

# ATELIER A

## Familiarisation avec les connaissances hydrogéologiques

Charlevoix - Haute-Côte-Nord

RÉPONSES AUX EXERCICES DU  
CAHIER DU PARTICIPANT

Septembre 2017





## Niveau de difficulté des questions

F facile

M moyennement facile

D difficile

# Table des matières

<b>L'hydrogéologie de la Haute-Côte-Nord .....</b>	<b>4</b>
<i>Épaisseur des dépôts meubles</i> .....	4
<i>Contextes hydrogéologiques</i> .....	4
<i>Piézométrie</i> .....	5
<i>Recharge et résurgence</i> .....	6
<i>Vulnérabilité</i> .....	6
<i>Qualité de l'eau – critères de santé</i> .....	7
<i>Qualité de l'eau – critères esthétiques</i> .....	7
<i>Exercice de synthèse 1</i> .....	8
<i>Exercice de synthèse 2</i> .....	10
<i>Exercice de synthèse 3</i> .....	12
<b>L'hydrogéologie de Charlevoix .....</b>	<b>14</b>
<i>Épaisseur des dépôts meubles</i> .....	14
<i>Contextes hydrogéologiques</i> .....	14
<i>Piézométrie</i> .....	15
<i>Recharge et résurgence</i> .....	16
<i>Vulnérabilité</i> .....	16
<i>Qualité de l'eau – critères de santé</i> .....	16
<i>Qualité de l'eau – critères esthétiques</i> .....	17
<i>Exercice de synthèse 1</i> .....	18
<i>Exercice de synthèse 2</i> .....	20
<i>Exercice de synthèse 3</i> .....	22

# L'hydrogéologie de la Haute-Côte-Nord

## Épaisseur des dépôts meubles

		Vrai	Faux
F	Le centre villageois de Les Escoumins repose sur une plus grande épaisseur de dépôts meubles que le centre villageois de Portneuf-sur-Mer.		X
F	On retrouve les dépôts meubles les plus minces sur les hauts topographiques.	X	
M	La surface du socle rocheux est parfois à plus de 75 m sous le niveau de la mer dans les municipalités de Portneuf-sur-Mer et Forestville.	X	

**M** Est-ce que la carte de l'épaisseur des dépôts meubles permet de localiser les milieux aquifères de dépôts meubles (expliquez votre raisonnement)?

*Pour localiser les milieux aquifères de dépôts meubles, en plus de l'épaisseur des dépôts meubles, il faut considérer le type de dépôts meubles. Par exemple, il est possible que les dépôts meubles d'une zone ayant une grande épaisseur ne soient composés que d'argile et ne constituent pas un milieu aquifère.*

## Contextes hydrogéologiques

		Vrai	Faux
F	Le contexte hydrogéologique dominant sur les hauts topographiques est le contexte d'un aquifère semi-perméable en milieu fracturé.	X	
M	Des aquifères à nappe captive sont observés en bordure du fleuve Saint-Laurent.	X	
M	Des sédiments granulaires occupent généralement le fond des vallées.	X	

**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?

*Lorsqu'un débit d'exploitation important est souhaité, comme c'est le cas pour une municipalité qui veut alimenter sa population en eau potable, il est préférable de viser des aquifères de dépôts meubles. Pour le même volume que la roche, les dépôts meubles contiennent généralement beaucoup plus d'eau. Un aquifère de dépôt meuble peut en effet souvent contenir plus de 25% de son volume en eau tandis que la plupart des types de roc que l'on retrouve au Québec en contiennent rarement plus de quelques unités de %. De plus, l'eau souterraine contenue dans les dépôts meubles granulaires (sable et gravier) peut être généralement captée plus facilement, car la conductivité hydraulique de ces matériaux est plus élevée que celle de la roche, parfois de plusieurs ordres de grandeur. La roche peut localement être relativement perméable si elle est très fracturée, mais il est difficile de prévoir où ces secteurs sont localisés sur le territoire et à quelle profondeur. Finalement, l'eau souterraine des aquifères granulaires est parfois de meilleure qualité que celle des aquifères au roc, avec une eau plus récente, moins minéralisée et évoluée.*

## Limites hydrogéologiques régionales – milieux perméables et imperméables

		Vrai	Faux
F	On ne retrouve jamais d'unité hydrogéologique perméable sous couverture dans ce secteur de la Haute-Côte-Nord.		X
F	Les argiles imperméables sont le plus souvent enfouies sous des sédiments perméables.	X	
F	La présence d'argile indique des conditions à nappe captive pour les aquifères sous-jacents.	X	

**D** Pourquoi la présence d'une unité hydrogéologique perméable sur la carte n'assure-t-elle pas nécessairement la présence d'un aquifère de dépôts meubles ayant un bon potentiel d'exploitation?

*Il faut prendre en compte les propriétés hydrauliques de l'aquifère pour quantifier la capacité du matériau à permettre l'écoulement de l'eau souterraine. Une étude hydrogéologique locale est nécessaire afin de calculer entre autres la transmissivité (le produit de la conductivité hydraulique par l'épaisseur de l'aquifère saturé) et déterminer le potentiel d'exploitation d'un aquifère. Ensuite, il faut considérer l'extension latérale de l'aquifère. Si sa superficie est faible, le potentiel d'exploitation sera limité. Enfin, le pompage de l'eau par un puits induit un rabattement de la nappe autour du puits, soit une baisse de son niveau, qui est proportionnel au débit d'eau pompé et à la conductivité hydraulique. Une épaisseur trop faible (ex. : < 5 m) ferait en sorte que l'aquifère serait rapidement dénoyé.*

## Limites hydrogéologiques régionales – milieux semi-perméables

		Vrai	Faux
F	Sur la Haute-Côte-Nord, l'aquifère de roc fracturé est principalement composé de roche sédimentaire.		X
F	L'aquifère de roc fracturé est à nappe libre sur les hauts topographiques.	X	

**F** En quoi les failles et linéaments sont-ils utiles lors des travaux de recherche en eau souterraine?

*Ils peuvent constituer des cibles pour la recherche en eau, car les failles (souvent indiquées par des linéaments) peuvent contribuer à un écoulement plus efficace de l'eau souterraine à proximité.*

## Piézométrie

		Vrai	Faux
F	L'écoulement souterrain régional s'effectue vers le fleuve Saint-Laurent.	X	
M	La surface piézométrique étant plus plane dans les basses terres que dans les hautes terres, le temps de résidence de l'eau dans l'aquifère est probablement plus long.	X	

**M** Quel phénomène observe-t-on lorsque le niveau piézométrique est supérieur au niveau du sol?

En condition d'aquifère à nappe libre, l'eau souterraine jaillira naturellement en surface, sous forme de source, de suintement ou en formant des lacs ou des milieux humides. En condition d'aquifère à nappe captive, l'eau jaillira d'un forage si la couche confinante est transpercée comme dans le cas d'un puits.

