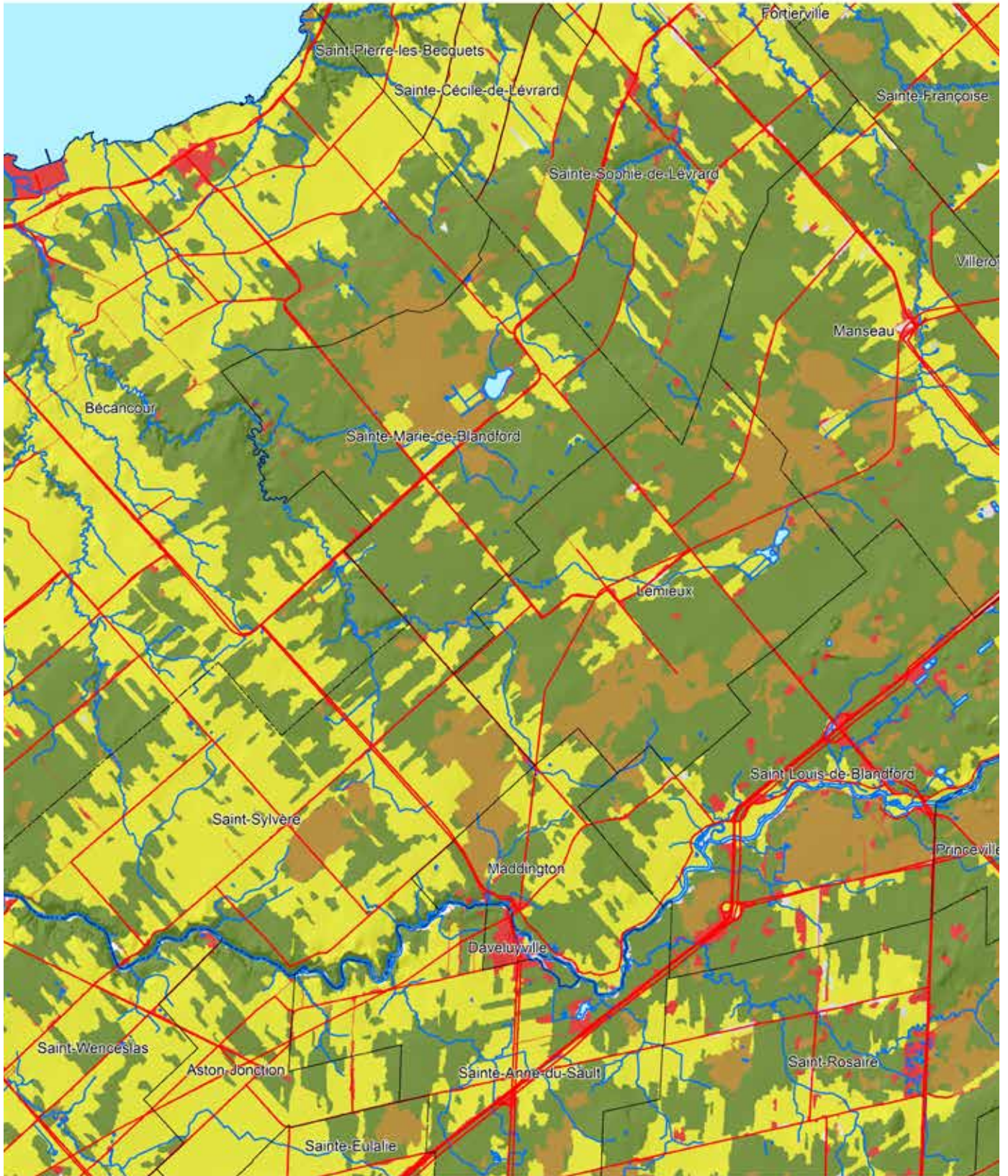
Affectation du territoire
ZONE BÉCANCOUR

1:150 000



LÉGENDE

- | | |
|--|--|
|  Conservation |  Récréatif |
|  Forestière |  Urbaine |
|  Agroforestière |  Industrielle |
|  Agricole | |



Occupation du sol
ZONE BÉCANCOUR

1:150 000

0 2 4 6 Km



LÉGENDE

- Zones agricoles
- Zones forestières
- Zones humides
- Zones urbaines

1.2 Questions des exercices

Question 1

Si demain une municipalité devait rechercher une nouvelle **source d'eau potable souterraine**, quelle zone serait la plus propice?

Question 2

Quelles zones devraient être protégées en priorité pour la **recharge**?

