



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

RAPPORT 2016 – FUGÈREVILLE -
LAVERLOCHÈRE



**Échantillonnage d'eau souterraine dans le cadre
d'implantation de maternités porcines au Témiscamingue
Rapport 2016**

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Rédaction

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

Thibaut Petry, Biologiste M. Sc.
Directeur adjoint (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 2016 (Laverlochère et Fugèreville), 22 pages.



Table des matières

Liste des figures	2
Liste des tableaux	3
Liste des annexes.....	3
Lexique et définitions importantes	3
REMERCIEMENTS.....	4
MISE EN GARDE	4
INTRODUCTION	5
MÉTHODES	6
Localisation des sites échantillonnés	7
Récolte des échantillons.....	8
Analyse des échantillons	10
RÉSULTATS.....	11
1. Secteur Laverlochère	11
Paramètres de la multisonde	11
Paramètres mesurés en laboratoire.....	12
2. Secteur Fugèreville	13
Paramètres de la multisonde	13
Paramètres mesurés en laboratoire.....	13
Discussion	15
Conclusion	18
Bibliographie.....	19

Liste des figures

Figure 1 : Puits échantillonnés à Laverlochère lors de la campagne d'échantillonnage 2016, numérotés et indiqués en cercles blancs. **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 2 : Puits échantillonnés à Fugèreville lors de la campagne d'échantillonnage 2016, numérotés et indiqués en cercles blancs. **Erreur ! Signet non défini.**

Liste des tableaux

Tableau 1 : Stabilisation des paramètres de la multisonde	10
Tableau 2 : Résultats des paramètres de la multisonde pour les puits échantillonnés à Laverlochère.....	11
Tableau 3 : Résultats des paramètres mesurés en laboratoire pour les puits échantillonnés à Laverlochère.....	12
Tableau 4 : Résultats des paramètres de la multisonde pour les puits échantillonnés à Fugèreville.....	13
Tableau 5 : Résultats des paramètres mesurés en laboratoire pour les puits échantillonnés à Fugèreville.....	14

Liste des annexes

Annexe 1.....	22
---------------	----

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 emmagasiner 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 agréé 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 des 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 à proximité des épandages de lisier sur certaines terres agricoles. Ce rapport présente les résultats de l'échantillonnage à **Fugèreville** et **Laverlochère** qui a été réalisé en 2016 et il discute des résultats d'analyses et de notre évaluation de la qualité de l'eau souterraine avant l'épandage de lisier. L'épandage du lisier en 2016 a été réalisé au mois de septembre 2016 dans ces deux secteurs respectifs.

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 de huit (8) des neuf (9) puits échantillonnés dans les secteurs de Fugèreville et de Laverlochère autant sur le plan bactériologique que physico-chimique. Bien que la plupart des échantillons d'eau provenant des puits de Fugèreville contenaient des quantités de bactéries mesurées et importantes, deux puits sur les 9 étaient considérés comme problématiques sur le plan bactériologique à Fugèreville (puits 3 et 5). Le puits 5 cependant n'avait pas été utilisé depuis longtemps et devrait faire l'objet de nouvelles mesures afin d'en assurer la qualité pour la santé des humains et des animaux. Le puits 3 ne contenait pas d'entérocoques ou de coliformes fécaux, ce sont les coliformes totaux et atypiques qui étaient en surnombre et rendaient l'eau impropre à la consommation.