**M** Pour une municipalité s'approvisionnant en eau souterraine, pourquoi est-ce important de déterminer le sens d'écoulement de l'eau souterraine?

*Il est important de connaître d'où provient l'eau souterraine qui est consommée pour permettre l'évaluation des menaces pouvant exister sur la quantité et la qualité de l'eau provenant des territoires en amont des sources d'eau potable.*

## Recharge et résurgence

		Vrai	Faux
<b>F</b>	La recharge est majoritairement élevée sur les hautes terres de la Haute-Côte-Nord.		<b>X</b>
<b>M</b>	Les unités hydrogéologiques perméables affleurantes sur les basses terres de la Haute-Côte-Nord sont responsables des taux de recharge plus élevés qu'on y retrouve.	<b>X</b>	

**M** Les milieux aquifères situés au droit des zones non identifiées comme ayant une recharge préférentielle sont-ils tout de même alimentés par l'infiltration de surface?

*Oui, car il est faux de considérer que ces aquifères ne reçoivent aucune recharge, elle est simplement beaucoup plus faible que celle des zones de recharge préférentielles (< 250 mm/an). D'autre part, les aquifères recevant très peu de recharge sont alimentés horizontalement par écoulement souterrain depuis un autre aquifère contigu.*

**M** Pourquoi est-ce important de protéger en priorité les zones où la recharge de l'eau souterraine est plus élevée?

*L'eau souterraine qui s'écoule dans les aquifères provient préférentiellement de ces zones où la recharge est la plus élevée. Elles sont plus vulnérables aux activités de surface et à la pollution que celles-ci peuvent générer. Si un aquifère sous une zone de recharge est contaminé, la contamination risque de s'étendre vers l'aval hydraulique et même atteindre les portions où l'aquifère est confiné et donc normalement protégé de la contamination qui pourrait provenir directement de la surface.*

## Vulnérabilité

		Vrai	Faux
<b>F</b>	Les aquifères des basses terres de la Haute-Côte-Nord sont plus vulnérables que ceux des hautes terres.	<b>X</b>	
<b>F</b>	Les zones à vulnérabilité faible coïncident avec les zones de recharge préférentielle.		<b>X</b>

**M** Puisque les aquifères ayant une vulnérabilité faible sont peu sensibles à la pollution de l'eau souterraine à partir d'une contamination en surface, comment peuvent-ils être contaminés?

*L'aquifère pourrait être contaminé par l'infiltration d'un polluant en amont hydraulique où la vulnérabilité serait plus élevée. L'écoulement latéral pourrait ensuite acheminer l'eau souterraine contaminée vers la portion de l'aquifère ayant un indice DRASTIC*

faible. Une contamination potentielle pourrait aussi survenir via l'infiltration préférentielle autour d'un puits mal scellé. Même dans une zone à nappe captive à faible vulnérabilité, il est donc important de bien aménager et entretenir les puits d'alimentation.

### Qualité de l'eau – critères de santé

		Vrai	Faux
F	Globalement, la qualité régionale de l'eau souterraine de CHCN est bonne et présente peu de risque pour la santé humaine.	X	
F	Les dépassements en fluorures et en uranium seraient causés par des activités humaines.		X

**M** Quels sont les effets sur la santé reliés à l'eau du puits situé au sud du centre villageois des Escoumins?

*Ce puits présente la concentration maximale observée en fluorures de 4,5 ml/l, ainsi qu'un dépassement de la CMA pour l'uranium. Selon Santé Canada (2014), les fluorures peuvent causer une fluorose dentaire modérée, mais que cet effet est d'ordre cosmétique plutôt que fondé sur la santé. Pour sa part, l'uranium peut causer des lésions sur les reins, mais étant peu radioactif, il est rapidement éliminé du corps et l'effet néfaste peut être rapidement réversible après arrêt de l'exposition.*

### Qualité de l'eau – critères esthétiques

		Vrai	Faux
M	Le long temps de résidence de l'eau souterraine dans les aquifères des basses terres de la Haute-Côte-Nord pourrait être responsable des dépassements plus nombreux des objectifs esthétiques.	X	
M	Pour les puits situés en bordure du fleuve Saint-Laurent, des intrusions d'eau salée marines pourraient être responsables des dépassements en sodium, en chlorures et en matières dissoutes totales des puits.	X	

**F** Quel puits présente le nombre maximal de dépassements d'objectifs esthétiques sur ce secteur de la Haute-Côte-Nord?

*L'échantillon récolté au sud du centre villageois de Les Escoumins présente le nombre maximal de 5 objectifs esthétiques dépassés, soit pour paramètres suivants : chlorures, matières dissoutes totales, manganèse, sodium et pH).*

