

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



Sabrina Castelli¹, Vincent Cloutier¹, Daniel Blanchette¹

¹ Groupe de recherche sur l'eau souterraine, Département des sciences appliquées, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, Campus d'Amos, Amos, Québec, Canada

ABSTRACT

Chemical composition of groundwater emerging from eskers as springs is studied as part of a regional hydrogeological project in Abitibi. The objectives of the study are to determine the chemical characteristics of the springs, to identify the origin of groundwater using natural tracers ($\delta^2\text{H}$, $\delta^{18}\text{O}$, tritium), and to study the variability of the geochemistry, according to the esker type and its geographical localisation. The results of this study will allow establishing a first regional overview of the variability of the chemical composition of the springs according to geological and hydrogeological contexts.

RÉSUMÉ

La composition chimique de l'eau souterraine qui émerge des sources associées aux eskers est étudiée dans le cadre d'un projet d'hydrogéologie régionale en Abitibi. Les objectifs sont de déterminer les caractéristiques chimiques des sources, d'identifier l'origine de l'eau souterraine à l'aide de traceurs naturels ($\delta^2\text{H}$, $\delta^{18}\text{O}$, tritium), et d'étudier la variabilité de la géochimie en fonction du type d'esker et de sa 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.

1 INTRODUCTION

L'eau souterraine constitue une ressource naturelle renouvelable et contribue au cycle global de l'eau à l'échelle de la planète (MDDEP, 2002).

Pour leurs besoins, 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 augmentation de la demande en eau qui exige d'acquérir des connaissances sur la ressource en eau souterraine. Par le fait même, l'augmentation de population peut induire des risques de contamination due aux activités humaines, particulièrement dans les secteurs où la vulnérabilité de la nappe est élevée.

L'objectif principal de ce projet est l'étude de la composition chimique de l'eau souterraine qui émerge des sources associées aux eskers de l'Abitibi. Pour ce faire, il faut déterminer les caractéristiques chimiques des sources afin 1) d'établir le portrait de la qualité de l'eau, 2) d'identifier l'origine de l'eau souterraine émergeant des sources à l'aide de traceurs naturels ($\delta^2\text{H}$, $\delta^{18}\text{O}$, tritium) et 3) d'analyser la variabilité de la géochimie des sources en fonction du type d'esker et de sa localisation géographique. Enfin, un échantillonnage détaillé des sources les plus importantes est en cours afin d'évaluer la variabilité temporelle de leur composition chimique durant l'année.

Cette étude est réalisée dans la région centre nord de l'Abitibi-Témiscamingue (Figure 1). C'est dans ce secteur qu'on retrouve les eskers les plus volumineux du nord-ouest québécois et qui contiennent d'importants aquifères (Veillette et al., 2004). Cet article présente les résultats

préliminaires issus des travaux de terrain réalisés au cours de l'année 2009 et 2010.

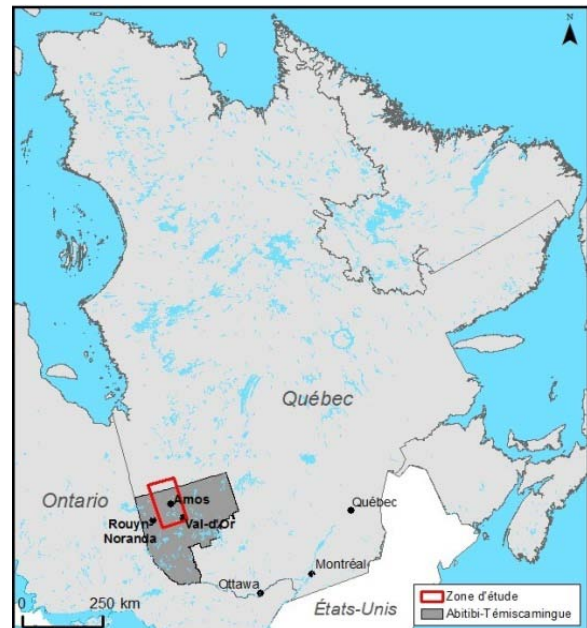


Figure 1. Localisation de la zone d'étude

2 RÉGION D'ÉTUDE

2.1 Localisation

La zone d'étude comprend une partie du territoire de la municipalité de la Baie-James, de la municipalité régionale de comté (MRC) de l'Abitibi-Ouest, de la Ville de Rouyn-Noranda, de la MRC de la Vallée-De-L'Or et de la MRC d'Abitibi (Figure 2). 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.