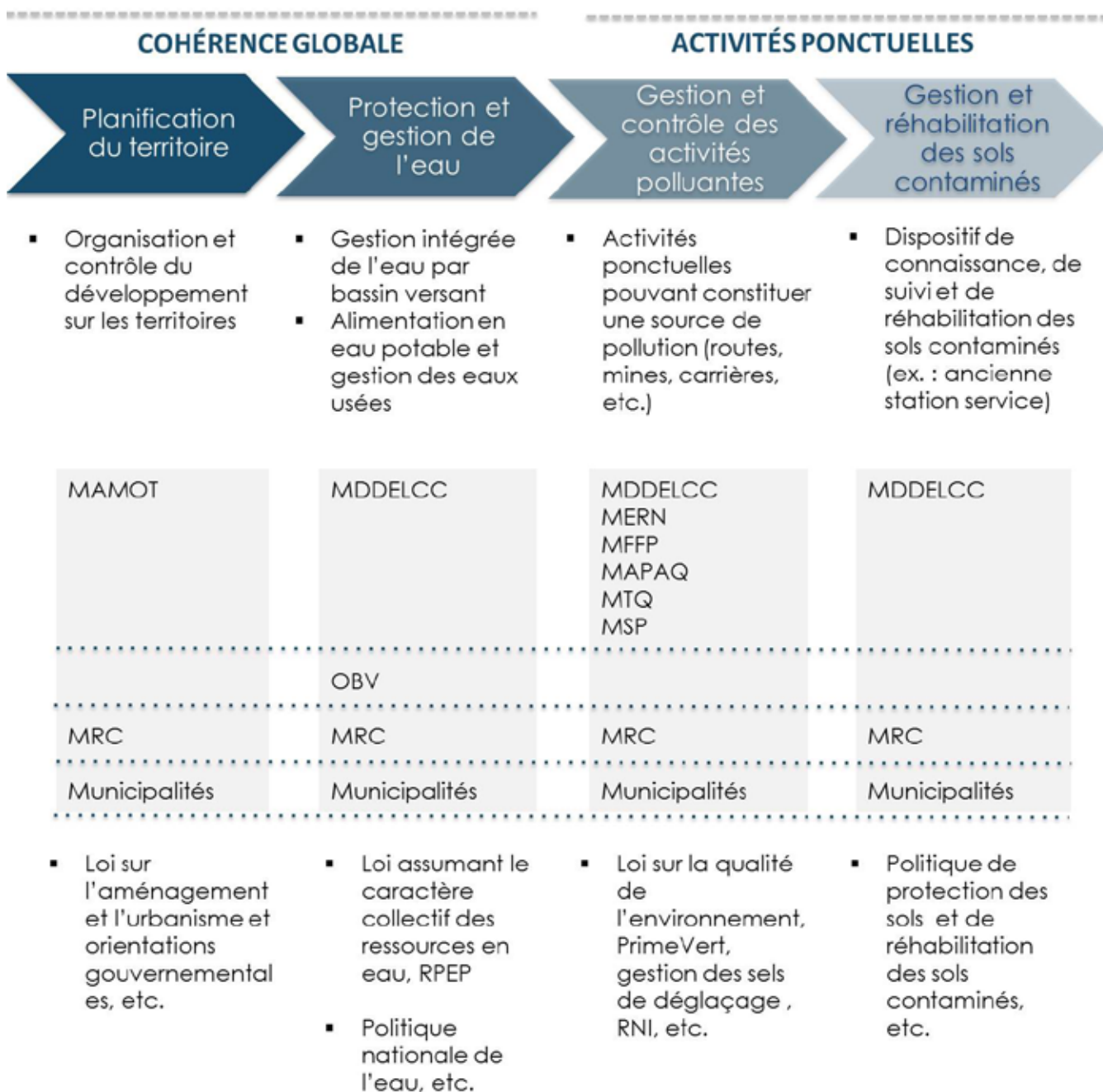
Question 3

Où devrait-on implanter une nouvelle **activité potentiellement polluante** afin de minimiser son impact sur la qualité des eaux souterraines ?

2

LES ACTEURS PUBLICS ET LEURS CAPACITÉS POUR LA PGES

2.1 Des acteurs publics aux compétences complémentaires mais fragmentées



2.2 Les capacités pour la PGES

PGES : protection et gestion des eaux souterraines

Capacité collaborative

Capacité de l'organisme à collaborer avec les autres acteurs du milieu. Elle est liée à la crédibilité de l'organisme dans le milieu et à ses collaborations antérieures. Elle permet à l'organisme de joindre ses expertises à celles des autres, de demander du soutien et de développer des mesures de PGES plus intégrées voire, qui débordent les limites administratives.

Capacité politique

Capacité de l'organisme à prendre des décisions en matière de PGES. Elle est liée au leadership des décideurs au sein de l'organisation et à leur sensibilité aux enjeux de la PGES. Elle permet à l'organisme de mettre plus aisément en place des mesures réglementaires ou non réglementaires, de débloquer des fonds et d'attribuer des ressources humaines pour la PGES.

Capacité institutionnelle

Capacité conférée à l'organisme par le cadre institutionnel (lois, politiques) qui définit les rôles, les responsabilités et les types de mesures (réglementaires, non réglementaires) que l'organisme peut prendre en matière de PGES. Elle dépend de la clarté du cadre institutionnel mais aussi de la connaissance et de l'habitude de l'organisme à utiliser les mesures réglementaires ou non réglementaires qui sont à sa disposition.

