

# 1<sup>er</sup> atelier de transfert des connaissances sur les eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie

## RÉPONSES AUX EXERCICES DU CAHIER DU PARTICIPANT

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

Juin 2015



# Niveau de difficulté des questions

**F** facile

**M** moyennement facile

**D** difficile

## Table des matières

Les contextes hydrogéologiques des Laurentides .....	3
Épaisseur des dépôts meubles .....	3
Profils hydrostratigraphiques .....	3
Contextes hydrogéologiques .....	4
Épaisseur et limites de l'aquifère à nappe libre .....	4
Piézométrie de la nappe libre .....	5
Recharge et résurgence .....	5
Vulnérabilité de la nappe libre .....	6
Qualité de l'eau – Critères de santé .....	6
Qualité de l'eau – Critères esthétiques.....	7
Exercice de synthèse 1 .....	8
Exercice de synthèse 2.....	10
Exercice de synthèse 3.....	12
Les contextes hydrogéologiques des Basses-terres.....	14
Épaisseur des dépôts meubles .....	14
Profils hydrostratigraphiques .....	14
Contextes hydrogéologiques .....	15
Épaisseur des aquifères de dépôts meubles.....	15
Piézométrie de la nappe libre.....	16
Recharge et résurgence .....	16
Vulnérabilité de la nappe libre .....	17
Qualité de l'eau – Critères de santé .....	17
Qualité de l'eau – Critères esthétiques.....	18
Exercice de synthèse 1 .....	19
Exercice de synthèse 2.....	21
Exercice de synthèse 3.....	23

## Les contextes hydrogéologiques des Laurentides

### Épaisseur des dépôts meubles

		Vrai	Faux
F	On retrouve une petite zone de plus de 100 m d'épaisseur localisé dans le Piedmont.	X	
F	Le centre-ville de Saint-Paulin repose sur des dépôts meubles de près de 50 m d'épaisseur.		X
F	En général, on retrouve une couverture mince de sédiments dans les vallées.		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.*

**M** Pourquoi retrouve-t-on peu ou pas de dépôts meubles sur les hauts topographiques et des épaisseurs 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. On peut aussi retrouver des épaisseurs significatives de sédiments fins sous la limite d'invasion de la mer de Champlain estimée à environ 200 m d'altitude. Finalement, les rivières anciennes et actuelles ont pu déposer des sédiments alluviaux dans leurs plaines inondables.* Profils hydrostratigraphiques

### Profils hydrostratigraphiques

		Vrai	Faux
F	L'aquifère formé par les réseaux de fissures du socle rocheux est partout présent.	X	
F	En général, dans les Laurentides, les aquifères de dépôts meubles et les aquitards sont situés sur les hauts topographiques.		X
F	L'aquifère formé par les sédiments fluvioglaciaires et glaciaires est parfois recouvert par des sédiments fins.	X	

**F** Quelle est la séquence complète d'empilement vertical des dépôts meubles et où la retrouve-t-on sur le profil 10?

*La séquence stratigraphique complète se retrouve dans la vallée de la rivière du Loup, tout juste à l'ouest de Saint-Alexis-des-Monts (entre les km 4 et 7 du profil). On retrouve à la base l'aquifère formé par les réseaux de fissures du socle rocheux, recouvert par l'aquifère formé par les sédiments fluvioglaciaires et glaciaires, puis par l'aquitard formé par les sédiments fins, pour terminer par l'aquifère superficiel formé par les sédiments sableux.*

**M** Pourquoi considère-t-on la moraine de Saint-Narcisse comme formant fréquemment un contexte d'aquifère double?

*Ce contexte se rencontre au km 32 du profil 3, où on retrouve un aquifère enfoui sous un aquitard contenant une nappe captive et un autre aquifère superficiel, en contact avec l'atmosphère, contenant une nappe libre.*

## Contextes hydrogéologiques

		Vrai	Faux
F	Le contexte de nappe captive dans le roc ou le till domine sur le plateau Laurentien.		X
F	On retrouve tous les contextes (ou presque) dans les vallées importantes.	X	
M	Au droit de la moraine de Saint-Narcisse, dans le piedmont, les contextes d'aquifère double sont fréquents.	X	
M	Un aquifère à nappe libre est alimenté par l'eau des précipitations qui provient directement de la surface.	X	

**F** Contrairement aux aquifères granulaires du secteur des Laurentides, pourquoi qualifie-t-on le roc fracturé comme étant un aquifère régional?

*L'aquifère de roc fracturé se retrouve partout sur le territoire, sous la couverture des dépôts meubles. Il est à la base de chacun des contextes hydrogéologiques définis en Mauricie sud-ouest. Les aquifères de dépôts meubles sont pour leur part plus localisés, concentrés dans les vallées et le piedmont.*

**F** Pourquoi les sédiments fins constituant un aquitard et responsables du confinement des aquifères sont-ils seulement présents dans les vallées des Laurentides et le piedmont?

*Les sédiments fins proviennent de milieux marins et lacustres et ont été mis en place en eaux profondes. Puisque l'altitude maximale d'invasion de la mer de Champlain est d'environ 200 m, on ne retrouve donc pas ces types de sédiments sur le plateau Laurentien.*

## Épaisseur et limites de l'aquifère à nappe libre

		Vrai	Faux
F	Les vallées des rivières du Loup et Yamachiche contiennent des aquifères de dépôts meubles à nappe libre.	X	
F	L'aquifère du segment Sainte-Angèle-de-Prémont/Saint-Paulin de la moraine de Saint-Narcisse, qui est exploité par la Régie d'aqueduc de Grand-Pré, atteint plus de 30 m d'épaisseur.	X	
F	L'aquifère du segment Charette de la moraine de Saint-Narcisse, qui n'est actuellement pas exploité, semble peu intéressant pour l'exploitation de son eau souterraine.		X

**F** D'après cette carte, quelles sont les sources d'approvisionnement en eau disponibles pour les villégiateurs autour des lacs du plateau Laurentien?

*L'eau souterraine contenue dans les aquifères de dépôts meubles semble rarement disponible sur le plateau Laurentien. Par contre, l'aquifère de roc est partout présent et permet généralement une alimentation suffisante pour les besoins en eau d'une résidence isolée. L'eau de surface des lacs peut aussi être considérée, mais sa qualité est susceptible d'être moins bonne et plus variable que l'eau souterraine, rendant son utilisation plus coûteuse à cause du traitement qu'elle nécessite pour la rendre potable.*

**M** Pourquoi les aquifères à nappes captives situées dans les dépôts meubles, ne sont pas délimités sur la carte ci-contre?

