



Échantillonnage d'eau souterraine dans le cadre d'implantation de maternités porcines au Témiscamingue

RAPPORT 2017 - BÉARN



**Échantillonnage d'eau souterraine dans le cadre
d'implantation de maternités porcines au Témiscamingue
Rapport 2017**

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Rédaction

Camilla Arbour, M.Sc. Candidate
Chargée de projets (OBVT)

Relecture interne

Pierre Rivard, ing. PhD
Directeur général (OBVT)

Design graphique

Ruth Pelletier

Ce rapport peut être cité de la manière suivante : Organisme de bassin versant du Témiscamingue (OBVT). (2017). Échantillonnage d'eau souterraine dans le cadre d'implantation de maternités porcines au Témiscamingue. Rapport 2017 (Béarn), 20 pages.



Table des matières

Liste des figures	2
Liste des tableaux	2
Liste des annexes.....	Erreur ! Signet non défini.
Lexique et définitions importantes	3
REMERCIEMENTS.....	4
MISE EN GARDE	4
INTRODUCTION	5
MÉTHODES	6
Localisation des sites échantillonnés	6
Prélèvement des échantillons	7
Analyse des échantillons	10
RÉSULTATS.....	10
1. Secteur Béarn	10
a. Paramètres de la multisonde	10
b. Paramètres mesurés en laboratoire.....	12
Discussion	13
Conclusion	16
Bibliographie.....	17

Liste des figures

Figure 1 : Puits échantillonnés à Béarn lors de la campagne d'échantillonnage 2017, numérotés et indiqués en cercles blancs..... **Erreur ! Signet non défini.**

Liste des tableaux

Tableau 1 : Stabilisation des paramètres de la multisonde9
Tableau 2 : Résultats des paramètres de la multisonde pour les puits échantillonnés à Béarn... 11

Tableau 3 : Résultats des paramètres mesurés en laboratoire pour les puits échantillonnés à Béarn 12

Lexique et définitions importantes

SESAT : Société de l'eau souterraine de l'Abitibi-Témiscamingue.

OBVT : Organisme de bassin versant du Témiscamingue.

PACES : Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines.

GRES : Groupe de recherche interuniversitaire sur l'eau souterraine.

Aquifère : Formation géologique poreuse et/ou fissurée suffisamment perméable pour que l'eau puisse y circuler librement et pouvant emmagasiné de grandes quantités de cette eau.

DRASTIC : L'acronyme DRASTIC correspond aux initiales des sept facteurs déterminant la valeur de l'indice de vulnérabilité : Depth to water (D) : profondeur de la nappe; Net Recharge (R) : recharge efficace de l'aquifère; Aquifer media (A) : la lithologie de l'aquifère; Soil media (S) : type de sol; Topography (T) : pente topographique du terrain; Impact of vadose zone (I) : impact de la zone non saturée; Hydraulic Conductivity of the aquifer (C) : conductivité hydraulique de l'aquifère. Ces valeurs se situent entre 23 et 226 et correspondent à l'addition de chacun des paramètres (valeurs entre 1 et 10) pondérés selon les cas (valeurs entre 1 et 5).

Piézométrie : Hauteur du niveau de l'eau de l'aquifère à partir de la surface.

REMERCIEMENTS

L'Organisme de bassin versant du Témiscamingue (OBVT) voudrait remercier les personnes qui ont permis de rendre cet échantillonnage possible (Annexe 1) et ainsi contribuer à une meilleure connaissance de l'eau souterraine.

Pour commencer, nos remerciements s'adressent à la coopérative Olymel (Fermes boréales) pour le financement rattaché à l'échantillonnage et aux frais d'analyses. Les nombreux conseils et l'aide précieuse de la part du Groupe de recherche sur les eaux souterraines (GRES) en particulier Monsieur Éric Rosa de l'UQAT. Ces recommandations ont été précieuses afin de mener à bien l'échantillonnage suivant les objectifs du programme d'analyses. Il faut également remercier le travail d'analyse de localisation des puits qui a été effectué par la Société de l'eau souterraine Abitibi-Témiscamingue (SESAT) et son directeur Monsieur Olivier Pitre.

