

ATELIER A

Familiarisation avec les connaissances hydrogéologiques

Vaudreuil-Soulanges

RÉPONSES AUX EXERCICES DU
CAHIER DU PARTICIPANT

Septembre 2017



Niveau de difficulté des questions

F facile

M moyennement facile

D difficile

Table des matières

Topographie du roc.....	4
Épaisseur des dépôts meubles.....	4
Contextes hydrogéologiques.....	4
Conditions de confinement.....	5
Piézométrie.....	5
Recharge et résurgence.....	6
Vulnérabilité.....	6
Qualité de l'eau – critères de santé.....	6
Qualité de l'eau – critères esthétiques.....	7
Coupe conceptuelle A-A'.....	7
Coupe conceptuelle B-B'.....	7
Questions de synthèse.....	8
Exercice 1.....	10
Exercice 2.....	12
Exercice 3.....	14

Topographie du roc

		Vrai	Faux
F	La topographie du roc est plus adoucie que la topographie de surface.		X
F	Pour les principaux reliefs (ex. : mont Rigaud), la topographie du roc suit les mêmes tendances que la topographie de surface.	X	
M	L'élévation du roc est plus faible à l'emplacement de Saint-Clet qu'à l'emplacement de Coteau-du-Lac, malgré le fait que ce dernier soit en bordure du St-Laurent et donc plus bas en altitude.	X	

M Où est-on susceptible de retrouver les épaisseurs de dépôts meubles les plus importantes selon la topographie du roc?

Les dépôts meubles peuvent s'accumuler en grande quantité dans les dépressions (creux) du roc, soit dans celle de près de 30 km de long présente dans la plaine centrale depuis le contrebas de Saint-Justine-de-Newton vers Saint-Clet puis Saint-Lazare, et aussi dans celle qui longe la rivière des Outaouais depuis le sud-est de Pointe-Fortune vers Hudson.

Épaisseur des dépôts meubles

		Vrai	Faux
F	On retrouve les dépôts meubles les plus épais près de Saint-Télesphore.		X
F	Les dépôts meubles sont quasi inexistantes sur le mont Rigaud.	X	
M	La fiabilité de l'estimation de l'épaisseur des dépôts meubles est similaire sur l'ensemble du territoire.		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	Les dépôts argileux sont rencontrés sous l'élévation de 75 m et majoritairement concentrés en zone de plaine.	X	
M	On retrouve des aquifères de dépôts meubles dans la portion est du territoire situé entre Saint-Lazare, Vaudreuil et Les Cèdres.		X

M Quels sont les dépôts meubles suffisamment perméables pour pouvoir constituer des aquifères selon la légende de la carte des contextes hydrogéologiques?

Les dépôts meubles perméables pouvant constituer des aquifères, s'ils sont suffisamment épais et saturés en eau, sont :

- les sédiments des complexes des buttes de Saint-Lazare et Hudson,
- le sable épais,

- les sables captifs dont l'épaisseur dépasse 4 m et
- les segments d'esker.

D Quelles sont les séquences d'empilement des dépôts meubles les plus complexes et où les retrouve-t-on?

Les deux séquences les plus complexes sont constituées de cinq unités hydrostratigraphiques :

- 1) *Sable mince en surface, sur de l'argile, sur des sables captifs d'épaisseur supérieure à 4 m, sur le till, sur le roc; retrouvé localement sur les bordures nord et sud de la butte de Saint-Lazarre, sur la bordure nord du mont Rigaud et en bordure du fleuve Saint-Laurent, entre Rivière-Beaudette et Coteau-du-Lac,*
- 2) *Sable mince en surface, sur de l'argile, sur segment d'esker, sur le till, sur le roc; retrouvé sur les flancs de l'esker de Saint-Télesphore/Rivière-Beaudette.*

Conditions de confinement

		Vrai	Faux
F	La carte de l'Indice de confinement n'indique pas les conditions de confinement des aquifères granulaires.	X	
F	Sur les flancs du mont Rigaud, la couche d'argile est responsable des conditions de nappe semi-captive.		X

F Pourquoi retrouve-t-on des zones à nappe libre entre Saint-Télesphore et Rivière-Beaudette?