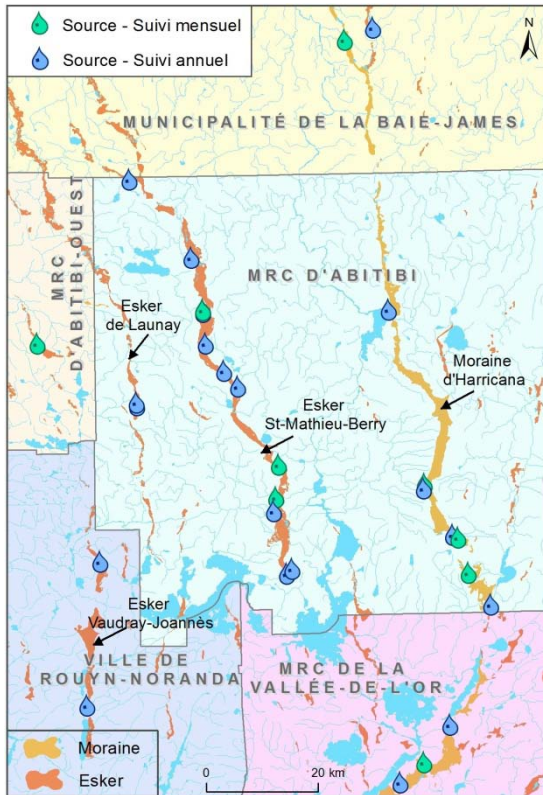


Figure 2. Localisation des sources échantillonnées (Cartes de la géologie des formations en surface de la Commission géologique du Canada, voir les Références)

2.2 Géologie du Quaternaire

Lors de la dernière glaciation, le passage et le retrait du glacier, il y a environ 9 000 ans AA, ont modifié considérablement le relief et le paysage de l'Abitibi. Ces événements ont entraîné l'érosion du socle rocheux et contribué à la mise en place de plusieurs types de dépôts granulaires. 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. Certains eskers sont d'importants aquifères en raison de la présence d'argile glaciolacustre sur leurs flancs qui retient l'eau dans les formations granulaires (Veillette et al., 2004).

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 besoins de cette étude sont des eskers de type C (Figure 3). 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 parois imperméables retenant ainsi l'eau souterraine dans la masse granulaire. Les sources émergent ainsi au contact entre le granulaire et l'argile.

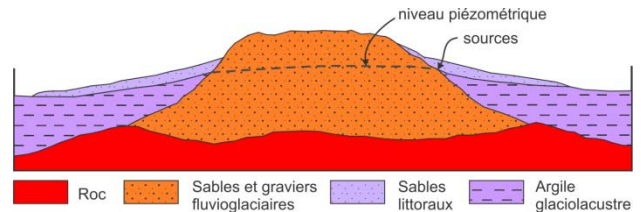


Figure 3. Esker de type C (modifié de Veillette et al., 2004)

