

Hydrogéochimie et qualité de l'eau des sources associées aux eskers de l'Abitibi, Québec

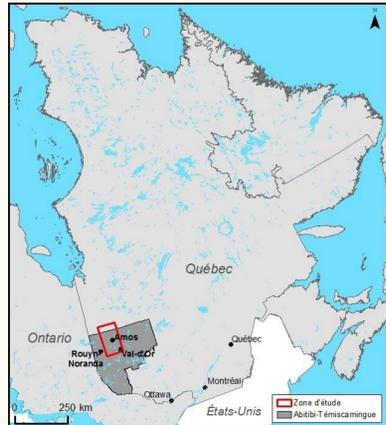


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude

Introduction et mise en contexte

Le projet de caractérisation hydrogéochimique de l'eau souterraine qui émerge des sources associées aux eskers est réalisé dans le cadre d'un projet d'hydrogéologie régionale en Abitibi. La région d'étude est localisée dans le centre-nord de l'Abitibi-Témiscamingue (Figure 1). Plusieurs municipalités de l'Abitibi puisent l'eau souterraine de systèmes aquifères associés à des eskers pour alimenter leur population d'une eau de grande qualité. L'augmentation de la population et de la concentration urbaine se traduit par une hausse de la demande en eau qui exige d'acquiescer des connaissances sur la ressource en eau souterraine pour mieux la gérer et mieux la protéger parce qu'elle peut induire des risques de contamination due aux activités humaines, particulièrement dans les secteurs où la vulnérabilité de la nappe est élevée.

Objectifs

- Déterminer les caractéristiques chimiques des sources;
- Identifier l'origine de l'eau souterraine à l'aide de traceurs naturels ($\delta^2\text{H}$, $\delta^{18}\text{O}$, tritium, $\delta^{13}\text{C}$, carbone 14);
- Étudier la variabilité de la géochimie des sources en fonction de leur localisation géographique.

Les résultats de cette étude vont permettre d'établir un premier portrait régional de la variabilité de la composition chimique des sources en fonction des contextes géologiques et hydrogéologiques de la région.

Eskers et moraines

Un type de dépôt qui caractérise le territoire d'étude est représenté par les formations fluvioglaciales que sont les eskers et la Moraine d'Harricana. Veillette et al. (2004) a présenté une classification des eskers de la MRC d'Abitibi établie selon leur stratigraphie et leur structure interne. Nadeau (2011) et Nadeau et al. (2011) ont appliqué cette classification pour estimer le potentiel aquifère des eskers de l'Abitibi-Témiscamingue et du sud de la Baie-James. Les eskers ciblés pour le besoin de cette étude sont des eskers de type C (Figure 2). C'est dans ce type d'esker que l'on retrouve les aquifères les plus importants et les sources à plus forts débits de la région. L'argile fait fonction de paroi imperméable retenant ainsi l'eau souterraine dans la masse granulaire. Les sources émergent ainsi au contact entre le granulaire et l'argile.

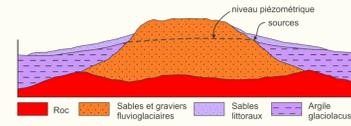


Figure 2 : Esker de type C (modifiée de Veillette et al., 2004)



Méthodologie

Les travaux se sont déroulés à l'été 2009 et se sont poursuivis à l'été et à l'automne 2010. Une dernière campagne d'échantillonnage est actuellement en cours et sera terminée en 2011. Ces travaux ont permis de recueillir 73 échantillons d'eau répartis sur trente (30) sources. Les échantillons ont été analysés pour plusieurs paramètres chimiques, incluant les constituants majeurs, mineurs et traces, les isotopes stables ($\delta^2\text{H}$, $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$) et radioactifs, carbone 14 et tritium, ainsi que CID, COD, NTK et P totale. Les paramètres pH, température, conductivité électrique spécifique, oxygène dissous et le potentiel d'oxydoréduction ont été mesurés sur le terrain. Tous les échantillons d'eau de source ont été filtrés avec des filtres 0.45µm.