Il s'agit du sable épais de l'esker de Saint-Télesphore/Rivière-Beaudette qui affleure en surface, qui n'est donc pas recouvert par une couche d'argile.

M Lorsqu'il y a présence d'argile, les conditions de confinement sont-elles nécessairement à nappe captive?

Non, car la méthode utilisée lors de l'étude indique que pour attribuer des conditions de nappe captive, la couche de sédiments argileux doit être de plus de 3 m d'épais. Si son épaisseur varie entre 1 et 3 m, elle confère des conditions de nappe semi-captive aux aquifères sous-jacents. Si elle est inférieure à 1 m, les aquifères sont à nappe libre. Il faut toutefois aussi considérer l'épaisseur du till compact qui peut influencer sur les conditions de confinement.

Piézométrie

		Vrai	Faux
F	L'eau souterraine s'écoule régionalement des zones de relief vers le fleuve Saint-Laurent et la rivière des Outaouais.	X	
F	Sainte-Justine-de-Newton reçoit son eau souterraine majoritairement depuis Sainte-Marthe.		X
F	L'estimation du niveau piézométrique est plus fiable le long des routes.	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 puits si la couche confinante est transpercée par ce dernier.

Recharge et résurgence

		Vrai	Faux
F	Les zones de recharge préférentielles sont situées sur les principaux reliefs puisqu'on n'y retrouve pas de sédiments imperméables.	X	
F	Les cours d'eau principaux (rivières Deslisle, Beaudette, à la Raquette et Rigaud) constituent des zones de résurgence sur toute leur longueur.		X

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 majoritairement de ces zones où la recharge est la plus élevée. Elles sont plus vulnérables aux activités en 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.

M Qu'est-ce qui indique que les secteurs au sud du Mont-Rigaud et au sud de la butte de Saint-Lazare seraient des zones de résurgence potentielles?

On y a identifié des puits artésiens dont le niveau piézométrique excède la surface du sol. Ainsi, si la couche d'argile y était percée ou absente, on serait susceptible d'y retrouver des sources d'eau souterraine.

Vulnérabilité

		Vrai	Faux
F	On retrouve en majorité des zones à vulnérabilité « moyenne » selon le RPEP.		X
F	Les buttes de Saint-Lazare et Hudson sont caractérisées par une vulnérabilité relativement élevée à cause des sédiments granulaires en surface.	X	
M	Cette carte permet de déterminer la vulnérabilité de l'aire d'alimentation d'un puits.		X

D Parmi les 7 paramètres physiques et hydrogéologiques utilisés pour le calcul de l'indice DRASTIC, lesquels influencent le plus le résultat de DRASTIC dans la plaine argileuse?

La profondeur élevée du toit de la nappe (sous les argiles), le faible taux de recharge annuelle, le sol argileux en surface limitant l'infiltration des précipitations et la zone vadose peu perméable sont les facteurs qui diminuent le plus la l'indice de vulnérabilité des aquifères dans ce contexte.

Qualité de l'eau – critères de santé

		Vrai	Faux
F	Les dépassements en fluor seraient d'origine naturelle.	X	
F	Aucune problématique de contamination bactériologique n'existe sur le territoire.		X
M	Des concentrations en azote sous forme de nitrites et nitrates (NO ₂ -NO ₃) d'origine anthropique, associée à l'agriculture ou aux traitements des eaux usées, ont été identifiées dans quelques puits.	X	

M Pourquoi les dépassements en fluor sont-ils problématiques?

Santé Canada (2014) informe que les fluorures peuvent causer une fluorose dentaire modérée, mais que cet effet est d'ordre cosmétique plutôt que fondé sur la santé.

Qualité de l'eau – critères esthétiques

		Vrai	Faux
F	L'eau souterraine présente rarement une odeur d'œufs pourris dans la zone d'étude.	X	
F	Les problématiques de fer semblent affecter de manière plus fréquente les aquifères de dépôts meubles.		X
D	Des vestiges de l'eau salée de la mer de Champlain pourraient être responsables des dépassements en sodium, en chlorures et en matières dissoutes totales.	X	

D Pourquoi les dépassements en manganèse sont-ils problématiques?