Capacité financière

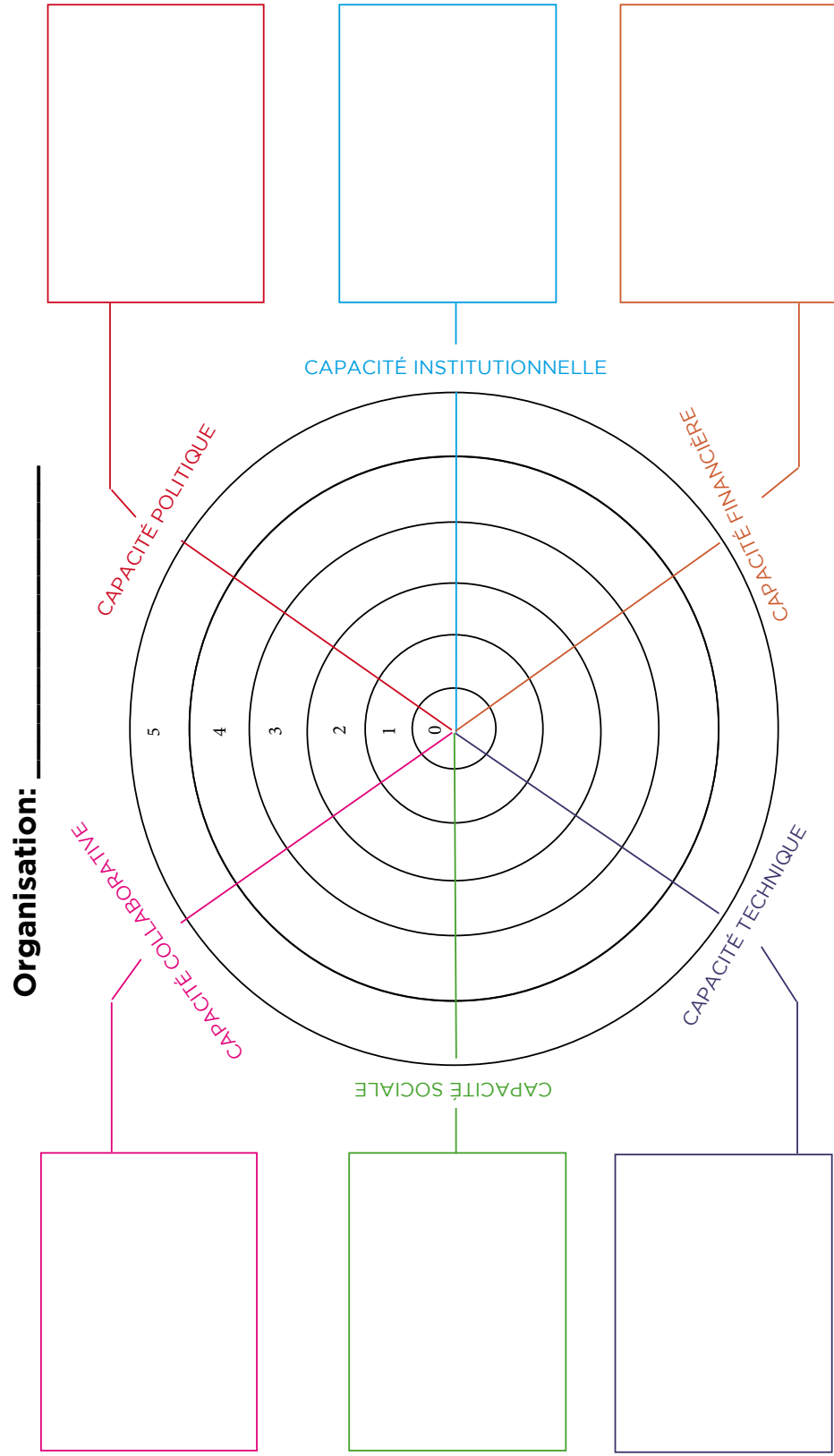
Elle renvoie aux budgets alloués aux activités de PGES dans l'organisme. La capacité financière se réfère autant à la disponibilité des budgets qu'à leur récurrence. Elle permet l'embauche de personnel qualifié pour comprendre les enjeux de PGES mais aussi pour mettre en œuvre et faire le suivi des enjeux et mesures de PGES.

Capacité technique

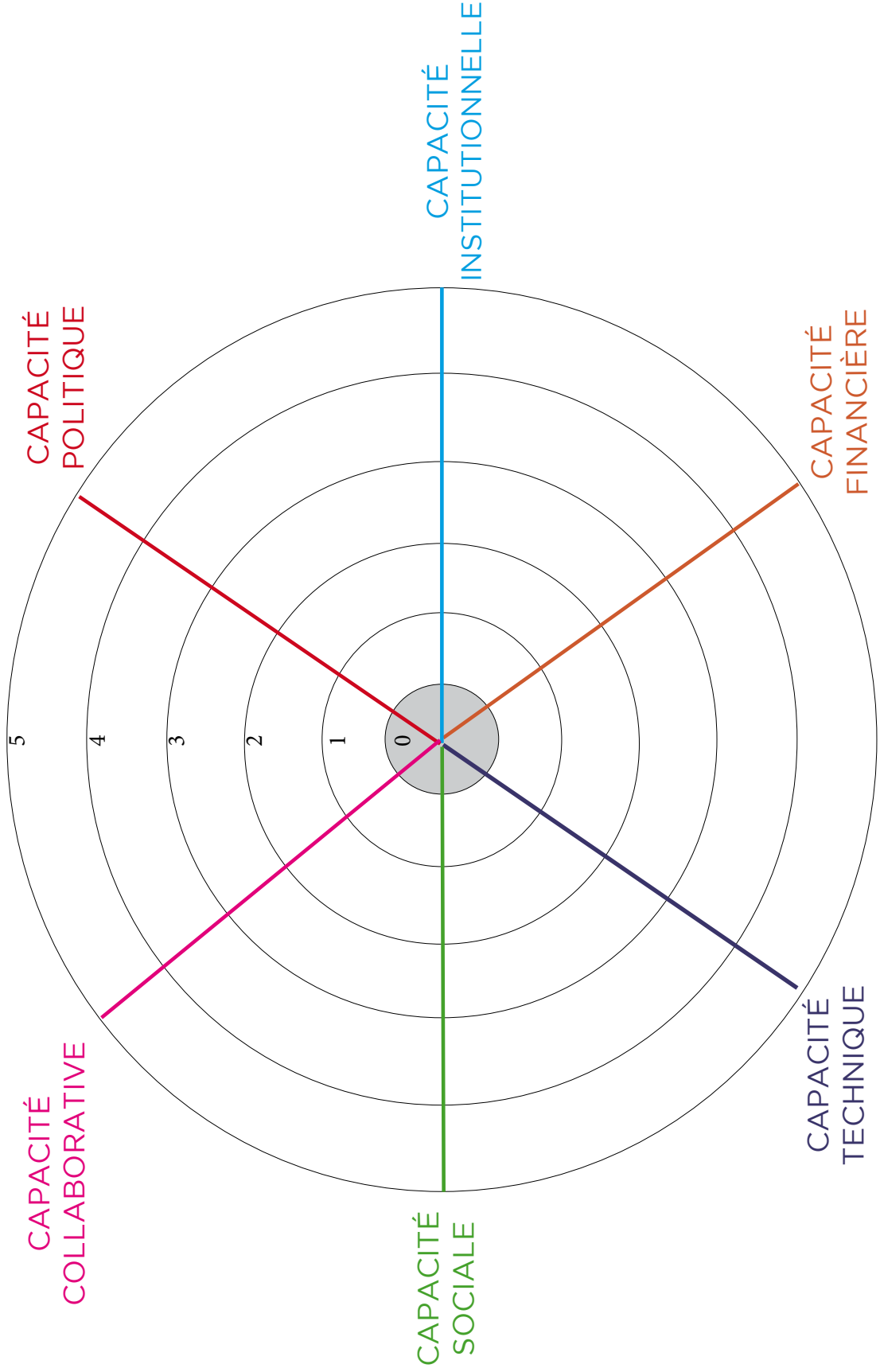
Capacité de l'organisme à comprendre les enjeux de la PGES. Elle est liée aux ressources humaines présentes, à leur connaissance et à leur intérêt pour les enjeux de PGES sur leur territoire d'action. Elle dépend également des données que l'organisme possède pour la PGES.