*D'une part, la connaissance de ces aquifères est très limitée et, d'autre part, ces aquifères sont locaux, plutôt que régionaux, ce qui ne justifiait pas la délimitation de ces aquifères sur une carte d'extension régionale. La trame hachurée sur la carte des contextes hydrogéologiques offre une bonne estimation de la position de ces aquifères.*

## Piézométrie de la nappe libre

		Vrai	Faux
F	L'écoulement régional de l'eau souterraine s'effectue de manière générale du sud vers le nord.		X
M	Puisque l'on retrouve des pentes abruptes de la surface piézométrique sur les flancs des vallées, on peut s'attendre à un écoulement rapide de l'eau souterraine.	X	
M	La municipalité de Charrette reçoit une bonne part de son eau souterraine depuis la municipalité de Saint-Élie-de-Caxton.	X	

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

*L'eau souterraine jaillira naturellement en surface, sous forme de source ou en formant des milieux humides.*

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
F	La recharge la plus élevée se retrouve dans le piedmont, sur la moraine de Saint-Narcisse.	X	
F	Les vallées reçoivent très peu de recharge.		X
F	Le village de Saint-Gérard-des-Laurentides est situé sur (ou très près) d'une zone de résurgence.	X	

M Pourquoi retrouve-t-on de grandes zones de résurgence au sud de la moraine de Saint-Narcisse?

*Les segments aquifères de la moraine de Saint-Narcisse reçoivent une recharge très importante. Tout juste au sud de ceux-ci, la surface du sol diminue abruptement depuis le piedmont vers la plaine des Basse-terres. La surface piézométrique ne diminuant pas aussi abruptement, la nappe devient plus élevée que la surface du sol, causant ainsi la résurgence diffuse de l'eau souterraine.*

M Comment les eaux souterraines sont-elles liées hydrauliquement 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'eau souterraine et représentent des zones de résurgence diffuse.*

## Vulnérabilité de la nappe libre

		Vrai	Faux
F	La vulnérabilité des vallées et des segments de la moraine de Saint-Narcisse est souvent faible.		X
F	Le territoire de la municipalité de Saint-Paulin présente l'ensemble des classes de vulnérabilité, soit « faible », « moyen » et « élevé ».	X	
M	Les zones de recharge préférentielles coïncident généralement avec les zones à vulnérabilité plus élevées.	X	

**F** Pourquoi les aquifères identifiés sur la carte d'épaisseur et limites de l'aquifère à nappe libre sont-ils de manière générale les plus vulnérables?

*Ce sont des aquifères constitués de dépôts meubles grossiers, très perméables et qui sont en contact direct avec la surface, c'est-à-dire sans couche de sédiments fins sus-jacente qui pourrait limiter la percolation de l'eau transportant un contaminant jusqu'à l'aquifère.*

**M** Pourquoi les aquifères du plateau Laurentien ont-ils une vulnérabilité plus faible que dans les vallées et le piedmont?

*La nappe plus profonde sur les hauts topographiques, une recharge relativement faible, l'aquifère à nappe libre dans le roc peu perméable en comparaison avec les aquifères de sable, la couverture de till semi-perméable en surface limitant l'infiltration de l'eau et les pentes du sol plus abruptes sont toutes des raisons faisant diminuer l'indice DRASTIC sur le plateau Laurentien.*

## Qualité de l'eau – Critères de santé

		Vrai	Faux
F	Les dépassements en baryum et en fluorures sont de causes naturelles.	X	
F	Outre les paramètres microbiologiques, l'eau souterraine des Laurentides présente très peu de dépassements des CMA et est généralement potable.	X	
F	L'aquifère de roc semble plus propice aux dépassements des paramètres microbiologiques.		X

**M** Pourquoi les dépassements en baryum sont-ils problématiques?

*Santé Canada (2014) informe que le baryum est reconnu comme contributeur potentiel à plusieurs problèmes liés à la santé humaine, les plus reconnus étant l'augmentation de la pression artérielle et des maladies cardiovasculaires.*

**D** Lorsqu'aucun dépassement de CMA n'est observé dans un puits, est-ce que l'eau peut être consommée sans traitement (expliquez votre raisonnement)?

*Non, pas nécessairement, car plusieurs substances telles que les pesticides et les hydrocarbures ne constituant pas une problématique régionale n'ont pas été mesurées et pourraient avoir un effet sur la santé humaine. De plus, même si l'eau ne présente aucun dépassement des CMA, les objectifs esthétiques devraient être considérés, car leurs effets peuvent être non négligeables ou même inacceptables pour plusieurs consommateurs. De plus, lorsque l'eau est acheminée dans un réseau de distribution desservant plus de 20 personnes, le Règlement sur la qualité de l'eau potable (Gouvernement du Québec, 2015b) exige que des contrôles réguliers de la qualité bactériologique de l'eau soient effectués afin de s'assurer en permanence de la potabilité de l'eau. Lorsque des dépassements surviennent fréquemment, il est alors exigé qu'une désinfection de l'eau par chloration soit effectuée pour préserver sa qualité dans le réseau.*

## Qualité de l'eau – Critères esthétiques

		Vrai	Faux
F	Tous les échantillons présentent au moins un dépassement d'objectif esthétique.		X
F	Les problématiques liées au pH semblent affecter de manière plus fréquente les aquifères de dépôts meubles.	X	
M	Les dépassements en salinité sont rares dans le secteur des Laurentides.	X	

M Quelles sont les causes des concentrations élevées en fer et en manganèse?

*Leurs causes sont d'origine naturelle, en raison de l'altération des roches et des minéraux ou de la dégradation de matière organique dans les milieux humides.*

M Pourquoi les dépassements en dureté sont-ils problématiques?