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) et avoir des effets potentiellement nocifs sur la structure du cerveau (Lao et coll., 2017). Les auteurs prônent une réglementation plus stricte des taux de manganèse dans l'eau.

Coupe conceptuelle A-A'

		Vrai	Faux
F	Les dépôts meubles sont partout présents en surface.		X
F	Les zones à nappe libre avec recharge et vulnérabilité élevées se retrouvent exclusivement sur le mont Rigaud.		X

F Sur cette coupe, où retrouve-t-on les dépôts meubles les plus épais et quelle est cette épaisseur?

On retrouve des dépôts meubles de 80 m d'épais dans la vallée enfouie au sud du mont Rigaud, au km 12 de la coupe.

F Sur cette coupe, l'eau souterraine s'écoule d'où et vers où?

L'eau souterraine s'écoule régionalement de Mont Rigaud vers le fleuve Saint-Laurent au sud et vers la rivière des Outaouais au nord. Des écoulements plus locaux ont lieu depuis les zones à nappe libre et semi-captives de la plaine vers le fleuve Saint-Laurent.

Coupe conceptuelle B-B'

		Vrai	Faux
F	La surface du roc enfouie sous les sédiments est plane.		X

F	L'argile se retrouve partout sous la limite de leur mise en place dans la mer de Champlain (75 m).		X
F	L'eau souterraine de la plaine argileuse est parfois évoluée et minéralisée de type Na-Cl et présente de nombreux dépassements d'OE.	X	

F Quels sont les aquifères de dépôts meubles au plus grand potentiel d'exploitation, quelle est leur épaisseur approximative et où les retrouve-t-on sur cette coupe?

Les complexes des buttes de Saint-Lazare et Hudson, constitués de dépôts fluvioglaciaires d'environ 30 m d'épais, situés respectivement entre les km 5 et 11 et les km 1 et 3 de la coupe, sont les aquifères de dépôts meuble ayant probablement le plus grand potentiel d'exploitation sur cette coupe. Les sables quaternaires anciens, situés sous la couche argileuse à l'emplacement de ces buttes, offrent aussi un grand potentiel aquifère.

Questions de synthèse

		Vrai	Faux
F	La recharge est nulle au niveau des zones à nappe captive et semi-captive.		X
F	La corrélation est forte entre la carte de la vulnérabilité et celles des contextes hydrogéologiques, du confinement, de la piézométrie et de la recharge.	X	

M Comment les aquifères à nappe captive sont-ils alimentés en eau souterraine?

Ils sont alimentés par écoulement latéral de l'eau souterraine provenant de la portion de l'aquifère à nappe libre en amont piézométrique qui reçoit une recharge significative, lorsque la couche imperméable (aquitard) diminue en épaisseur ou même disparaît.

M 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.

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.

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).

	Vrai	Faux
D 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 La moins bonne qualité de l'eau de la plaine argileuse est due à une surface piézométrique relativement plane responsable de l'écoulement rapide de l'eau souterraine et d'un temps de résidence court dans l'aquifère.		X

D Pourquoi retrouve-t-on des dépressions du roc remplies de grandes quantités de dépôts meubles dans la plaine centrale et en bordure de la rivière des Outaouais?

La surface du roc y est sous le niveau moyen de la mer. Ces vallées enfouies marquent sans doute l'emplacement d'anciens chenaux du fleuve Saint-Laurent, datant d'avant le dernier épisode glaciaire. Les sédiments quaternaires anciens, fluvioglaciaires et glaciomarins s'y sont accumulés depuis sur une épaisseur pouvant atteindre plus de 80 m.

D Pourquoi la présence d'un dépôt meuble perméable sur la carte des contextes hydrogéologiques n'assure-t-elle pas nécessairement la présence d'un aquifère 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. Une épaisseur trop faible (ex. : < 5 m) ferait en sorte que l'aquifère serait rapidement dénoyé.

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.

