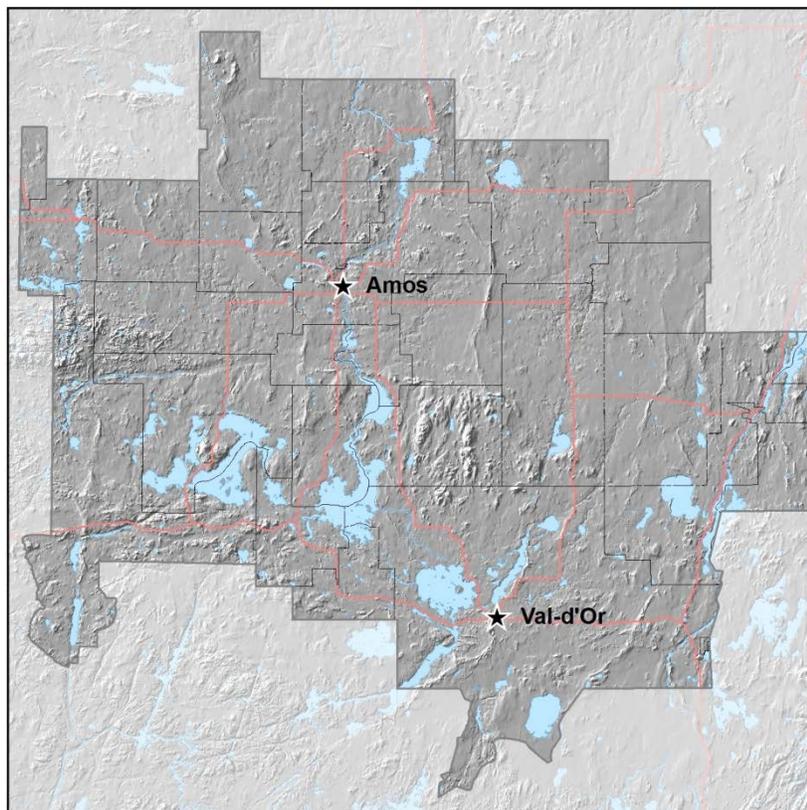


1^{er} atelier de transfert des connaissances sur les eaux souterraines du PACES de l'Abitibi-Témiscamingue (partie 1)

RÉPONSES AUX EXERCICES
DE L'ATELIER DU 3 JUIN 2014



Atelier organisé par :

le Réseau québécois sur les eaux souterraines,
le Groupe de recherche sur l'eau souterraine de l'Université du Québec en
Abitibi-Témiscamingue, la Société de l'eau souterraine de l'Abitibi-
Témiscamingue et l'Université du Québec à Trois-Rivières



Niveau de difficulté des questions

F – facile

M – moyennement facile

D – difficile

Table des matières

Les caractéristiques des conditions de nappe captive – cas du secteur de Rochebaucourt	3
Coupe stratigraphique	3
Séquences stratigraphiques.....	3
Épaisseur des dépôts meubles	4
Conditions d'écoulement de la nappe	4
Piézométrie	5
Zones préférentielles de recharge et de résurgence	5
Vulnérabilité.....	6
Les caractéristiques des conditions de nappe libre – cas de la Moraine d'Harricana près de Val-d'Or.....	7
Coupe stratigraphique	7
Séquences stratigraphiques.....	7
Épaisseur des dépôts meubles	8
Conditions d'écoulement de la nappe	8
Piézométrie	9
Zones préférentielles de recharge et de résurgence	9
Vulnérabilité.....	10
Les caractéristiques des conditions de nappe libre – cas de l'esker Vaudray-Joannès.....	11
Coupe stratigraphique	11
Séquences stratigraphiques.....	11
Épaisseur des dépôts meubles	12
Conditions d'écoulement de la nappe	12
Piézométrie	13
Zones préférentielles de recharge et de résurgence	13
Vulnérabilité.....	14
Les caractéristiques de l'ensemble du territoire de l'AT1	15
Séquences stratigraphiques.....	15
Épaisseur des dépôts meubles	15
Conditions d'écoulement de la nappe	16
Piézométrie	16
Zones préférentielles de recharge et de résurgence	17
Vulnérabilité.....	18
Qualité de l'eau – Critères de santé.....	18
Qualité de l'eau – Critères esthétiques	19
Exercice de synthèse 1	20
Exercice de synthèse 2	22
Exercice de synthèse 3	24

Les caractéristiques des conditions de nappe captive – cas du secteur de Rochebaucourt

Coupe stratigraphique

		Vrai	Faux
F	• La couverture argileuse est partout présente dans la section de la coupe représentée sur la carte des séquences stratigraphiques du secteur de Rochebaucourt.	X	
M	• Les topographies de la surface et du roc sont relativement planes.		X
M	• Le till se retrouve dans les dépressions du socle rocheux.	X	
D	• L'épaisseur des dépôts meubles est toujours importante selon la coupe.		X

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

Les sédiments juxtaglaciaires de l'esker Despinassy, situés à l'extrémité est de la coupe (au km 25), constituent probablement l'aquifère ayant le meilleur potentiel d'exploitation.

D Quel est le nombre maximal d'unités géologiques différentes qui sont ponctuellement superposées dans la section de la coupe représentée sur la carte des séquences stratigraphiques du secteur Rochebaucourt ? Quelles sont-elles et où ces superpositions se retrouvent-elles ?

Il y a au maximum 4 unités géologiques qui se superposent. Il s'agit, depuis la surface, des argiles glaciolacustres, des sédiments fluvioglaciaires, du till et du roc. On retrouve ces superpositions où il y a du till en profondeur (principalement aux km 13 et 17).

Séquences stratigraphiques

		Vrai	Faux
F	• On observe une grande étendue de tourbière au sud-est du village de Champneuf.	X	
M	• La plaine argileuse est « percée » à quelques endroits par des crêtes d'esker et des remontées du roc.	X	
M	• La stratigraphie est dominée par des argiles déposées directement sur l'aquifère de roc fracturé.		X

D À quoi correspondent les affleurements de sable et gravier que l'on observe au centre du secteur d'étude ?

Ces dépôts correspondent à des portions de l'esker de Barraute.

Épaisseur des dépôts meubles

		Vrai	Faux
F	• Les dépôts meubles les plus épais se retrouvent près du village de La Morandière.	X	
F	• Les dépôts meubles les plus minces correspondent aux zones d'affleurement rocheux.	X	
M	• Il est possible de connaître l'épaisseur exacte de l'argile grâce à cette carte de l'épaisseur des dépôts meubles.		X
M	• Cette carte suggère une topographie relativement plane du roc enfoui.		X

F Quelle est l'épaisseur maximale approximative de dépôts meubles que l'on retrouve dans le secteur d'étude ?

L'épaisseur maximale d'environ 50 m est observée au sud du village de La Morandière.

D Comment peut-on localiser les aquifères granulaires susceptibles d'être enfouis sous l'argile ?

Les sédiments glaciaires (till) et fluvioglaciaires se sont accumulés dans les dépressions du socle rocheux. Ces dépressions peuvent être repérées aux endroits où les dépôts meubles sont épais. Lorsqu'elles sont situées où on retrouve la plaine argileuse, on est donc susceptible de retrouver des dépôts granulaires sous la couche d'argile.