La distribution géographique de l'ensemble des sites d'échantillonnage est présentée à la Figure 3. Le choix des sites a été fait en se basant sur l'étude des sources d'eau gravitaire émergent d'eskers réalisée par Champagne (1988). Les sources échantillonnées sont associées aux eskers suivants : l'esker Vaudray-Joannès, l'esker de Launay, l'esker Saint Mathieu-Berry et la Moraine d'Harricana. Un suivi annuel est réalisé sur vingt (20) sources depuis 2009. Pour les neuf (9) sources qui présentent des débits plus importants, des suivis mensuel sont effectués à la période d'étiage et de recharge. Ce suivi temporel a débuté en 2010 et est poursuivi en 2011.

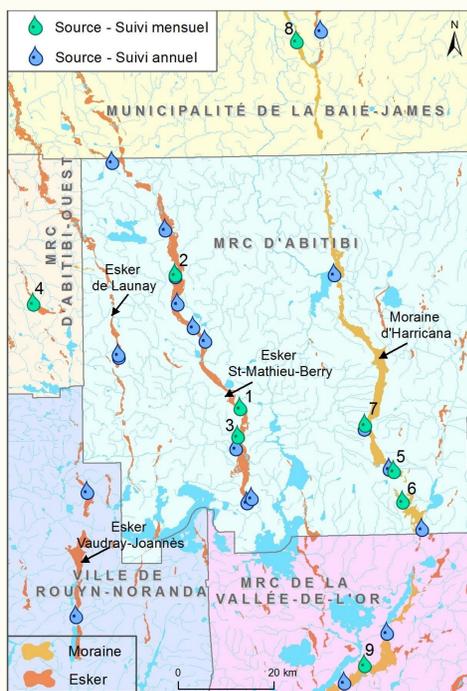


Figure 3 : Localisation des sources échantillonnées (Cartes de la géologie des formations en surface de la Commission géologique du Canada)

Géochimie et qualité de l'eau

Un outil pour l'analyse et l'interprétation de données géochimiques est le type d'eau. Il permet de résumer la composition chimique d'un échantillon sur la base de ses concentrations en constituants majeurs en milliéquivalent par litre. Les constituants majeurs sont les cations Ca, Mg, Na et K, et les anions HCO_3 , Cl, SO_4 . Le diagramme de Piper montre la composition des constituants majeurs des échantillons d'eaux de sources (Piper, 1944). Les échantillons sont tous du type Ca- HCO_3 . Les eaux des différentes sources ne peuvent donc pas être distinguées sur la base de leur type d'eau. La qualité de l'eau souterraine est très bonne dans la région d'étude. Néanmoins quelques échantillons dépassent les normes et recommandations notamment pour les paramètres suivants Fe, Al. Le tableau 1 résume les statistiques descriptives calculées pour les 43 échantillons d'eau de source de 2010. Pour les paramètres chimiques analysés sur 43 échantillons, les normes du Québec (MDDEP, 2008) et les recommandations canadiennes pour la qualité de l'eau potable de Santé Canada (2008) sont dépassées pour Al (1 échantillon), et Fe (2 échantillons). La dureté totale était inférieure à 200 mg/l pour l'ensemble des échantillons, soit un maximum de 135.1 mg/l de CaCO_3 .

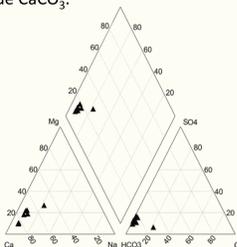


Figure 4 : Diagramme de Piper



Suivi temporel

La figure 5 présente la variation de la conductivité spécifique en fonction du temps pour les 5 sources sélectionnées parmi les 9 où un suivi temporel est réalisé. En général, pour ces sources, les mesures sont constantes dans le temps mais les valeurs sont plus élevées pour la source (N°1) Matagami située dans la Municipalité de la Baie-James. La même tendance est observée pour la distribution des éléments majeurs Ca, Mg, Na et K ainsi que l'alcalinité totale de façon moindre. En ce qui concerne les éléments traces ceux-ci sont dans la plupart des cas en quantité sous la limite de détection ce que démontre le tableau 1. Pour le suivi temporel, 9 sources ont été sélectionnées en se basant sur les critères suivants : le débit selon l'évaluation faite par Champagne (1988), le type d'esker ou Moraine, l'accessibilité du site afin d'instrumenter celui-ci pour y faire des mesures de débit et des relevés d'arpentage.