3 MÉTHODOLOGIE

Les travaux d'échantillonnage 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 (Ca, Mg, Na, K, HCO₃ (alcalinité totale), Cl, SO₄), mineurs (Br, F, Fe, Mn, NH₄, NO₂, NO₃, P inorganique, Si, Sulfures), traces (Al, Sb, Ag, Ba, Be, Bi, B, Cd, Cu, Sn, Li, Ni, Pb, Se, Sr, Ti, U, V, Zn), les isotopes stables de l'eau ($\delta^2\text{H}$, $\delta^{18}\text{O}$) et radioactifs, ¹⁴C et tritium, ainsi que CID, COD, NTK et P totale afin d'évaluer l'apport de la matière organique. Les paramètres pH, température, conductivité électrique spécifique, oxygène dissous et le potentiel d'oxydoréduction ont été mesurés sur place à l'aide d'une sonde multi-paramètres après que ceux-ci soit demeurés stables pour au moins 30 secondes. Tous les échantillons d'eau de source ont été filtrés avec des filtres Waterra 0.45µm haute capacité et performance.

La distribution géographique de l'ensemble des sites d'échantillonnage est présentée à la Figure 2. Un suivi annuel est réalisé sur les vingt (20) sources depuis 2009. Pour les neuf (9) sources qui présentent des débits plus importants, des suivis mensuel sont aussi effectués afin d'obtenir des données à la période d'étiage et de recharge. Ce suivi temporel a débuté en 2010 et est poursuivi en 2011.

L'échantillonnage de l'eau qui émerge des sources demande un suivi rigoureux des manipulations effectuées sur le terrain. Pour ce faire, il est important de suivre un protocole d'échantillonnage dans lequel est décrite la

méthodologie qui est appliquée tout au long des prélèvements afin de s'assurer de l'intégrité des échantillons. La méthodologie utilisée dans le cadre de ce projet est décrite dans Bourque et Cloutier (2001).

La figure 4 présente un organigramme décrivant les étapes à respecter lors de l'échantillonnage de l'eau souterraine (Castelli, 2010). Cette procédure a été appliquée, avec la différence que l'échantillonnage des sources ne requière pas l'étape de la purge qui est appliquée dans le cadre de l'échantillonnage de puits. Le contrôle de la qualité des échantillons est effectué par la mise en place de duplicata. Les échantillons et les duplicata recueillis sont envoyés au laboratoire pour les analyses en même temps, mais identifiés différemment. À la réception des certificats d'analyses, une comparaison des analyses chimiques faites en laboratoire est alors effectuée entre l'échantillon et son duplicata. La qualité des analyses chimiques est vérifiée par le calcul de l'électroneutralité afin de détecter des erreurs d'analyse. Selon le guide méthodologique, Bourque et al. (2008), lorsque l'équilibre cations/anions représente une erreur inférieure à 5% le résultat est accepté. Cependant si l'erreur est de plus de 5 à 10%, les résultats sont utilisés sous réserves, parfois simplement rejetés ou font l'objet d'une vérification en laboratoire d'analyse. Sur soixante-treize (73) échantillons, sept (7) d'entre eux ont été rejeté puisqu'ils ne respectaient pas la règle du 10%.

Le choix des sites a été fait en se basant sur l'étude des sources d'eau gravitaire émergeant d'eskers réalisée par Champagne (1988). Les données géochimiques ont été intégrées dans le logiciel AquaChem version 2010.1.83 (Schumberger Water Services, 2010) pour constituer une base de données hydrogéochimique. Ce logiciel permet également de réaliser la vérification des analyses chimiques, la comparaison aux normes de la qualité concernant l'eau potable, de déterminer les types d'eau et de calculer des statistiques.

4 RÉSULTATS

Cette section présente une analyse préliminaire des résultats. Pour les fins de calcul statistique, les concentrations sous les limites de détection (<LD) ont été fixées à la moitié de celles-ci (LD/2).

4.1 Géochimie et qualité de l'eau

Un outil pour l'analyse et l'interprétation de données géochimiques est le type d'eau. Le type d'eau permet de résumer la composition chimique d'un échantillon sur la base de ses concentrations en constituants majeurs en millièmequivalent par litre. Les constituants majeurs sont les cations Ca, Mg, Na et K, et les anions HCO_3 , Cl, SO_4 .