Conditions d'écoulement de la nappe

		Vrai	Faux
F	• Le secteur d'étude repose en grande partie sur une nappe libre.		X
F	• Les centres des villages de Rochebaucourt, La Morandière et Champneuf sont bâtis sur une nappe captive.	X	
F	• Le roc affleurant du sud-ouest du secteur d'étude constitue un aquifère à nappe captive.		X
M	• Une nappe captive est protégée de la contamination de polluants qui proviennent directement de la surface.	X	
M	• Une nappe captive est alimentée par l'eau des précipitations qui proviennent directement de la surface.		X

M À quelles formations géomorphologiques correspondent les zones à nappe captive ?

Elles correspondent principalement aux altitudes de moins de 320 m qui constituent la limite de sédimentation des argiles dans les eaux profondes du lac Barlow-Ojibway.

M À quelles formations géomorphologiques correspondent les zones à nappe libre ?

Elles correspondent principalement aux altitudes de plus de 320 m associées aux crêtes d'esker et aux remontées du socle rocheux qui percent la plaine argileuse.

Piézométrie

		Vrai	Faux
F	• On retrouve les niveaux piézométriques les plus élevés autour du village de Rochebaucourt.		X
F	• L'eau souterraine s'écoule des niveaux piézométriques élevés aux niveaux piézométriques faibles.	X	
M	• L'eau souterraine s'écoule généralement du sud vers le nord sur ce secteur d'étude.	X	

F Quelle est la variation maximale du niveau piézométrique observé sur ce secteur d'étude ?

Le niveau piézométrique varie d'environ 30 m.

M Pourquoi les niveaux piézométriques sont-ils peu élevés dans ce secteur d'étude ?

Les niveaux piézométriques les plus bas du territoire de l'AT1 sont observés au niveau de la plaine argileuse, à des altitudes inférieures à 300 m.

M Pourquoi y a-t-il un écoulement général de l'eau souterraine du sud vers le nord ?

À l'échelle régionale, l'écoulement se fait généralement depuis les hauts topographiques vers les bas topographiques. À la limite sud du secteur d'étude, on retrouve une zone d'affleurement rocheux légèrement plus élevé que la plaine argileuse. L'écoulement provient donc de cette zone.

Zones préférentielles de recharge et de résurgence

		Vrai	Faux
F	• Les centres des villages de Rochebaucourt, La Morandière et Champneuf sont localisés sur des zones préférentielles de recharge.		X
F	• On retrouve quelques sources ponctuelles sur le secteur d'étude.		X
M	• Les quelques zones préférentielles de recharge correspondent essentiellement aux eskers et aux zones d'affleurement rocheux.	X	
M	• Les zones de résurgence diffuses sont généralement situées en bordure des eskers.	X	

M Pourquoi la majeure partie du territoire n'est pas considérée comme zone préférentielle de recharge ?

La plaine argileuse, qui domine le secteur d'étude, contient des sédiments relativement imperméables responsables des conditions captives de la nappe. Le taux de recharge y est donc très faible, considérée inférieure à 100 mm/an.

D D'un point de vue hydrogéologique, que signifient les éléments du réseau hydrographique en contact avec une nappe libre ?

Aux endroits dans les lacs et rivières identifiés comme étant en contact avec un aquifère à nappe libre, il y a échange entre les eaux de surface et les eaux souterraines. Très souvent, au Québec, ce sont les eaux souterraines qui alimentent les lacs et rivières et non le contraire. Ces endroits d'échanges représentent donc l'exfiltration (ou résurgence) de l'eau souterraine dans le réseau hydrographique de surface, fournissant ainsi le débit de base des cours d'eau.

Vulnérabilité

		Vrai	Faux
F	• Le secteur d'étude est dominé par un degré de vulnérabilité « moyen » et « faible ».	X	
F	• Les centres des villages de Rochebaucourt, La Morandière et Champneuf reposent sur des aquifères faiblement vulnérables.	X	
M	• Les affleurements rocheux correspondent à des zones de vulnérabilité uniforme.		X
M	• La crête de l'esker de Barraute présente la vulnérabilité la plus élevée.	X	

F Selon cette carte de la vulnérabilité, où sont situés les aquifères les plus susceptibles de se voir affecter par une contamination provenant de la surface ?

Les aquifères les plus susceptibles sont situés où l'indice DRASTIC est plus faible (couleurs froides). Inversement, les aquifères les moins susceptibles sont situés où le l'indice DRASTIC est plus élevé (couleurs chaudes).

M Pourquoi la vulnérabilité est elle généralement faible sur ce secteur d'étude ?

L'argile a une incidence prépondérante sur l'évaluation des indices DRASTIC. Les données évaluées par le PACES-AT1 tendent à indiquer que cette unité aquitard permettrait de réduire significativement la vulnérabilité des aquifères à nappe captive en limitant le potentiel de migration de contaminants issus de la surface du sol.

Les caractéristiques des conditions de nappe libre – cas de la Moraine d’Harricana près de Val-d’Or

Coupe stratigraphique

		Vrai	Faux
F	• La couverture argileuse est présente partout sur cette coupe.		X
M	• Les sédiments juxtaglaciaires de la Moraine d’Harricana peuvent atteindre près de 50 m d’épaisseur.	X	
M	• Le roc est toujours enfoui sous des dépôts meubles selon la coupe.		X
D	• Les flancs de la Moraine d’Harricana sont enfouis par de l’argile qui protège l’eau souterraine de contaminants qui proviendrait directement de la surface.		X

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

Les sédiments juxtaglaciaires de la Moraine d’Harricana, situés près l’extrémité ouest de la coupe (entre les km 1 et 2), constituent probablement l’aquifère ayant le meilleur potentiel d’exploitation.

M Quelles sont les largeurs approximatives en surface et en profondeur de la Moraine d’Harricana selon cette coupe ?

Les dépôts meubles de la moraine affleurent sur seulement quelques centaines de mètres sur la coupe. En profondeur, la moraine fait plus de 1 km de largeur.

D Quel est le nombre maximal d’unités géologiques différentes qui sont ponctuellement superposées sur cette coupe ? Quelles sont-elles et où ces superpositions se retrouvent-elles ?

Il y a deux séquences qui contiennent un maximum de 4 unités géologiques qui se superposent. La première séquence correspond aux flancs de la Moraine d’Harricana où on retrouve, en partant de la surface, des sédiments littoraux, les dépôts granulaires de l’esker, des sédiments fluvioglaciaires et le roc. À partir du km 3 et vers l’est, la séquence est caractérisée par une superposition d’argiles glaciolacustres sur des sédiments fluvioglaciaires sur du till sur du roc

Séquences stratigraphiques

		Vrai	Faux
F	• Le secteur à l’ouest du lac Blouin fait partie de la plaine argileuse.	X	
M	• Des sédiments granulaires s’étendent sur plusieurs km à l’est de la Moraine d’Harricana.	X	
D	• Le centre-ville de Val-d’Or repose entièrement sur des dépôts meubles granulaires.		X

D En quoi la Moraine d’Harricana est-elle différente entre les portions au nord et au sud du centre-ville de Val-d’Or ?