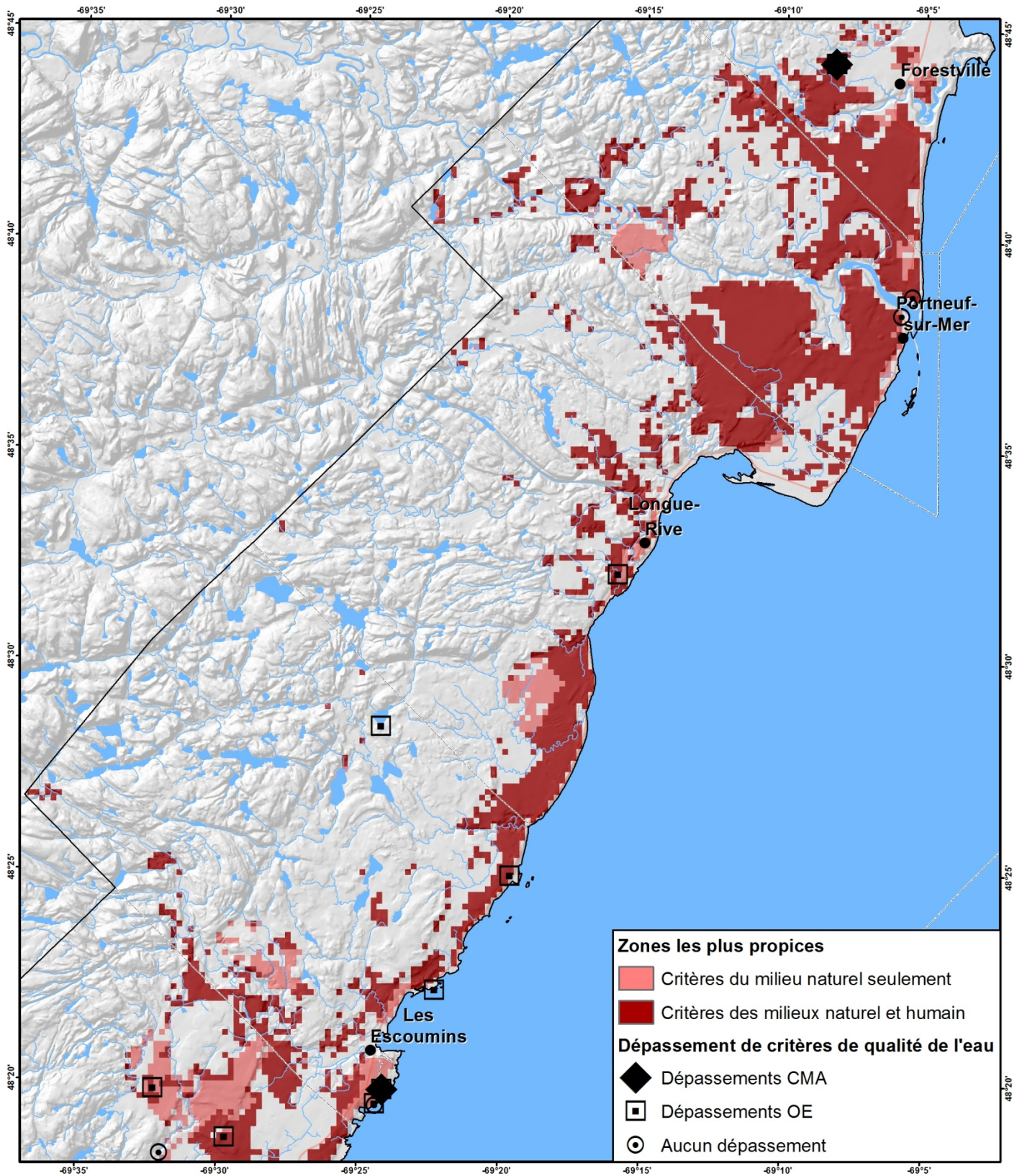
## Exercice de synthèse 1

**Si demain une municipalité de la Haute-Côte-Nord devait rechercher une nouvelle source d'eau potable souterraine, quelles zones seraient les plus propices?**

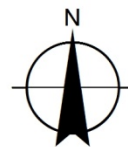
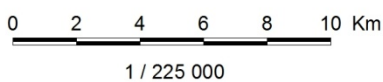
Exemple d'un cheminement d'expert :

Cartographie	Critère
<b>Milieu naturel</b> (voir p. 24 à 41)	
Épaisseur des dépôts meubles	<ul style="list-style-type: none"><li>• &gt; 5 m d'épaisseur</li></ul>
Contextes hydrogéologiques	<ul style="list-style-type: none"><li>• Contextes d'aquifères perméables en milieu poreux<ul style="list-style-type: none"><li>○ Nappe libre</li><li>○ Nappe captive</li></ul></li></ul>
Limites hydrogéologiques régionales	
Piézométrie	
Recharge et résurgence	<ul style="list-style-type: none"><li>• Recharge préférentielle</li></ul>
Vulnérabilité	<ul style="list-style-type: none"><li>• « Faible » : indice DRASTIC &lt; 100</li><li>• « Moyen » : indice DRASTIC &gt; 100 et &lt; 180</li></ul>
Qualité de l'eau – Critères de santé	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aucun dépassement de CMA à proximité</li></ul>
Qualité de l'eau – Critères esthétiques	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dépassements d'OE à proximité possibles, mais non souhaitables</li></ul>
<b>Milieu humain</b> (voir p. 42 et 43)	
Occupation du sol	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zone forestière</li><li>• Zone arbustive</li><li>• Zone humide</li><li>• Zone découverte</li></ul>
Affectation du territoire	<ul style="list-style-type: none"><li>• Agroforestière</li><li>• Forestière</li><li>• Récréative et faunique</li><li>• Conservation</li><li>• Villégiature</li></ul>