Capacité sociale

Capacité qui renvoie au degré de sensibilisation et de préoccupation des citoyens face aux enjeux de la PGES sur le territoire d'action de l'organisme. Elle peut par exemple se mesurer par l'implication citoyenne dans les débats, activités et actions pour la PGES, par l'existence d'un comité de protection, etc.



NOTRE RÉGION



3

LES OUTILS DE PROTECTION ET DE GESTION DES EAUX SOUTERRAINES

3.1 Deux grands types d'outils

OUTILS RÉGLEMENTAIRES

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

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

OUTILS NON RÉGLEMENTAIRES

OUTILS DE PLANIFICATION ET DE CONCERTATION

OUTILS VOLONTAIRES

OUTILS INCITATIFS

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

Encouragent des changements de pratiques sur une base volontaire

Mesures économiques qui activent un changement de pratiques

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

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

- Prime Vert (MAPAQ)
- Redevances sur l'eau

3.2 Les principales limites à l'utilisation des outils de la PGES relevés par les acteurs publics

1. La multiplication des acteurs et la fragmentation des responsabilités entraînent une confusion quant au rôle de chacun et des difficultés de collaboration
2. Des outils qui possèdent des limites intrinsèques
3. Le manque de sensibilisation des élus
4. Le manque de connaissances hydrogéologiques
5. Le manque de ressources humaines pour développer les règlements et les faire appliquer

3.3 Atelier - Portée et limites des outils

Explications:

En petits groupes de 3 à 4 personnes, identifiez les outils règlementaires votre disposition dans un des champs d'intervention suivants:

- planification du territoire
- protection et gestion de l'eau
- gestion et contrôle des activités polluantes
- gestion et réhabilitation des sols contaminés

Par la suite, identifiez les problèmes rencontrés ou les manques/limites des outils identifiés.

CHAMPS D'INTERVENTION: _____

OUTILS RÉGLEMENTAIRES UTILES	
●	☹ _____
●	☹ _____
●	☹ _____
●	☹ _____
●	☹ _____
●	☹ _____
●	☹ _____
●	☹ _____
●	☹ _____

4

DES EXEMPLES DE LEVIERS INFORMELS INSPIRANTS

4.1 Utiliser les outils en complémentarité

- **Arrimer SAD et PDE - L'exemple de la MRC de la Côte-de-Beaupré**

Élaboration simultanée du PDE de Charlevoix-Montmorency et du SADD de la MRC Côte-de-Beaupré

Objectifs et moyens de mise en œuvre communs dans les deux plans

Échange d'expertise entre les deux organismes

Plusieurs actions du PDE se sont traduites par des mesures réglementaires

Respect des compétences et crédibilité de l'OBV

- **Une fiducie qui protège des zones de résurgence de l'eau souterraine**

La fiducie Conservation de la nature a acquis près de Covey Hill, tout près de Franklin, une importante tourbière d'un kilomètre carré parce qu'elle servait de réservoir à plusieurs résurgences dans la longue pente qui caractérise cette région.

Protège efficacement un milieu en achetant un terrain ou une tourbière

Ne protège pas vraiment un aquifère car le voisin peut légalement l'abaisser en pompant chez lui.