*Santé Canada (2014) informe que l'eau très douce (dureté faible, <60 CaCO<sub>3</sub> mg/L) peut entraîner un problème de corrosion des canalisations et en conséquence, certains métaux lourds comme le cuivre, le zinc, le plomb et le cadmium peuvent se retrouver dans l'eau du réseau de distribution. Inversement, l'eau dure (dureté élevée, >200 mg/L) peut causer l'entartrage et le colmatage des canalisations domestiques. L'entartrage des ustensiles de cuisine peut aussi contribuer à augmenter la consommation de savon. L'eau dure est donc à la fois un désagrément et un fardeau économique pour le consommateur. La dureté acceptable par le public varie selon les villes; elle est souvent liée au degré de dureté auquel le consommateur est habitué : dans de nombreuses villes, on tolère une dureté supérieure à 200 mg/L. On prétend qu'une dureté comprise entre 80 et 100 mg/L de CaCO<sub>3</sub> assure un équilibre acceptable entre la corrosion et l'entartrage.*

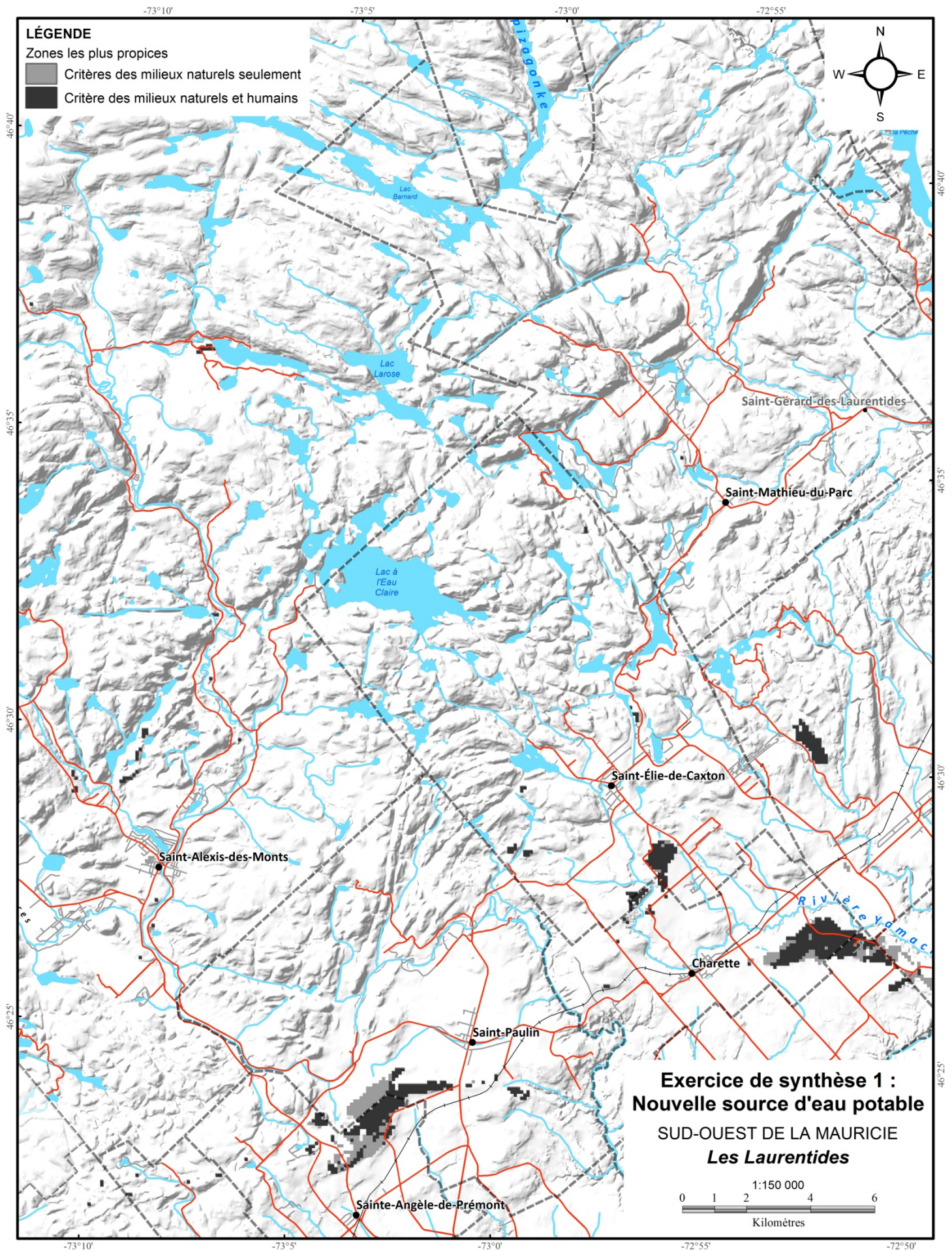
## Exercice de synthèse 1

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

Exemple d'un cheminement d'expert :

<b>Cartographie</b>	<b>Critère</b>
<b>Milieu naturel</b>	
Épaisseur des dépôts meubles	<ul style="list-style-type: none"><li>• &gt; 20 m d'épaisseur</li></ul>
Profils hydrostratigraphiques	
Contextes hydrogéologiques	<ul style="list-style-type: none"><li>• &gt; 10 m d'épaisseur</li></ul>
Épaisseur et limites des aquifères à nappe libre	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nappe libre dans les dépôts meubles sur le roc</li><li>• Nappe libre dans les dépôts meubles sur la nappe captive dans le roc ou le till</li><li>• Nappe libre dans les dépôts meubles sur la nappe semi-captive dans le roc ou le till</li></ul>
Piézométrie de la nappe libre	
Recharge et résurgence	
Vulnérabilité de la nappe libre	<ul style="list-style-type: none"><li>• « Faible » : indice DRASTIC de 100 ou moins</li><li>• « Moyen » : indice de plus de 100 et de moins de 180</li></ul>
Qualité de l'eau – Critères de santé	
Qualité de l'eau – Critères esthétiques	
<b>Milieu humain</b>	
Occupation du sol	<ul style="list-style-type: none"><li>• Non-agricole</li><li>• Non-surface à nu et bâti</li></ul>
Affectation du territoire	<ul style="list-style-type: none"><li>• Non-agricole</li><li>• Non-urbain</li><li>• Non-résidentiel</li><li>• Non-industrielle</li><li>• Non-commerciale</li><li>• Non-infrastructure et transport</li></ul>