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

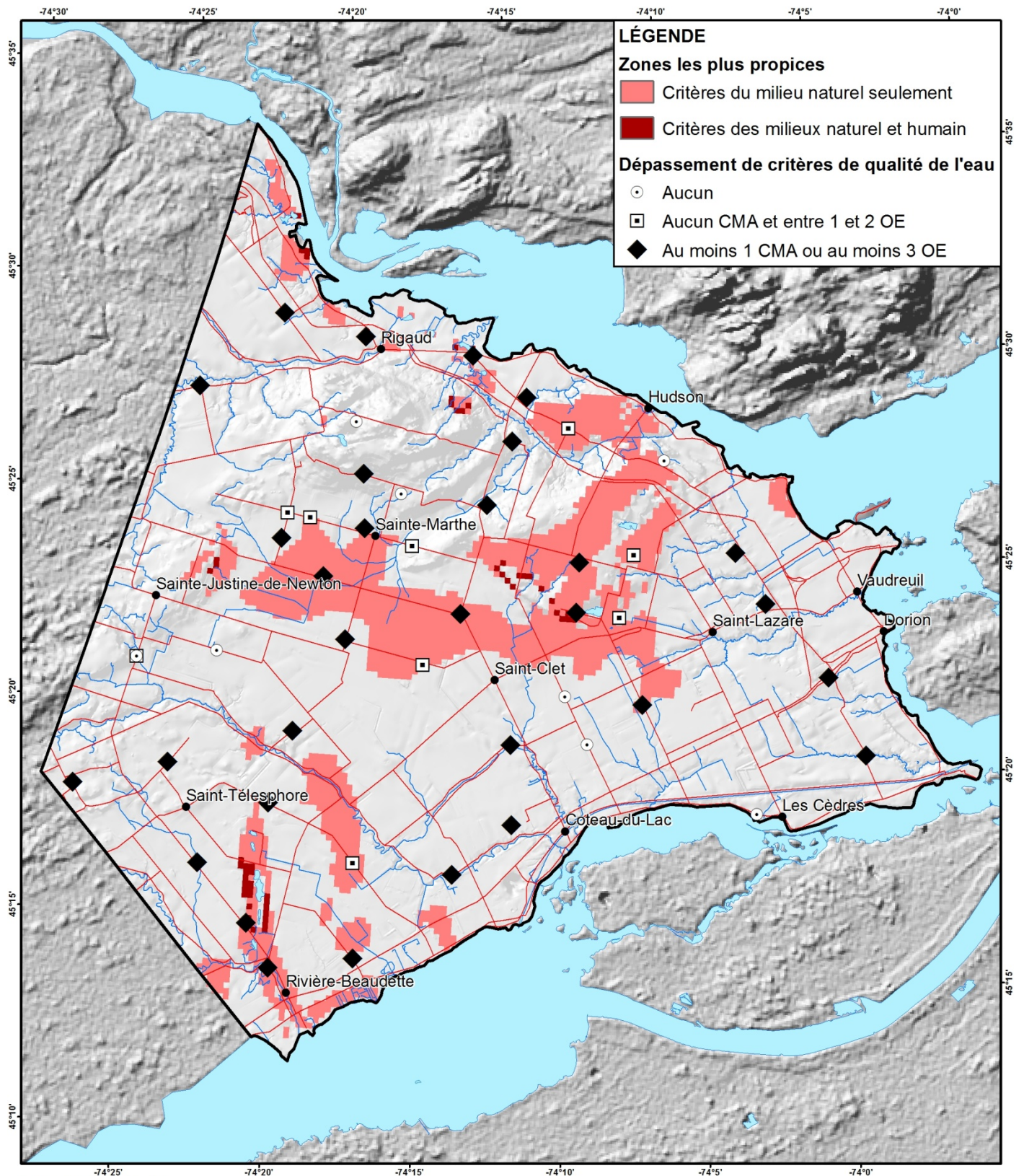
Les milieux humides regroupent les sites saturés en eau ou inondés durant une période suffisante pour influencer la végétation et le substrat. Ils sont souvent alimentés par l'exfiltration de l'eau souterraine. Ces zones de résurgence constituent des environnements de transition entre les systèmes aquifères 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.