MISE EN GARDE

L'OBVT ne peut se rendre responsable des résultats de la qualité de l'eau des puits individuels et de leurs effets sur la santé de leurs consommateurs. Le mandat de l'OBVT pour ce projet vise à réaliser dans les meilleures conditions possibles des échantillonnages et d'acheminer ces échantillons vers un laboratoire accrédité et d'en faire rapport une fois les certificats reçus.

Le lecteur est avisé aussi du caractère confidentiel de ce rapport. Certains volontaires ont accepté de faire faire l'analyse de leur puits dans le cadre de ce programme et leur engagement ne peut dépasser le cadre de ce programme.

Le lecteur est avisé qu'il ne peut utiliser ou diffuser en partie ou en totalité les résultats de ce rapport sans le consentement de l'OBVT.

INTRODUCTION

L'eau souterraine est une ressource naturelle non renouvelable et elle représente près de deux tiers de la réserve en eau douce sur la planète (Chilton, 1992). Son utilité va au-delà de la recharge des lacs et des rivières ; les humains exercent une pression importante sur cette ressource pour des fins d'élevage, d'irrigation, d'activités industrielles et pour la consommation. En effet, 98% de l'usage de l'eau domestique mondiale dans les zones rurales provient des sources souterraines (Todd, 1980) plutôt que des eaux de surface.

Par définition, l'eau souterraine désigne toute eau qui occupe l'espace vide des pores, des fractures et des fissures dans les structures géologiques (Ojo, Ochieng et Otieno, 2012). L'aquifère est une aire de stockage de l'eau défini par la zone distincte où l'eau parvient à remplir les espaces vides des formations géologiques en profondeur dans la croûte terrestre. En effet, l'eau peut rejoindre un aquifère par la percolation et par l'infiltration des précipitations atmosphériques, des eaux de ruissellement et des eaux de surface provenant de lacs et de rivières. Elle peut ainsi transporter avec elle les matières présentes à la surface de la Terre jusqu'aux aquifères, y inclut des composés qui peuvent réagir avec le substrat rocheux avec lequel ils entrent en contact, ainsi que des contaminants et autres composés nocifs pour la santé des organismes vivants. Pour cette raison, il est important de s'assurer que les eaux des aquifères, bien qu'elles semblent bien isolées, sont en bon état, surtout pour des fins de consommation.

Dans le cadre de l'implantation de maternités porcines au Témiscamingue par la Coopérative Olymel, l'Organisme de bassin versant du Témiscamingue (OBVT) a été interpellé pour faire un suivi de la qualité de l'eau souterraine avant l'épandage des lisiers et 5 ans après le premier épandage. Cette campagne d'échantillonnage a comme objectif de faire un suivi de l'état de l'eau souterraine dans des secteurs qui seront soumis à un épandage de lisier sur certaines terres agricoles. Ce rapport présente les résultats de l'échantillonnage à Béarn qui a été réalisé au printemps 2017 et il discute, d'après les résultats d'analyses, l'état de la qualité de l'eau souterraine avant l'épandage de lisier qui est prévu soit pour l'automne 2017 ou pour le printemps 2018 dans ce secteur.

Cette partie du projet visait à remplacer la quatrième station d'analyse d'eau de surface dont l'emplacement n'avait pas encore été défini en 2016. La partie des coûts imputée à cette station d'échantillonnage des eaux de surface servira, en son absence, à faire l'analyse de l'eau des puits pour la première année d'échantillonnage. Cette campagne vise donc à faire l'analyse de l'eau souterraine pour des puits d'eau potable de résidents situés près des maternités, dans le rayon prévu pour l'épandage des lisiers et à proximité de ce rayon. Les puits échantillonnés ont d'abord été recommandés selon leur

vulnérabilité respective par rapport aux puits situés dans le même secteur d'intérêt. Pour être en mesure de recommander certains puits, la Société de l'eau souterraine de l'Abitibi-Témiscamingue a analysé les résultats du second projet d'acquisition de connaissances sur l'eau souterraine (PACES) de l'Abitibi-Témiscamingue¹ et identifié les puits existants qui pourraient potentiellement être intégrés à un réseau de surveillance afin de documenter l'impact hydrogéologique du projet de maternités porcines planifié sur le territoire des municipalités de Fugèreville, Lorrainville, Laverlochère et Béarn. Les analyses qui ont été planifiées être effectuées visaient à vérifier la qualité de l'eau (bactériologique et physico-chimique) de l'eau des puits ciblés.