Au sud de la ville, les dépôts granulaires de la moraine affleurent en surface sur une plus grande largeur. Aussi, la couverture argileuse y semble plus éloignée des flancs de l'esker.

Épaisseur des dépôts meubles

		Vrai	Faux
F	• Les dépôts meubles les plus épais sont associés à la plaine argileuse.		X
F	• Le centre-ville de Val-d'Or est en partie construit sur des dépôts meubles épais.	X	
M	• Les zones aux épaisseurs importantes sont toutes associées à la Moraine d'Harricana.		X
M	• La topographie du roc semble rugueuse.	X	

F Quelle est l'épaisseur maximale approximative de dépôts meubles que l'on retrouve dans le secteur d'étude ?

L'épaisseur maximale d'environ 70 m est observée dans la Moraine d'Harricana au sud-est du lac Blouin.

M Comment la topographie du socle rocheux influence-t-elle l'épaisseur des dépôts meubles ?

Les dépôts meubles s'accumulent dans les dépressions du socle rocheux, masquant ainsi l'importante rugosité du roc en surface. De manière générale, les hauts topographiques du roc correspondent aux zones de faible épaisseur des dépôts meubles tandis que les bas topographiques du roc correspondent aux zones de grandes épaisseurs.

Conditions d'écoulement de la nappe

		Vrai	Faux
F	• Les zones à nappe libre sont toutes associées à la Moraine d'Harricana.		X
F	• Le centre-ville de Val-d'Or repose entièrement sur une nappe libre.		X
M	• La présence d'argile est responsable des conditions de nappe captive des flancs de la Moraine d'Harricana dans sa portion au nord du centre-ville de Val-d'Or.	X	
M	• Une nappe libre est alimentée par l'eau des précipitations qui proviennent directement de la surface.	X	

M Comment les conditions d'écoulement de la nappe sont-elles déterminées par ce projet d'étude ?

La présence ou non d'argile dans les séquences stratigraphiques détermine si l'aquifère est en condition de nappe captive ou libre. Les zones à nappe captive correspondent donc aux séquences stratigraphiques 5, 6, 7, 8, 9 et 10, alors que les zones à nappe libre correspondent aux séquences stratigraphiques 1, 2, 3, 4 et 11.

M Comment la topographie de surface est-elle reliée aux conditions d'écoulement de la nappe ?

L'élévation maximale, fixée à 320 m, de sédimentation des argiles dans les eaux profondes du lac Barlow-Ojibway, représente assez bien la limite entre les aquifères à nappe captive et à nappe libre.

Piézométrie

		Vrai	Faux
F	• Les niveaux piézométriques les plus élevés se situent au niveau de la Moraine d'Harricana à l'est du lac Blouin.		X
F	• Un écoulement local s'effectue des crêtes de la Moraine d'Harricana vers ses flancs.	X	
M	• L'eau souterraine s'écoule généralement du sud vers le nord sur ce secteur d'étude.	X	

F Quelle est la variation maximale du niveau piézométrique observé sur ce secteur d'étude ?

Le niveau piézométrique varie d'environ 50 m.

M Pourquoi y a-t-il un écoulement général de l'eau souterraine du sud vers le nord ?

À l'échelle régionale, l'écoulement se fait généralement depuis les hauts topographiques vers les bas topographique, soit du sud vers le nord dans le cas de ce secteur d'étude.

Zones préférentielles de recharge et de résurgence

		Vrai	Faux
F	• Le centre-ville de Val-d'Or repose sur une zone préférentielle de recharge.		X
F	• On retrouve quelques sources ponctuelles sur le secteur d'étude.	X	
M	• Les zones préférentielles de recharge ne correspondent qu'à la Moraine d'Harricana.		X
M	• Les zones de résurgence diffuses sont situées aléatoirement sur le secteur d'étude.		X

M Pourquoi le tracé de la Moraine d'Harricana constitue une zone préférentielle de recharge ?

Les eskers/moraine correspondent à des zones préférentielles de recharge car les sédiments y sont très perméables et la nappe y est en condition libre.

M Comment les sources diffuses affectent-elles les eaux de surface ?

Ces zones préférentielles de résurgence de l'eau souterraine contribuent significativement (1) au maintien des conditions favorables au développement des milieux humides du territoire et (2) à l'alimentation en eau du réseau hydrographique de surface. En ce qui concerne les milieux humides, on retrouve d'ailleurs des tourbières importantes en bordure des eskers, là où les sources diffuses sont souvent observées.

Vulnérabilité

		Vrai	Faux
F	• La vulnérabilité varie peu sur le secteur d'étude.		X
F	• Les aquifères à l'ouest du lac Blouin sont les moins susceptibles de se voir affecter par une contamination provenant de la surface.	X	
F	• Le centre-ville de Val-d'Or est en grande partie localisé sur des aquifères dont la vulnérabilité est jugée élevée.		X
M	• Les zones les plus vulnérables sont associées aux nappes libres.	X	
M	• La crête de la Moraine d'Harricana présente la vulnérabilité la plus élevée.		X

M Pourquoi le tracé de la Moraine d'Harricana constitue une zone de vulnérabilité élevée ?

Les eskers/moraine correspondent à des zones à degré de vulnérabilité « élevé plus » à « très élevé » car les dépôts meubles constituant les aquifères sont très perméables et la recharge est élevée.

D Pourquoi les flancs de la moraine semblent-ils plus vulnérables que la crête ?

La nappe y étant plus profonde, ce paramètre influence à la hausse l'indice DRASTIC.

Les caractéristiques des conditions de nappe libre – cas de l'esker Vaudray-Joannès

Coupe stratigraphique

		Vrai	Faux
F	• L'esker Vaudray-Joannès constitue un haut topographique.	X	
F	• Les sédiments juxtaglaciaires de l'esker Vaudray-Joannès peuvent atteindre près de 50 m d'épaisseur.	X	
M	• L'esker Vaudray-Joannès est fortement enfoui sous des dépôts meubles.		X
M	• Le roc est toujours enfoui sous des dépôts meubles selon la coupe.		X
D	• Les flancs de l'esker sont enfouis par de l'argile qui protège l'eau souterraine de contaminants qui proviendrait directement de la surface.		X

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

Les sédiments juxtaglaciaires de l'esker Vaudray-Joannès, situés au centre de la coupe (entre les km 0,5 et 2,5), constituent probablement l'aquifère ayant le meilleur potentiel d'exploitation.

M Quelles sont les largeurs approximatives en surface et en profondeur de l'esker Vaudray-Joannès selon cette coupe ?

Les dépôts meubles de l'esker affleurent à deux endroits, soit sur environ 200 m entre les km 0,7 et 0,9, et sur environ 500 m entre les km 1,2 et 1,7. En profondeur, l'esker s'étale sur 2 km de largeur.

D Quel est le nombre maximal d'unités géologiques différentes qui sont ponctuellement superposées sur cette coupe ? Quelles sont-elles et où ces superpositions se retrouvent-elles ?

Il y a au maximum 5 unités géologiques qui se superposent à l'extrémité ouest de la coupe sur les premiers 100 m. Il s'agit, depuis la surface, des sédiments organiques, des sédiments éoliens, des sédiments littoraux, des sédiments fluvioglaciaires et du roc.