La figure 5 montre la composition des constituants majeurs des échantillons d'eaux de sources à l'aide d'un diagramme de Piper (Piper, 1944). Le diagramme illustre que les échantillons sont principalement du type Ca-HCO_3 . Les eaux des différentes sources ne peuvent donc pas être distinguées sur la base de leur type d'eau.

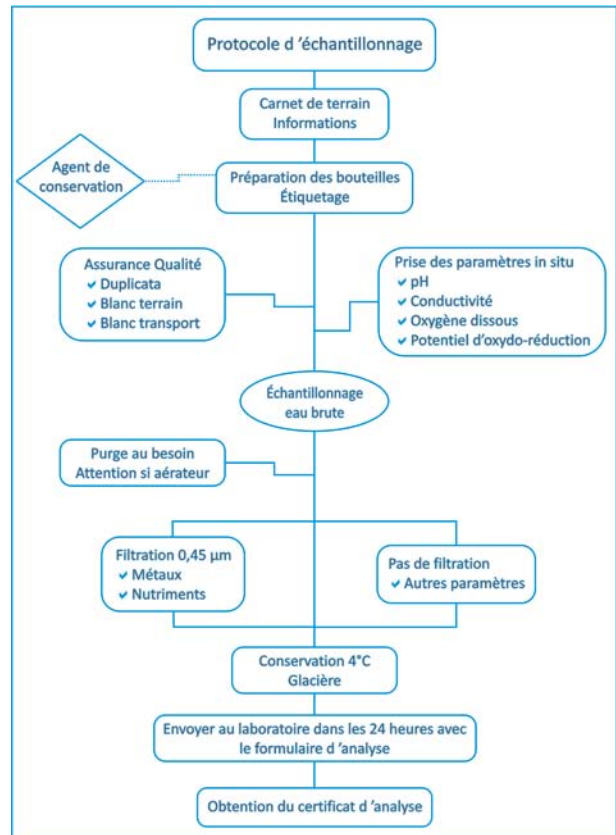


Figure 4. Protocole d'échantillonnage (modifié de Castelli, 2010)

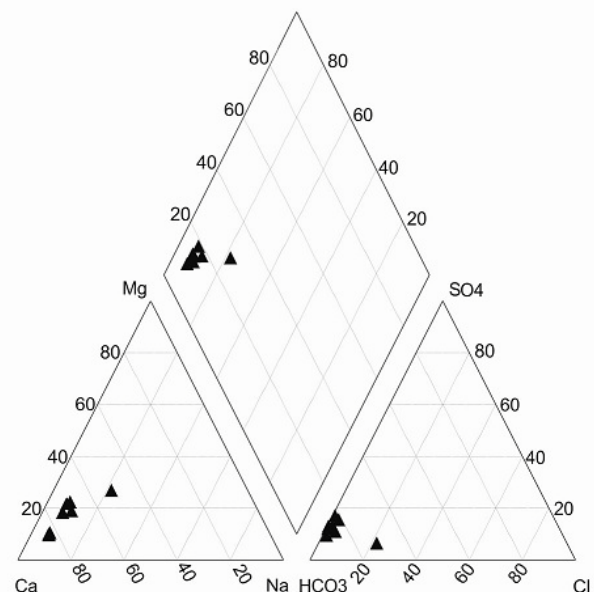


Figure 5. Diagramme de Piper des échantillons de 2010 montrant le type d'eau Ca-HCO_3

Les tableaux 1 et 2 résument les statistiques descriptives calculées pour les 30 échantillons d'eau de source de l'été 2009 et les 43 échantillons de juillet 2010. Pour les paramètres chimiques analysés sur les 73 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 (3 échantillons), Fe (4 échantillons), Mn (1 échantillon), Sb (1 échantillon) à l'été 2009 et pour juillet 2010, Al (1 échantillon), Fe (2 échantillons). La dureté totale était inférieur à 200 mg/l pour l'ensemble des échantillons, soit des maximums de 132.3 mg/l de CaCO₃ pour 2009 et 135.1 mg/l de CaCO₃ pour 2010.