Suivi spatial

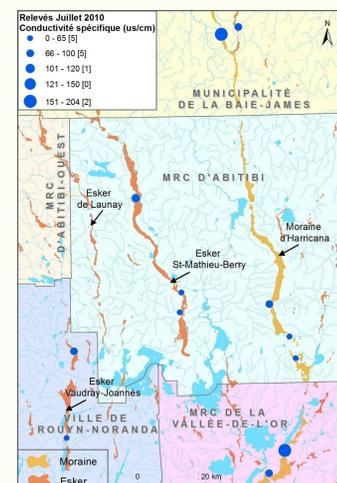


Figure 6 : Distribution de la conductivité spécifique

Tableau 1 : Statistiques descriptives pour les 43 échantillons prélevés en 2010

Paramètres	Nb échantillons valides	Min	25%	50%	75%	Max
T°C	42	4.4	5.1	5.5	6	7.5
pH (field)	42	6.7	7.7	8.1	8.3	9.1
EH (mV)	43	267.5	369	381.6	397	480.6
DO (mg/l)	42	6.4	8.5	9.7	10.8	13.5
El. Cond. (µS/cm)	39	42	87	109	177	370
ORP (mV)	39	43.2	98.4	115.6	134.2	213
Ca (mg/l)	43	6.8	13	15	18	44
Mg (mg/l)	43	0.6	1.3	1.7	2.7	11
Na (mg/l)	43	1	1.4	1.7	2	19
K (mg/l)	43	0.2	0.5	0.6	0.7	1.8
Cl (mg/l)	43	0.2	0.3	0.8	1.6	32
Measurée ALK (mg/l)	43	23	43	46	62	120
HCO3 (mg/l)	43	28	52	58.1	63.4	146.3
SO4 (mg/l)	43	3.1	5.5	6.7	8.4	12
Fe (mg/l)	43	0.05	0.05	0.05	0.05	0.1
NO3 (mg/l)	43	0.01	0.05	0.05	0.09	1.2
B (mg/l)	42	0.003	0.003	0.003	0.006	0.07
Si (mg/l)	43	3.1	4.9	5.2	5.75	6.5
Ba (mg/l)	43	0.001	0.003	0.004	0.006	0.023
Br (mg/l)	43	0.05	0.05	0.25	0.25	0.25
Li (mg/l)	43	0.005	0.005	0.005	0.005	0.072
NH4 (mg/l)	43	0.01	0.01	0.020	0.05	0.06
Sr (mg/l)	43	0.02	0.028	0.031	0.034	0.12
Silver (mg/l)	43	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002
Al (mg/l)	43	0.001	0.001	0.003	0.009	0.11
Sb (mg/l)	43	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Be (mg/l)	43	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
As (mg/l)	43	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002
B (mg/l)	43	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.006
Cd (mg/l)	43	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Co (mg/l)	43	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
Cu (mg/l)	43	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.019
Sr (mg/l)	43	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Fe (mg/l)	43	0.015	0.015	0.015	0.015	0.94
Cr (mg/l)	43	0.0003	0.0003	0.0003	0.001	0.003
Mn (mg/l)	43	0.0002	0.0002	0.0005	0.005	0.014
Mo (mg/l)	43	0.0003	0.0003	0.0003	0.001	0.001
PO4 (mg/l)	43	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
Ni (mg/l)	43	0.001	0.001	0.001	0.001	0.018
Pb (mg/l)	43	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0005
Se (mg/l)	43	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Ti (mg/l)	43	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
U (mg/l)	43	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
V (mg/l)	43	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003
Zn (mg/l)	43	0.001	0.003	0.003	0.007	0.048
Total Sulfides (mg/l)	43	0.01	0.011	0.011	0.01	0.01
Tot Hard (mg/l CaCO3)	37	25.6	44.4	46.9	52.8	136.1
Calc TDS (mg/l)	37	61.1	91.3	97.1	104.5	263.6