Séquences stratigraphiques

		Vrai	Faux
F	• On retrouve d'importants affleurements rocheux au nord-ouest du lac Joannès.	X	
F	• Il y a une grande zone caractérisée par du till sur roc au sud de la route 117.		X
D	• Les dépôts meubles granulaires de l'esker Vaudray-Joannès sont en partie enfouis sous de l'argile.	X	

D En quoi l'esker Vaudray-Joannès est-il différent entre les portions au nord et au sud de la route 117 ?

Au nord de la route, les dépôts granulaires de l'esker affleurent en surface sur une plus grande largeur. Aussi, les flancs de l'esker n'y sont pas recouvert par de l'argile, comme cela semble être le cas au sud de la route.

Épaisseur des dépôts meubles

		Vrai	Faux
F	• Les dépôts meubles les plus épais sont associés à la plaine argileuse.		X
F	• Les dépôts meubles les plus minces correspondent aux secteurs périphériques aux affleurements rocheux.	X	
M	• Les zones aux épaisseurs importantes sont toutes associées à l'esker Vaudray-Joannès.	X	
M	• La topographie du roc semble rugueuse.	X	

F Quelle est l'épaisseur maximale approximative de dépôts meubles que l'on retrouve dans le secteur d'étude ?

L'épaisseur maximale d'environ 60 m est observée dans l'esker Vaudray-Joannès au sud-est du lac Joannès.

M Comment la topographie du socle rocheux influence-t-elle l'épaisseur des dépôts meubles ?

Les dépôts meubles s'accumulent dans les dépressions du socle rocheux, masquant ainsi l'importante rugosité du roc en surface. De manière générale, les hauts topographiques du roc correspondent aux zones de faible épaisseur des dépôts meubles tandis que les bas topographiques du roc correspondent aux zones de grandes épaisseurs.

Conditions d'écoulement de la nappe

		Vrai	Faux
F	• Les zones à nappe libre sont toutes associées à l'esker Vaudray-Joannès.		X
F	• La portion du secteur d'étude au nord de la route 117 est en majeure partie occupée par une nappe libre.	X	
M	• La présence d'argile est responsable des conditions de nappe captive des flancs de l'esker Vaudray-Joannès dans sa portion au sud de la route 117.	X	
M	• Une nappe libre est alimentée par l'eau des précipitations qui proviennent directement de la surface.	X	

M Comment les conditions d'écoulement de la nappe sont-elles déterminées par ce projet d'étude ?

La présence ou non d'argile dans les séquences stratigraphiques détermine si l'aquifère est en condition de nappe captive ou libre. Les zones à nappe captive correspondent donc aux séquences stratigraphiques 5, 6, 7, 8, 9 et 10, alors que les zones à nappe libre correspondent aux séquences stratigraphiques 1, 2, 3, 4 et 11.

M Comment la topographie de surface est-elle reliée aux conditions d'écoulement de la nappe ?

L'élévation maximale, fixée à 320 m, de sédimentation des argiles dans les eaux profondes du lac Barlow-Ojibway, représente assez bien la limite entre les aquifères à nappe captive et à nappe libre.

Piézométrie

		Vrai	Faux
F	• Les niveaux piézométriques les plus élevés se situent au niveau de l'esker Vaudray-Joannès au nord de la route 117.	X	
F	• Un écoulement local s'effectue des crêtes de l'esker Vaudray-Joannès vers ses flancs.	X	
M	• L'eau souterraine s'écoule généralement du sud vers le nord sur ce secteur d'étude.		X

F Quelle est la variation maximale du niveau piézométrique observé sur ce secteur d'étude ?

Le niveau piézométrique varie d'environ 90 m.

M Pourquoi y a-t-il un écoulement radial de l'eau souterraine au nord de l'annotation de la route 117 ?

À l'échelle régionale, l'écoulement se fait généralement depuis les hauts topographiques vers les bas topographiques. La zone au nord de l'annotation de la route 117 de ce secteur correspond à un haut topographique à partir duquel l'eau souterraine s'écoule dans toutes les directions.

Zones préférentielles de recharge et de résurgence

		Vrai	Faux
F	• La zone au nord de la route 117 constitue en grande partie une zone préférentielle de recharge.	X	
F	• On retrouve quelques sources ponctuelles sur le secteur d'étude.	X	
M	• Les zones préférentielles de recharge ne correspondent qu'à la l'esker Vaudray-Joannès.		X
M	• Les zones de résurgence diffuses sont généralement situées en bordure d'affleurement rocheux.		X

F Où sont localisées les sources ponctuelles sur ce secteur d'étude ?

Elles sont situées sur les flancs de l'esker.

M Pourquoi le tracé de l'esker Vaudray-Joannès constitue une zone préférentielle de recharge ?

Les eskers/moraine correspondent à des zones préférentielles de recharge car les sédiments y sont très perméables et la nappe y est en condition de nappe libre.

M Comment les sources diffuses affectent-elles les eaux de surface ?

Ces zones préférentielles de résurgence de l'eau souterraine contribuent significativement (1) au maintien des conditions favorables au développement des milieux humides du territoire et (2) à l'alimentation en eau du réseau hydrographique de surface. En ce qui concerne les milieux humides, on retrouve d'ailleurs des tourbières importantes en bordure des eskers, là où les sources diffuses sont souvent observées.

Vulnérabilité

		Vrai	Faux
F	• La vulnérabilité varie peu sur le secteur d'étude.		X
F	• Les aquifères au coin nord-est du secteur d'étude sont les moins susceptibles de se voir affecter par une contamination provenant de la surface.	X	
F	• Les affleurements rocheux correspondent à des zones de faible vulnérabilité.	X	
M	• Les zones les plus vulnérables sont associées aux nappes captives.		X
M	• La crête de l'esker Vaudray-Joannès présente la vulnérabilité la plus élevée.		X

M Pourquoi le tracé de l'esker Vaudray-Joannès constitue une zone de vulnérabilité élevée ?

Les eskers/moraine correspondent à des zones à degré de vulnérabilité « élevé plus » à « très élevé » car les dépôts meubles constituant les aquifères sont très perméables et la recharge est élevée.

D Pourquoi les flancs de la moraine semblent-ils plus vulnérables que la crête ?

La nappe y étant plus profonde, ce paramètre influence à la hausse l'indice DRASTIC.

D Pourquoi les remontées du roc (roc affleurant et till sur roc) présentent-elles des vulnérabilités faibles ?

Lorsque le roc se situe près de la surface et qu'il constitue le seul aquifère (pas d'aquifère de dépôts meubles), la nature de l'aquifère, l'impact de la zone vadose et la conductivité hydraulique sont des paramètres influençant à la baisse l'indice DRASTIC. La recharge contribue aussi à cette tendance car elle est plus faible pour le roc qui est souvent peu perméable.

Les caractéristiques de l'ensemble du territoire de l'AT1

Séquences stratigraphiques

		Vrai	Faux
M	• Le socle rocheux semble avoir une rugosité importante d'après les nombreux affleurements du roc répartis sur le territoire.	X	
M	• Les milieux humides semblent se concentrer en bordure des eskers/moraine.	X	

M Pourquoi les eskers/moraine sont-ils les aquifères de dépôts meubles les plus intéressants pour l'exploitation de leur eau souterraine ?