4.2 Suivi temporel et spatial

L'examen des constituants chimiques d'un échantillon d'eau permet d'évaluer si la géochimie observée est le résultat de processus naturel et/ou influencée par une contamination anthropique. Pour confirmer une influence anthropique, une connaissance des caractéristiques spatiales et temporelles des constituants chimiques est requise. C'est pourquoi, en déterminant les constituants du bruit de fond de l'eau souterraine on peut identifier les changements d'origine anthropique dans la qualité de l'eau. L'échantillonnage de l'été 2009 va permettre d'établir un portrait général des sources émergeant des eskers et le suivi temporel de sites (9) particuliers va permettre d'évaluer l'évolution de la composition chimique des sources en fonction de leurs localisation sur les différents eskers.

4.2.1 Suivi temporel

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. La figure 6 présente la variation du calcium en fonction du temps pour les 5 sources sélectionnées parmi les 9 où un suivi temporel est réalisé. En général, pour ces sources, la concentration est constante dans le temps mais les valeurs sont plus élevées pour la source Matagami située dans la Municipalité de la Baie-James.

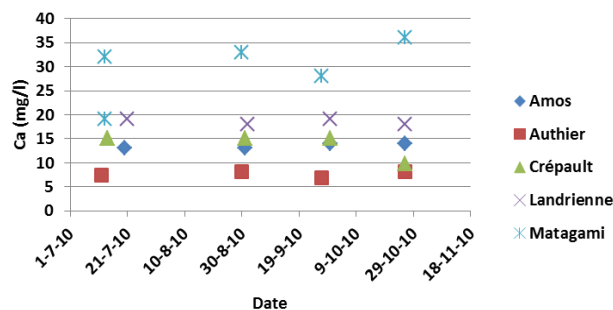


Figure 6. Variation du calcium en fonction du temps

Tableau 1. Valeurs résumées des minimums, maximums et percentiles des données et paramètres analysés pour l'année 2009

Paramètres	Nb déch. valide	Min	25%	50%	75%	Max
T°C	30	4.67	5.5	5.9	7	11.97
pH (field)	30	3.58	6.6	7.35	7.92	8.46
Eh (mV)	30	276.52	358.7	392.35	423.87	509.05
DO (mg/l)	30	0.41	7.8	9.33	10.99	12.94
El. Cond. (uS/cm)	27	27	73.5	106	124.5	329
ORP (mV)	30	8.4	89.6	128.95	157.9	249.9
Ca (mg/l)	30	1.48	8.6	15.7	18.55	46.8
Mg (mg/l)	30	0.38	1.2	1.64	2.86	10.3
Na (mg/l)	30	0.5	1.53	1.8	2.08	18.2
K (mg/l)	30	0.25	0.25	0.5	0.7	1.8
Cl (mg/l)	30	0.4	0.63	0.75	0.98	28.2
Measured Alk. (mg/l)	30	0.5	28.25	49	56	200
HCO3 (mg/l)	30	0.61	34.44	59.73	68.26	243.8
SO4 (mg/l)	30	1.7	3.75	5.25	6.23	12.5
F (mg/l)	30	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