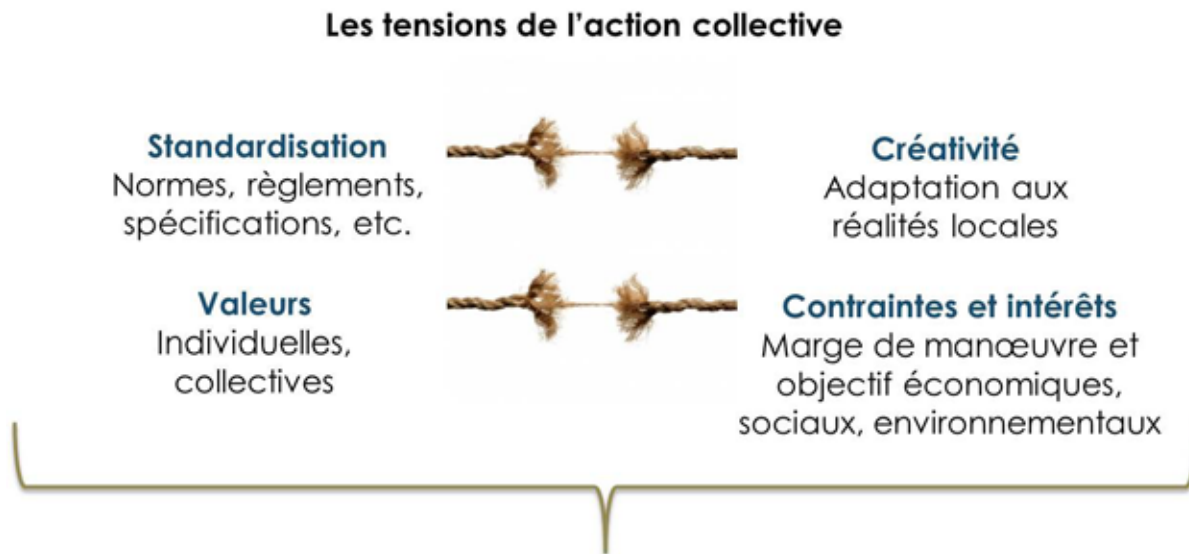
Mettre au point de nouvelles servitudes liant les propriétaires d'eaux souterraines.

- **Gérer les contaminants et sensibiliser les citoyens, les quartiers blancs à Saguenay**

- **La moraine d'Oak Ridges (Ontario)**

4.2 Développer sa capacité collaborative

- **Au delà de la collaboration : la capacité de mise en réseau**



Besoin d'augmenter la capacité de mise en réseau pour mieux négocier les rapports de pouvoirs et de coopération depuis le local jusqu'au central

- La valeur ajoutée d'un réseau est de pouvoir échanger des informations pertinentes:
 - Produire des connaissances
 - Mélanger ces savoirs
 - Identifier des opportunités pour les valoriser, générer de nouvelles solutions
- Un réseau ne vit pas en dehors de la société: on ne possède pas toutes les expertises, ni les technologies à l'interne

OR LES RÈGLES DU JEU CHANGENT...

- Des réseaux informels qui se complexifient
- Des savoirs explicites et tacites de plus en plus diffus
- Une hétérogénéité grandissante de contributeurs (spécialistes et profanes)

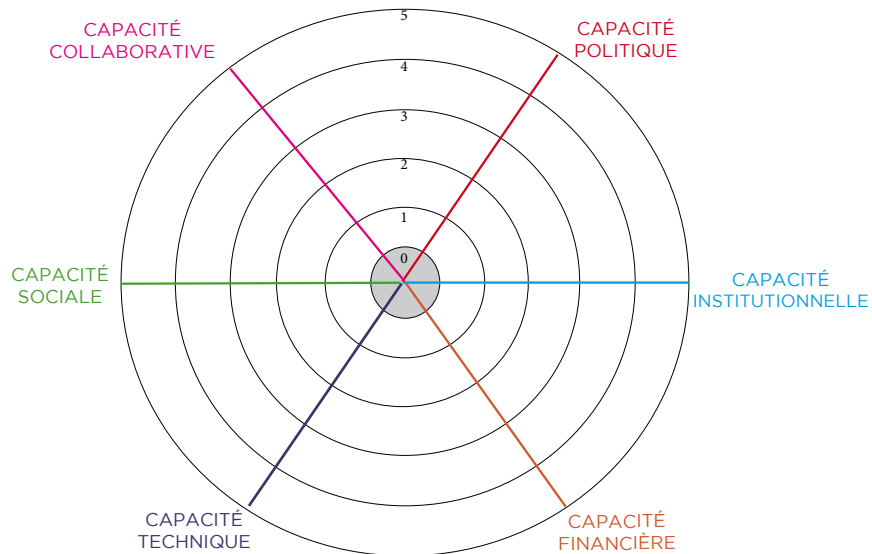
- **Les nouveaux moyens d'échanger et d'accéder à l'intelligence collective**

- Événements créatifs participatifs et ouverts
- Méthodes collaboratives
- Infrastructures de maillage et plateformes collaboratives

Cercle de collaborateurs
Cercles d'apprentissage
Design Jams

NOTRE RÉGION

Laboratoire d'innovation publique



Change Labs

Concours d'innovation
Plateformes collaboratives

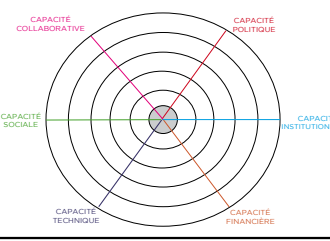
4.3 Atelier - Stratégie d'action pour la protection et la gestion des eaux souterraines

Explications:

Dans quelle mesure les outils non réglementaires pourraient-ils palier aux problèmes rencontrés ?

En vous inspirant des cartes "outils inspirants", élaborer une stratégie de gestion des eaux souterraines pour le champ d'intervention de votre table en tentant de solutionner le problème identifié.