Ces formations présentent des épaisseurs de dépôts meubles importantes associées à des conductivités hydrauliques élevées. De plus, elles sont reconnues pour contenir une eau souterraine de haute qualité.

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 contenir entre 30 et 50% de son volume en eau tandis que la plupart des types de roc que l'on retrouve au Québec et sur le territoire de l'AT1 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 généralement de meilleure qualité que celle des aquifères au roc.

Épaisseur des dépôts meubles

		Vrai	Faux
F	• Les dépôts meubles les plus épais sont associés aux eskers/moraine.	X	
F	• Les dépôts meubles les plus minces correspondent à la plaine argileuse.		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
M	• Moins l'épaisseur des dépôts meubles est importante, et moins il y a de chance que l'aquifère de dépôts meubles soit productif.	X	

F Comment peut-on connaître l'élévation du socle rocheux à l'aide de cette carte ?

L'élévation du socle rocheux peut se calculer en soustrayant l'épaisseur des dépôts meubles à l'élévation de la surface.

M Pourquoi les zones de dépôt meubles épais n'indiquent pas assurément la présence d'aquifères granulaires ?

L'épaisseur des dépôts meubles n'informe pas sur le type de dépôt meuble. Ainsi, il est possible qu'une zone de dépôts meubles épais soit associée à une unité argileuse épaisse qui ne constitue pas un aquifère. La carte des séquences stratigraphiques doit donc être jumelée à la carte des épaisseurs des dépôts meubles pour localiser les aquifères granulaires.

Conditions d'écoulement de la nappe

		Vrai	Faux
F	• Les conditions d'écoulement sont très hétérogènes sur le territoire de l'AT1.	X	
F	• Les zones à nappe captive sont associées aux hauts topographiques.		X
F	• Les zones à nappe libre ne correspondent qu'aux eskers/moraine.		X
F	• Les centres des villages reposent majoritairement sur des aquifères à nappe captive.	X	

M Comment les conditions d'écoulement de la nappe sont-elles déterminées par ce projet d'étude ?

La présence ou non d'argile dans les séquences stratigraphiques détermine si l'aquifère est en condition de nappe captive ou libre. Les zones à nappe captive correspondent donc aux séquences stratigraphiques 5, 6, 7, 8, 9 et 10, alors que les zones à nappe libre correspondent aux séquences stratigraphiques 1, 2, 3, 4 et 11.

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

Cela dépend. Il peut être plus avantageux d'exploiter un aquifère où il est en conditions de nappe captive car, grâce à l'unité géologique imperméable sus-jacent, 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. Inversement, Les nappes captives sont plus profondes, nécessitent des forages plus coûteux, et ont un emmagasinement plus faible. On y prélève donc moins d'eau pour la même énergie dépensée.

Piézométrie

		Vrai	Faux
F	• Les hauts piézométriques correspondent aux hauts topographiques.	X	
F	• Les centres des villes et villages sont généralement localisés au niveau des niveaux piézométriques élevés.		X
F	• Il y a un sens d'écoulement principal sur le territoire de l'AT1.		X
M	• La plaine argileuse et le réseau hydrographique de surface constitue l'aval des écoulements souterrains.	X	

F Comment peut-on connaître la profondeur de la nappe à l'aide de cette carte ?

La profondeur de la nappe peut se calculer en soustrayant le niveau piézométrique à l'élévation de la surface.

M Pourquoi n'y a-t-il pas un sens d'écoulement principal sur le territoire de l'AT1 ?

À l'échelle régionale, l'écoulement se fait généralement depuis les hauts vers les bas topographiques. Pour le territoire de l'AT1, la variation de topographie de surface ne suit pas un axe général (p. ex. décroissance de l'altitude du nord vers le sud).

Zones préférentielles de recharge et de résurgence

	Vrai	Faux
F • Le territoire de l'AT1 présente majoritairement des zones de recharge faible.	X	
F • Les zones préférentielles de recharge correspondent aux eskers/moraine et aux affleurements rocheux.	X	
M • Les sources ponctuelles semblent être réparties aléatoirement sur le territoire de l'AT1.		X
M • Les zones de résurgence diffuses sont situées sur les crêtes des eskers/moraines.		X

F Comment l'imperméabilisation des surfaces (par le béton et les infrastructures) influence-t-elle la recharge?

L'imperméabilisation de la surface diminue l'infiltration de l'eau dans le sol, tout en favorisant l'écoulement de surface. Une part moins importante d'eau des précipitations sera susceptible d'atteindre la nappe est ainsi l'alimenter.

M Pourquoi les zones de résurgences favorisant le développement/maintien des milieux humides sont-elles importantes ?

Les milieux humides regroupent les sites saturés en eau ou inondés durant une période suffisante pour influencer la végétation et le substrat et constituent généralement une zone de transition entre les écosystèmes aquatiques et terrestres. Ils sont souvent alimentés par l'exfiltration de l'eau souterraine. Les zones préférentielles 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.

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

L'eau provient des précipitations qui s'infiltrent dans les zones de recharge en amont hydraulique, où l'aquifère est en conditions de nappe libre. Ensuite, l'écoulement latéral, qui est généralement très lent, alimente les portions de l'aquifère qui sont en conditions de nappe captive. Ces zones de recharge peuvent être plus ou moins éloignées, ce qui influence le temps de parcours de l'eau souterraine.

Vulnérabilité

		Vrai	Faux
F	• La plaine argileuse indique des vulnérabilités relativement faibles.	X	
M	• Les aquifères les plus vulnérables sont situés en bordure des eskers/moraines.	X	
D	• Les aquifères sous les grandes tourbières présentent des vulnérabilités modérées.		X
D	• La carte régionale de la vulnérabilité permet d'évaluer l'indice DRASTIC de l'aire d'alimentation des puits d'approvisionnement.		X

D Quelles sont les facteurs qui influencent l'indice DRASTIC ?

Chacun des sept paramètres qui permettent de calculer l'indice DRASTIC ont une influence :

D : profondeur de la nappe (**Depth**) – plus la nappe est profonde, plus l'indice est faible;

R : Recharge – plus la recharge est importante, plus l'indice est élevé;

A : nature de l'Aquifère – plus l'aquifère est composé de matériel grossier donc perméable, plus l'indice est élevé;

S : type de Sol – plus le sol est composé de matériel grossier donc perméable, plus l'indice est élevé;

T : pente du terrain (**Topography**) – plus la pente est accentuée, plus l'indice est faible;

I : Impact de la zone vadose – plus la zone non saturée est composé de matériel grossier, plus l'indice est élevé;

C : Conductivité hydraulique de l'aquifère – plus la conductivité hydraulique est importante, plus l'indice est élevé.

D La plaine argileuse est-elle toujours peu vulnérable sur le territoire de l'AT1 ?

L'unité d'argile étant discontinue et ponctuée d'affleurements rocheux à l'échelle du territoire, il semble essentiel de préciser que des conditions de vulnérabilité plus élevées sont susceptibles d'être observées à l'échelle locale, nonobstant les tendances régionales illustrées sur la carte.