**Exercice de synthèse 1**  
**Secteur de la Haute-Côte-Nord**

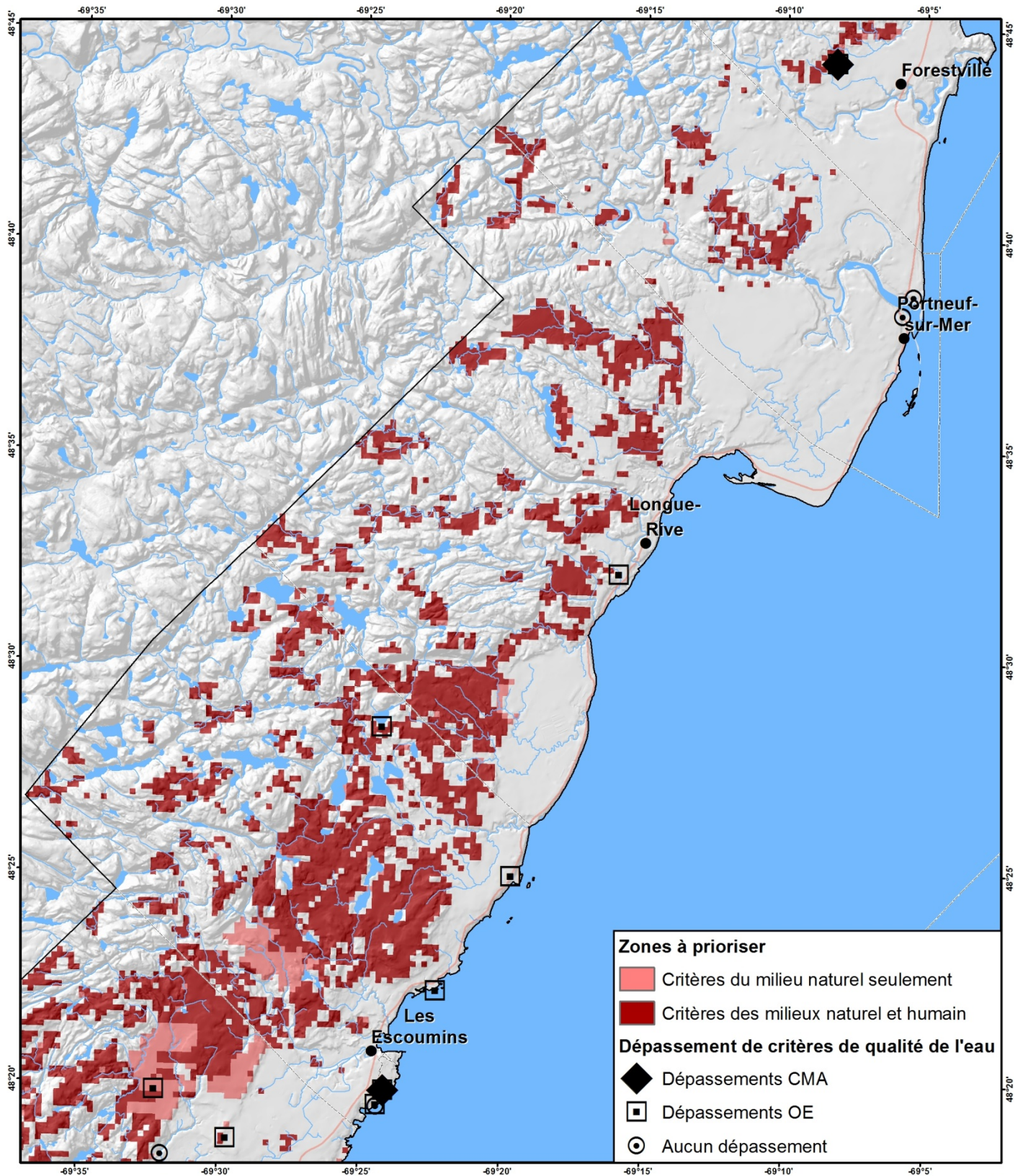


## Exercice de synthèse 2

### Sur la Haute-Côte-Nord, quelles zones devraient être protégées en priorité pour la recharge?

Exemple d'un cheminement d'expert :

Cartographie	Critère
<b>Milieu naturel</b> (voir p. 24 à 41)	
Épaisseur des dépôts meubles	
Contextes hydrogéologiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absence d'argile dans la séquence des unités hydrogéologiques</li> </ul>
Limites hydrogéologiques régionales	
Piézométrie	
Recharge et résurgence	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recharge préférentielle</li> </ul>
Vulnérabilité	<ul style="list-style-type: none"> <li>• « Moyen » : indice DRASTIC &gt; 100 et &lt; 180</li> <li>• « Élevé » : indice DRASTIC &gt; 180</li> </ul>
Qualité de l'eau – Critères de santé	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aucun dépassement de CMA à proximité</li> </ul>
Qualité de l'eau – Critères esthétiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dépassements d'OE à proximité possibles, mais non souhaitables</li> </ul>
<b>Milieu humain</b> (voir p. 42 et 43)	
Occupation du sol	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zone forestière</li> <li>• Zone arbustive</li> <li>• Zone humide</li> <li>• Zone découverte</li> </ul>
Affectation du territoire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agroforestière</li> <li>• Forestière</li> <li>• Récréative et faunique</li> <li>• Conservation</li> <li>• Villégiature</li> </ul>



**Exercice de synthèse 2**  
**Secteur de la Haute-Côte-Nord**

0 2 4 6 8 10 Km

1 / 225 000

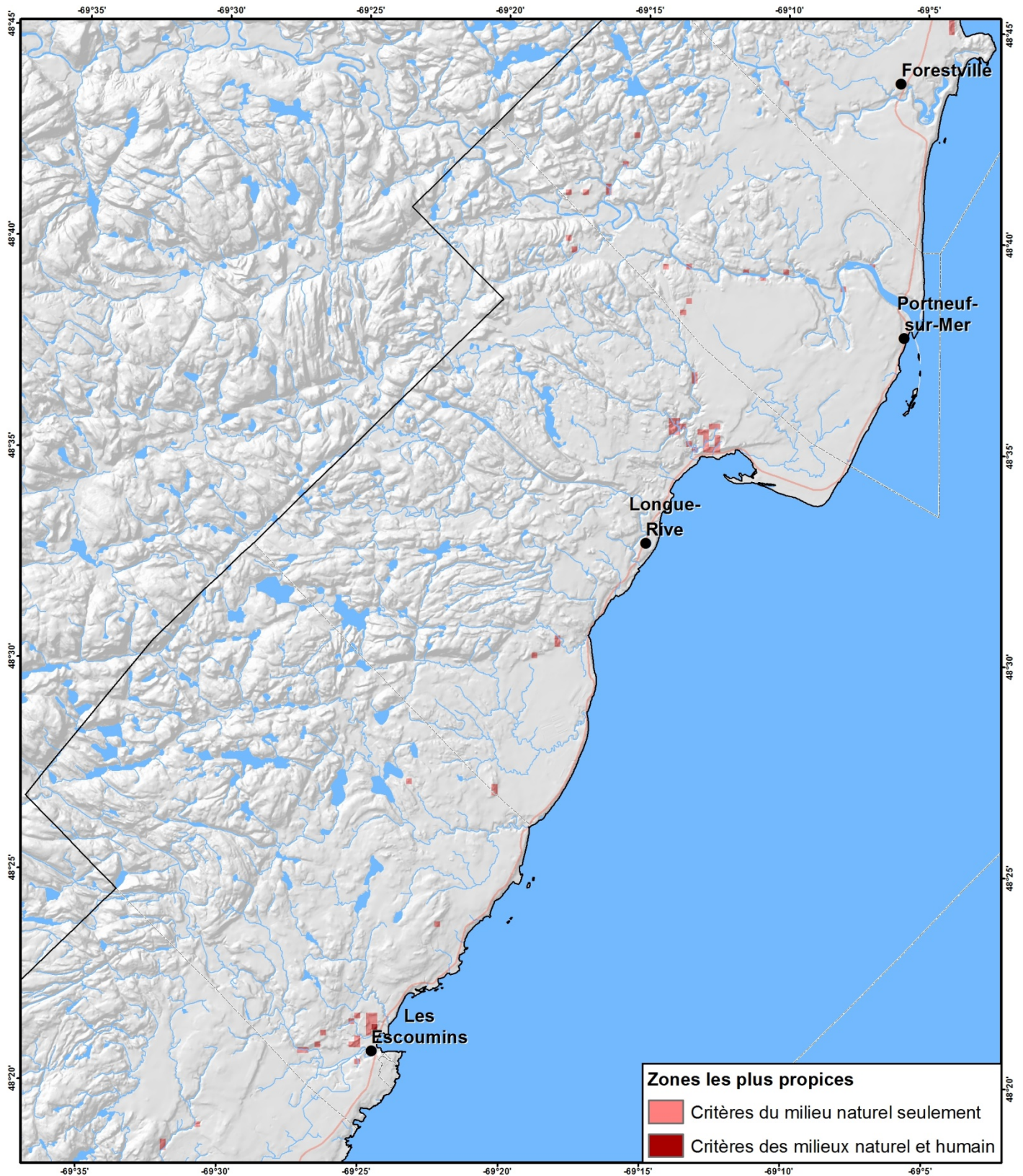


### Exercice de synthèse 3

#### **Sur la Haute-Côte-Nord, où pourrait-on implanter une nouvelle activité potentiellement polluante afin de minimiser son impact sur la qualité des eaux souterraines?**

Exemple d'un cheminement d'expert :