Les résultats des analyses ont permis de constater une bonne qualité de l'eau des puits échantillonnés dans le secteur Béarn sur le plan bactériologique que physico-chimique.

MÉTHODES

La majorité des informations requises pour planifier la récolte d'échantillons, telles que la localisation de puits dans les secteurs visés et la vulnérabilité des aquifères, a été préparée par la Société de l'eau souterraine Abitibi-Témiscamingue (Pitre, 2015). En plus des informations fournies par le rapport de la SESAT cité ci-haut, les étapes méthodologiques employées par l'OBVT lors de la campagne d'échantillonnage de 2016 sont détaillées plus loin.

Les superficies d'épandages potentiels du secteur Béarn sont encadrées entre la route 391 à l'Ouest, la route de la mine au Nord et un important affleurement rocheux au Sud et à l'Est, de part et d'autre d'un des affluents de la petite rivière Blanche. Sur la majorité du secteur, l'argile en surface est séparée du roc sous-jacent par une couche de dépôts granulaires, à l'exception de la superficie d'épandage potentiel la plus à l'Est (lots 24-26). La couche de dépôts meubles est généralement de plus de 20 mètres et atteint une épaisseur maximale le long de l'affluent de la petite rivière Blanche. En revanche, à proximité des affleurements rocheux, l'épaisseur de la couche de dépôts meubles diminue rapidement.

La piézométrie s'incline selon une forte pente des sommets de roc affleurent à l'Est vers la petite rivière Blanche. Sur la distance de 4 km entre les limites Est et Ouest du secteur, la hauteur de la nappe phréatique diminue de près de 60 mètres. La recharge du secteur est relativement faible et se concentre dans les affleurements rocheux de l'Est. L'indice de vulnérabilité DRASTIC de la majeure partie des superficies d'épandages potentiels se situe dans l'intervalle 100-119 (modéré). L'indice est légèrement plus élevé lorsque les superficies d'épandages potentiels empiètent sur les marges de roc, notamment dans une bande d'approximativement 500 mètres située directement à l'Est de la maternité porcine du secteur.

Localisation des sites échantillonnés

Dans le cadre de l'échantillonnage d'eau souterraine du 29 mai 2017, trois puits résidentiels à Béarn ont été sélectionnés à partir de cartes fournies par Olymel illustrant les sites d'épandage de lisier et du rapport réalisé par la SESAT. L'équipe de l'OBVT responsable de l'échantillonnage a ainsi sélectionné ces puits et contacté les propriétaires. Des mises à jour des coordonnées ont été nécessaires (voir Annexe : coordonnées des propriétaires de puits échantillonnés). Les trois puits choisis pour le secteur de Béarn ne sont pas présentés dans la version publique de ce rapport.

Prélèvement des échantillons

À l'exception des puits coulants (résurgence en permanence), tous les puits, selon les directives du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES), devaient être purgés 3 fois pour éviter l'échantillonnage d'eau stagnante et nous permettre ainsi de mesurer les paramètres de l'eau de l'aquifère. Pour ce faire, l'équipe de l'OBVT a calculé le volume des puits à l'aide de la Formule 1 avec les données fournies par le PACES et le rapport de la SESAT.

Formule 1 :

$$V_p = r^2 * \pi * x * 1000 \frac{L}{m^3}$$

V_p = *volume d'eau nécessaire pour effectuer une purge*

r = *rayon du tubage (m)*

x = *profondeur total du puit – hauteur de l'eau (m)*

En mesurant le débit de l'eau à la sortie du puits directement sur le terrain, il était possible de calculer le temps requis pour une purge. Le temps nécessaire pour emplir une chaudière de 5 gallons américains (volume équivalent à 18,93 litres) était précisément mesuré, puis extrapolé pour connaître le temps nécessaire pour purger le puits au complet (voir Formule 2).