Exercice 1

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

Exemple d'un cheminement d'expert :

Cartographie	Critère
Milieu naturel (voir p. 28 à 45)	
Topographie du roc	
Épaisseur des dépôts meubles	<ul style="list-style-type: none"> • > 5 m d'épaisseur
Contextes hydrogéologiques	<ul style="list-style-type: none"> • Présence de sédiments perméables épais dans la séquence hydrostratigraphique <ul style="list-style-type: none"> ○ Complexes des buttes de Saint-Lazarre et Hudson ○ Sable épais ○ Sables captifs épaisseur >4m ○ Segment esker
Conditions de confinement	
Piézométrie	
Recharge et résurgence	
Vulnérabilité	<ul style="list-style-type: none"> • « Faible » : indice DRASTIC < 100 • « Moyen » : indice DRASTIC > 100 et < 180
Qualité de l'eau – Critères de santé	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun dépassement de CMA à proximité
Qualité de l'eau – Critères esthétiques	<ul style="list-style-type: none"> • Moins de 3 dépassements d'OE à proximité
Milieu humain (voir p. 46 et 47)	
Occupation du sol	<ul style="list-style-type: none"> • Zones forestières • Zones humides
Affectation du territoire	<ul style="list-style-type: none"> • Conservation • Récréative • Publique