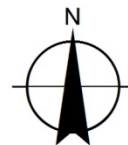
Cartographie	Critère
<b>Milieu naturel</b> (voir p. 24 à 41)	
Épaisseur des dépôts meubles	<ul style="list-style-type: none"><li>• &gt; 1 m d'épaisseur</li></ul>
Contextes hydrogéologiques	<ul style="list-style-type: none"><li>• Présence d'argile dans la séquence des unités hydrogéologiques</li></ul>
Limites hydrogéologiques régionales	
Piézométrie	
Recharge et résurgence	<ul style="list-style-type: none"><li>• Absence de recharge préférentielle</li></ul>
Vulnérabilité	<ul style="list-style-type: none"><li>• « Faible » : indice DRASTIC &lt; 100</li></ul>
Qualité de l'eau – Critères de santé	
Qualité de l'eau – Critères esthétiques	
<b>Milieu humain</b> (voir p. 42 et 43)	
Occupation du sol	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zone urbaine</li><li>• Zone agricole</li></ul>
Affectation du territoire	<ul style="list-style-type: none"><li>• Agricole</li><li>• Urbain</li><li>• Industrielle</li></ul>



**Exercice de synthèse 3**  
*Secteur de la Haute-Côte-Nord*

0 2 4 6 8 10 Km

1 / 225 000



# L'hydrogéologie de Charlevoix

## Épaisseur des dépôts meubles

		Vrai	Faux
F	Les dépôts meubles sont plus minces dans la zone centrale de l'astroblème que dans la dépression annulaire externe.	X	
F	On retrouve les dépôts meubles les plus épais dans la vallée de la rivière Malbaie.		X
M	Plus l'épaisseur des dépôts meubles est importante, et plus il y a de chance que l'aquifère de dépôts meubles soit perméable.		X

**D** Pourquoi retrouve-t-on les épaisseurs de dépôts meubles plus importantes dans les vallées?

*Lors du dernier épisode glaciaire, le passage du glacier a érodé et pris en charge les dépôts meubles accumulés sur les hauts topographiques pour ensuite les déposer plus loin, dans les creux topographiques. Les eaux de fonte lors de la déglaciation ont aussi mis en place des dépôts meubles dans les vallées, là où elles s'écoulaient. Finalement, les rivières anciennes et actuelles ont pu déposer des sédiments alluviaux dans leurs plaines inondables.*

## Contextes hydrogéologiques

		Vrai	Faux
F	Le seul aquifère potentiellement exploitable à L'Isle-aux-Coudres est l'aquifère de roc fracturé.		X
M	Dans la vallée de la rivière du Gouffre, on retrouve parfois un aquifère de dépôts meubles en surface, sur un aquitard, sur un aquifère de dépôts meubles enfoui, sur le roc.	X	
M	On retrouve des sédiments argileux majoritairement dans les vallées des rivières du Gouffre et Malbaie.	X	

**M** De quoi sont constitués les aquifères du contexte hydrogéologique B?

*Ils sont constitués de roc sédimentaire de la Plate forme du Saint-Laurent par-dessus le roc cristallin de la Province de Grenville. Il s'agit donc d'un contexte ayant deux aquifères de roc fracturé superposés.*

## Limites hydrogéologiques régionales – milieux perméables et imperméables

		Vrai	Faux
F	Les sédiments perméables sont généralement présents sur les hauts topographiques et absents dans les vallées.		X
F	On retrouve des sédiments imperméables dans la municipalité de Saint-Aimé-des-Lacs.	X	

F	Une nappe libre est alimentée par l'eau des précipitations qui s'est infiltrée récemment.	X	
---	---	---	--

**D** Est-il plus avantageux d'exploiter un aquifère en condition de nappe libre ou de nappe captive?

*Cela dépend. Il peut être plus avantageux d'exploiter un aquifère à nappe captive, car grâce à l'unité géologique imperméable sus-jacente, il est protégé de la contamination provenant directement de la surface. Il n'est par contre pas protégé d'un contaminant qui proviendrait de l'écoulement latéral de l'eau souterraine. Les aquifères à nappe libre ont l'avantage de constituer des zones de recharge et l'eau y est typiquement de bonne qualité. Ces aquifères sont par contre plus vulnérables.*

### Limites hydrogéologiques régionales – milieux semi-perméables

		Vrai	Faux
F	Les aquifères de roc sous couverture sont toujours à nappe captive.		X
F	On retrouve deux types de milieux aquifères de roc fracturé qui se superposent sur la municipalité de Saint-Irénée.	X	

**M** Souvent, le milieu aquifère de roc fracturé n'est suffisamment perméable que pour permettre l'exploitation de l'eau souterraine par des puits domestiques alimentant des résidences privées. Est-ce le cas pour le secteur de Charlevoix?

*Non, car les municipalités de La Malbaie, Saint-Aimé-des-Lacs, Saint-Hilarion, Saint-Urbain, Les Éboulements, Baie-Saint-Paul et Saint-Siméon possèdent toutes un ou plusieurs puits ou système de captage de résurgences d'eau qui provient du roc fracturé et servant à alimenter un réseau de distribution d'eau potable.*

### Piézométrie

		Vrai	Faux
F	La municipalité de Saint-Hilarion reçoit une part importante de son eau souterraine depuis la municipalité de Saint-Urbain.		X
F	L'eau souterraine s'écoule localement des hauts topographiques vers les vallées des rivières du Gouffre et Malbaie qui constituent des exutoires de l'eau souterraine.	X	
D	Le gradient hydraulique étant élevé sur la municipalité des Éboulements, l'écoulement souterrain est probablement rapide et le temps de résidence de l'eau dans l'aquifère est probablement court.	X	

**F** Comment peut-on obtenir la profondeur de la nappe depuis le niveau piézométrique?

*En conditions de nappe libre, il suffit de soustraire l'élévation du sol au niveau piézométrique pour obtenir la profondeur de la nappe. En conditions de nappe captive, la profondeur de la nappe correspond au toit de l'aquifère qui est limité par la base de l'aquitard sus-jacent.*

## Recharge et résurgence

Vrai

Faux

F

Les sources sont rares dans le secteur de Charlevoix.

X

M

La nappe affleure relativement fréquemment dans le secteur de Charlevoix.

X

M

Qu'est-ce qui limite la recharge dans les portions aval des vallées des rivières du Gouffre et Malbaie?

*Les vallées sont caractérisées par la présence de sédiments argileux qui limite la percolation de l'eau souterraine jusqu'aux aquifères.*

D

Comment les eaux souterraines sont-elles en lien avec les milieux humides?