NO2 (mg N/l)	30	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
NO3 (mg N/l)	30	0.01	0.01	0.04	0.08	1.31
B (mg/l)	30	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03
Si (mg/l)	30	2.28	3.81	4.68	5.22	6.55
Ba (mg/l)	30	0.005	0.01	0.01	0.01	0.02
Br (mg/l)	30	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Li (mg/l)	30	0.001	0.001	0.001	0.001	0.07
NH4 (mg N/l)	30	0.01	0.01	0.01	0.01	0.28
Sr (mg/l)	30	0.01	0.02	0.03	0.04	0.12
Ag (mg/l)	30	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
Al (mg/l)	30	0.005	0.01	0.01	0.03	0.94
Sb (mg/l)	30	0.001	0.001	0.001	0.002	0.006
Be (mg/l)	30	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
As (mg/l)	30	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002
Bi (mg/l)	30	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Cd (mg/l)	30	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Co (mg/l)	30	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Cu (mg/l)	30	0.001	0.001	0.001	0.001	0.008
Sn (mg/l)	30	0.001	0.001	0.001	0.001	0.013
Fe (mg/l)	30	0.05	0.05	0.05	0.05	0.89
Cr (mg/l)	30	0.001	0.001	0.002	0.002	0.004
Mn (mg/l)	30	0.003	0.003	0.003	0.003	0.128
Mo (mg/l)	30	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Ni (mg/l)	30	0.001	0.001	0.001	0.001	0.004
Pb (mg/l)	30	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003
Se (mg/l)	30	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Ti (mg/l)	30	0.001	0.001	0.001	0.001	0.009
U (mg/l)	30	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
V (mg/l)	30	0.015	0.02	0.02	0.02	0.03
Zn (mg/l)	30	0.005	0.01	0.01	0.01	0.02
Hg (mg/l)	30	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0003
Total Sulfides (mg/l)	30	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Pino (mg/l)	30	0.015	0.02	0.02	0.02	0.04
Ptot (mg/l)	30	0.015	0.02	0.02	0.03	0.06
NTK (mg N/l)	30	0.25	1.1	1.8	3.48	25
CID (mg/l)	30	2	7.05	12.1	15.5	36
COD (mg/l)	30	0.5	0.5	0.5	2	35.2
Couleur vraie (UCV)	30	0.5	0.5	0.5	6.75	201
Tot. Hard. (mg/l CaCO3)	26	15.86	29.76	47.52	58.08	132.3
Calc DTS (mg/l)	26	34.73	62.83	97.46	111.94	258.57