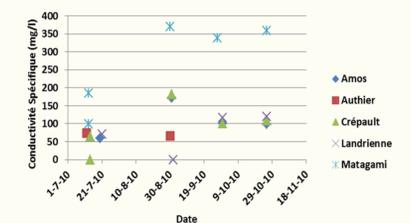


Figure 5 : Variation de la conductivité spécifique en fonction du temps

L'analyse du tableau des moyennes des constituants majeurs pour 2010 montre une variabilité de la composition chimique des sources entre les différents eskers et moraine. En référence au tableau 2, cette variabilité est facilement observable pour les éléments comme le Ca, Mg, SO_4 et l'alcalinité totale. On observe à la figure 6 que les résultats des échantillons (N°1, 2, 3) prélevés sur l'esker Saint Mathieu-Berry sont plus constants par rapport à ceux prélevés sur la Moraine d'Harricana (N°5, 6, 7, 8, 9) qui présentent une plus grande variabilité. L'échantillon prélevé sur l'esker de Launay (N°4) présente en général des valeurs nettement plus faibles. Pour l'échantillon N°8 cité au tableau 2, des valeurs de chlorures relativement élevées par rapport aux autres moyennes pourraient indiquer une contamination anthropique. Le suivi mensuel prévu à l'année 2011 va permettre de poursuivre les investigations.

Tableau 2 : Données moyennes géochimiques (mg/l) de sources 2010

N°	Source	Esker	Ca		Mg		Na		K		Cl	Alc. Tot. HCO3		SO4		
			moy	s	moy	s	moy	s	moy	s		moy	s			
1	Amos	St-Mathieu Berry	13.50	0.58	2.65	0.19	1.90	0.08	0.68	0.04	0.19	0.05	60.95	8.50	7.28	1.31
2	Berry	St-Mathieu Berry	13.55	2.93	2.53	0.55	1.65	0.26	0.60	0.06	1.10	0.23	50.59	10.73	7.58	1.85
3	Crépault	St-Mathieu Berry	13.96	2.33	2.10	0.35	1.66	0.21	0.55	0.11	0.76	0.81	58.27	2.64	7.02	1.30
4	Authier	Launay	7.63	0.66	1.25	0.13	1.33	0.13	0.69	0.06	0.21	0.09	34.13	1.72	5.60	1.28
5	Barraute	M.Harricana	13.70	4.81	1.05	0.31	1.30	0.21	0.35	0.11	1.20	0.24	43.58	14.47	4.43	0.99
6	Buco	M.Harricana	15.75	1.26	1.15	0.06	1.43	0.05	0.37	0.02	0.56	0.40	58.21	3.64	4.88	0.69
7	Landrienne	M.Harricana	18.50	0.58	1.30	0.00	1.75	0.06	0.55	0.03	0.28	0.17	60.65	5.30	6.63	1.51
8	Matagami	M.Harricana	29.60	6.58	9.38	2.00	14.40	6.47	1.62	0.22	23.90	13.17	134.58	20.06	9.58	2.38
9	Val d'Or	M.Harricana	15.00	0.82	1.73	0.05	2.55	0.10	0.70	0.02	3.10	0.14	54.25	3.79	6.65	0.90