*Les milieux humides regroupent les sites saturés en eau ou inondés durant une période suffisante pour influencer la végétation et le substrat. Ils sont souvent alimentés par l'exfiltration de l'eau souterraine. Ces zones de résurgence constituent des environnements de transition entre les systèmes aquifères et le réseau hydrographique de surface. Leur protection apparaît fondamentale au maintien du rôle écologique des eaux souterraines sur les écosystèmes associés aux milieux humides et aux plans d'eau de surface.*

## Vulnérabilité

Vrai

Faux

F

Les eaux souterraines de L'Isle-aux-Coudres sont bien protégées de la contamination.

X

M

La vulnérabilité faible sur les hauts topographiques est causée par la présence de sédiments argileux imperméables.

X

D

À l'aide de cette carte, pourquoi ne peut-on pas déterminer la vulnérabilité de l'aire d'alimentation d'un puits tel qu'exigé par le Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection?

*L'analyse de la vulnérabilité a été effectuée à l'échelle régionale et pourrait s'avérer non représentative localement compte tenu de la variabilité de la qualité et de la distribution spatiale et temporelle des données utilisées, malgré les efforts déployés lors de la collecte, de la sélection et de la validation des données. Aussi, la vulnérabilité a été évaluée pour l'aquifère situé le plus près de la surface. Or, si l'aquifère exploité par un puits est un aquifère captif et qu'on retrouve au même endroit un aquifère libre en surface, la vulnérabilité indiquée ne sera pas représentative de celle réellement retrouvée pour l'aquifère capté. Par conséquent, les résultats de l'étude 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. Une étude hydrogéologique spécifique pour chaque puits d'alimentation visé par le règlement doit donc être réalisée.*

## Qualité de l'eau – critères de santé

Vrai

Faux

F

Les problèmes de potabilité de l'eau souterraine de ce secteur de Charlevoix proviennent tous d'aquifères de roc fracturé.

X



**M**

La campagne d'échantillonnage du PACES-CHCN a permis de confirmer qu'aucune problématique de contamination bactériologique n'existe sur le territoire.

**X****M**

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

*Un suivi de la qualité de l'eau devrait être effectué pour tous les puits d'alimentation en eau potable. Les résultats ne sont valides que pour le puits et le moment où l'échantillon a été récolté. Il est donc possible qu'une contamination ait lieu dans d'autres puits n'ayant pas été échantillonnés, même s'ils sont à proximité. De plus, les valeurs des paramètres pourraient varier dans le temps (jours, saisons ou années).*

### Qualité de l'eau – critères esthétiques

**Vrai****Faux****M**

Puisque l'eau souterraine sur les hauts topographiques provient d'une recharge récente, elle est évoluée et minéralisée.

**X****M**

Pourquoi les dépassements en pH sont-ils problématiques?

*Santé Canada (2014) informe que le pH peut influencer sur la formation des sous-produits de la désinfection et l'efficacité du traitement. Un pH acide ou alcalin peut avoir une incidence sur les concentrations des autres paramètres ainsi que sur la formation de différents composés, comme le sulfure d'hydrogène gazeux formé lorsqu'une eau est contaminée par le soufre en présence d'un pH acide, donc l'eau dégagera une odeur d'œufs pourris.*

**D**

Près de 20% des échantillons d'eau de CHCN présentent un dépassement en manganèse. Quel(s) problème(s) cela représente-t-il pour la consommation en eau potable?

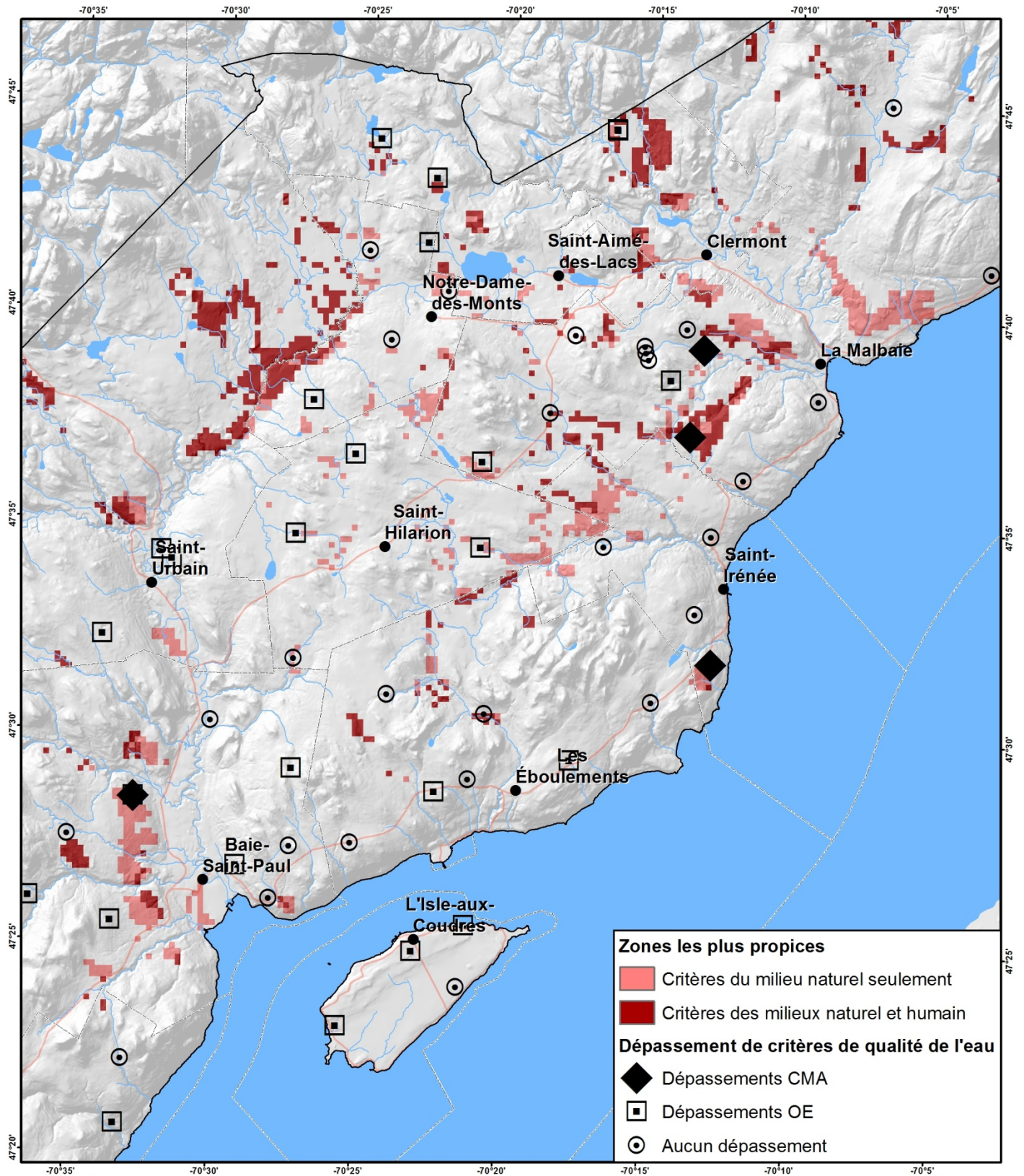
*Santé Canada (2014) informe qu'à des concentrations supérieures à 0,15 mg/L, le manganèse tache les éléments de plomberie (bains, lavabos, cuvettes de toilettes) et les tissus. De plus, en fortes concentrations, il donne mauvais goût aux boissons. Comme le fer, il peut causer des problèmes dans les réseaux de distribution en y favorisant la croissance de microorganismes. Même à des concentrations inférieures à 0,05 mg/L, le manganèse peut former dans la tuyauterie des dépôts qui peuvent se présenter sous la forme de précipités noirs. L'ensemble de ces problèmes est d'ordre esthétique et organoleptique. Toutefois, une récente étude suggère que l'exposition au manganèse dans l'eau souterraine de consommation pourrait causer des désordres moteurs et des déficits cognitifs chez les enfants d'âge scolaire (Bouchard et coll., 2011). Les auteurs prônent une réglementation plus stricte des taux de manganèse dans l'eau.*