Tableau 2. Valeurs résumées des minimums, maximums et percentiles des données et paramètres analysés pour l'année 2010

Paramètres	Nb éch. valide	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	359	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	96.4	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
Measured Alk. (mg/l)	43	23	43	46	52	120
HCO3 (mg/l)	43	28	52	56.1	63.4	146.3
SO4 (mg/l)	43	3.1	5.5	6.7	8.4	12
F (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	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	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
Bi (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
Sn (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	0.003	0.014
Mo (mg/l)	43	0.0003	0.0003	0.0003	0.001	0.001
PO ₄ (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 CaCO ₃)	37	25.6	44.4	46.9	52.8	135.1
Calc TDS (mg/l)	37	61.1	91.3	97.1	104.5	263.6

Les figures 7 et 8 présentent la variation des chlorures et de la conductivité électrique spécifique en fonction du temps. Les mêmes remarques sont applicables que pour la figure 6. 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.

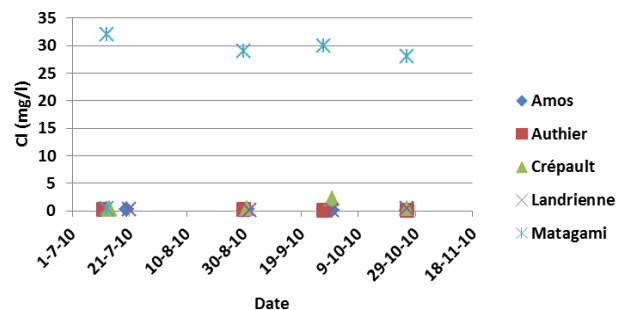


Figure 7. Variation du chlorure en fonction du temps

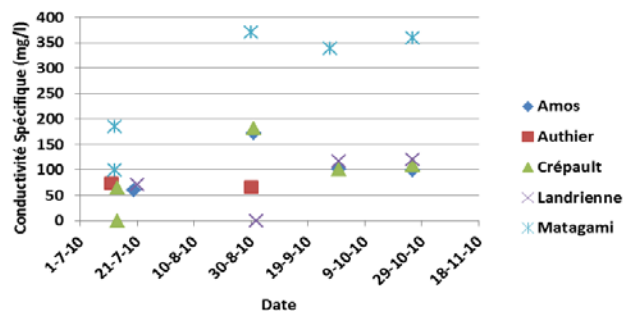


Figure 8. Variation de la conductivité spécifique en fonction du temps

4.2.2 Suivi spatial

Les figures 9 et 10 présentent la distribution régionale de la conductivité électrique spécifique pour les sources échantillonnées à l'été 2009 et en juillet 2010 respectivement. Les sources localisées sur l'esker St-Mathieu-Berry ont les valeurs les plus basses à l'été 2009. Par contre, en juillet 2010, deux sites d'échantillonnage situés sur la Moraine d'Harricana présentent des valeurs de conductivité inférieures à 2009. Pour l'année 2009, les valeurs les plus élevées correspondent à des sources associées à la Moraine d'Harricana dans la Municipalité de la Baie-James. La plupart des valeurs élevées sont associées à des sources situées sur la Moraine d'Harricana, tant pour 2009 que 2010.

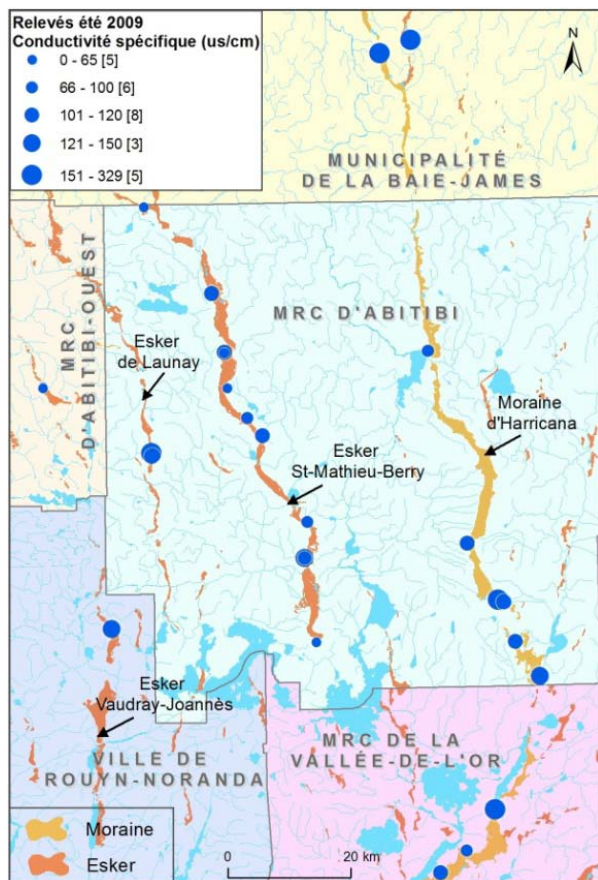


Figure 9. Carte à point de la distribution régionale de la conductivité spécifique (été 2009)