Formule 2 :

$$t_p = \left(\frac{t_r}{18,93 L} \right) * V_p$$

t_p = temps requis pour effectuer une purge (secondes)

t_r = temps requis pour remplir le 5 gallons (secondes)

Le temps calculé pour une purge a été multiplié par 3 afin d'aboutir au temps total requis pour purger le puits 3 fois, comme recommandé. Avant la fin de la troisième purge, une multisonde préalablement calibrée a été immergée dans un seau de faible capacité où l'eau du puits se renouvelait rapidement. L'objectif était de s'assurer de la stabilisation des données de :

- Température (°C) ;
- Conductivité spécifique (µs/cm) ;
- Oxygène dissous (mg/L) ;
- pH.

Ces paramètres ont été mesurés à l'aide d'une multisonde YSI Professional Plus Series.

Les données des paramètres affichées sur la multisonde devaient atteindre la stabilité avant le prélèvement d'un échantillon. La stabilité est considérée comme atteinte lorsque trois valeurs séparées par des intervalles de cinq minutes répondent aux critères de stabilité du tableau 1. Un duplicata pour chaque municipalité, déterminé aléatoirement, a également été fait dans le but d'évaluer la robustesse de l'échantillon.

Tableau 1 : Stabilisation des paramètres de la multisonde

Paramètres <i>in situ</i>	Degré de précision
Température (°C)	± 0,1
pH (unité de pH)	± 0,1
Conductivité spécifique spécifique (µS/cm)	± 2 %
Oxygène dissous (mg/L)	± 0,2

Analyse des échantillons

L'analyse des échantillons était laissée aux soins de la compagnie H2Lab (Multilab) à Rouyn-Noranda. Les bouteilles contenant l'eau des échantillons étaient préalablement refroidies à 4°C dans un réfrigérateur ou dans la glacière d'échantillonnage contenant des blocs réfrigérants puis expédiées depuis Ville-Marie le jour même de l'échantillonnage. Les paramètres suivants ont été mesurés :

- Azote ammoniacal
- Azote Kjeldahl (azote total NTK)
- Nitrites/nitrates
- Orthophosphates
- Phosphore trace
- Coliformes totaux
- Entérocoques
- Colonies atypiques
- Coliformes fécaux (Escherichia coli ou E. coli)
- Température

RÉSULTATS

1. Secteur Béarn

a. Paramètres de la multisonde

Une observation sommaire des données, représentées dans le tableau 2 ci-dessous, permet de constater un pH se situant près de la neutralité avec une faible tendance alcaline, une conductivité spécifique élevée, mais variant toutefois d'environ $300\mu\text{S cm}^{-1}$ entre chaque puits, une température plutôt froide et un taux d'oxygène dissous bas, à l'exception de la valeur moyenne mesurée au puits 3.

Tableau 2 : Résultats des paramètres de la multisonde pour les puits échantillonnés à Béarn.

Municipalité	Numéro de puits	Date de prélèvement	Température de l'eau du puits (°C) ($\pm 0,1$)		Oxygène dissous (mg l^{-1}) ($\pm 0,2$)		Conductivité spécifique ($\mu\text{s cm}^{-1}$) ($\pm 2\%$)		pH ($\pm 0,1$)	
Béarn	1	2017-05-29	7,50		4,56		989		7,57	
	2	2017-05-29	7,10		4,45		670		7,71	
	3 ¹	2017-05-29	6,85	0,07 ²	10,60	0,35 ²	369,75	0,07 ²	7,58	0,01 ²

¹Les valeurs données pour ce puits sont une moyenne de deux mesures prises, une avant chaque échantillonnage