## Exercice de synthèse 1

**Si demain une municipalité du secteur de Charlevoix devait rechercher une nouvelle source d'eau potable souterraine, quelles zones seraient les plus propices?**

Exemple d'un cheminement d'expert :

Cartographie	Critère
<b>Milieu naturel</b> (voir p. 48 à 65)	
Épaisseur des dépôts meubles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &gt; 5 m d'épaisseur</li> </ul>
Contextes hydrogéologiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contextes d'aquifères perméables en milieu poreux               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Nappe libre</li> <li>○ Nappe captive</li> </ul> </li> </ul>
Limites hydrogéologiques régionales	
Piézométrie	
Recharge et résurgence	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recharge préférentielle</li> </ul>
Vulnérabilité	<ul style="list-style-type: none"> <li>• « Faible » : indice DRASTIC &lt; 100</li> <li>• « Moyen » : indice DRASTIC &gt; 100 et &lt; 180</li> </ul>
Qualité de l'eau – Critères de santé	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aucun dépassement de CMA à proximité</li> </ul>
Qualité de l'eau – Critères esthétiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dépassements d'OE à proximité possibles, mais non souhaitables</li> </ul>
<b>Milieu humain</b> (voir p. 66 et 67)	
Occupation du sol	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zone forestière</li> <li>• Zone arbustive</li> <li>• Zone humide</li> <li>• Zone découverte</li> </ul>
Affectation du territoire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agroforestière</li> <li>• Forestière</li> <li>• Récréative et faunique</li> <li>• Conservation</li> <li>• Villégiature</li> </ul>



**Exercice de synthèse 1**

**Secteur de Charlevoix**

0 2 4 6 8 10 Km

1 / 225 000

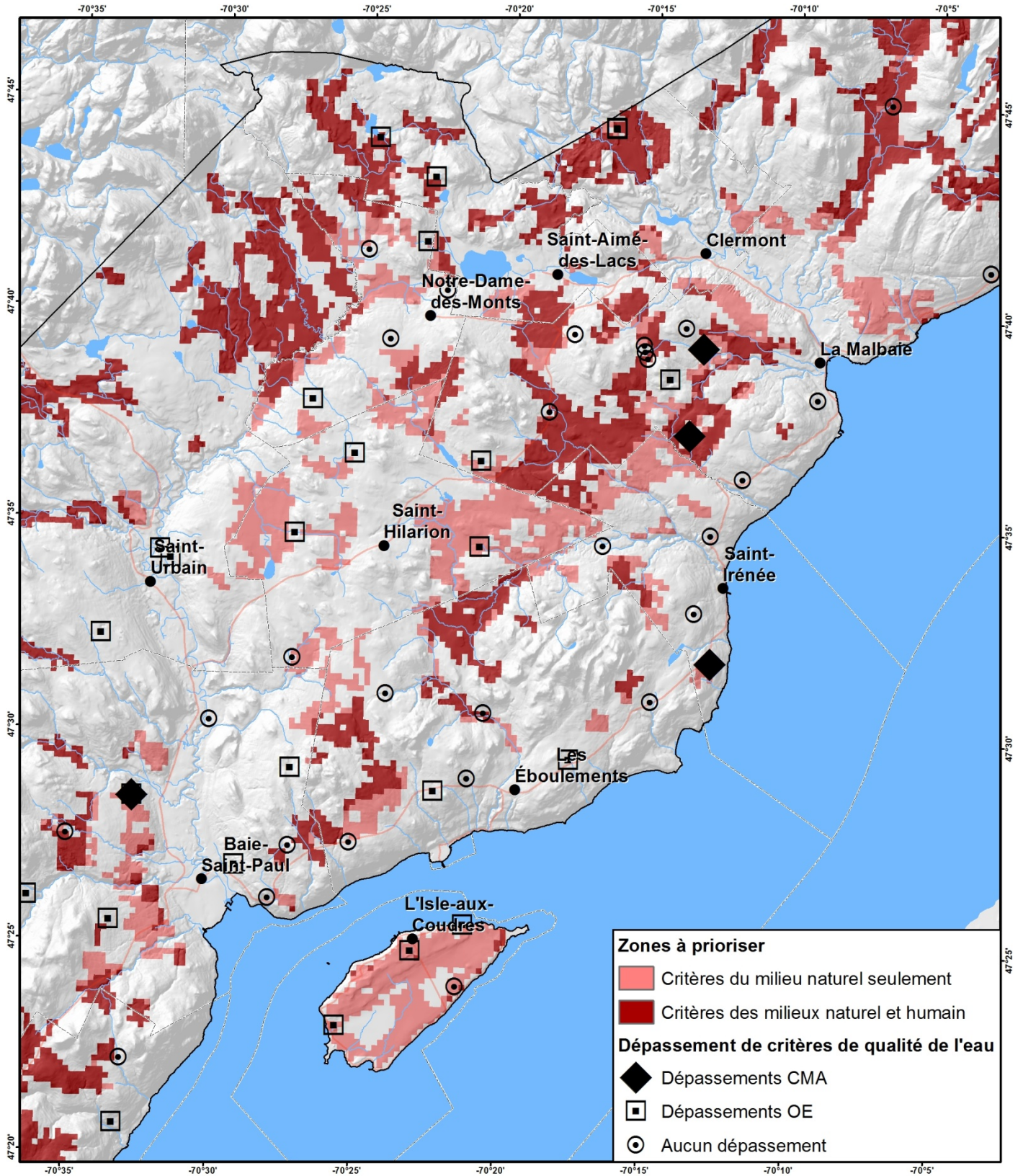


## Exercice de synthèse 2

### Dans le secteur de Charlevoix, quelles zones devraient être protégées en priorité pour la recharge?

Exemple d'un cheminement d'expert :

Cartographie	Critère
<b>Milieu naturel</b> (voir p. 48 à 65)	
Épaisseur des dépôts meubles	
Contextes hydrogéologiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absence d'argile dans la séquence des unités hydrogéologiques</li> </ul>
Limites hydrogéologiques régionales	
Piézométrie	
Recharge et résurgence	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recharge préférentielle</li> </ul>
Vulnérabilité	<ul style="list-style-type: none"> <li>• « Moyen » : indice DRASTIC &gt; 100 et &lt; 180</li> <li>• « Élevé » : indice DRASTIC &gt; 180</li> </ul>
Qualité de l'eau – Critères de santé	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aucun dépassement de CMA à proximité</li> </ul>
Qualité de l'eau – Critères esthétiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dépassements d'OE à proximité possibles, mais non souhaitables</li> </ul>
<b>Milieu humain</b> (voir p. 66 et 67)	
Occupation du sol	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zone forestière</li> <li>• Zone arbustive</li> <li>• Zone humide</li> <li>• Zone découverte</li> </ul>
Affectation du territoire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agroforestière</li> <li>• Forestière</li> <li>• Récréative et faunique</li> <li>• Conservation</li> <li>• Villégiature</li> </ul>



## Exercice de synthèse 2

### Secteur de Charlevoix

0 2 4 6 8 10 Km

1 / 225 000

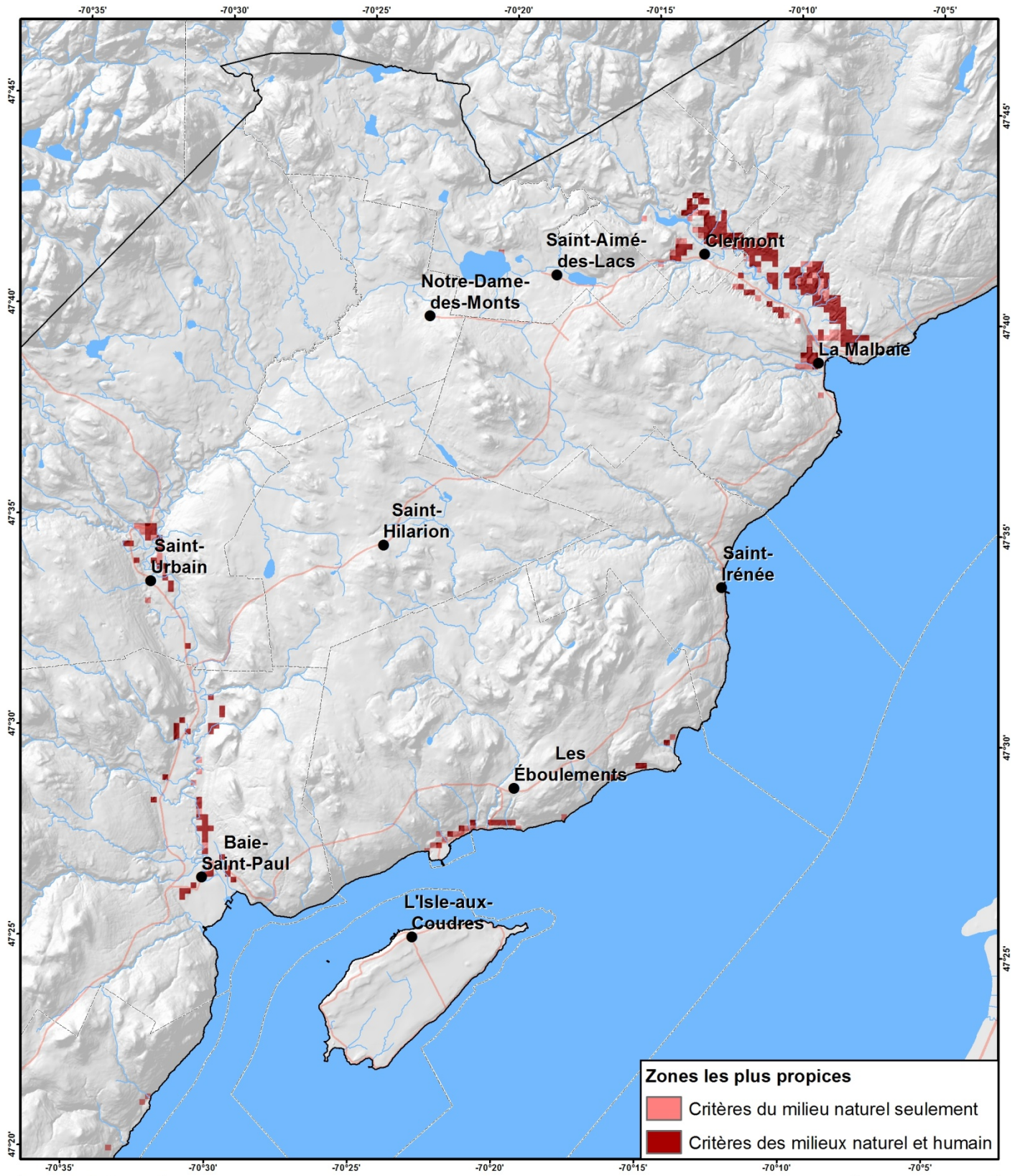


### Exercice de synthèse 3

**Dans le secteur de Charlevoix, où pourrait-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	Critère
<b>Milieu naturel</b> (voir p. 48 à 65)	
Épaisseur des dépôts meubles	<ul style="list-style-type: none"><li>• &gt; 1 m d'épaisseur</li></ul>
Contextes hydrogéologiques	<ul style="list-style-type: none"><li>• Présence d'argile dans la séquence des unités hydrogéologiques</li></ul>
Limites hydrogéologiques régionales	
Piézométrie	
Recharge et résurgence	<ul style="list-style-type: none"><li>• Absence de recharge préférentielle</li></ul>
Vulnérabilité	<ul style="list-style-type: none"><li>• « Faible » : indice DRASTIC &lt; 100</li></ul>
Qualité de l'eau – Critères de santé	
Qualité de l'eau – Critères esthétiques	
<b>Milieu humain</b> (voir p. 66 et 67)	
Occupation du sol	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zone urbaine</li><li>• Zone agricole</li></ul>
Affectation du territoire	<ul style="list-style-type: none"><li>• Agricole</li><li>• Urbain</li><li>• Industrielle</li></ul>



### Exercice de synthèse 3

#### Secteur de Charlevoix

0 2 4 6 8 10 Km

1 / 225 000