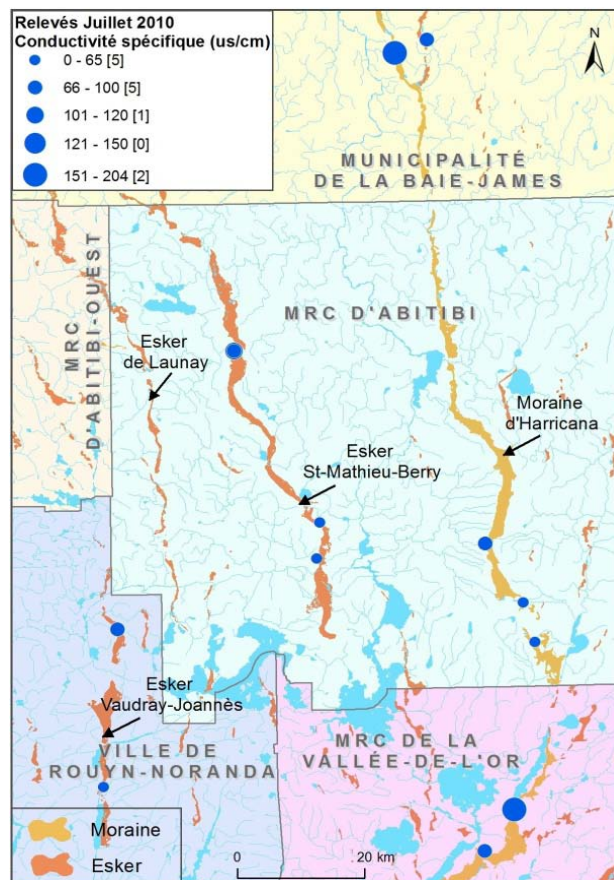


Figure 10. Carte à point de la distribution régionale de la conductivité spécifique (juillet 2010)

La figure 11 présente la localisation des sources les plus importantes en termes de débit d'émergence. Le tableau 3 présente les données géochimiques de ces neuf (9) sites.

L'analyse du tableau des moyennes des constituants majeurs pour juillet 2010 montre une variabilité de la composition chimique des sources entre les différents eskers et moraine. Cette variabilité est facilement observable pour les éléments comme le Ca, Mg, SO₄ et l'alcalinité totale. On observe 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 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, 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.



Figure 11. Localisation des sources les plus importantes

Tableau 3. Données moyennes géochimiques (mg/l) de sources 2010

N°	Source	Esker Moraine	Ca		Mg		Na		K		Cl		Alc. Tot. HCO ₃		SO ₄	
			moy	s	moy	s	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	13.2	134.6	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

5 CONCLUSION

Cet article présente les résultats initiaux obtenus dans le cadre de la caractérisation de l'eau souterraine qui émerge des sources de l'Abitibi. Pour les paramètres étudiés, 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, Mn, Sb. 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. 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 et à intégrer pour l'année 2011 sont les suivants : 1) mesurer les 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, et 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 (portrait de la qualité de l'eau, variabilité spatiale, suivi temporel et origine de l'eau).

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 Rey pour sa collaboration, ainsi que Gérémi Robert et Magalie

Roy pour leur aide technique sur le terrain et en géomatique respectivement.

REFERENCES

- Bourque, É., Cloutier, V., Lefebvre, R., Savard, M.M., Martel, R., 2008. Caractérisation de la qualité de l'eau souterraine. Dans : Guide méthodologique pour la caractérisation hydrogéologique régionale des systèmes aquifères en roches sédimentaires fracturées. Édité par Savard, M.M., Lefebvre, R., Martel, R., Ouellet, M., Lamontagne, C., Ministère du développement durable de l'environnement et des parcs du Québec, Chapitre 5, 83-114 (<http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/souterraines/aquiferes/index.htm>).
- Bourque, É., Cloutier, V., 2001. Protocole de prélèvement d'échantillons d'eau souterraine, Caractérisation hydrogéochimique régionale, Commission Géologique du Canada, Rapport interne, 85p.
- Castelli, S., 2010 : Caractérisation hydrogéochimique de l'eau souterraine : méthodologie intégrée pour les études régionales, UQAT, Rapport interne, 53p.
- Champagne, R., 1988 : Évaluation du potentiel aquicole de la région de l'Abitibi à partir des sources gravitaire émergeant des eskers, Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec, 14p.
- MDDEP, 2002. *Le puits*. Ministère du Développement durable de l'Environnement et des Parcs, Québec. (<http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/souterraines/puits/index.htm>).
- 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 1991A, 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, scale 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. 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., Maqsood, A., de Corta, H. and Bois, D. 2004. Hydrogéologie des eskers de la MRC d'Abitibi, Québec. *Proceedings, 5th Joint CGS/IAH-CNC Groundwater Conference, Quebec, 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.