LÉGENDE

Zones les plus propices

- Critères du milieu naturel seulement
- Critères des milieux naturel et humain

Dépassement de critères de qualité de l'eau

- Aucun
- Aucun CMA et entre 1 et 2 OE
- Au moins 1 CMA ou au moins 3 OE



Exercice 1

Zone Vaudreuil-Soulanges

0 2 4 6 8 10 Km

1 / 225 000

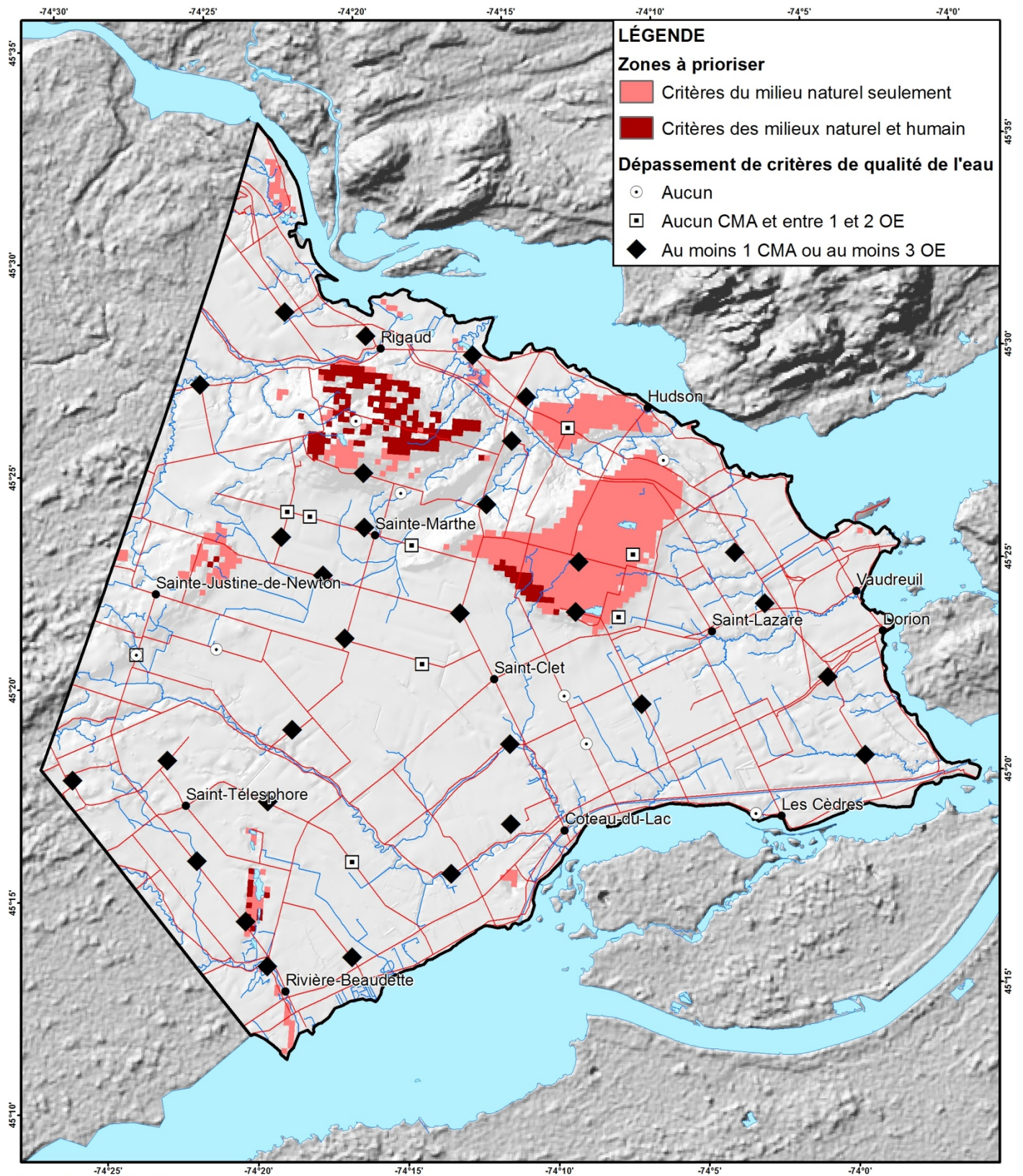


Exercice 2

Quelles zones devraient être protégées en priorité pour la recharge?

Exemple d'un cheminement d'expert :

Cartographie	Critère
Milieu naturel (voir p. 28 à 45)	
Topographie du roc	
Épaisseur des dépôts meubles	
Contextes hydrogéologiques	<ul style="list-style-type: none"> • Absence d'argile dans la séquence hydrostratigraphique <ul style="list-style-type: none"> ○ Complexes des buttes de Saint-Lazarre et Hudson ○ Sable mince - till ○ Sable épais ○ Till ○ Till mince ○ Roc
Conditions de confinement	<ul style="list-style-type: none"> • Libre • Semi-captif
Piezométrie	
Recharge et résurgence	<ul style="list-style-type: none"> • Recharge préférentielle (> 200 mm/an)
Vulnérabilité	<ul style="list-style-type: none"> • « Moyen » : indice DRASTIC > 100 et < 180 • « Élevé » : indice DRASTIC > 180
Qualité de l'eau – Critères de santé	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun dépassement de CMA à proximité
Qualité de l'eau – Critères esthétiques	<ul style="list-style-type: none"> • Moins de 3 dépassements d'OE à proximité
Milieu humain (voir p. 46 et 47)	
Occupation du sol	<ul style="list-style-type: none"> • Zones forestières • Zones humides
Affectation du territoire	<ul style="list-style-type: none"> • Conservation • Récréative • Publique