Qualité de l'eau – Critères de santé

		Vrai	Faux
M	• Les échantillons d'eau analysés dans le cadre de cette étude ont permis de confirmer qu'aucune problématique de contamination bactériologique, de pesticide ou d'hydrocarbure n'existe sur le territoire.		X
D	• Les activités humaines seraient responsables des dépassements des normes pour l'eau potable.		X

M D'où provient la contamination en arsenic mesurée dans certains puits ?

L'origine des concentrations importantes en arsenic seraient naturelle, liée à la dissolution des minéraux présents dans le matériel aquifère. Il semble que ce sont les eaux souterraines du socle rocheux évoluant dans des conditions de nappe captive qui sont les plus propices à présenter ce type de problématique.

Qualité de l'eau – Critères esthétiques

		Vrai	Faux
M	• Les dépassements en matière dissoute totale sont surtout caractéristiques des aquifères de roc fracturé.	X	
M	• Les dépassements tendent à être plus nombreux pour les aquifères à nappe libre.		X

D Pourquoi les problématiques du pH sont principalement liées aux formations granulaires à nappe libre ?

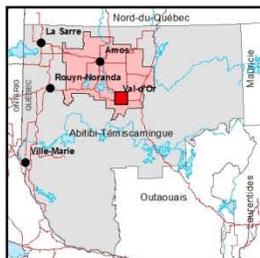
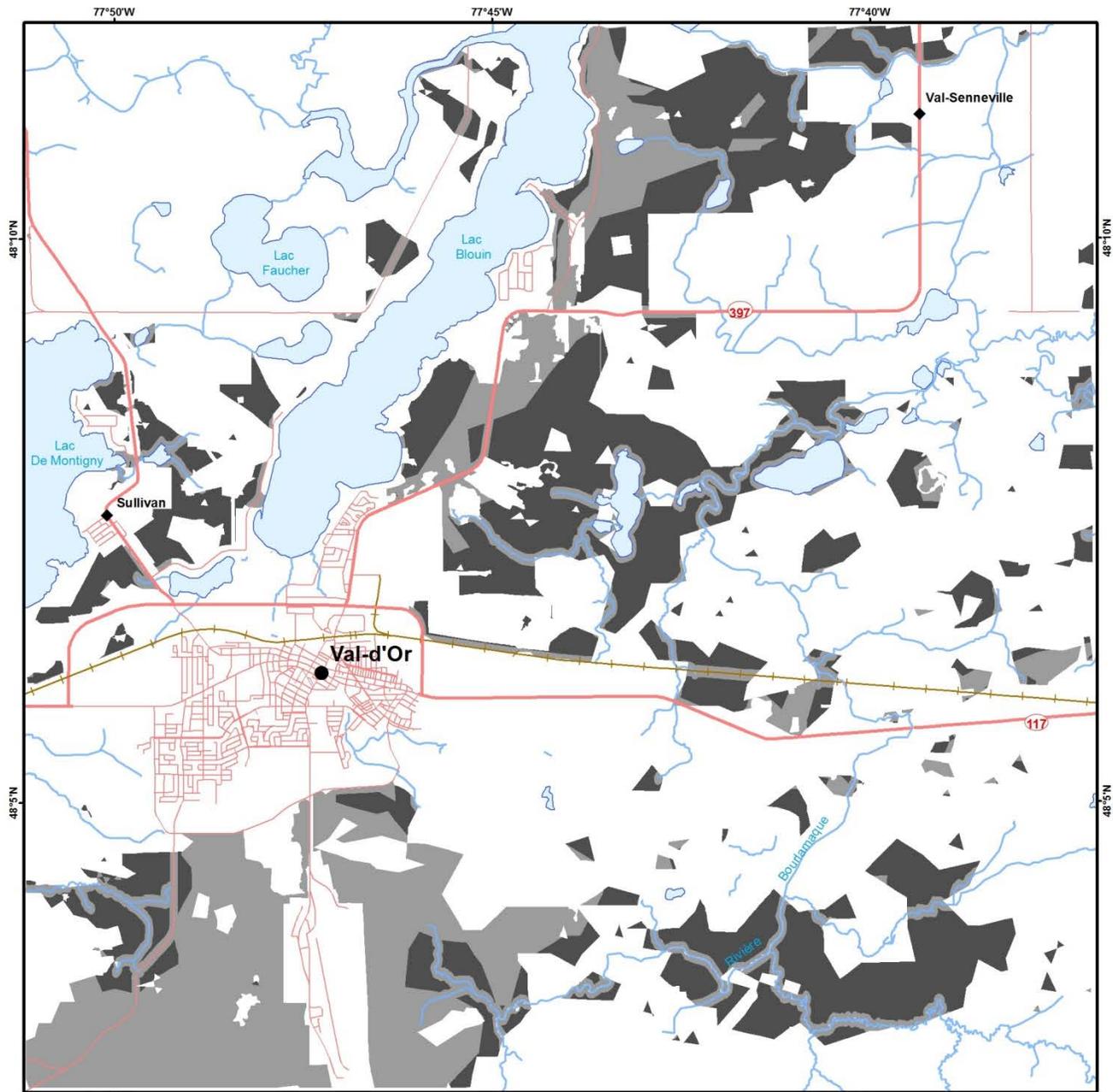
Les aquifères granulaires à nappe libre sont ceux contenant l'eau la plus récente dont la signature géochimique est associée aux eaux de précipitation qui sont typiquement plus acides que les eaux souterraines ayant séjournées longtemps dans les aquifères. L'acidité des sols peut également diminuer temporairement le pH de l'eau y percolant.

Exercice de synthèse 1

Si demain la municipalité de Val-d'Or souhaite installer un nouveau puits d'eau potable, quelle zone serait la plus propice dans le secteur de la Moraine d'Harricana ?

Exemple d'un cheminement d'expert :

	Thème cartographique	Caractéristiques à inclure	Caractéristiques à exclure
CRITÈRES PRIORITAIRES	Séquences stratigraphiques	<ul style="list-style-type: none"> • 3 : Sable/gravier sur roc • 4 : Sable/gravier sur till sur roc • 5 : Argile sur sable/gravier sur roc • 6 : Sable/gravier sur argile sur sable/gravier sur roc • 8 : Sable/gravier sur argile sur roc • 10 : Organique sur argile sur sable/gravier sur roc • 11 : Organique sur sable/gravier sur till sur roc 	<ul style="list-style-type: none"> • 1 : Roc • 2 : Till sur roc • 7 : Argile sur roc • 9 : Organique sur argile sur roc
	Épaisseur des dépôts meubles	<ul style="list-style-type: none"> • ≥ 20 m d'épaisseur 	<ul style="list-style-type: none"> • < 20 m d'épaisseur
	Occupation du sol	<ul style="list-style-type: none"> • Autre • Milieux humides • Zone forestière 	<ul style="list-style-type: none"> • Eau • Zone agricole • Zone anthropique
	Affectation du territoire	<ul style="list-style-type: none"> • Agroforestière • Villégiature • Forestière • Rurale • Non défini • Conservation • Récréative 	<ul style="list-style-type: none"> • Agricole • Industrielle • Urbaine
CRITÈRES SECONDAIRES	Vulnérabilité	<ul style="list-style-type: none"> • Degré « très faible » • Degré « faible » • Degré « moyen » 	<ul style="list-style-type: none"> • Degré « élevé plus » • Degré « très élevé »
	Voies de communication	<ul style="list-style-type: none"> • ≥ 100 m de distance 	<ul style="list-style-type: none"> • < 100 m de distance
	Réseau hydrographique	<ul style="list-style-type: none"> • ≥ 100 m de distance 	<ul style="list-style-type: none"> • < 100 m de distance
	Qualité de l'eau – Critères de santé	<ul style="list-style-type: none"> • ≥ 500 m de distance d'un dépassement de CMA 	<ul style="list-style-type: none"> • < 500 m de distance d'un dépassement de CMA