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 potentielles d'épandage de lisier du secteur de Laverlochère sont très majoritairement planifiées sur une plaine argileuse reposant directement sur le roc, sans couche granulaire intermédiaire. Le secteur est ponctué d'affleurements rocheux, particulièrement au Nord et à l'Est. L'épaisseur de dépôts meubles y est conséquemment moins importante (0-15 m) que dans l'Ouest et le Sud du secteur où la couche de dépôts meubles atteint une épaisseur maximale de 35 m. La piézométrie du secteur est relativement uniforme (225-250 m) et est dictée par l'écoulement du cours d'eau Rivest au

Nord qui rejoint la rivière à la Loutré au Sud à hauteur du 3^{ème} et 4^{ème} rang de Laverlochère. La recharge locale est relativement modérée et n'atteint que 160 mm/an dans les crêtes d'affleurement rocheux. Au niveau de la maternité porcine et de l'ensemble des superficies d'épandages planifiées, la recharge est estimée à une valeur unique de 91 mm/an. En raison de la stratigraphie du secteur, l'indice de vulnérabilité DRASTIC est estimé faible pour la grande majorité des superficies. Seules certaines superficies sont considérées de vulnérabilité moyenne, en raison de la couche intermédiaire de dépôts granulaires qu'on y retrouve entre l'argile et le roc (Pitre, 2015).

Les superficies d'épandages potentiels près des Fermes Boréales sont essentiellement localisées sur argile avec dans certains cas des contacts marginaux sur des affleurements rocheux. Dans un rayon d'approximativement 1,5 km autour du périmètre urbain de Fugèreville, on retrouve une couche intermédiaire de sable/gravier/till entre l'argile et le roc. L'épaisseur de la couche de dépôts meubles varie de 0 à 25 m, généralement selon la proximité d'un affleurement rocheux. L'indice de vulnérabilité DRASTIC des superficies d'épandages du secteur varie entre 45 et 139 (vulnérabilité faible à modérée). Les secteurs de vulnérabilité modérée ($100 < \text{DRASTIC} < 180$) sont principalement associés à des épaisseurs d'argile moindres, surtout en périphérie des affleurements rocheux.

Localisation des sites échantillonnés

Dans le cadre de l'échantillonnage d'eau souterraine du 31 mai au 2 juin 2016, dix puits résidentiels ont été sélectionnés, soit cinq à **Laverlochère** et cinq à **Fugèreville** 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). Pour le puits 5 de **Fugèreville**, l'échantillonnage a eu lieu le 1^{er} novembre 2016, car l'absence d'électricité ne permettait pas de le faire au printemps de cette même année. Les cinq puits choisis pour les secteurs de **Laverlochère** et de **Fugèreville** ne sont pas présentés dans la version publique de ce rapport par respect pour la vie privées des propriétaires de ces puits.

Récolte 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 ($\mu\text{s}/\text{cm}$) ;
- 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 Laverlochère

Paramètres de la multisonde

Nous pouvons observer dans le tableau 2 ci-dessous la moyenne des données de la multisonde mesurées dans les puits d'eau souterraine sélectionnés à **Laverlochère**. Une observation sommaire des données permet de constater un pH se situant près de la neutralité avec une faible tendance basique, à l'exception du puits 1 où cette tendance est plus prononcée. Une conductivité spécifique élevée, une température plutôt froide et un taux d'oxygène dissous très bas sont également observés pour chaque puits échantillonné.

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

Municipalité	Numéro de puits	Date de prélèvement	Température de l'eau du puits (°C) ($\pm 0,1$)	Oxygène dissous (mg/L) ($\pm 0,2$)	Conductivité spécifique ($\mu\text{s}/\text{cm}$) ($\pm 2\%$)	pH ($\pm 0,1$)
Laverlochère	1	2016-06-01	6,93	1,27	475,77	8,41
	2	2016-06-01	8,30	1,33	450,90	7,85
	3	2016-06-02	6,20	1,18	400,07	7,58
	4	2016-06-02	6,50	2,91	304,43	7,08
	5	2016-05-31	9,33	0,91	441,27	7,61