Références

Champagne, R., 1988. Évaluation du potentiel aquicole de la région de l'Abitibi à partir des sources gravitaire émergent des eskers. Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec, 14p.
 Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), 2008. Règlement sur la qualité de l'eau potable. Gouvernement du Québec, première version publiée en juin 2001, dernière modification en juin 2008.
 Nadeau, S. 2011. Estimation de la ressource granulaire et du potentiel aquifère des eskers de l'Abitibi-Témiscamingue et du sud de la Baie-James (Québec). Mémoire de maîtrise, Département de géographie, UQAM, 145 pages.
 Nadeau S., Cloutier, V., Daigneault, R.-A., Veillette, J., 2011. Volume estimate of granular deposits and groundwater reserves of the Abitibi-Témiscamingue eskers, Québec. Geohydro 2011, Congrès conjoint CANQUA et AIH-CNC, Québec, 28-31 août 2011.
 Paradis, S. J. 2005. Géologie des formations en surface et histoire glaciaire, Lac Castagnier, Québec. Commission géologique du Canada. Carte 1995A, 1:100 000.
 Paradis, S. J. 2007a. Géologie des formations en surface et histoire glaciaire, Rapide-des-Cèdres, Québec. Commission géologique du Canada. Carte 1992A, 1:100 000.
 Paradis, S. J. 2007b. Géologie des formations en surface et histoire glaciaire, Lac Blouin, Québec. Commission géologique du Canada. Carte 2017A, 1:100 000.
 Piper, A. M., 1944. A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analyses. American Geophysical Union. Papers, Hydrology, 9:14-923.
 Santé Canada, 2008. Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable. Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : Tableau sommaire. Comité fédéral-provincial-territorial sur la santé de l'environnement, mai 2008, 14p.
 Thibaudeau, P., et J. Veillette. 2005. Géologie des formations en surface et histoire glaciaire, Lac Chicobi, Québec. Commission géologique du Canada. Carte 1996A, 1:100 000.
 Veillette, J. J. 2004. Géologie des formations en surface et histoire glaciaire, Cadillac, Québec. Commission géologique du Canada, Carte 2019A, 1:100 000.
 Veillette, J., Maquoud, A., de Corta, H. and Bois, D. 2004. Hydrogéologie des eskers de la MRC d'Abitibi, Québec. Proceedings, 5th Joint CGS/AH-CNC Groundwater Conference, Québec, 6-13.
 Veillette, J. J., et P. Thibaudeau 2007. Géologie des formations en surface et histoire glaciaire, Rivière Wawagosis, Québec. Commission géologique du Canada, Carte 1995A, scale 1:100 000.

Conclusion et travaux à venir

L'étude montre que la chimie de l'eau peut varier entre les eskers et que la qualité de l'eau pourrait être différente à l'intérieur d'un même esker tels que l'esker St-Mathieu-Berry et la Moraine d'Harricana. La plupart des valeurs élevées sont associées à des sources situées sur la Moraine d'Harricana. Il est important de réaliser un suivi du bruit de fond contribuant à une compréhension de la qualité régionale de l'eau souterraine et pouvant être utilisé pour étudier le processus naturel et les variations de la qualité de l'eau.

Les travaux à compléter pour l'année 2011 sont les suivants : 1) Mesurer le débit des sources les plus importantes, 2) Établir la droite des eaux météoriques sur la base des isotopes stables de l'eau ($\delta^2\text{H}$, $\delta^{18}\text{O}$) pour la zone d'étude, 3) Compléter l'analyse et l'interprétation des résultats par des méthodes géochimiques et statistiques en considérant les contextes géologiques et hydrogéologiques des sites d'échantillonnage pour répondre aux objectifs du projet.

Remerciements

Les auteurs désirent souligner la contribution financière du Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies (FQRNT), du Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) et des partenaires régionaux (Conférence régionale des élus de l'Abitibi-Témiscamingue, MRC d'Abitibi, MRC de la Vallée-de-l'Or, Ville de Rouyn-Noranda) dans le cadre du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES), ainsi que la Caisse Desjardins d'Amos et la Fondation de l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (FUQAT) pour la bourse d'étude à S. Castelli. Les auteurs aimeraient remercier Nathalie Roy pour sa collaboration, ainsi que Gérémi Robert et Magalie Roy pour leur aide technique sur le terrain et en géomatique respectivement.