CARTES DE LOCALISATION

Exercice 1 : Nouveau puits d'eau potable

ABITIBI-TÉMISCAMINGUE MORAINE D'HARRICANA QUÉBEC



Rotation de la carte de 7.5°

1:100 000



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

LÉGENDE

Zones les plus propices

■ Critères prioritaires

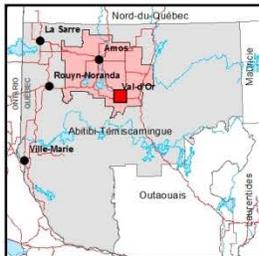
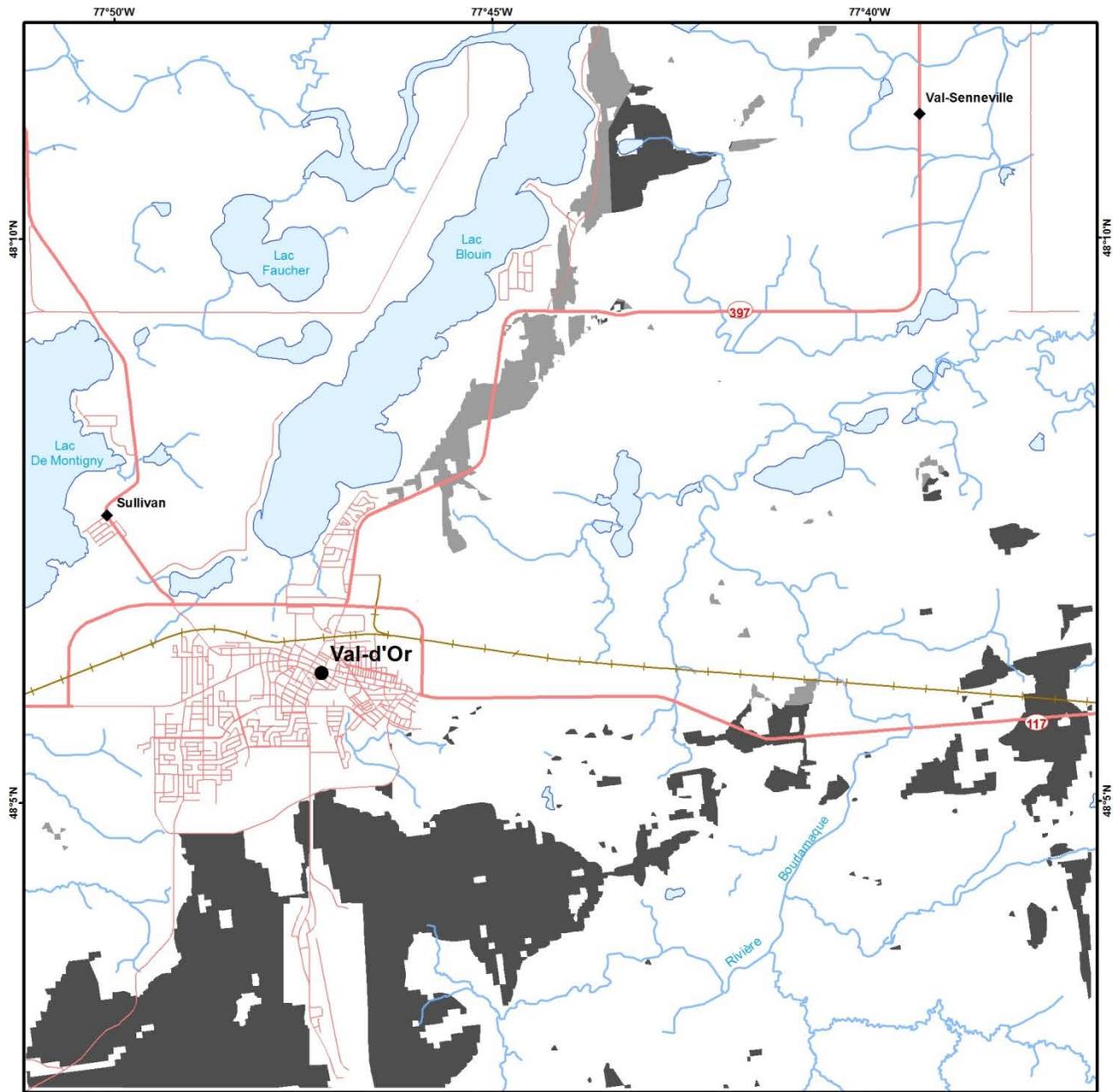
■ Critères secondaires

Exercice de synthèse 2

Dans le secteur de la Moraine d'Harricana près de Val-d'Or, quelle zone de recharge devrait être protégée en priorité ?

Exemple d'un cheminement d'expert :

	Thème cartographique	Caractéristiques à inclure	Caractéristiques à exclure
CRITÈRES PRIORITAIRES	Zones préférentielles de recharge et de résurgence	<ul style="list-style-type: none"> • Zone de recharge préférentielle 	<ul style="list-style-type: none"> • Reste du territoire
	Séquences stratigraphiques	<ul style="list-style-type: none"> • 1 : Roc • 2 : Till sur roc • 3 : Sable/gravier sur roc • 4 : Sable/gravier sur till sur roc • 11 : Organique sur sable/gravier sur till sur roc 	<ul style="list-style-type: none"> • 5 : Argile sur sable/gravier sur roc • 6 : Sable/gravier sur argile sur sable/gravier sur roc • 7 : Argile sur roc • 8 : Sable/gravier sur argile sur roc • 9 : Organique sur argile sur roc • 10 : Organique sur argile sur sable/gravier sur roc
	Conditions d'écoulement de la nappe	<ul style="list-style-type: none"> • Condition de nappe libre <ul style="list-style-type: none"> - Roc fracturé - Till généralement continu - Sédiments granulaires 	<ul style="list-style-type: none"> • Condition de nappe captive <ul style="list-style-type: none"> - Argile et limon recouvrant le roc et/ou des sédiments granulaires
	Vulnérabilité	<ul style="list-style-type: none"> • Degré « élevé plus » • Degré « très élevé » 	<ul style="list-style-type: none"> • Degré « très faible » • Degré « faible » • Degré « moyen »
	Occupation du sol	<ul style="list-style-type: none"> • Autre • Milieux humides • Zone forestière 	<ul style="list-style-type: none"> • Eau • Zone agricole • Zone anthropique
	Affectation du territoire	<ul style="list-style-type: none"> • Agroforestière • Villégiature • Forestière • Rurale • Non défini • Conservation • Récréative 	<ul style="list-style-type: none"> • Agricole • Industrielle • Urbaine
CRITÈRES SECONDAIRES	Piézométrie	<ul style="list-style-type: none"> • ≥ 310 m d'altitude 	<ul style="list-style-type: none"> • < 310 m d'altitude