Paramètres mesurés en laboratoire

Les concentrations d'azote ammoniacal sont toutes sous la limite de détection pour les puits analysés à **Laverlochère**. Dans le cas des mesures de l'azote Kjeldahl (total), les valeurs détectées sont faibles avec des valeurs inférieures à 1,5 mg NTK l⁻¹. Les nitrites et nitrates (NO_x) sont également présents à de faibles concentrations dans les échantillons prélevés. Le puits 5 démontre les concentrations de NO_x les plus importantes détectées parmi les échantillons. Aucun coliforme atypique, entérocoques, ni d'*E.coli* n'a été détecté dans les échantillons de **Laverlochère**. Le puits 5 a toutefois une présence de coliformes totaux ; paramètre qui n'a pas été détecté dans les autres échantillons prélevés. Les concentrations d'orthophosphates mesurées dans les échantillons étaient toutes sous la limite de détection, à l'exception du puits 1. Les concentrations de phosphore trace étaient également faibles, avec la plus haute concentration mesurée dans l'échantillon provenant du puits 1. En ce qui concerne les duplicatas, les résultats du premier échantillonnage effectué au puits 5 varient faiblement des résultats provenant du duplicata échantillonné à cet endroit.

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

Municipalité	Numéro de puits	Date de prélèvement	Azote ammoniacal (mg N/L)	Azote Kjeldahl total (mg N/L)	Coliformes totaux (UFC/100 ml)	Coliformes atypiques (UFC/100 ml)	Entérocoques (UFC/100 ml)	Coliformes fécaux (E.coli) (UFC/100 ml)	Nitrites/ Nitrates (mg N/L)	Orthophosphates (mg P/L)	Phosphore trace (mg P/L)	pH
Laverlochère	1	2016-06-01	<0,01	1,5	0	0	0	0	0,03	0,03	0,0091	8,22
	2	2016-06-01	<0,01	0,16	0	0	0	0	0,06	<0,01	0,013	8,09
	3	2016-06-02	<0,01	0,92	0	0	0	0	0,02	<0,01	0,009	7,86
	4	2016-06-02	<0,01	0,25	0	0	0	0	0,01	<0,01	0,0053	7,73
	5	2016-05-31	<0,01	0,19	34	0	0	0	0,13	<0,01	0,0019	7,72
	5 (duplica)	2016-05-31	<0,01	0,11	46	0	0	0	0,13	<0,01	0,0019	7,84

2. Secteur Fugèreville

Paramètres de la multisonde

Nous pouvons observer dans le Tableau 4 : Résultats des paramètres de la multisonde pour les puits échantillonnés à Fugèreville ci-dessous la moyenne des données physico-chimiques recueillies dans les puits d'eau souterraine sélectionnés à **Fugèreville**. Bien que les données prélevées dans ce secteur varient de celles obtenues dans le secteur de **Laverlochère**, les tendances observées sont semblables : une température et un niveau d'oxygène dissous faible, une conductivité élevée et un pH près de la neutralité.

Tableau 4 : Résultats des paramètres de la multisonde pour les puits échantillonnés à Fugèreville.

Municipalité	Numéro de puits	Date de prélèvement	Température de l'eau du puits (°C) (±0,1)	Oxygène dissous (mg/L) (±0,2)	Conductivité spécifique (µs/cm) (±2%)	pH (±0,1)
Fugèreville	1	2016-06-02	7,33	0,74	526,25	7,65
	2	2016-06-02	7,90	1,07	502,87	7,28
	3	2016-06-01	7,47	1,26	289,97	7,74
	4	2016-06-02	7,67	3,60	401,97	6,89
	5	2016-11-01	7,90	3,35	473,10	7,32

Paramètres mesurés en laboratoire

L'azote ammoniacal mesuré dans les 6 échantillons était faible, 4 des 6 échantillons étaient sous la limite de détection (* Colonies trop nombreuses pour être identifiées. Les bactéries peuvent être des *E. coli*, des coliformes totaux et/ou des colonies atypiques) alors que les échantillons des puits 1 et 5 contenaient de faibles quantités d'azote ammoniacal. L'azote Kjeldahl total est aussi présent à de faibles concentrations dans les échantillons prélevés ; avec la plus haute concentration détectée dans l'échantillon provenant du puits 3. Les concentrations de NO_x mesurées dans les échantillons prélevés sont faibles, à l'exception du puits 4 où les deux