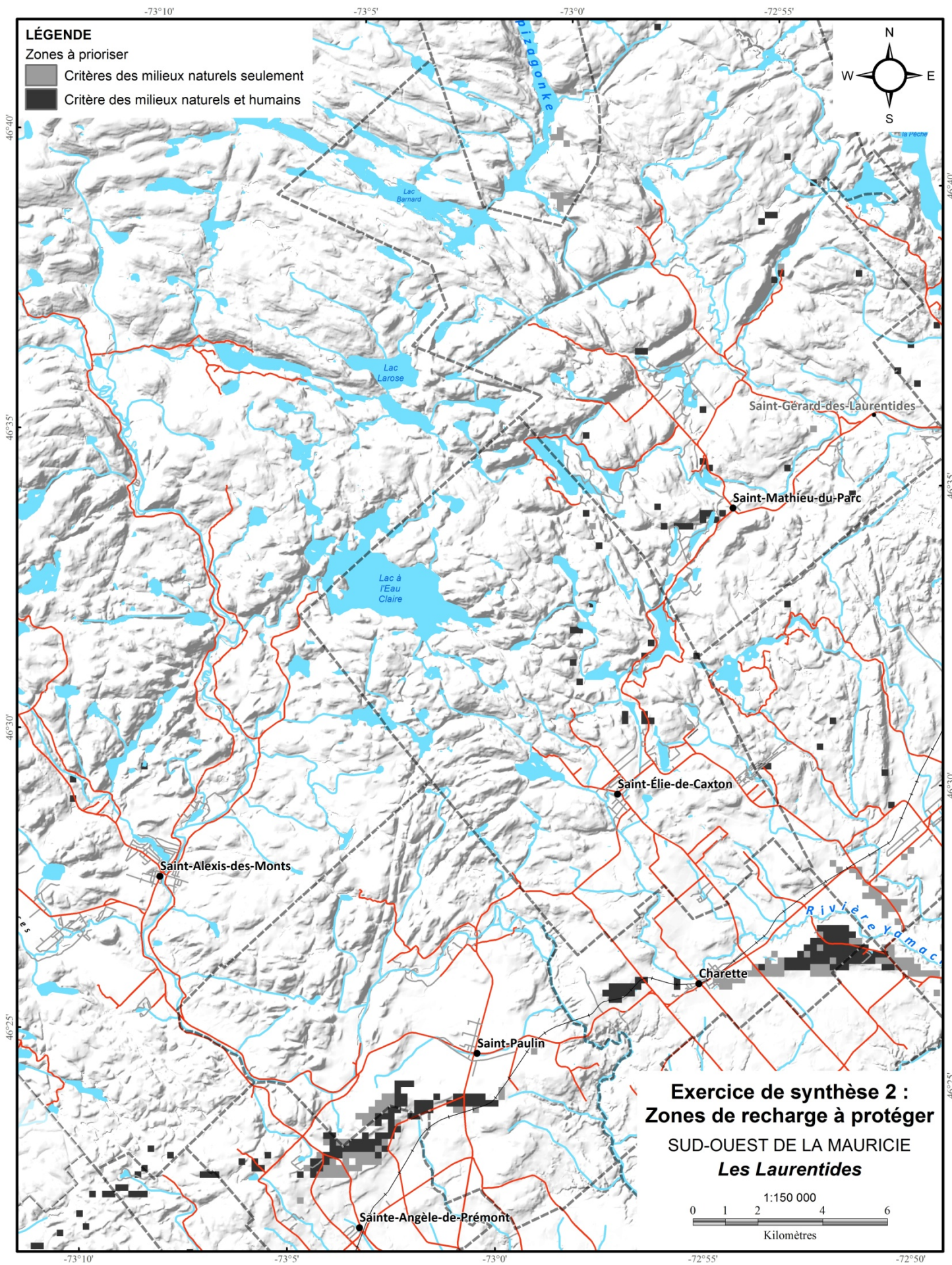


## Exercice de synthèse 2

Dans le secteur des Laurentides, quelles zones devraient être protégées en priorité pour la recharge?

Exemple d'un cheminement d'expert :

Cartographie	Critère
<b>Milieu naturel</b>	
Épaisseur des dépôts meubles	
Profils hydrostratigraphiques	
Contextes hydrogéologiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nappe libre dans les dépôts meubles sur le roc</li> <li>• Nappe libre dans les dépôts meubles sur la nappe captive dans le roc ou le till</li> <li>• Nappe libre dans les dépôts meubles sur la nappe semi-captive dans le roc ou le till</li> <li>• Nappe libre dans le roc ou le till</li> </ul>
Épaisseur et limites des aquifères à nappe libre	
Piézométrie de la nappe libre	
Recharge et résurgence	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zone de recharge préférentielle (plus de 400 mm/an)</li> </ul>
Vulnérabilité de la nappe libre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• « Moyen » : indice de plus de 100 et de moins de 180</li> <li>• « Élevé » : indice de 180 ou plus</li> </ul>
Qualité de l'eau – Critères de santé	
Qualité de l'eau – Critères esthétiques	
<b>Milieu humain</b>	
Occupation du sol	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Non-agricole</li> <li>• Non-surface à nu et bâti</li> </ul>
Affectation du territoire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Non-agricole</li> <li>• Non-urbain</li> <li>• Non-résidentiel</li> <li>• Non-industrielle</li> <li>• Non-commerciale</li> <li>• Non-infrastructure et transport</li> </ul>

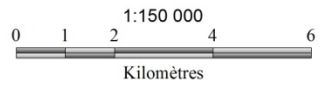


**LÉGENDE**

Zones à prioriser

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

**Exercice de synthèse 2 :  
Zones de recharge à protéger  
SUD-OUEST DE LA MAURICIE  
*Les Laurentides***



### Exercice de synthèse 3

Dans le secteur des Laurentides, 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>	
Épaisseur des dépôts meubles	
Profils hydrostratigraphiques	
Contextes hydrogéologiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nappe captive dans le roc ou le till</li> <li>• Nappe semi-captive dans le roc ou le till</li> </ul>
Épaisseur et limites des aquifères à nappe libre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; 2 m</li> </ul>
Piézométrie de la nappe libre	
Recharge et résurgence	<ul style="list-style-type: none"> <li>• À l'extérieur de zone de recharge élevée (250 mm - 400 mm/an)</li> <li>• À l'extérieur de zone de recharge préférentielle (plus de 400 mm/an)</li> </ul>
Vulnérabilité de la nappe libre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• « Faible » : indice DRASTIC de 100 ou moins</li> </ul>
Qualité de l'eau – Critères de santé	
Qualité de l'eau – Critères esthétiques	
<b>Milieu humain</b>	
Occupation du sol	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agricole</li> <li>• Surface à nu et bâti</li> </ul>
Affectation du territoire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agricole</li> <li>• Urbain</li> <li>• Résidentiel</li> <li>• Industrielle</li> <li>• Commerciale</li> <li>• Infrastructure et transport</li> </ul>



## Les contextes hydrogéologiques des Basses-terres

### Épaisseur des dépôts meubles

		Vrai	Faux
M	Il y a beaucoup de forages indiquant la profondeur du socle rocheux dans le secteur urbain de la ville de Trois-Rivières.	X	
M	Près du fleuve Saint-Laurent, la surface du socle rocheux se situe sous le niveau de la mer.	X	
M	L'estimation de l'épaisseur des dépôts est très fiable dans le secteur nord-est de la municipalité de Notre-Dame-du-Mont-Carmel.		X

F Quelle est l'épaisseur des dépôts meubles maximale que l'on retrouve sur la carte et où ce secteur se situe-t-il?

*Les dépôts meubles atteignent près de 150 m d'épaisseur à Trois-Rivières, à la jonction des autoroutes 40 et 55.*

D Est-ce que la topographie de surface influence de manière importante l'épaisseur des dépôts meubles dans le secteur des Basses-terres (expliquez votre raisonnement)?

*Non, car dans les Basses-terres, la topographie est généralement plane, tandis que l'épaisseur des dépôts meubles varie. C'est plutôt la topographie du roc enfoui qui influence les accumulations de dépôts meubles.*

### Profils hydrostratigraphiques

		Vrai	Faux
F	La nappe contenue dans l'aquifère formé par les réseaux de fissures du socle rocheux est presque toujours libre sur les profils des Basses-terres.		X
F	Sur ces profils, l'aquifère ayant le plus grand potentiel d'exploitation est celui formé par les sédiments sableux, plus précisément dans le paléodelta de la rivière Saint-Maurice et la moraine de Saint-Narcisse.	X	
F	L'aquifère formé par les sédiments sableux est parfois isolé de la surface par un aquitard.		X

M Comment se fait-il que la couche de sédiments fins ne soit pas présente dans la vallée de la rivière Saint-Maurice sur le profil 8?

*Cette zone a été envahie par la mer de Champlain et a reçu une accumulation de sédiments fins, comme ailleurs dans les Basses-terres. Depuis le retrait de la mer de Champlain, l'écoulement de la rivière Saint-Maurice a érodé les sédiments fins puis a déposé des sédiments plus grossiers.*

M Comment ont été mis en place les sédiments sableux superficiels que l'on retrouve dans la plaine argileuse, à proximité des rivières Maskinongé, du Loup et Yamachiche?

*Il s'agit de sédiments alluviaux, mis en place par les rivières actuelles ou anciennes.*

## Contextes hydrogéologiques

		Vrai	Faux
F	La municipalité de Yamachiche repose majoritairement sur une nappe captive dans le roc ou le till.	X	
F	Le paléodelta de la rivière Saint-Maurice est dominé par des contextes d'aquifère double.	X	
M	La nappe dans le roc est partout captive dans les Basses-terres au sud du territoire de la ville de Shawinigan.		X
M	L'aquifère superficiel constitué des sables deltaïques du proto-Saint-Maurice est bien protégé de la contamination qui proviendrait de la surface.		X

**D** Pourquoi retrouve-t-on une petite zone à 3 km au nord de Saint-Louis-de-France où les contextes de nappe captive ou semi-captive ne sont pas présents?

*Cette petite zone correspond à une remontée du socle rocheux que l'on peut constater sur la carte de l'épaisseur des dépôts meubles. Il y a environ 10 000 ans, l'ensemble des Basses-terres du Saint-Laurent étaient envahies par la mer de Champlain, sauf quelques collines qui formaient des îlots, tels que cette petite zone où les sédiments fins n'ont pu se déposer. Aujourd'hui, cette butte rocheuse n'est plus visible en surface, car les sédiments ont comblé les dépressions du socle rocheux autour. D'ailleurs, c'est plutôt une dépression causée par l'exploitation d'une carrière que l'on y retrouve.*

**D** Est-il plus avantageux d'exploiter un aquifère confiné ou non confiné?

*Cela dépend. Il peut être plus avantageux d'exploiter un aquifère confiné, car, grâce à l'unité géologique imperméable sus-jacente, il est protégé de la contamination provenant 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 non confinés 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.*

## Épaisseur des aquifères de dépôts meubles

		Vrai	Faux
F	Les aquifères de dépôts meubles ne dépassent jamais 30 m d'épaisseur dans le secteur des Basses-terres.		X
F	La couleur grise sur la carte correspond à l'aquifère de roc uniquement en condition de nappe libre.		X
M	Cette carte permet d'estimer l'épaisseur totale des dépôts meubles.		X

**D** Pourquoi est-ce qu'un aquifère de dépôts meubles de faible épaisseur (ex. : < 5 m) identifié sur la carte ci-contre ne permet-il pas une exploitation importante de son eau souterraine, comme pour alimenter des puits collectifs ou municipaux à des débits de plus de 75 m<sup>3</sup>/jour?

*Il faut tout d'abord considérer l'épaisseur saturée de l'aquifère pour déterminer son potentiel d'exploitation. Sur la carte ci-contre, le calcul de l'épaisseur des aquifères inclut sa partie non saturée. Aussi, 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. Une épaisseur saturée trop faible ferait en sorte que le niveau de la nappe se retrouverait possiblement en dessous de l'aquifère.*

**D** Quelle épaisseur considère-t-on comme exploitable dans l'aquifère de roc?

*Une épaisseur d'environ 150 mètres est considérée, correspondant à la profondeur maximale généralement atteinte par les entrepreneurs en puits et forage. Généralement, l'eau plus profonde n'est plus économiquement rentable pour son exploitation, car elle devient très minéralisée, même saumâtre, et nécessiterait un traitement trop coûteux pour la rendre potable.*

## Piézométrie de la nappe libre

		Vrai	Faux
M	Le centre-ville de Notre-Dame-du-Mont-Carmel reçoit son eau souterraine depuis le territoire de sa propre municipalité.	X	
M	La rivière Saint-Maurice draine l'eau souterraine sur une largeur latérale de seulement quelques km.	X	
D	Puisque la surface piézométrique est plus plane dans les Basses-terres que dans les Laurentides, on peut conclure avec certitude que le temps de résidence de l'eau dans l'aquifère est plus long.		X

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

*Il suffit de soustraire l'élévation du sol au niveau piézométrique pour obtenir la profondeur de la nappe.*

D Comment la surface piézométrique et la surface du sol sont-elles inter-reliées?

*Dans notre climat relativement humide au Québec, la profondeur de la nappe est généralement peu profonde, dépassant rarement plus de 10 m, sauf en quelques endroits notamment sur la moraine de Saint-Narcisse où la hauteur non-saturée peut atteindre 30 mètres. La surface du sol varie quant à elle de plus de 500 m sur l'ensemble du territoire de la Mauricie sud-ouest. Par conséquent, la surface piézométrique dépend fortement de la surface du sol et est donc très semblable. On considère qu'elle constitue en fait une réplique adoucie de la surface du sol. En effet, la profondeur de la nappe est plus importante au niveau des hauts topographiques et plus faible dans les vallées, résultant ainsi en une pente plus adoucie que celle de la surface du sol.*

## Recharge et résurgence

		Vrai	Faux
F	Les zones cartographiées dans les tons de gris ne reçoivent aucune recharge.		X
F	L'aquifère superficiel constitué des sables deltaïques du proto-Saint-Maurice est très bien alimenté par les précipitations.	X	
F	La couverture argileuse épaisse et continue limite la recharge dans le secteur de Yamachiche.	X	

M Comment les aquifères à nappe captive de la plaine argileuse sont-ils alimentés en eau souterraine?

*Ils sont alimentés par écoulement latéral de l'eau souterraine provenant de la portion de l'aquifère en amont piézométrique qui reçoit une recharge significative, lorsque la couche imperméable (aquitard) diminue en épaisseur ou même disparaît. Cette zone amont correspond de manière générale au piedmont des Laurentides, faisant en sorte que plus on se rapproche du lac Saint-Pierre, plus l'eau est vieille et riche en minéraux, au-delà des seuils de potabilité.*

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

*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 de la nappe libre

		Vrai	Faux
F	On retrouve des secteurs de la plaine argileuse où les aquifères ont une vulnérabilité à dominance faible.	X	
F	La vulnérabilité des aquifères du paléodelta de la rivière Saint-Maurice est relativement uniforme.		X
D	Cette carte permet de déterminer avec fiabilité la vulnérabilité de l'aire d'alimentation d'un puits.		X

**M** Pourquoi la vulnérabilité de la plaine argileuse dans le secteur de Yamachiche n'est-elle pas entièrement considérée comme faible sur la carte ci-contre, malgré le fait qu'on y retrouve une couverture épaisse de sédiments fins de la mer de Champlain?

*C'est la nappe libre qui est cartographiée ci-contre et non la nappe captive enfouie sous les sédiments fins.*

**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'épandage d'un polluant en amont piézométrique 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.*

## Qualité de l'eau – Critères de santé

		Vrai	Faux
F	Les dépassements des paramètres microbiologiques sont de causes naturelles.		X
F	Dû au caractère agricole de la région, les cartes ci-contre indiquent un problème généralisé de contamination en azote sous forme de nitrites et nitrates (NO <sub>2</sub> -NO <sub>3</sub> ).		X
F	On observe plus de dépassements des critères de santé dans les Basses-terres que dans les Laurentides.	X	

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

*Un suivi de la qualité de l'eau à la source devrait être effectué dans tous les puits d'alimentation en eau potable. Les résultats des analyses de qualité de l'eau ne sont valides que pour le puits 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 résultats des analyses de qualité de l'eau ne sont valides que pour le moment où l'échantillon a été récolté. Les valeurs des paramètres pourraient varier dans le temps (jours, saisons ou années). Finalement, l'étude du PACES dans le sud-ouest de la Mauricie ne s'est pas intéressée aux problématiques locales reliées par exemple aux pesticides ou d'hydrocarbures qui peuvent aussi affecter la santé humaine.*

**D** Quelles sont les causes probables des dépassements des paramètres microbiologiques?

*Ce type de contamination est probablement associé à une mauvaise installation (accumulation d'eau autour du puits, absence de collerette étanche ou margelle inexistante permettant aux eaux de surface de s'infiltrer directement dans le puits) et un mauvais entretien des puits. À cet effet, un manque de sensibilisation des utilisateurs a été observé au cours de l'étude, car lors de l'échantillonnage, près de 50 % des propriétaires confirmaient qu'ils n'étaient pas au fait des procédures à suivre pour nettoyer ou pour décontaminer leur puits. L'étude recommande donc qu'il soit souhaitable de sensibiliser davantage les propriétaires quant à l'aménagement de leur puits et la réalisation d'analyses régulières de qualité d'eau.*

## Qualité de l'eau – Critères esthétiques

		Vrai	Faux
F	Les dépassements en fer (F) et en manganèse (Mn) sont fortement corrélés.	X	
F	Les dépassements en solides totaux dissous semblent être expliqués par des concentrations élevées en chlorures de sodium.	X	
M	L'eau souterraine du secteur des Basses-terres ne présente jamais d'odeur d'œufs pourris.		X

**M** Quelles sont les causes des concentrations élevées en chlorures et en sodium?

*Lorsque les dépassements proviennent d'une nappe captive, ils tirent leur origine d'évènements géologiques telle la séquestration d'eau marine de la mer de Champlain dans la plaine argileuse. Lorsqu'ils proviennent d'une nappe libre, comme dans le paléodelta de la rivière Saint-Maurice, les activités anthropiques telles l'épandage des sels déglacant ou l'infiltration des eaux usées industrielles sont en cause.*

**D** Plus d'un puits sur trois (37 %) des échantillons d'eau analysés en Mauricie sud-ouest présente 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 micro-organismes. 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.*

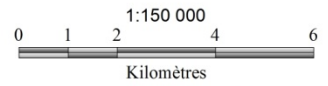
## Exercice de synthèse 1

*Si demain une municipalité du secteur des Basses-terres devait rechercher une nouvelle source d'eau potable souterraine, quelle zone serait la plus propice?*

Exemple d'un cheminement d'expert :

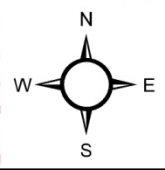
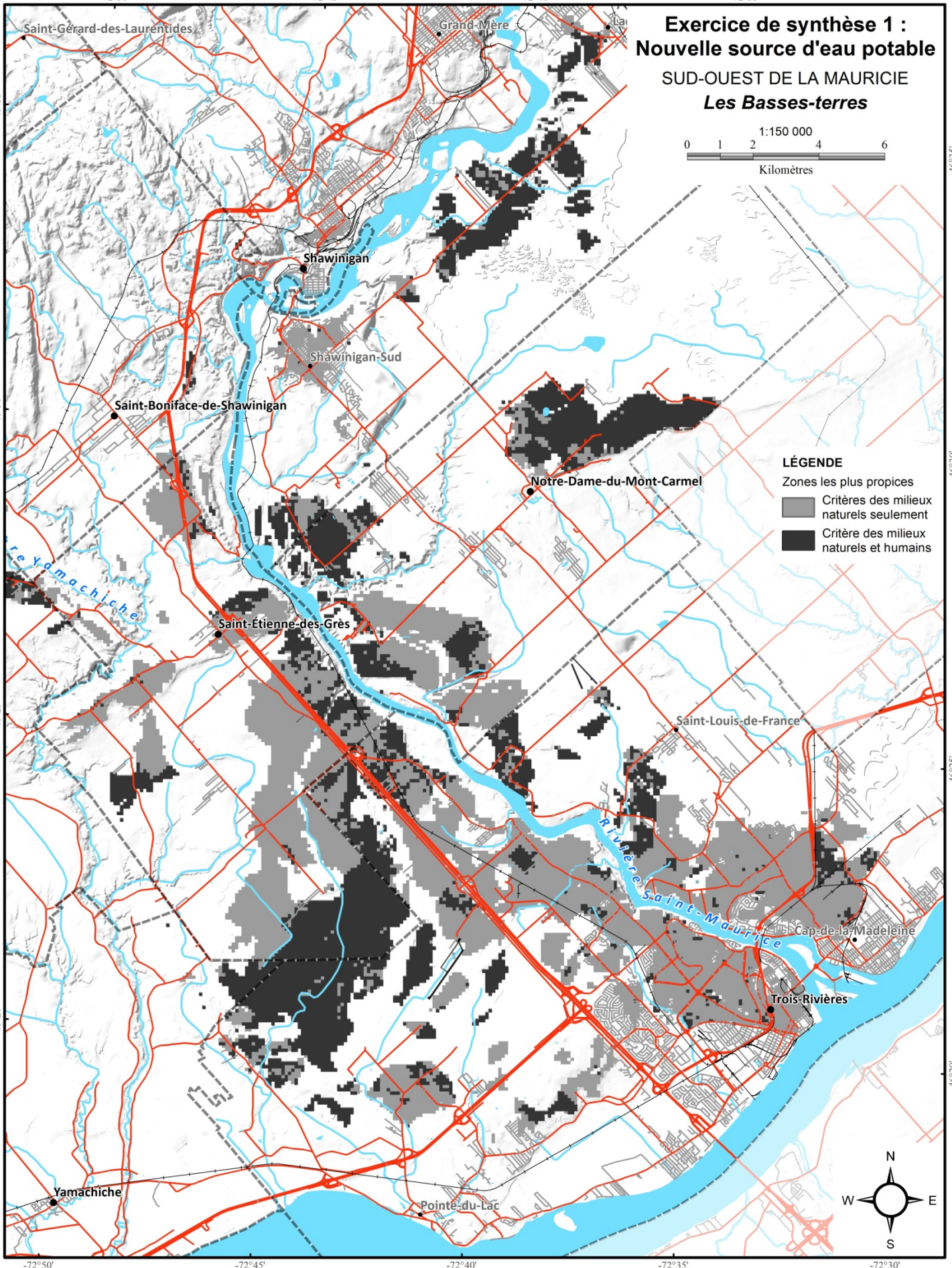
<b>Cartographie</b>	<b>Critère</b>
<b>Milieu naturel</b>	
Épaisseur des dépôts meubles	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 20 m d'épaisseur</li> </ul>
Profils hydrostratigraphiques	
Contextes hydrogéologiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 10 m d'épaisseur</li> </ul>
Épaisseur et limites des aquifères à nappe libre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nappe libre dans les dépôts meubles sur le roc</li> <li>Nappe libre dans les dépôts meubles sur la nappe captive dans le roc ou le till</li> <li>Nappe libre dans les dépôts meubles sur la nappe semi-captive dans le roc ou le till</li> </ul>
Piézométrie de la nappe libre	
Recharge et résurgence	
Vulnérabilité de la nappe libre	<ul style="list-style-type: none"> <li>« Faible » : indice DRASTIC de 100 ou moins</li> <li>« Moyen » : indice de plus de 100 et de moins de 180</li> </ul>
Qualité de l'eau – Critères de santé	
Qualité de l'eau – Critères esthétiques	
<b>Milieu humain</b>	
Occupation du sol	<ul style="list-style-type: none"> <li>Non-agricole</li> <li>Non-surface à nu et bâti</li> </ul>
Affectation du territoire	<ul style="list-style-type: none"> <li>Non-agricole</li> <li>Non-urbain</li> <li>Non-résidentiel</li> <li>Non-industrielle</li> <li>Non-commerciale</li> <li>Non-infrastructure et transport</li> </ul>

# Exercice de synthèse 1 : Nouvelle source d'eau potable SUD-OUEST DE LA MAURICIE *Les Basses-terres*



## LÉGENDE

- Zones les plus propices
- Critères des milieux naturels seulement
  - Critère des milieux naturels et humains



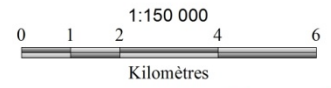
## Exercice de synthèse 2

Dans le secteur des Basses-terres, quelles zones devraient être protégées en priorité pour la recharge?

Exemple d'un cheminement d'expert :


Cartographie	Critère
<b>Milieu naturel</b>	
Épaisseur des dépôts meubles	
Profils hydrostratigraphiques	
Contextes hydrogéologiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nappe libre dans les dépôts meubles sur le roc</li> <li>• Nappe libre dans les dépôts meubles sur la nappe captive dans le roc ou le till</li> <li>• Nappe libre dans les dépôts meubles sur la nappe semi-captive dans le roc ou le till</li> <li>• Nappe libre dans le roc ou le till</li> </ul>
Épaisseur et limites des aquifères à nappe libre	
Piézométrie de la nappe libre	
Recharge et résurgence	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zone de recharge préférentielle (plus de 400 mm/an)</li> </ul>
Vulnérabilité de la nappe libre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• « Moyen » : indice de plus de 100 et de moins de 180</li> <li>• « Élevé » : indice de 180 ou plus</li> </ul>
Qualité de l'eau – Critères de santé	
Qualité de l'eau – Critères esthétiques	
<b>Milieu humain</b>	
Occupation du sol	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Non-agricole</li> <li>• Non-surface à nu et bâti</li> </ul>
Affectation du territoire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Non-agricole</li> <li>• Non-urbain</li> <li>• Non-résidentiel</li> <li>• Non-industrielle</li> <li>• Non-commerciale</li> <li>• Non-infrastructure et transport</li> </ul>


## Exercice de synthèse 2 : Zones de recharge à protéger SUD-OUEST DE LA MAURICIE *Les Basses-terres*

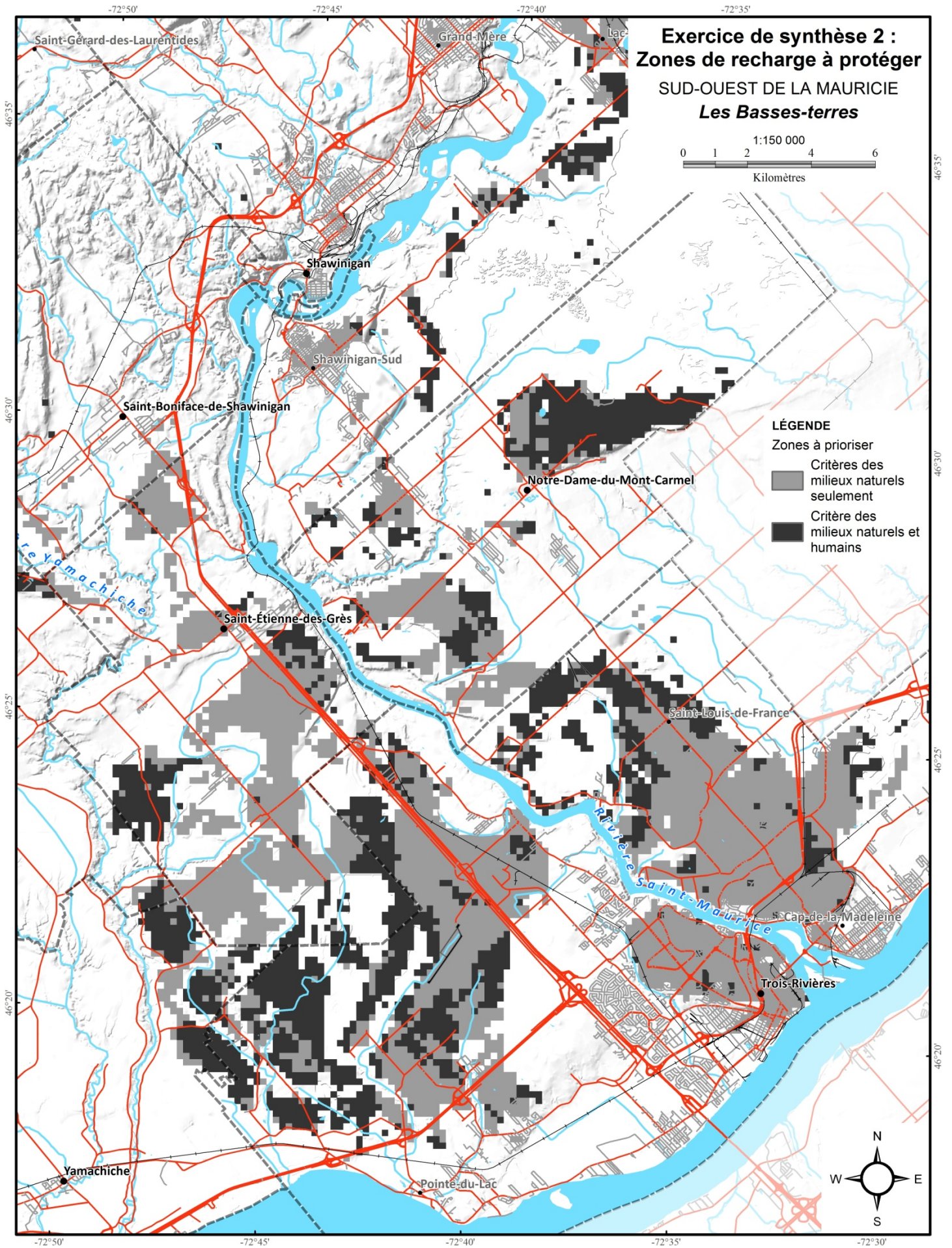


### LÉGENDE

Zones à prioriser

 Critères des milieux naturels seulement

 Critère des milieux naturels et humains



### Exercice de synthèse 3

*Dans le secteur des Basses-terres, 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 :

<b>Cartographie</b>	<b>Critère</b>
<b>Milieu naturel</b>	
Épaisseur des dépôts meubles	
Profils hydrostratigraphiques	
Contextes hydrogéologiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nappe captive dans le roc ou le till</li> <li>• Nappe semi-captive dans le roc ou le till</li> </ul>
Épaisseur et limites des aquifères à nappe libre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; 2 m</li> </ul>
Piézométrie de la nappe libre	
Recharge et résurgence	<ul style="list-style-type: none"> <li>• À l'extérieur de zone de recharge élevée (250 mm - 400 mm/an)</li> <li>• À l'extérieur de zone de recharge préférentielle (plus de 400 mm/an)</li> </ul>
Vulnérabilité de la nappe libre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• « Faible » : indice DRASTIC de 100 ou moins</li> </ul>
Qualité de l'eau – Critères de santé	
Qualité de l'eau – Critères esthétiques	
<b>Milieu humain</b>	
Occupation du sol	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agricole</li> <li>• Surface à nu et bâti</li> </ul>
Affectation du territoire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agricole</li> <li>• Urbain</li> <li>• Résidentiel</li> <li>• Industrielle</li> <li>• Commerciale</li> <li>• Infrastructure et transport</li> </ul>

# Exercice de synthèse 3 : Implantation activité polluante SUD-OUEST DE LA MAURICIE *Les Basses-terres*



## LÉGENDE

Zones les plus propices

■ Critères des milieux naturels seulement

■ Critère des milieux naturels et humains