²Ces valeurs représentent l'écart-type calculé de la moyenne présentée

b. Paramètres mesurés en laboratoire

En sommaire, les concentrations d'azote ammoniacal, listées dans le tableau 3 Tableau 3 : Résultats des paramètres mesurés en laboratoire pour les puits échantillonnés à , sont sous la limite de détection, à l'exception de l'échantillon prélevé au puits 1. Dans le cas des mesures de l'azote Kjeldahl total, les valeurs étaient toutes inférieures à la limite de détection. Il est important de noter que l'échantillon du puits 1 a été soumis à une analyse ayant une limite de détection moins précise, en raison de bris d'instrument. Les nitrites et nitrates (NO_x) sont également présents à de faibles concentrations dans les échantillons prélevés, sauf au puits 3 où un duplica a été prélevé. Le puits 5 démontre les concentrations de NO_x les plus importantes détectées parmi les échantillons. Aucun entérocoque ni d'*E.coli* n'ont été détectés dans les échantillons de Béarn. Les concentrations d'orthophosphates mesurées dans les échantillons étaient faibles pour les eaux provenant des puits 1 et 2, et sous la limite de détection pour l'eau provenant du puits 3. Dans le cas des concentrations de phosphore total, les valeurs étaient plus importantes pour les échantillons des puits 1 et 2, et plus faible pour les échantillons du puits 3. En ce qui concerne les duplicas, les résultats du premier échantillonnage effectué au puits 3 varient très faiblement des résultats provenant de la deuxième série d'échantillonnage à cet endroit.

Tableau 3 : Résultats des paramètres mesurés en laboratoire pour les puits échantillonnés à Béarn

Municipalité	Numéro de puits	Date de prélèvement	Azote ammoniacal (mg N l ⁻¹)	Azote Kjeldahl (mg N l ⁻¹)	Entérocoques (UFC 100 ml ⁻¹)	Coliformes fécaux, E.coli (UFC 100 ml ⁻¹)	Nitrites/Nitrates (mg N l ⁻¹)	Orthophosphates (mg P l ⁻¹)	Phosphore total (mg P l ⁻¹)	pH
Béarn	1	2017-05-29	0,22	<0,07 ¹	0	0	0,04	0,05	0,11	7,62
	2	2017-05-29	<0,01	<0,05	0	0	0,06	0,05	0,16	7,88
	3	2017-05-29	<0,01	<0,05	0	0	0,57	<0,01	0,04	7,61
	3 (duplica)	2017-05-29	<0,01	<0,05	0	0	0,58	<0,01	0,05	7,64

¹Cet échantillon a été soumis à une analyse ayant une limite de détection moins précise.

Discussion

L'eau souterraine est généralement plus dure et plus minéralisée que l'eau de surface. Ceci explique en effet pourquoi la conductivité des puits échantillonnés est globalement élevée. Les mesures de pH de cette campagne d'échantillonnage se retrouvent toutes dans la gamme désirable de 6,5 à 9,2, (Ojo, Ochieng et Otieno, 2012). Étant donné la nature isolée de cette eau, il est normal que les valeurs d'oxygène dissous soient faibles. D'ordinaire, la température de l'eau souterraine est généralement près de 9°C, bien que la plupart des données mesurées sont légèrement inférieures à cette valeur.

D'une part, il est important de mentionner que la faible variation entre les résultats des duplicatas effectués dans les deux secteurs échantillonnés laisse croire que les précautions prises pour le contrôle de la qualité des échantillons et pour la robustesse de ces derniers ont été efficaces. Pour cette raison, les résultats discutés ci-après sont jugés justes, à l'exception d'indications contraires.

D'après l'Organisation mondiale de la santé (OMS), la présence d'ammoniac dans un échantillon d'eau potable ne pose pas de problématique urgente concernant la santé humaine (OMS, 2004). Pour cette raison, aucun critère pour l'eau potable n'est établi pour ce paramètre. Les concentrations typiques de l'azote ammoniacal dans l'eau de surface et l'eau souterraine sont généralement inférieures à 0,2 mg l⁻¹ (OMS, 2004). Il est important de noter que la présence d'azote ammoniacal dans une eau souterraine pourrait être indicatrice d'une contamination bactérienne, de pollution d'origine animale ou par des eaux usées (OMS, 2004). Ce cas de figure se rencontre pour le puits 1.