mesures sont supérieures à 3 mg-N/L. Les entérocoques et les *E.coli* n'ont pas été détectés dans les puits de **Fugèreville**, à l'exception du puits 5. Les coliformes atypiques ont été mesurés dans les échantillons provenant des puits 1, 3, 4 (dupliqua seulement) et 5, avec les puits 3 et 5 ayant les colonies les plus importantes, le puits 3 au seuil de la norme québécoise pour l'eau potable (seuil de 200 UFC 100 ml⁻¹). Ceci est également vrai pour les colonies de coliformes totaux présentes dans les puits 3 et 5. Ces derniers ont été détectés dans tous les échantillons sauf celui prélevé du puits 2. Toutes les mesures d'orthophosphates, sauf pour l'échantillon provenant du puits 5, étaient sous la limite de détection. Les concentrations de phosphore trace mesurées étaient aussi faibles ; à l'exception de l'échantillon provenant du puits 5. En ce qui concerne les duplicatas, les résultats du premier échantillonnage effectué au puits 4 varient faiblement des résultats provenant du duplicata échantillonné à cet endroit.

Tableau 5 : Résultats des paramètres mesurés en laboratoire pour les puits échantillonnés à Fugèreville.

Municipalité	Numéro de puits	Date de prélèvement	Azote ammoniacal (mg N/L)	Azote Kjeldhal total (mg N/L)	Coliformes totaux (UFC/100 ml)	Coliformes atypiques (UFC/100 ml)	Entérocoques (UFC/100 ml)	Coliformes fécaux <i>E.coli</i> (UFC/100 ml)	Nitrites/Nitrates (mg N/L)	Orthophosphates (mg P/L)	Phosphore trace (mg P/L)	pH
Fugèreville	1	2016-06-02	0,05	0,05	4	3	0	0	0,01	<0,01	0,013	7,83
	2	2016-06-02	<0,01	0,21	0	0	0	0	0,01	<0,01	0,012	7,49
	3	2016-06-01	<0,01	0,63	*	200	0	0	0,01	<0,01	0,012	7,89
	4	2016-06-02	<0,01	0,15	2	0	0	0	3,49	<0,01	0,003	7,05
	4 (dupliqua)	2016-06-02	<0,01	0,2	3	2	0	0	3,51	<0,01	0,0048	7,06
	5	2016-11-01	0,03	0,17	*	*	15	*	0,24	0,03	0,042	7,81

* Colonies trop nombreuses pour être identifiées. Les bactéries peuvent être des *E. coli*, des coliformes totaux et/ou des colonies atypiques.

Discussion

L'eau souterraine est généralement plus dure et plus salée 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). En effet, toutes les concentrations mesurées durant l'échantillonnage d'eau de puits en 2016 sont inférieures à cette valeur. Il est important de noter que la présence d'azote ammoniacal dans une eau souterraine pourrait tout de même être indicatrice d'une contamination bactérienne, de pollution d'origine animale ou par des eaux usées (OMS, 2004).