CARTES DE LOCALISATION

Exercice 2 : Zone de recharge à protéger

ABITIBI-TÉMISCAMINGUE MORAINE D'HARRICANA QUÉBEC



Rotation de la carte de 7.5°

1:100 000



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

LÉGENDE

Zones à prioriser

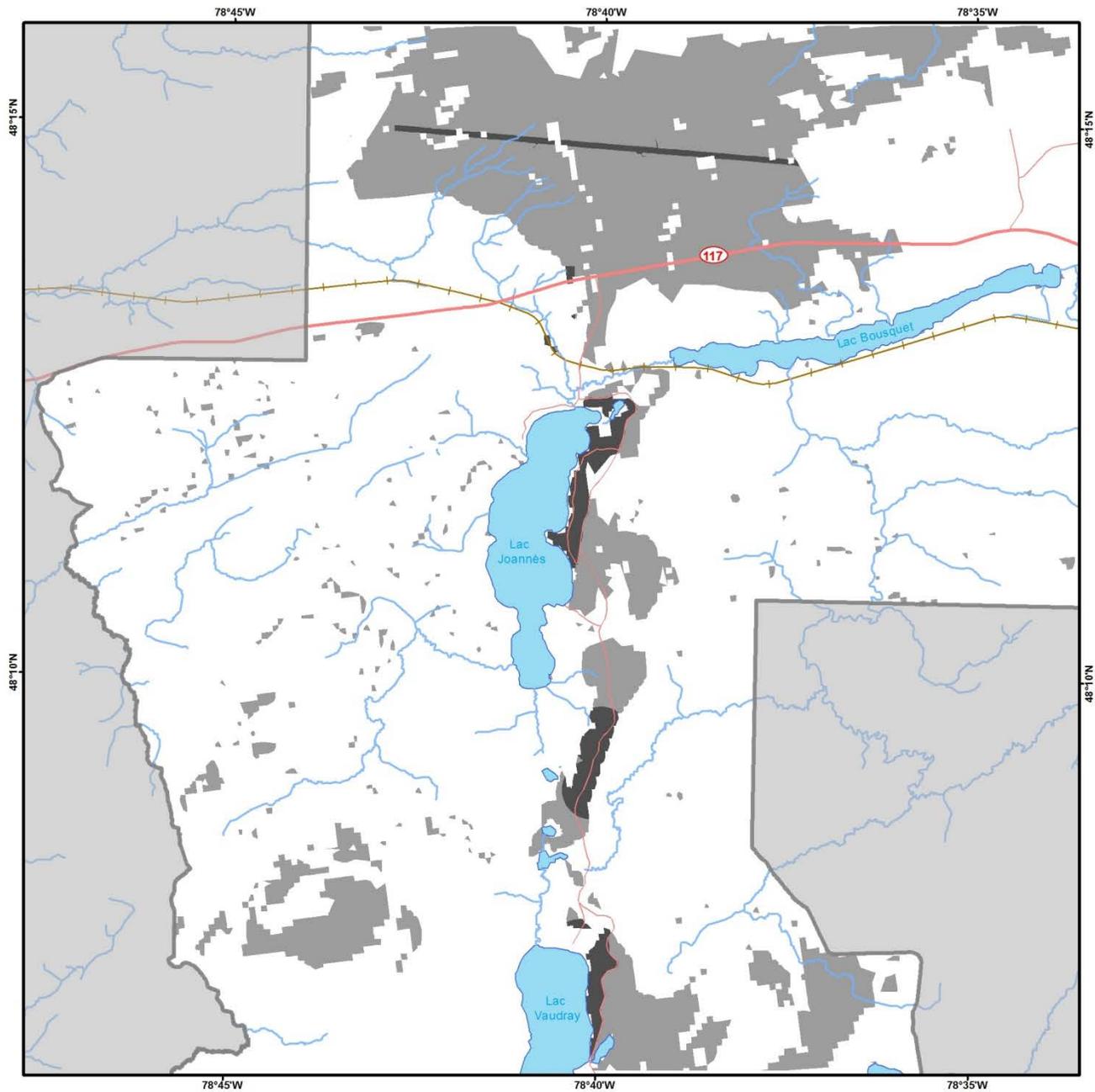
- Critères prioritaires
- Critères secondaires

Exercice de synthèse 3

Dans le secteur de l'esker Vaudray-Joannès, où devrait-on chercher à localiser en priorité les futures activités potentiellement polluantes pour les eaux souterraines ?

Exemple d'un cheminement d'expert :

	Thème cartographique	Caractéristiques à inclure	Caractéristiques à exclure
CRITÈRES PRIORITAIRES	Vulnérabilité	<ul style="list-style-type: none"> Degré « très faible » Degré « faible » 	<ul style="list-style-type: none"> Degré « moyen » Degré « élevé plus » Degré « très élevé »
	Zones préférentielles de recharge et de résurgence	<ul style="list-style-type: none"> Reste du territoire 	<ul style="list-style-type: none"> Zone de recharge préférentielle
	Conditions d'écoulement de la nappe	<ul style="list-style-type: none"> Condition de nappe captive <ul style="list-style-type: none"> Argile et limon recouvrant le roc et/ou des sédiments granulaires 	<ul style="list-style-type: none"> Condition de nappe libre <ul style="list-style-type: none"> Roc fracturé Till généralement continu Sédiments granulaires
	Séquences stratigraphiques	<ul style="list-style-type: none"> 5 : Argile sur sable/gravier sur roc 7 : Argile sur roc 9 : <i>Organique sur argile sur roc</i> 10 : <i>Organique sur argile sur sable/gravier sur roc</i> 	<ul style="list-style-type: none"> 1 : Roc 2 : Till sur roc 3 : Sable/gravier sur roc 4 : Sable/gravier sur till sur roc 6 : Sable/gravier sur argile sur sable/gravier sur roc 8 : Sable/gravier sur argile sur roc 11 : Organique sur sable/gravier sur till sur roc
CRITÈRES SECONDAIRES	Séquences stratigraphiques		<ul style="list-style-type: none"> 9 : <i>Organique sur argile sur roc</i> 10 : <i>Organique sur argile sur sable/gravier sur roc</i>
	Piézométrie	<ul style="list-style-type: none"> < 320 m d'altitude 	<ul style="list-style-type: none"> ≥ 320 m d'altitude



Exercice 3 : Zone où localiser les activités potentiellement polluantes

**ABITIBI-TÉMISCAMINGUE
ESKER VAUDRAY - JOANNÈS
QUÉBEC**

LÉGENDE
Zones à prioriser

- Critères prioritaires
- Critères secondaires



CARTES DE LOCALISATION



Rotation de la carte de 7.5°

1:100 000



Projection conique conforme de Lambert de Québec

Méridien central -68.5°

Système de référence géodésique nord-américain, 1983