Aucun critère n'existe pour l'azote Kjeldahl total pour l'eau potable. Il existe seulement des critères pour le nitrite et pour la somme de nitrite et de nitrate puisque ces derniers sont les espèces d'azote qui peuvent entraîner des problèmes de santé chez les humains, plus précisément des risques de développement de la méthémoglobinémie (maladie du bébé bleu). Le nitrate seul n'est pas considéré comme étant dangereux pour la santé, sauf dans le cas où il est réduit en nitrite (NO₂) puisque cette forme est 10 fois plus puissante que le nitrate lorsqu'on parle de la formation de méthémoglobine (OMS, 2004) à partir de l'hémoglobine dans le sang. En effet, les nitrites encouragent l'oxydation de l'atome de fer ferreux (Fe²⁺), qui se retrouve dans l'hémoglobine, en fer ferrique (Fe³⁺) : élément du globule rouge qui a comme rôle de transporter l'oxygène dans le sang (Lenntech, 2017). La méthémoglobine, possédant un atome Fe³⁺, est une substance qui est incapable de transporter l'oxygène (Lenntech, 2017) et donc la formation de cette dernière peut entraîner de sérieux problèmes de santé. Les bébés et les personnes âgées sont surtout à

risque de développement de cette maladie à la suite d'une exposition aux nitrites et nitrates. La concentration maximale recommandée pour le nitrite dans l'eau potable est de 1 mg N l⁻¹.

Bien que les résultats de la campagne d'échantillonnage soient présentés sous forme de NO_x, tous les échantillons de la municipalité de **Béarn** ont une concentration de nitrite et nitrate sous ce critère. Plus d'analyses sont nécessaires afin de déterminer les concentrations précises de nitrite, ou bien pour déterminer le ratio de NO₃⁻ et de NO₂⁻, qui ne devrait pas excéder 1 (OMS, 2004), afin d'anticiper si la consommation de l'eau de puits ayant une concentration de NO_x détectée est problématique pour la santé humaine.

Les coliformes fécaux (*Escherichia coli*) sont naturellement présents dans les intestins des animaux, ces microorganismes ne sont pas problématiques pour la santé lorsqu'ils demeurent dans l'intestin (OMS, 2004). Par contre, si certaines souches d'*E. coli* sont présentes ailleurs dans le corps, elles peuvent engendrer de sérieux problèmes pour la santé (OMS, 2004).

L'eau de puits échantillonnée à **Béarn** ne présente pas de résultats inquiétants en ce qui concerne la présence de tels organismes dans l'eau potable puisqu'aucun paramètre de bactériologie mesuré n'a révélé de résultats préoccupants. La présence d'*E. coli* ou d'entérocoques dans une eau indique que cette dernière a été contaminée par des matières fécales (Québec, 2017). Il peut donc être conclu qu'au moment du prélèvement d'échantillons, les puits échantillonnés durant cette campagne n'ont révélé aucune indication d'une telle contamination.

La présence de coliformes fécaux ou d'entérocoques dans une eau indique que cette dernière a été contaminée par des selles d'origine animale ou humaine (Québec, 2017). Une telle eau ne devrait pas être consommée sans être bouillie pour au moins 1 minute. Selon la norme québécoise, l'eau doit être exempte d'organismes pathogènes et d'organismes indicateurs d'une contamination fécale, telles les bactéries coliformes fécales, les bactéries *Escherichia coli*, les bactéries entérocoques et les virus coliphages F-spécifiques. L'eau ne doit pas contenir plus de 10 bactéries coliformes totales par 100 millilitres d'eau prélevée, lorsqu'on utilise une technique permettant de faire le dénombrement (MDDELCC, 2017).

Le phosphore est un élément nutritif essentiel à la croissance et la survie des plantes, donc cet élément se retrouve dans les engrais utilisés pour fertiliser les champs agricoles (Yan *et al.*, 2017). Bien qu'il ne présente pas de risque immédiat sur la santé, sauf la forme de

phosphore blanc (EPA, 2000), sa présence excessive dans un échantillon d'eau de puits pourrait être indicatrice d'une contamination possible par des ruissellements d'eau de surface provenant des terres agricoles.

Dans le secteur de **Béarn**, les mesures d'orthophosphates étaient faibles ou sous la limite de détection. Le phosphore total était également faible, par contre il était présent à des concentrations plus importantes dans les puits 1 et 2. Le contenu en phosphore dans l'aquifère à ces endroits semble donc être plus important.

Dans le cas du puits 1, les concentrations plus prononcées de phosphore total et d'ammoniac pourraient indiquer que les pressions anthropiques de nature agricole influencent la qualité de l'eau de l'aquifère à cet endroit. Puisque le phosphore et l'azote sont des éléments importants dans la composition de l'engrais répandu dans les champs agricoles environnants, il se peut que l'eau qui s'infiltre dans le sol et recharge l'aquifère emporte avec elle ces éléments nutritifs. Les mesures de phosphores pourraient aussi bien être à l'origine de la nature argileuse des sols, certains sols argileux peuvent être riches en phosphore (University of Minnesota Extension, 2017). Certains sols en monoculture de céréales ont été observés contenant des teneurs en phosphore significativement plus élevées lorsque ces sols sont en prairie permanente (Marton Tabi *et al.*, 1990). La présence plus prononcée de phosphore et d'azote ammoniacal ne peut toutefois pas être attribuée à une source avec certitude ; d'autres études seraient nécessaires afin de tirer de telles conclusions.

L'indice de vulnérabilité DRASTIC pour le secteur de **Béarn** indique une vulnérabilité de l'aquifère généralement faible à tous les puits échantillonnés (Figure 1). La susceptibilité de l'aquifère devient par contre plutôt modérée à proximité du puits 3, ce qui pourrait expliquer pourquoi les concentrations de NO_x détectées à cet endroit sont plus élevées. L'indice DRASTIC décrit la susceptibilité d'un aquifère à une contamination provenant de la surface du sol, en intégrant plusieurs conditions relatives à la vulnérabilité d'un aquifère (RQES). Il est important de noter que « les secteurs de vulnérabilité modérée (100 < DRASTIC < 180) sont principalement associés à des épaisseurs d'argile moindres, surtout en périphérie des affleurements rocheux » (Pitre, 2015). Ces puits sont prévus être analysés de nouveau en 2020. Il faudra surveiller la qualité de l'eau sur tous les puits et porter une attention particulière au puits 3 puisque selon le rapport de la SESAT, ce puits aurait une plus grande vulnérabilité principalement liée à la zone pédologique.

En comparant les résultats de l'eau souterraine provenant de **Béarn** aux secteurs échantillonnés en 2016 (Laverlochère et Fugèreville), ce secteur démontre des paramètres

sur trois puits échantillonnés avec des résultats qui laissent croire que l'eau souterraine est moins affectée par les pressions anthropiques à cet endroit. Le phosphore mesuré au puits 3 était toutefois plus élevé que toutes les mesures de phosphore effectuées durant la campagne d'échantillonnage de 2016 à Fugèreville et Laverlochère. En plus des apports de phosphore provenant de pollution anthropique, la nature des formations géologiques peut avoir une influence sur la variation de concentration de phosphore total dans les différents secteurs échantillonnés.

D'après les résultats de la campagne d'échantillonnage du présent rapport, qui représente le portait de la qualité de l'eau avant l'épandage du lisier provenant des maternités porcines, il peut être conclu que l'eau souterraine dans le secteur de **Béarn** est de bonne qualité et ne présente pas d'inquiétude en ce qui concerne sa consommation.

Conclusion

Selon l'OMS (1971), le danger le plus important étant associé à la consommation de l'eau est lié à une contamination de cette dernière par des bactéries pathogènes d'origine humaine ou animale. Pour cette raison, il est nécessaire de s'assurer que les épandages du lisier provenant de maternités porcines dans les secteurs prévus n'entraîneront pas de risques pour la santé des consommateurs d'eau à proximité des maternités porcines. Il sera important d'identifier si un ou plusieurs paramètres analysés durant cette campagne auront augmenté d'ici cinq ans afin d'assurer une bonne qualité de l'eau souterraine. La protection des sources d'eau doit se faire par un épandage suivant les règles de distances édictées par le MDDELCC par rapport aux puits et aux cours d'eau. Selon les directives données, ces distances semblent respectées par les Fermes Boréales. Les mesures de ce programme d'échantillonnage pourraient servir à établir un niveau de protection différent des niveaux actuels si des problèmes étaient détectés en cours de travaux et l'origine de ces problèmes identifiés.

Bibliographie

- Chilton, J. (1992). *Women and Water*. *Waterlines Journal* (2), pp. 2-4.
- Cloutier, V., Rosa, E., Nadeau, S., Dallaire, P.-L., Blanchette, D., et Roy, M., (2015). *Projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines de l'Abitibi-Témiscamingue (partie 2)*. Rapport final déposé au MDDELCC dans le cadre du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du Québec. Groupe de recherche sur l'eau souterraine, Institut de recherche en mines et en environnement, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, 313 pages.
- EPA. (2000). *Phosphorus*. Consulté le juillet 10, 2017, sur United States Environmental Protection Agency (EPA): <https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-09/documents/phosphorus.pdf>
- Lenntech. (2017). *Nitrate*. Consulté le juillet 7, 2017, sur Water Treatment Solutions: <http://www.lenntech.fr/procedes/nitrates/nitrates/nitrate.htm>
- Ojo, O., Ochieng, G., & Otieno, F. (2012, juin). *Groundwater: Characteristics, qualities, pollutions and treatments: An overview*. *International Journal of Water Resources and Environmental Engineering* (4), pp. 162-170.
- OMS. (1971). *International drinking water standards for drinking water (3rd edition)*. Geneva: Organisation mondiale de la santé (OMS).
- OMS. (2004). *Guidelines for Drinking-Water Quality*. Geneva: Organisation mondiale de la santé (OMS).
- Gouvernement du Québec (2017). *Contamination de l'eau potable d'un puits*. Consulté le juillet 7, 2017, sur Portail santé mieux-être: <http://sante.gouv.qc.ca/conseils-et-prevention/contamination-de-l-eau-potable-d-un-puits/e-coli/>
- MDDELCC. 2017. *Règlement sur la qualité de l'eau potable : Le Règlement en bref*. En ligne. <<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/potable/brochure/parties-1-2-3.htm#31>>. Consulté le 28 octobre 2017.
- Provost, M., Gagné, D., 2002. *Le développement durable de la production porcine en Abitibi-Témiscamingue*. Portrait des interventions de la Direction de santé publique et des équipes de santé au travail des CLSC. Santé environnementale, 7 pages.

RQES. (s.d.). *L'indice DRASTIC*. Consulté le juillet 10, 2017, sur Réseau Québécois sur les eaux souterraines (RQES): <http://rqes.ca/lindice-drastic/>

Pitre, Olivier (2015). *Projets de maternités porcines au Témiscamingue : Recommandations en vue de l'établissement d'un réseau de surveillance hydrogéologique -Secteurs Fugèreville, Lorrainville, Laverlochère et Béarn*. Amos, Société de l'eau souterraine de l'Abitibi-Témiscamingue: 48 p

Tabi, Marton, Lauréan Tardif, Dominique Carrier, Gérard Laflamme et Michel Rompré (1990). *Inventaire des problèmes de dégradation des sols agricoles du Québec : région agricole 9 - Abitibi-Témiscamingue*. Entente auxiliaire Canada-Québec sur le développement agro-alimentaire. Gouvernement du Québec: 81 pages.

Todd, K. (1980). *Groundwater Hydrology (2e édition)*. John Wiler & Sons, New York Chichester.

University of Minnesota Extension. (2017). *Nutrient Management*. Consulté le juillet 10, 2017, sur University of Minnesota Extension: <https://www.extension.umn.edu/agriculture/nutrient-management/phosphorus/the-nature-of-phosphorus/>

Yan, R., Huang, J., Li, L., & Gao, J. (2017). *Hydrology and phosphorus transport simulation in a lowland podler by a coupled modeling system*. *Environmental Pollution* (227), pp. 613-625.