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 (NO⁻²) 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, sauf ceux prélevés du puits 4 de **Fugèreville**, ont une concentration de nitrite et nitrate sous ce critère. Par contraste, le puits 4 de **Fugèreville** a des concentrations de NO_x au-delà de 3 mg-N l⁻¹ (OMS, 2004). 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 le seuil établi par l'OMS (OMS, 2004) S, afin d'anticiper si la consommation de cette eau de puits 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 des puits échantillonnés à **Laverlochère** ne présente pas de résultats inquiétants en ce qui concerne la présence de tels organismes dans l'eau potable. Toutefois, les puits 3 et 5 de **Fugèreville** ont révélé des résultats préoccupants face à la présence de coliformes dans l'eau. Dans le cas du puits 5, les colonies d'*E. coli* étaient trop nombreuses pour être comptées. En effet, 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. Les résultats d'analyses des prélèvements effectués aux puits 3 et 5 à **Fugèreville** en 2016 indiquent que l'eau souterraine est contaminée par des coliformes totaux et atypiques en surnombre des seuils édictés par la norme québécoise. L'eau du puits 5 dépassait également la norme pour les entérocoques et les coliformes fécaux. 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 le **Laverlochère**, les mesures d'orthophosphate et de phosphore en trace étaient faibles. La présence plus importante de ces deux paramètres dans le puits 1 peut indiquer que le contenu en phosphore dans l'aquifère à cet endroit est plus important qu'aux autres endroits échantillonnés. Quant au secteur de **Fugèreville**, les concentrations de phosphore en trace étaient plus élevées que celles mesurées dans l'eau des puits de **Laverlochère**. L'échantillon ayant la plus haute concentration d'orthophosphate avait également la plus haute concentration de phosphore en trace. Cette présence plus prononcée ne peut pas être attribuée à une source avec certitude ; d'autres études seraient nécessaires afin de tirer une telle conclusion. Il est toutefois possible que le phosphore soit à l'origine de percolation de l'eau des champs agricoles fertilisés, ou bien qu'il soit à l'origine de la nature des sols plus riche en phosphore (University of Minnesota Extension, 2017).

L'indice de vulnérabilité DRASTIC pour les puits analysés dans le secteur de **Laverlochère** indique une vulnérabilité de l'aquifère généralement faible à tous les puits échantillonnés, sauf au puits 5 où la vulnérabilité est plutôt moyennement faible (Figure 1). Dans le secteur de **Fugèreville**, ce même indice indique une vulnérabilité moyennement faible pour les puits 1, 2, 3 et 5, et une vulnérabilité plutôt faible pour le puits 4 (Figure 2). Cet indice 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 moyenne (cote modérée : $100 < \text{DRASTIC} < 180$) sont principalement associés à des épaisseurs d'argile moindres, surtout en périphérie des affleurements rocheux » (Pitre, 2015).

En comparant les résultats de l'eau souterraine provenant de **Laverlochère** aux résultats de l'eau souterraine provenant de **Fugèreville**, ce dernier secteur démontre des paramètres qui laissent croire que l'eau souterraine connaît plus de pression du secteur agricole à cet endroit. Il est également possible que la vulnérabilité des aquifères, généralement jugée un peu plus élevée dans le secteur de **Fugèreville** visé par cette campagne, soit la raison pour laquelle les paramètres mesurés sont, de façon générale, plus élevée dans ce secteur comparativement à **Laverlochère**. Les résultats discutés représentent le portait de l'eau souterraine avant l'épandage du lisier. Une exception existe toutefois à ce sujet : le puits 5 de **Fugèreville**, celui qui démontre les résultats les plus préoccupants de la campagne d'échantillonnage, a été échantillonné après le premier épandage du lisier qui a eu lieu au mois de septembre 2016. Pour cette raison, il est

impossible de déterminer avec certitude ce que les résultats présentés reflètent. Il est important de noter que ce puits était hors usage pour une période de temps et donc, malgré les purges effectuées, si des colonies de microorganismes importantes étaient présentes dans le puits au temps de l'échantillonnage, ces derniers peuvent avoir influencé les résultats des analyses. De plus, il se peut que l'épandage du lisier effectué quelque temps avant l'échantillonnage ait une influence sur les résultats. Aucune conclusion ne peut être tirée avec certitude et les résultats pour ce puits en particulier ne pourront pas être comparés avec les résultats de la campagne d'échantillonnage de 2020, puisqu'ils ne représentent pas un portrait de la qualité de l'eau avant l'épandage comme était prévu pour cette étude.

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 selles de provenance 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 sont respectées. Les mesures de ce programme d'échantillonnage pourraient servir à établir un niveau de protection différent des niveaux actuels.



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).
- Québec, G. d. (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
- 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.