Stratégie d'action PGES

<p>Quelle est la source du problème ?</p>	<p>Qui sont les acteurs visés ?</p>
<p>Quels changements souhaitons-nous apporter ?</p> <ul style="list-style-type: none">----	 <p>Le diagramme est un cercle divisé en quatre quadrants par deux lignes diagonales et deux lignes horizontales/verticales. Les quadrants sont étiquetés : CAPACITÉ COLLABORATIVE (en haut à gauche), CAPACITÉ POLITIQUE (en haut à droite), CAPACITÉ SOCIALE (en bas à gauche) et CAPACITÉ INSTITUTIONNELLE (en bas à droite). Au centre du cercle, il y a une spirale qui tourne vers l'extérieur.</p>
<p>Plan d'action et outils utilisés</p>	<p>Qui sont les porteurs de la stratégie ?</p> <ul style="list-style-type: none">----

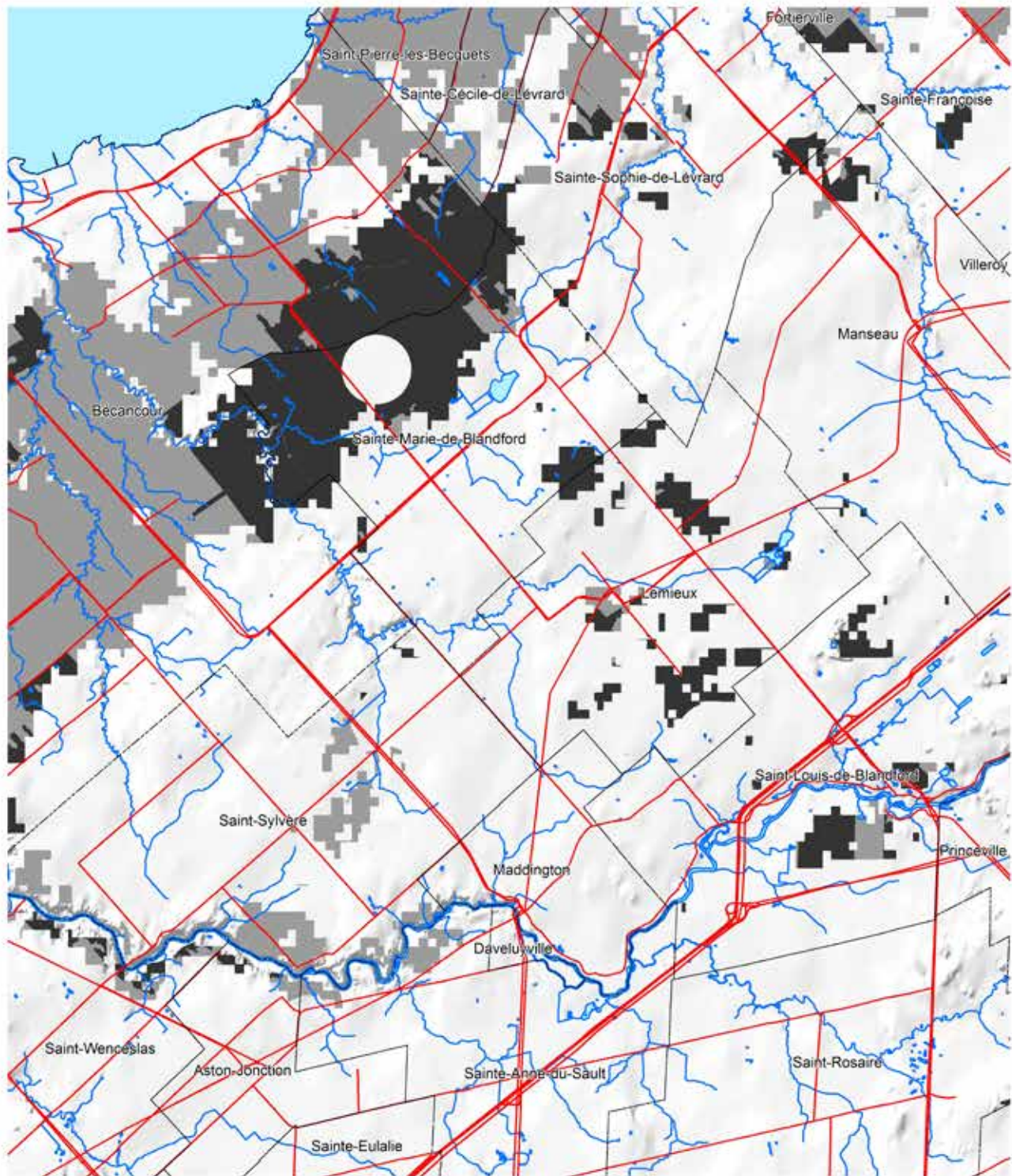
LES SOLUTIONS AUX QUESTIONS DES EXERCICES

Question 1

Si demain une municipalité devait rechercher une nouvelle source d'eau potable souterraine, quelle zone serait la plus propice?

Exemple d'un cheminement d'expert :

Cartographie	Critères
Milieu naturel	
Contextes hydrogéologiques	<ul style="list-style-type: none"> • Argile-till-Quaternaire ancien • Granulaire-argile-till-Quaternaire ancien • Granulaire-argile-Quaternaire ancien • Granulaire-till-Quaternaire ancien • Granulaire-Quaternaire ancien • Granulaire-argile-till • Granulaire-till • Granulaire • Till-Quaternaire ancien
Épaisseur des dépôts meubles	<ul style="list-style-type: none"> • ≥ 15 m d'épaisseur
Conditions de confinement	
Piézométrie de l'aquifère au roc	
Zones de recharge préférentielle et de résurgences	
Indice DRASTIC de l'aquifère au roc	<ul style="list-style-type: none"> • 76 – 100 (moyen) • 51 – 75 (faible) • < 50 (très faible)
Qualité de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> • ≥ 1 km de distance d'un dépassement de CMA
Milieu humain	
Occupation du sol	<ul style="list-style-type: none"> • Zones forestières • Zones humides
Affectation du territoire	<ul style="list-style-type: none"> • Conservation • Forestière • Agroforestière • Récréatif