LÉGENDE

Zones à prioriser

- Critères du milieu naturel seulement
- Critères des milieux naturel et humain

Dépassement de critères de qualité de l'eau

- Aucun
- Aucun CMA et entre 1 et 2 OE
- Au moins 1 CMA ou au moins 3 OE



Exercice 2
Zone Vaudreuil-Soulanges

0 2 4 6 8 10 Km

1 / 225 000

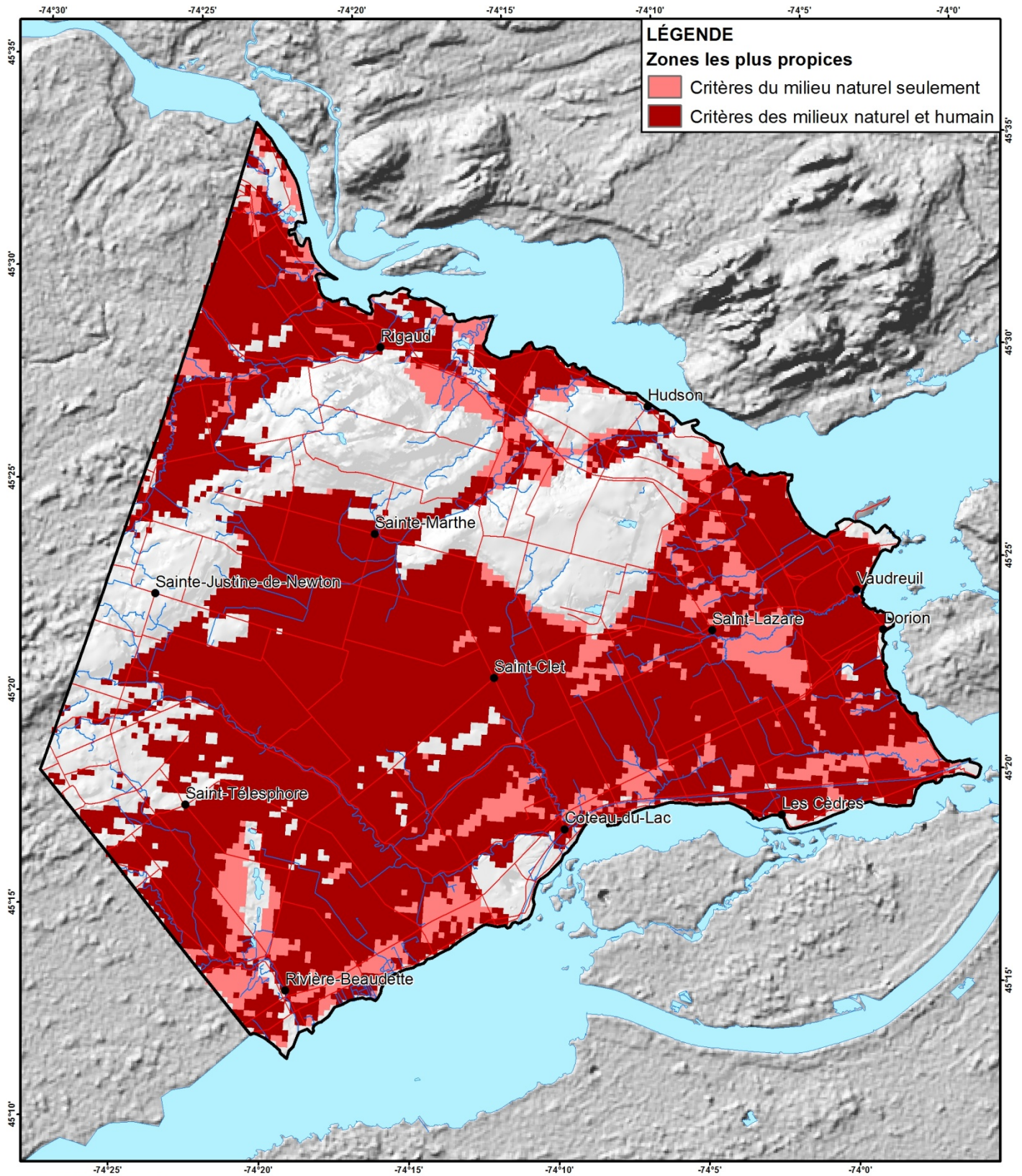


Exercice 3

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
Milieu naturel (voir p. 28 à 45)	
Topographie du roc	
Épaisseur des dépôts meubles	<ul style="list-style-type: none"> • > 3 m d'épaisseur
Contextes hydrogéologiques	<ul style="list-style-type: none"> • Présence d'argile dans la séquence hydrostratigraphique <ul style="list-style-type: none"> ○ Argile - till ○ Sable mince - argile - till
Conditions de confinement	<ul style="list-style-type: none"> • Captif
Piézométrie	
Recharge et résurgence	<ul style="list-style-type: none"> • Recharge = 0 mm/an
Vulnérabilité	<ul style="list-style-type: none"> • « Faible » : indice DRASTIC < 100
Qualité de l'eau – Critères de santé	
Qualité de l'eau – Critères esthétiques	
Milieu humain (voir p. 46 et 47)	
Occupation du sol	<ul style="list-style-type: none"> • Zones agricoles • Zones urbaines • Zones de carrières/sablières/gravières
Affectation du territoire	<ul style="list-style-type: none"> • Agricole • Commerciale • Industrielle • Résidentielle • Urbaine



LÉGENDE
Zones les plus propices
■ Critères du milieu naturel seulement
■ Critères des milieux naturel et humain



Exercice 3
Zone Vaudreuil-Soulanges

0 2 4 6 8 10 Km

1 / 225 000