**Exercice 1 : Nouvelle source
d'eau potable
ZONE BÉCANCOUR**

1:150 000
0 2 4 6 Km



LÉGENDE

Zones les plus propices

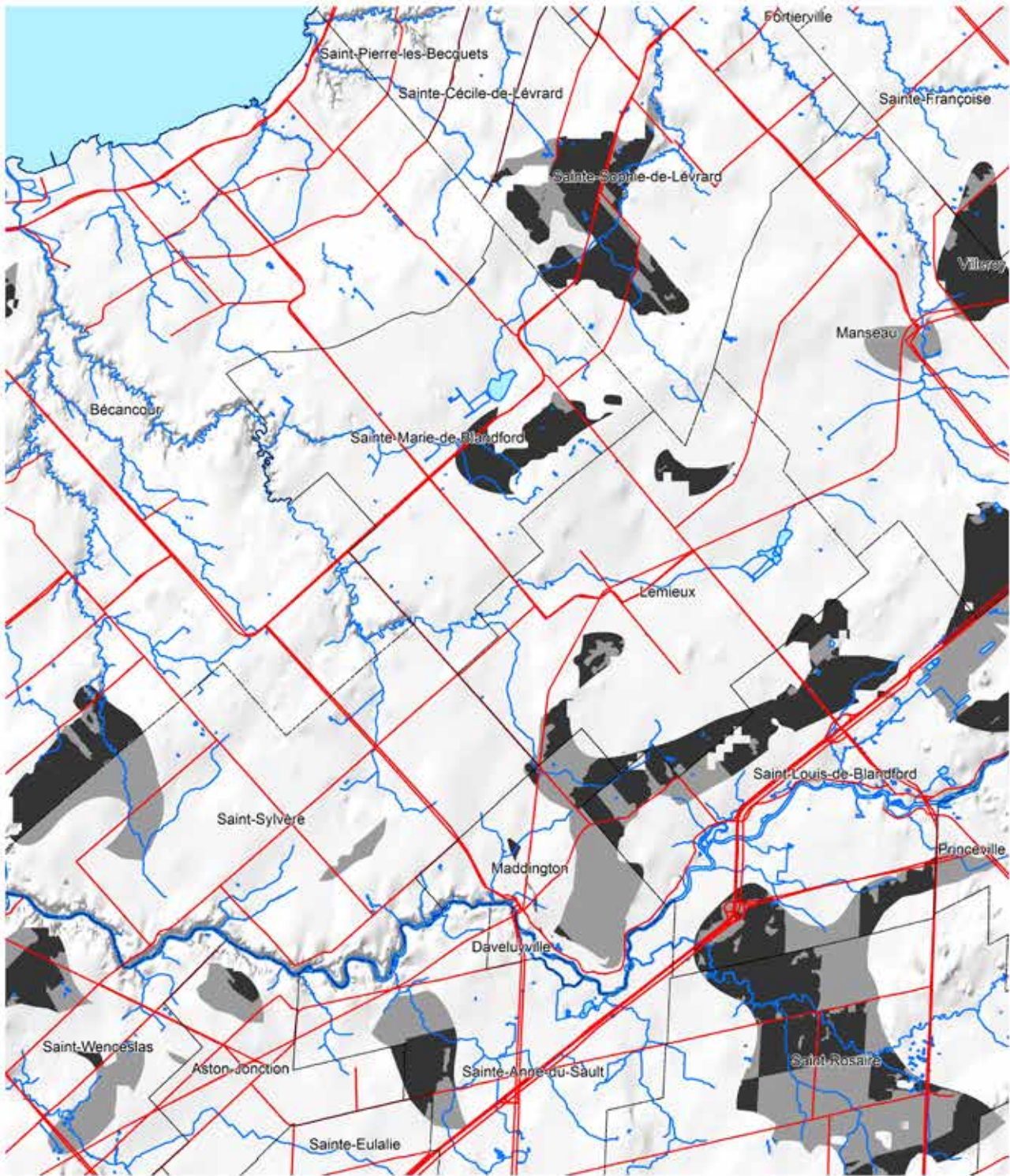
- Critères des milieux naturels seulement
- Critères des milieux naturels et humains

Question 2

Quelles zones devraient être protégées en priorité pour la recharge?

Exemple d'un cheminement d'expert :

Cartographie	Critères
Milieu naturel	
Contextes hydrogéologiques	<ul style="list-style-type: none"> • Granulaire-argile-till-Quaternaire ancien • Granulaire-argile-Quaternaire ancien • Granulaire-till-Quaternaire ancien • Granulaire-Quaternaire ancien • Granulaire-argile-till • Granulaire-till • Granulaire • Till-Quaternaire ancien
Épaisseur des dépôts meubles	
Conditions de confinement	<ul style="list-style-type: none"> • Nappe libre
Piézométrie de l'aquifère au roc	
Zones de recharge préférentielle et de résurgences	<ul style="list-style-type: none"> • À l'intérieur des zones de recharge préférentielle
Indice DRASTIC de l'aquifère au roc	<ul style="list-style-type: none"> • > 150 (très élevé) • 126 – 150 (élevé) • 101 – 125 (significatif)
Qualité de l'eau	
Milieu humain	
Occupation du sol	<ul style="list-style-type: none"> • Zones forestières • Zones humides
Affectation du territoire	<ul style="list-style-type: none"> • Conservation • Forestière • Agroforestière • Récréatif



**Exercice 2 : Zone de recharge
à protéger
ZONE BÉCANCOUR**

1:150 000
0 2 4 6 Km



LÉGENDE

Zones à prioriser

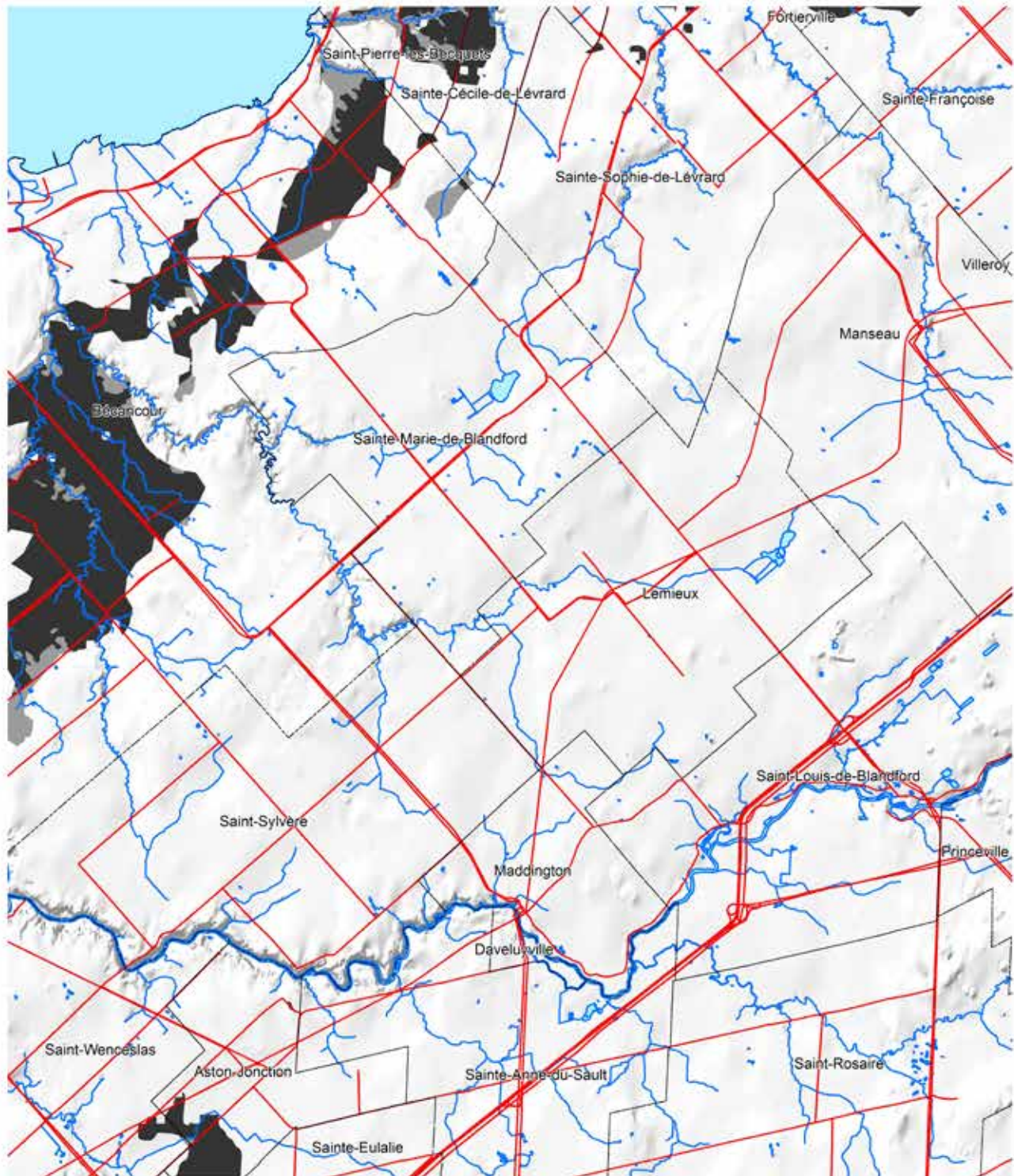
- Critères des milieux naturels seulement
- Critères des milieux naturels et humains

Question 3

Où devrait-on implanter une nouvelle activité potentiellement polluante afin de minimiser son impact sur la qualité des eaux souterraines ?

Exemple d'un cheminement d'expert :

Cartographie	Critères
Milieu naturel	
Contextes hydrogéologiques	<ul style="list-style-type: none">• Argile-till-Quaternaire ancien• Argile-till
Épaisseur des dépôts meubles	
Conditions de confinement	<ul style="list-style-type: none">• Nappe captive
Piézométrie de l'aquifère au roc	
Zones de recharge préférentielle et de résurgences	<ul style="list-style-type: none">• À l'extérieur des zones de recharge préférentielle
Indice DRASTIC de l'aquifère au roc	<ul style="list-style-type: none">• 76 – 100 (moyen)• 51 – 75 (faible)• < 50 (très faible)
Qualité de l'eau	
Milieu humain	
Occupation du sol	<ul style="list-style-type: none">• Zones agricoles• Zones urbaines
Affectation du territoire	<ul style="list-style-type: none">• Agricole• Urbaine• Industrielle



Exercice 3 : Zone où implanter une
activité potentiellement polluante
ZONE BÉCANCOUR

1:150 000
0 2 4 6 Km



LÉGENDE

Zones les plus popices

- Critères des milieux naturels seulement
- Critères des milieux naturels et humains

Les partenaires du projet



Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Conférence régionale des élus (CRÉ) du Centre-du-Québec

Agence de géomatique du Centre-du-Québec

Groupe de concertation des bassins versants de la zone Bécancour

Cégep de Thetford

Un atelier réalisé avec les collaborations de:



Les partenaires du projet Protéger et gérer les eaux souterraines:

