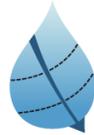


Les eaux souterraines du Québec 2010

Colloque le jeudi 14 octobre 2010

Sortie sur le terrain le vendredi 15 octobre 2010

Centre d'études sur les ressources minérales de l'Université du Québec à Chicoutimi (CERM/UQAC), en collaboration avec le Groupe de recherche interuniversitaire sur les eaux souterraines (GRIES) et le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.



Groupe de
Recherche
Interuniversitaire sur les
Eaux
Souterraines

Développement durable,
Environnement
et Parcs



Programmation

Le jeudi 14 octobre 2010

Inscription et installation des affiches

Au Pavillon Principal de l'UQAC (555, boulevard de l'Université, Chicoutimi) à l'auditorium P0-5000

8h15

Mots de bienvenu

Ursula Larouche

Conseillère en développement

Commission régionale sur les ressources naturelles et le territoire et Fonds de la recherche forestière

Conférence régionale des élus, Saguenay-Lac-Saint-Jean

8h45

Conférencier d'ouverture

Normand Boulianne

Chef du Service de l'aménagement et des eaux souterraines

MDDEP

9h00

Présentations des projets PACES

Vincent Cloutier

Professeur à l'UQAT

Coordonnateur du projet Abitibi-Témiscamingue

9h30

Marie Larocque

Professeur à l'UQAM

Coordonnatrice du projet Bécancour

10h00

Pause santé

10h30

Guillaume Comeau

Université Laval

Chargé du projet Communauté Métropolitaine de Québec

10h45

Yves Leblanc

UQTR

Chargé du projet Mauricie

11h15

Les eaux souterraines du Québec 2010

Christine Rivard Chercheure à la Commission géologique du Canada (Québec) Projet Montérégie-Est	11h45
Dîner libre	12h15
Guillaume Comeau Université Laval Chargé du projet Outaouais	13h00
Alain Rouleau Professeur à l'UQAC Coordonnateur du projet Saguenay-Lac-Saint-Jean	13h30
Présentation de projet FQRSC-MDDEP sur l'aménagement du territoire et la gestion durable de la ressource eau souterraine	
Manuel Rodriguez Professeur à l'Université Laval « Valorisation de l'information relative aux eaux souterraines comme support à l'aménagement du territoire »	14h00
Pause santé	14h30
Session d'affiches	14h45
Présentations de recherche d'étudiants	
Pierrick Chasseriau Étudiant au doctorat à l'INRS-ETE « L'hydrogéophysique régionale dans le cadre du projet de caractérisation des eaux souterraines en Montérégie-Est »	16h00
Etienne Hudon-Gagnon Étudiante à la maîtrise à l'UQAC « Hydrostratigraphie Quaternaire dans la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean; résultats préliminaires »	16h15
Guillaume Meyzonnat Étudiant à la maîtrise à l'UQAM « Vulnérabilité de l'eau souterraine sur le bassin de la rivière Bécancour et outils Géochimiques »	16h30
Daniel Blanchette Étudiant au doctorat à l'UQAT « Dynamique des aquifères dans les eskers caractérisée par des traceurs géochimiques et des méthodes hydrogéophysiques »	16h45
Réception lancement du GRIES	17h00
<hr/>	
Le vendredi 15 octobre 2010	
Sortie hydrogéologique sur le terrain Point de rencontre à la sortie du côté Ouest du Pavillon Principal	8h00

Projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines de l'Abitibi-Témiscamingue : état d'avancement du projet

**Vincent Cloutier¹, Daniel Blanchette¹, Magalie Roy¹, Thibaut Aubert¹,
Francesca Audet-Gagnon¹, Simon Nadeau¹⁻², Sabrina Castelli¹, Pierre-Luc Dallaire¹, Gérémi Robert¹,
Jean Veillette¹, Miryane Ferlatte², Francine Fallara³,
Stéphane Poitras³, Li Zhen Cheng³, Geneviève Godbout⁴, Olivier Pitre⁴**

¹ *Groupe de recherche sur l'eau souterraine-Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (GRES-UQAT),
Campus d'Amos, vincent.cloutier@uqat.ca*

² *Université du Québec à Montréal (UQAM)*

³ *Unité de recherche et de services en technologie minérale-Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue
(URSTM-UQAT)*

⁴ *Société de l'eau souterraine Abitibi-Témiscamingue (SESAT) (info@sesat.ca)*

Le Projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines de l'Abitibi-Témiscamingue (PACES-AT) a pour objectif de dresser le portrait intégré de la ressource en eau souterraine pour une partie du territoire municipalisé de l'Abitibi-Témiscamingue. Ce projet, qui s'intègre au Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du MDDEP, est réalisé par le GRES-UQAT en partenariat avec les acteurs de l'eau, dont la SESAT, les organismes de bassin versant (Abitibi-Jamésie et Témiscamingue), et les gestionnaires du territoire, incluant les cinq MRC et la Conférence régionale des élus de l'Abitibi-Témiscamingue. Les travaux effectués dans la première phase du projet ont permis d'identifier les informations requises pour compléter le portrait des eaux souterraines, et de définir l'approche méthodologique de caractérisation applicable aux contextes hydrogéologiques et aux particularités du territoire étudié. En effet, on retrouve deux sources importantes pour l'alimentation en eau souterraine en Abitibi-Témiscamingue, soit les aquifères granulaires composés de sables et graviers associés aux eskers et les aquifères de roc fracturé. L'approche retenue pour la réalisation des travaux de terrain de la Phase II est divisée en quatre parties : une reconnaissance terrain, des travaux régionaux, des travaux par secteurs et des travaux associés aux projets des étudiants aux cycles supérieurs qui contribuent directement à la réalisation du PACES-AT. Après une mise en contexte sur l'importance de l'eau souterraine et sur les préoccupations régionales, nous présentons un bilan des activités de l'été 2010, incluant la reconnaissance terrain avec les partenaires municipaux pour identifier les piézomètres et les activités anthropiques, l'échantillonnage de l'eau souterraine, les levés piézométriques, les levés géologiques et géophysiques dans des segments d'eskers ciblés, les sondages, l'aménagement de piézomètres, et le développement d'un projet pilote de gestion intégrée et concertée de l'eau souterraine sur un esker de la région. Après intégration de ces nouvelles informations dans la base de données du projet, l'analyse et l'interprétation de l'ensemble des données permettront de dresser le portrait complet de la ressource en eau souterraine. Enfin, le transfert en continu de ces connaissances aux partenaires du PACES-AT favorise une saine gestion du territoire et de la ressource.

État d'avancement du Projet de connaissance des eaux souterraines du bassin versant de la rivière Bécancour et de la MRC de Bécancour

Marie Larocque¹, Sylvain Gagné¹, Lysandre Tremblay¹

*¹Département des Sciences de la Terre et de l'Atmosphère, Université du Québec à Montréal (UQÀM)
(larocque.marie@uqam.ca)*

Le *Projet de connaissance des eaux souterraines du bassin versant de la rivière Bécancour et de la MRC de Bécancour* a pour but d'établir la cartographie hydrogéologique de la partie basse du bassin de la rivière Bécancour et de huit sous-bassins connexes situés près du Saint-Laurent. La superficie du secteur d'étude est de 2924 km². Ce vaste bassin, à vocation principalement agricole et forestière, touche le territoire des MRC d'Arthabaska, de Bécancour, de l'Érable et de Nicolet-Yamaska (région Centre-du-Québec). Les partenaires du projet sont les MRC, la CRÉ Centre-du-Québec, l'agence de bassin GROBEC, l'agence de géomatique du Centre-du-Québec et le cégep de Thetford. Au cours de l'été 2010, des levés quaternaires ont permis d'apporter des précisions à la carte des dépôts de surface en cours d'édition. Des levés de coupes et une campagne de géophysique électrique ont apporté des informations complémentaires pour déterminer la géométrie 3D de l'aquifère. Un échantillonnage des dépôts de surface et des essais de perméabilité *in situ* au perméamètre de Guelph ont fourni un estimé des propriétés hydrauliques des zones de recharge. Des essais de pompage dans des puits de particulier ont apporté des précisions à la carte de transmissivité de l'aquifère. Neuf tourbières peu ou pas perturbées ont été visitées dans le but de déterminer les épaisseurs de tourbe et de décrire le contexte géomorphologique dans lequel elles se trouvent. Finalement, une campagne d'échantillonnage de l'eau souterraine a permis d'obtenir de l'eau de 105 forages au roc et dans les dépôts meubles qui a ensuite été analysée pour son contenu en plusieurs ions majeurs et mineurs. Un suivi des isotopes stables dans l'eau des précipitations a été mis en place à deux stations sur le territoire d'étude. Des travaux de forage et des forages CPT seront réalisés en octobre 2010. Cinq forages au roc seront transformés en puits d'observation pour le MDDEP. Le modèle stratigraphique 3D de l'aquifère sera terminé d'ici décembre 2010. Un modèle d'écoulement souterrain sera développé à partir du début 2011. Une carte DRASTIC et des analyses d'isotopes stables de l'eau et des nitrates seront faites au laboratoire du GEOTOP d'ici le début 2011.

Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES) de la Communauté Métropolitaine de Québec (CMQ)

**Guillaume Comeau¹, René Therrien¹, Jean-Michel Lemieux¹, John Molson¹, Anne-Marie Cantin², Bruno
Labonté²**

¹*Université Laval*

²*Communauté métropolitaine de Québec (CMQ)*

guillaume.comeau.1@ulaval.ca

Le territoire de la CMQ est divisé en deux (2) villes, trois (3) MRC et trois (3) territoires non organisés (TNO). La portion du territoire qui est couvert par l'étude est d'une superficie de 3 050 km², excluant ainsi les TNO. Sur le territoire couvert, la population totale est de 714 997 habitants dont 21% utilise l'eau souterraine comme source d'approvisionnement. Sur l'Île-d'Orléans, ce pourcentage d'utilisateur de l'eau souterraine passe à 100% et il est de 86% dans la MRC de la Jacques-Cartier. Le projet en est à la phase 1, qui a pour objectif la compilation des données hydrogéologiques existantes obtenues auprès des partenaires du projet, des municipalités et de certaines organisations privées. À priori, il avère que certains secteurs tels que Valcartier et la Ville de Québec disposent de plusieurs données détaillées. Ces données couplées à la révision récente de la cartographie des dépôts quaternaires de la région de Québec seront très utiles pour l'élaboration des contextes hydrogéologiques de la région. Le projet comporte quelques particularités, notamment au niveau de la gestion et la protection des ressources en eaux souterraines en milieu urbain de même que de l'évaluation du potentiel géothermique aux fins d'exploitation énergétique durable. Quelques problématiques sont déjà connues dont celles de la pollution diffuse d'origine agricole et domestique, des pesticides ainsi que de la présence de trichloroéthylène (TCE) dans le secteur de Shannon et Val-Bélair.

Caractérisation hydrogéologique du sud-ouest de la Mauricie

Yves Leblanc¹, Guillaume Légaré¹, Karine Lacasse¹ et Stéphane Campeau¹

¹Université du Québec à Trois-Rivières

Le projet de caractérisation hydrogéologique du sud-ouest de la Mauricie est réalisé dans le cadre du *Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines* du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. L'objectif général du projet est de dresser un portrait de la ressource en eaux souterraines (quantité et qualité) dans le sud-ouest de la Mauricie. Les 20 municipalités du territoire à l'étude s'approvisionnent, en totalité ou en partie, à partir des eaux souterraines. Au total, 46% de la population du territoire visé est approvisionnée à partir des eaux souterraines, soit plus de 100 000 habitants. Le territoire à l'étude est abondamment pourvu d'aquifères constitués de matériaux granulaires superficiels, tels les paléodeltas des rivières Saint-Maurice et Yamachiche, la moraine de Saint-Narcisse et les hautes terrasses sablonneuses remaniées par le littoral de la mer de Champlain. À ce jour, un modèle conceptuel régional a été élaboré, tandis que cinq contextes hydrogéologiques locaux, distincts l'un de l'autre, ont été identifiés et décrits. Afin de préciser ces contextes hydrogéologiques locaux, une campagne de travaux de terrain a été élaborée et est actuellement en cours. À ce jour, les travaux réalisés incluent des relevés de la géologie du Quaternaire, le prélèvement de 180 échantillons d'eau souterraine dans des puits tubulaires, puits citernes et pointes filtrantes, la réalisation de 160 sondages électriques et la réalisation de 54 sondages sismiques. De plus, au cours du mois d'octobre, des profils sismiques ont été réalisés à l'aide de la méthode « minivibe », ainsi que des sondages de type CPT avec l'installation de puits pour fins de profilage vertical de la qualité de l'eau souterraine. Il est également prévu de réaliser des forages à l'aide de la méthode rotative conventionnelle pour l'investigation de dépôts meubles profonds.

Caractérisation intégrée du système aquifère de la Montérégie Est

C. Rivard¹, R. Lefebvre², M.A. Carrier², E. Gloaguen², M. Parent¹, N. Benoît¹, C. Beaudry², J.M. Ballard², P. Chasseriau², R. H. Morin³, R. Thériault², J.-S. Gosselin², M. Laurencelle², M. Blouin², X. Malet², L. Grenon⁴, N. Tremblay⁴, I. Beaudin⁵, A. Michaud⁵, H. Dubé-Loubert⁶

1 Commission géologique du Canada, Québec, Qc

2 Institut national de la recherche scientifique – Eau Terre Environnement, Québec, Qc

3 US Geological Survey, Denver, Colorado (USA)

4 Agriculture et Agroalimentaire Canada, St-Jean-sur-Richelieu, Qc

5 Institut de recherche et de développement en agroenvironnement, Québec, Qc

6 Géologie Québec, Québec, Qc

crivard@nrcan.gc.ca

La zone d'étude du projet comprend trois bassins versants, soit ceux des rivières Richelieu, Yamaska et de la baie Missisquoi, neuf municipalités régionales de comté (MRC) et 106 municipalités, couvrant une superficie totale d'environ 9 000 km². La région s'étend du fleuve St-Laurent, au nord, jusqu'aux États-Unis, au sud (vis-à-vis les états de New York et du Vermont). La population est d'environ 577 000 habitants, dont 28% utilise l'eau souterraine comme source d'approvisionnement. Il est connu que la mauvaise qualité des eaux de surface dans la région est reliée aux activités agricoles intensives, ainsi qu'aux activités industrielles et urbaines; toutefois, peu d'informations sont disponibles sur la qualité de l'eau souterraine. Quatre contextes hydrogéologiques sont présents dans cette zone d'étude : les Basses-terres du St-Laurent, le piémont appalachien, les Appalaches et les collines montérégiennes. En plus de faire un portrait de la ressource en eau souterraine, ce projet vise à développer une méthodologie efficace et novatrice de caractérisation hydrogéologique, basée sur une combinaison d'approches aux échelles locale et régionale, incluant : diverses méthodes géophysiques, des forages et sondages ciblés, une campagne d'échantillonnage d'eau et de sols, des essais hydrauliques et la cartographie du Quaternaire. Une campagne de terrain a débuté en juin 2010. Celle-ci a permis de récolter 200 échantillons d'eau souterraine qui seront analysés principalement pour les ions majeurs et mineurs, les métaux et plusieurs isotopes (²H, ¹⁸O, ³H/³He). Une centaine d'essais au perméamètre de Guelph ont été effectués à 30 sites pour mesurer les conductivités hydrauliques des dépôts. Plus de 250 km de levés ont été réalisés avec quatre différentes méthodes géophysiques (TDEM, résistivité électrique, sismique de surface et géoradar) et 54 sondages CPT ont été effectués pour mieux connaître la stratigraphie. En octobre 2010, une campagne de forages a été débutée, visant la réalisation de 20 forages conventionnels au roc et 4 forages rotosonic dans les dépôts meubles; tous seront convertis en puits de surveillance. Chaque puits fera l'objet d'un échantillonnage d'eau, d'un suivi de nappe, d'un essai de perméabilité et de levés par diagraphies. Les mois à venir seront consacrés à la compilation et à l'interprétation des données recueillies.

Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES) en Outaouais

Guillaume Comeau¹, John Molson¹, Jean-Michel Lemieux¹, René Therrien¹, Stéphanie Ayotte²

¹ Université Laval

² L'agence de traitement de l'information numérique de l'Outaouais (L'ATINO)

guillaume.comeau.1@ulaval.ca

La région de l'Outaouais occupe une superficie de 33 738 km² qui se divise en cinq (5) MRC comptant soixante-sept (67) municipalités, deux (2) territoires autochtones et deux (2) territoires non-organisés. Cependant, seule la portion municipalisée, couvrant 13 488 km², est à l'étude. Dans la région de l'Outaouais, 32% de la population totale de 341 000 habitants s'approvisionne en eaux souterraines. À l'extérieur des centres urbains, la proportion des consommateurs d'eaux souterraines issues de puits individuels augmente à près de 91%. Dans les centres urbains, la situation s'inverse et l'approvisionnement provient en majorité des eaux de surface comme pour la Ville de Gatineau où 92% de la population totale de la ville est desservie par l'eau provenant de la rivière des Outaouais et du Lièvre. À ce jour, plusieurs données hydrogéologiques restent à extraire des rapports hydrogéologiques recueillis auprès des partenaires du projet, des municipalités et de certaines organisations privées. La couverture cartographique de géologie du quaternaire est déficiente dans les MRC de Pontiac et de La Vallée-de-la-Gatineau mais sera complétée à l'été 2011. La région se distingue entre autres par une forte croissance démographique qui requiert d'autant plus de connaissances sur les eaux souterraines qui s'y trouvent. Quelques problématiques au niveau de l'approvisionnement en eau ont été observées dans certaines localités en Outaouais, dont celle de Chelsea où des pénuries d'eau dans certains puits ont été notées. En termes de qualité de l'eau souterraine, certaines études se sont penchées sur la présence d'uranium, de coliformes et de fluorures. La qualité de l'eau de surface est généralement considérée comme bonne, car les bassins versants de la région drainent un territoire peu densément peuplé où l'utilisation du sol est extensive.

Le projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du Saguenay-Lac-Saint-Jean

**Alain Rouleau¹, Julien Walter¹, Réal Daigneault¹, Mélanie Lambert¹, Romain Chesnaux¹,
Denis Germaneau¹, Annie Moisan¹**

¹ *Centre d'études sur les ressources minérales, Université du Québec à Chicoutimi (Alain_Rouleau@uqac.ca)*

Les aquifères et les eaux souterraines du territoire municipalisé de la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean (SLSJ) sont l'objet d'une caractérisation dans le cadre du programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du Québec (PACES). Le financement est assuré par le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, ainsi que les organismes partenaires suivants : la Conférence régionale des élus du SLSJ, le Conseil des Montagnais du Lac-Saint-Jean, la Ville de Saguenay, les MRC du Domaine-du-Roy, du Fjord-du-Saguenay, de Lac-Saint-Jean-Est et de Maria-Chapdelaine, ainsi que l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC). La phase I du projet a porté sur l'inventaire, la collecte, l'évaluation, la numérisation et l'archivage des données hydrogéologiques existantes. Au total, les données stratigraphiques de plus de 7000 forages ont été collectées et numérisées, de même que les résultats de plus de 250 d'analyses chimiques, plus de 170 résultats d'essais hydrauliques et plus de 550 résultats de tamisage de dépôts granulaires. L'unique carte régionale des dépôts de surface a été vectorisée et les principales coupes stratigraphiques existantes ont été numérisées. Deux protocoles élaborés dans le cadre du PACES garantissent la traçabilité et la fiabilité des données, l'un portant sur les étapes de numérisation et d'archivage, l'autre sur le contrôle de la qualité des données. Les données sélectionnées ont ensuite été intégrées dans une base de données à référence spatiale, soit une *Geodatabase* (ESRI; ArcGIS). Ces données ont servi à l'élaboration de premiers modèles conceptuels des principaux environnements hydrogéologiques rencontrés. Cette première phase a permis de préciser les travaux de terrain (phase 2 ; en cours) requis pour compléter la caractérisation hydrogéologique du territoire, incluant des levés de sections hydro-stratigraphiques, des levés de fractures, des levés géophysiques, des levés piézométriques et hydrogéochimiques, ainsi que la réalisation de forages et d'essais hydrauliques. A ces levés s'ajoute un projet de cartographie des dépôts de surface pour lequel l'UQAC et l'Université du Québec à Montréal sont partenaires, avec un financement du Ministère des Ressources naturelles et de la Faune.

Valorisation de l'information relative aux eaux souterraines comme support à l'aménagement du territoire

Manuel J. Rodriguez¹, Bonton A.¹, Jacques L.A.¹, Lavoie R.¹, Bouchard C.¹, Gagnon C., Joerin F.¹, Roche S¹, Rouleau A².; Ruiz J³

¹Université Laval

²Université du Québec à Chicoutimi

³Université du Québec à Trois-Rivières

Manuel.Rodriguez@esad.ulaval.ca

L'eau souterraine constitue une ressource essentielle pour l'approvisionnement en eau potable de la population, pour l'agriculture, pour les industries, pour le maintien du cycle de l'eau ainsi que pour plusieurs écosystèmes. Le Gouvernement du Québec oeuvre depuis un certain temps pour produire l'information concernant les caractéristiques hydrogéologiques de plusieurs grands aquifères du territoire. Toutefois, les gestionnaires municipaux et régionaux ne semblent pas encore en mesure de s'approprier l'information hydrogéologique pour la prise de décision en aménagement du territoire. L'objectif de ce projet de recherche est de développer des stratégies pour mettre en valeur l'information sur les eaux souterraines afin d'aider à la prise de décision en aménagement du territoire. Il s'agit de comprendre les niveaux d'utilisation de l'information sur les eaux souterraines par les responsables de l'aménagement du territoire, de proposer des moyens pour améliorer l'intégration de cette information et, finalement, de tester par le développement d'outils d'aide à la décision, l'utilité de l'information pour la prise de décisions. Le projet est composé de plusieurs volets méthodologiques. Le premier vise à évaluer la pertinence et l'utilité de l'information hydrogéologique dans la définition des outils d'aménagement pour la protection de la ressource « eau souterraine ». Le deuxième volet consiste à évaluer les niveaux d'appropriation de l'information hydrogéologique par les décideurs locaux en matière d'aménagement ainsi qu'à identifier les contraintes associées à cette appropriation. Le troisième volet vise à développer et à tester des outils précis pour valoriser l'information hydrogéologique pour l'aide à la décision par les instances locales, en particulier en matière de gestion et protection de l'eau potable. Le quatrième volet consiste à évaluer des scénarios de modifications de l'utilisation du territoire qui favorisent la protection de la qualité de l'eau souterraine tout en s'assurant de la faisabilité économique et de l'acceptabilité pour la population. Pour la réalisation de ce projet, trois secteurs géographiques du Québec sont considérés comme études de cas: les bassins versants des rivières Châteauguay et Chaudière, et la région de Portneuf. Ce projet est réalisé dans le cadre de l'action concertée FQRSC-MDDEP sur l'aménagement du territoire et la gestion durable de la ressource « eau souterraine».

L'hydrogéophysique régionale dans le cadre du projet de caractérisation des eaux souterraines en Montérégie Est

Pierrick Chasseriau¹, Erwan Gloaguen¹, Martin Blouin¹, Jean-Marc Ballard¹, René Lefebvre¹, André Pugin²

¹*INRS ETE*

²*CGC - Division Québec*

pierrick.chasseriau@ete.inrs.ca

Jusqu'à présent au Québec, les caractérisations hydrogéologiques ont été effectuées à l'aide de méthodes conventionnelles, basées sur l'information provenant presque exclusivement de forages. Cependant, l'expérience a montré la limite des méthodes conventionnelles pour caractériser la variabilité spatiale des aquifères que ce soit à l'échelle régionale ou plus locale. Par ailleurs, l'ajout de forages ne permet pas de caractériser la variabilité spatiale des aquifères à des coûts réalistes et à une échelle de résolution spatiale nécessaire. Dans notre projet, nous avons décidé d'utiliser les méthodes électromagnétiques dans le domaine du temps (TDEM) et électriques. Ces méthodes permettent de mesurer la conductivité électrique des matériaux, propriété intimement liée aux paramètres hydrogéologiques. Aussi, des données de radar géologique basse fréquence permettront de caractériser la structure interne et l'étendue des zones sablonneuses de surface qui influencent grandement la recharge. Ces différentes méthodes viennent compléter la centaine de kilomètres de levés de sismique réflexion acquis par la commission géologique du Canada. Des mesures géophysiques par enfouissement (CPT) et quelques forages serviront de test de validation de l'interprétation croisée de ces différentes méthodes. Des essais pour toutes ces méthodes ont été réalisés à l'automne 2009 et la majeure partie des levés ciblés ont été effectués à l'été 2010. Les données de sismique réflexion ont permis de cartographier la continuité latérale de certaines unités ainsi que la topologie très hétérogène du fond de l'aquifère et de positionner des cibles d'intérêt qui ont été caractérisées par des mesures CPT, TDEM et électriques. La signature électrique des différents types d'argiles, des unités sableuses et du roc a ainsi pu être caractérisée. L'intégration et l'analyse de ces données dans un SIG 3D permettront de mieux comprendre la structure interne du système aquifère.

Hydrostratigraphie Quaternaire dans la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean: résultats préliminaires

Etienne Hudon-Gagnon¹, Pierre A. Cousineau¹, Romain Chesnaux¹, Alain Rouleau¹

¹Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)

etienne.hudon-gagnon@uqac.ca

pierre_cousineau@uqac.ca

romain_chesnaux@uqac.ca

alain_rouleau@uqac.ca

L'hydrostratigraphie est basée sur l'identification des unités cartographiables similaires quant aux propriétés hydrauliques et qui forment un cadre géologique pour un système hydrogéologique distinct. Notre étude sur la stratigraphie des dépôts meubles Quaternaires du Saguenay-Lac-Saint-Jean vise une meilleure compréhension de l'écoulement dans les aquifères granulaires de la région. Des empilements types des unités quaternaires seront produits accompagnés des propriétés hydrauliques de chaque unité. Les travaux de l'été 2010 se sont divisés en quatre étapes distinctes. La première étape a porté sur le recensement des coupes disponibles dans les sablières, gravières et autres environnements, et la réalisation d'une photo panoramique de chaque coupe. Par la suite, certaines de ces coupes ont été interprétées selon les lithofaciès en place (e.g. Sm, Sxt, GSm); des colonnes stratigraphiques ont été établies à certains de ces sites. Dans une troisième étape, une cartographie des coupes le long des cours d'eau de la région a été effectuée pour compléter la banque d'informations du projet de cartographie des dépôts Quaternaires qui s'est déroulé en parallèle. Une campagne préliminaire de mesures des propriétés hydrauliques a été menée sur certains sites sélectionnés. Environ 120 coupes pertinentes ont été répertoriées à ce jour. Environ quinze d'entre elles ont donné lieu à une interprétation des lithofaciès et seize colonnes stratigraphiques ont été produites. Concernant les observations faites le long des cours d'eau, 54 stations ont été répertoriées sur les rives des plans d'eau suivants : rivière Saguenay, rivière Péribonka, rivière Ashuapmouchouane, Grande-Décharge, Lac Kénogami et Lac Tchitogama. Des échantillons ont aussi été prélevés pendant les différentes phases et ceux-ci seront analysés pour leur granulométrie. Des efforts particuliers ont porté sur l'élaboration de formulaires et de procédures adaptés aux besoins du projet, afin d'assurer la qualité des levés sur le terrain. La construction de modèles conceptuels pour les différents aquifères de la région est un défi de taille. Durant la prochaine année, des analyses plus détaillées seront effectuées sur des systèmes aquifères sélectionnés, incluant des mesures de paramètres hydrauliques.

Vulnérabilité de l'eau souterraine sur le bassin de la rivière Bécancour et outils Géochimique

Guillaume Meyzonnat¹, Marie Larocque¹

*¹Département des sciences de la Terre, Université du Québec à Montréal
meyzonnat.guillaume@courrier.uqam.ca*

Le concept de vulnérabilité de l'eau souterraine est généralement étudié en fonction de la capacité du milieu à transmettre verticalement un polluant depuis la surface jusqu'à la zone saturée. Dans une optique de gestion de la ressource en eau, ce projet a pour objectif de développer une méthodologie basée sur des approches physiques pour étendre le concept de vulnérabilité jusqu'à l'emplacement de puits sur la zone étudiée. Au cours de l'été 2010, 103 échantillons d'eau souterraine ont été prélevés sur le bassin de la rivière Bécancour. L'échantillonnage a débuté au début du mois de juillet et s'est déroulé sur une période de cinq semaines. Chaque puits échantillonné a été associé à une géo fiche décrivant l'environnement à l'endroit du prélèvement, les spécifications du puits, le type d'aquifère ainsi que les résultats d'analyses portant sur 44 paramètres physico-chimiques (température, pH, conductivité électrique, salinité, ions majeurs et mineurs, nutriments, métaux et métalloïdes). Les résultats d'analyse montrent la présence de nitrates dans 37% des puits tubulaires et dans 82% des puits de surface. L'analyse préliminaire des ions majeurs et mineurs permet de discerner des familles d'eaux provenant de la recharge moderne de type Ca-HCO₃ et Mg-HCO₃, qui poursuivent une évolution submoderne vers Na-HCO₃. Cette évolution semble liée au degré de confinement induit par l'épaisseur des argiles de la mer de Champlain. Dans le cadre de l'étude de la vulnérabilité de l'eau souterraine, ce projet de maîtrise comprend la préparation de la carte de vulnérabilité selon l'indice DRASTIC. Les données géochimiques seront également mises en perspective avec les données stratigraphiques compilées dans un modèle géologique 3D qui sera développé au cours des prochains mois, de manière à confirmer les niveaux de confinement. La méthodologie d'évaluation de la vulnérabilité sera basée sur l'intégration d'approches déterministes pour déterminer (1) l'estimation spatiale de la recharge à l'aide du modèle HELP ; (2) la contribution des dépôts quaternaires quant au niveau de protection vertical apporté (agencement stratigraphique) et (3) la dynamique des flux latéraux dans l'aquifère.

Dynamique des aquifères dans les eskers caractérisée par des traceurs géochimiques et des méthodes hydrogéophysiques

Daniel Blanchette¹, Vincent Cloutier¹, René Lefebvre², Ian Clark³

¹Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue

Daniel.Blanchette@uqat.ca, Vincent.Cloutier@uqat.ca

²Institut national de la recherche scientifique, Centre Eau Terre Environnement Rene.Lefebvre@ete.inrs.ca

³Université d'Ottawa

idclark@uOttawa.ca

Certains aquifères des eskers abitibiens ont été étudiés pour la recherche de source d'approvisionnement en eau, établir des bilans hydrologiques pour définir des débits soutenable, etc. Bien qu'on attribue aux eskers abitibiens un important potentiel en tant que réservoir d'eau souterraine d'une qualité exceptionnelle, ce potentiel est assez méconnu. Un des objectifs dans le cadre du projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines de l'Abitibi-Témiscamingue (PACES-AT) est d'arriver à connaître ce potentiel pour supporter leur gestion durable. Un des prérequis pour y arriver est de poursuivre la recherche sur les eaux souterraines avec des méthodes novatrices, notamment en utilisant une approche intégrée de caractérisation qui intègre plusieurs méthodes (géologiques, hydrogéologiques, géophysiques et géochimiques). La composition chimique de l'eau souterraine est appelée à varier spatialement, car l'eau souterraine est en constante interaction avec les minéraux constituant le système aquifère dans lequel elle circule. Ainsi, la composition chimique devrait être porteuse d'informations sur les caractéristiques géologiques et hydrauliques du système aquifère et être cohérente avec sa dynamique d'écoulement. La composition chimique devient donc une caractéristique de l'eau souterraine à utiliser pour la compréhension des systèmes aquifères et de l'écoulement. Ce projet de doctorat vise donc à développer une approche novatrice qui combine des méthodes géochimiques à des méthodes utilisées dans les domaines de la géologie, l'hydrogéologie et la géophysique pour étudier de façon intégrée, l'écoulement et l'évolution géochimiques des eaux souterraines des aquifères dans les eskers abitibiens. En plus de poursuivre cet objectif général, ce projet se veut aussi une démonstration de l'avantage qui peut être tiré de l'intégration des traceurs géochimiques et de méthodes hydrogéophysiques pour étudier la dynamique d'un aquifère et estimer sa recharge. Les données issues de l'intégration de ces méthodes devraient aider à développer et valider des modèles numériques qui sont représentatifs du système d'écoulement et qui constituent des outils indispensables pour la gestion durable de la ressource en eau souterraine.

Rôle régional des tourbières sur l'aquifère du bassin versant de la rivière Bécancour

Karine Avard¹, Marie Larocque¹

*¹Département des sciences de la Terre, Université du Québec à Montréal
karineavard@hotmail.com*

Il y a, dans le bassin versant de la rivière Bécancour, 14 215 ha de milieux humides, ce qui représente près de 1% de la superficie totale du territoire. Il est généralement reconnu que les milieux humides interagissent avec l'aquifère. Toutefois, peu d'études ont été réalisées sur la nature et le volume des interactions aquifère-tourbière. L'objectif de ce travail est de mieux comprendre la contribution des tourbières aux écoulements souterrains du bassin de la rivière Bécancour. Neuf tourbières intactes ou légèrement perturbées, situées sur un gradient topographique entre 86 m et 131 m ont été sélectionnées. Les tourbières ont été sondées à l'aide d'une tranchée creuse au cours de l'été 2010. Ces sondages ont permis de déterminer l'épaisseur des dépôts organiques ainsi que la nature du substrat. L'épaisseur maximale des dépôts de tourbe varie de 1.63 m à 6.40 m. Pour huit des neuf sites visités, la tourbière repose directement sur un substrat sableux, et donc perméable. La neuvième tourbière repose sur le silt argileux imperméable de la mer de Champlain. Une campagne de géophysique par géoradar sera réalisée à l'automne 2010 afin de déterminer l'épaisseur des dépôts sableux sous-jacent aux tourbières. Des sondages CPT seront également réalisés à proximité dans le but de confirmer la nature des dépôts plus en profondeur. Une représentation 3-D du contexte géomorphologique sera élaborée pour chacune des neuf tourbières étudiées, ce qui permettra de déterminer les contextes-types dans lesquels se retrouvent les tourbières du bassin versant de la rivière Bécancour. Les volumes d'eau échangés entre tourbière et aquifère seront ensuite estimés grâce aux conductivités hydrauliques des dépôts meubles voisins des tourbières (perméamètre de Guelph) et à celles de la tourbe (slug tests), de même qu'en utilisant des chroniques piézométriques mesurées dans la tourbe et dans les dépôts quaternaires. Ces résultats seront ensuite extrapolés à toutes les tourbières du bassin versant, en fonction du contexte géomorphologique dans lequel elles se trouvent. Enfin, l'ensemble de ces résultats permettra de créer une carte des milieux humides qui sont en lien direct avec l'eau souterraine, créant ainsi un outil pratique pour soutenir la gestion du territoire.

Quantification de la recharge des aquifère à l'aide des isotopes de la molécule d'eau ($\delta^2\text{H}-\delta^{18}\text{O}$)

Florent Barbecot¹, Eric Pili²

¹*Univ Paris-Sud, Laboratoire IDES (florent.barbecot@u-psud.fr)*

²*Commissariat à l'Énergie Atomique (eric.pili@cea.fr)*

La modélisation du régime d'écoulement des masses d'eau souterraines repose sur une connaissance des flux aux interfaces. Dans le meilleur des cas, les bilans sont réalisés à des échelles pour lesquelles la fonction de recharge naturelle des aquifères reste mal définie. Affiner nos connaissances sur ces processus et, par là même, sur la sensibilité de la fonction de recharge aux changements de condition de milieu, est une clé pour la validation des modèles dédiés à la résilience des hydrosystèmes continentaux. Le couplage entre bilans hydriques et isotopiques apparaît comme un outil performant de détermination de la recharge sous certaines conditions:

- la préexistence d'une chronique continue de la signature isotopique des précipitations,
- l'accès à la distribution des signatures isotopiques des eaux de la zone non saturée (ZNS).

Ces conditions ont été réunies sur un site du Bassin de Paris, où un profil vertical à haute résolution (70 échantillons sur 3 m) des signatures isotopiques ($\delta^2\text{H}-\delta^{18}\text{O}$) de l'eau porale a pu être comparé aux signatures isotopiques des pluies enregistrées à pas de temps bimensuel sur près d'une décennie. Au sein de la zone non saturée, certaines séquences du signal isotopique des précipitations peuvent être reconnues et permettent d'effectuer un bilan hydrique simple. L'outil isotopique devient alors un paramètre de calage du bilan hydrique : il apporte des informations clés sur la recharge locale, la vitesse de transfert des eaux en zone non saturée et permet de discuter les facteurs de contrôle de ces bilans. Une modélisation plus fine de l'écoulement des eaux au sein de la ZNS contribue ensuite à la connaissance de l'hétérogénéité du processus de percolation des eaux de recharge, paramètre additionnel de valorisation de l'approche isotopique en termes de transport des polluants au sein de la ZNS en direction des aquifères.

Utilisation du Soil and Water Assessment Tool (SWAT) pour le calcul de la recharge des aquifères des bassins versant de la baie Missisquoi et des rivières Richelieu et Yamaska

Isabelle Beaudin¹, Aubert Michaud¹, Ivana St-Laurent¹, Jacques Desjardins¹.

¹ *Institut de recherche et de développement en agroenvironnement du Québec inc. isabelle.beaudin@irda.qc.ca*

Dans le cadre du projet de connaissances sur les eaux souterraines du Québec, effectué en Montérégie, l'IRDA est impliquée à trois niveaux : 1) la production de produits cartographiques 2) le monitoring en cours d'eau et 3) la modélisation hydrologique de la recharge des aquifères à l'aide du modèle SWAT. Ce poster vise à illustrer la méthodologie utilisée dans la modélisation hydrologique.

SWAT est un modèle américain déterministe, basé sur des équations à la fois empiriques et physiques. Il a été conçu pour simuler les effets de différents scénarios de gestion du territoire sur les transferts hydriques et la mobilité des sédiments et des éléments nutritifs à l'échelle de grands bassins versants hétérogènes et sur de longues périodes. À l'échelle d'unités de réponse hydrologique (URH), une combinaison unique d'un sol et d'une utilisation du sol à l'intérieur d'un sous-bassin, le bilan hydrique et les exportations de sédiments et de nutriments sont calculés, puis sommés. Ces exportations sont ensuite prises en charge par diverses routines en cours d'eau. Dans le cadre du présent projet, ce sont plus de 9000 km² de territoire, localisé à l'intérieur des bassins versants de la baie Missisquoi et des rivières Yamaska et Richelieu qui sont modélisés. Un modèle numérique de terrain de résolution de 30 m, auquel est brûlé le réseau hydrographique, est utilisé pour définir le parcours de l'eau et la limite des sous-bassins. Une carte de l'utilisation du sol, également à une résolution de 30 m, a été créée en superposant la carte écoforestière du MRNF, la carte des milieux humides de la Montérégie et la banque de données des cultures de la Financière agricole. Les cartes vectorielles des sols du Québec ont aussi été transformées en matrice de 30 m de résolution et les divers rapports pédologiques ont servi à remplir la base de données des sols de SWAT. Les données de quelques 18 stations météorologiques sont utilisées. En tout, environ 40 sous-bassins versants sont définis en fonction de la localisation des stations hydrométriques. Les données de débit de ces stations serviront au calage et à la validation du modèle.

Cartographie des formations superficielles du territoire municipalisé du Saguenay-Lac-Saint-Jean (Québec) en 2009-2010

Guillaume Beaudoin^{1,2}, Robert-André Daigneault³, Pierre Cousineau², Éric Leduc³, Sylvain Milette³

*¹CERM, ²UQAC, ³UQAM
guillaumeb_2901@hotmail.com
daigneault.robert-andre@uqam.ca
pierre_cousineau@uqac.ca
lebamboo@msn.com
oktober123@hotmail.com*

Le projet a pour objectif de mettre à jour les cartes des formations superficielles du territoire municipalisé du Saguenay-Lac-Saint-Jean (SLSJ) en utilisant une approche moderne et une légende standardisée, pour le bénéfice du « Programme d'acquisition des connaissances sur les eaux souterraines » (PACES) au SLSJ. Ce projet est le fruit d'une collaboration du Centre d'étude sur les ressources minérales (CERM) de l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC) et du département de géographie de l'Université du Québec à Montréal (UQAM). La première phase, effectuée à l'été 2009, a permis de produire des cartes préliminaires à l'échelle du 1:50 000 pour les feuillets SNRC suivants : 22D05, 22D06, 22D11, 22D12, 32A08 est, 32A09 et 32A16 (le secteur le plus densément peuplé). La méthodologie employée comprend: l'inventaire et la compilation des données existantes, la photo-interprétation préliminaire, la campagne de terrain, la photo-interprétation finale, la numérisation et la mise en carte. La validation de la photo-interprétation préliminaire a été effectuée par des observations sur la nature des sédiments présents le long des routes ou par des sondages à la tarière dans les champs. Lorsque que des coupes ou des microformes d'érosion glaciaire étaient présentes, des géofiches de la Commission géologique du Canada ont été remplies. Une seconde campagne de terrain fut réalisée à l'été 2010 permettant de recueillir les données nécessaires à la finalisation des cartes préliminaires des feuillets centraux et à la cartographie de l'ensemble du territoire municipalisé du SLSJ (feuillets périphériques). Au total, 1312 sites ont été compilés sous forme de géofiches. Lors des deux campagnes de terrain, plus de 700 échantillons des différentes unités quaternaires rencontrées ont été récoltés pour des analyses granulométriques. Les microformes d'érosion glaciaire de plusieurs sites ont aussi été mesurées. Au total près de 18,200 km² ont été couverts. Les prochaines étapes comprendront la compilation des résultats, la photo-interprétation finale, la numérisation et la mise en carte des 17,5 feuillets au 1 :50000 qui permettront de produire un rapport synthèse du projet.

Hydrogéochimie régionale des trois bassins versants de la Montérégie Est

Châtelaine Beaudry¹, René Lefebvre¹, Christine Rivard²

¹*Institut national de recherche scientifique- Centre Eau Terre Environnement*

²*Commission géologique du Canada*

chatelaine.beaudry@ete.inrs.ca

L'étude de la chimie des eaux souterraines en Montérégie Est s'insère dans le projet de caractérisation hydrogéologique régionale des bassins versants des rivières Richelieu et Yamaska ainsi que de la Baie Missisquoi (9000 km²). Cette étude géochimique a pour but de caractériser les différents types d'eau sur le territoire à l'étude et d'identifier les processus géochimiques dominants des divers contextes géologiques et hydrogéologiques. La collecte des données géochimiques, débutée à l'été 2010, consiste en l'échantillonnage d'eau provenant de 200 puits privés et d'une trentaine de puits d'observation aménagés dans les dépôts meubles ou le roc dans le cadre du projet. La répartition des échantillons est donc d'environ un échantillon à tous les 7 km² et couvre les quatre régions physiographiques, soit les Appalaches, le piedmont appalachien, les basses-terres du Saint-Laurent et les Montérégiennes (massifs rocheux intrusifs). Les analyses en laboratoire incluent les paramètres physicochimiques (pH, conductivité, température, oxygène dissous), les métaux, les anions et les nutriments. Des analyses isotopiques sont également réalisées sur les isotopes stables ($\delta^2\text{H}$ et $\delta^{18}\text{O}$) pour aider à identifier la provenance de l'eau souterraine et les processus influençant le fractionnement de ces isotopes, sur les isotopes du carbone (^{13}C et ^{14}C) et l'isotope tritium ($\delta^3\text{H}$) pour déterminer le temps de résidence de l'eau souterraine, ainsi que sur les isotopes de nitrates ($\delta^{15}\text{N}$ et $\delta^{18}\text{O}$) pour les échantillons provenant de milieux agricoles pour aider à identifier la provenance des nitrates. Malgré les résultats encore très fragmentaires, certains faits saillants ressortent : la présence d'eau souterraine salée au nord-ouest de la région, ainsi que de fortes teneurs en fluorures dans le secteur centre-ouest, soit aux environs de certaines Montérégiennes. Les mois à venir seront consacrés à la compilation et à l'interprétation des résultats des 230 échantillons collectés. Cette étude permettra d'obtenir un portrait actuel de la qualité de l'eau de cette région, dont 28 % de la population, soit environ 165 000 personnes, s'approvisionne en eau souterraine. Ce portrait est nécessaire dans un contexte où la qualité des eaux de surface s'est fortement dégradée au cours des 30 dernières années et où les informations existantes sont très partielles.

Traçage des écoulements d'eau souterraine dans la région de Bécancour par les isotopes des gaz rares, radiogéniques et stables

Christine Boucher^{1,2}, Agnès Samper^{1,2}, Daniele L. Pinti^{1,2}, Bassam Ghaleb², Florent Barbecot³

¹*GEOTOP*

²*Département des Sciences de la Terre et de l'Atmosphère, UQAM, QC*

³*UMR 8148 IDES, Université de Paris SUD XI, Orsay 91405 Cedex, France*

pinti.daniele@uqam.ca

Nous présentons ici le travail d'échantillonnage réalisé à l'été 2010 dans la région de Bécancour, ainsi que les méthodes isotopiques de datation et de traçage des eaux qui seront mises en application pour contraindre la nature et l'âge des aquifères superficiels et profonds dans le but de comprendre les modes spatiaux et temporels des écoulements des eaux souterraines de la zone de Bécancour. Ainsi une attention particulière sera donnée à la mesure des isotopes du Radium (226-228Ra) et des gaz rares (depuis l'He-4 jusqu'au Xe-136), données qui seront croisées avec les résultats des isotopes stables et de datation C-14 effectuées à Paris SUD qui renseigneront sur la recharges des aquifères et leurs temps de résidence. Les gaz rares seront également un outil important pour déterminer l'existence ou non d'une conductivité hydraulique verticale régionale entre les aquifères, paramètre important dans la détermination de la vulnérabilité actuelle et future (gaz de schistes) des aquifères de la région de Bécancour.

Méthodologie et analyses d'essais de pompage : campagne de terrain sur le bassin versant de la rivière Bécancour

Kevin Chaumont Blonsky¹, Marie Larocque¹

*¹Département des sciences de la Terre, Université du Québec à Montréal
Chaumont.Blonsky.Kevin@gmail.com*

Dans le cadre du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du Québec (PACES), une campagne d'essais de pompage a été menée sur le bassin versant de la rivière Bécancour. Dans un contexte de cartographie régionale de l'écoulement des eaux souterraines, l'essai de pompage est un outil privilégié qui permet de compléter les données existantes de conductivités hydrauliques et d'obtenir les paramètres nécessaires pour la modélisation régionale de l'écoulement souterrain. Cette présentation présente les essais de pompage réalisés au cours de l'été 2010 et fait le point sur les propriétés hydrodynamiques de l'aquifère du bassin de la rivière Bécancour. Dix essais hydrauliques ont été réalisés de juin à août 2010 dans des puits de particuliers, afin de mieux connaître les caractéristiques de l'aquifère. Les essais réalisés ainsi que des problèmes rencontrés lors de la campagne de terrain seront d'abord présentés, suivis des résultats obtenus avec le logiciel AquiferTest. Les propriétés hydrauliques obtenues seront mises en perspective avec l'ensemble des données existantes sur la rivière Bécancour, de manière à illustrer la répartition spatiale des transmissivités en fonction des différentes unités géologiques. D'autres essais de pompage et des essais de perméabilité auront lieu à l'automne 2010, suite à la mise en place de nouveaux forages au roc et dans les dépôts meubles.

Intégration de levés géophysiques et géologiques appliquée à la caractérisation hydrogéologique de segments d'eskers en Abitibi : Cadre méthodologique et résultats préliminaires

**Pierre-Luc Dallaire¹, Vincent Cloutier¹, Simon Nadeau^{1,2},
Matthieu Chevillard^{1,3}, Jean Veillette¹**

¹Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue

²Université du Québec à Montréal

³Université de Rennes 1 France

plucdal@hotmail.com,

vincent.cloutier@uqat.ca,

nadeauman@hotmail.com

matthieuchevillard@gmail.com

Jean.Veillette@NRCan-RNCan.gc.ca

Environ 73% de la population de l'Abitibi-Témiscamingue est alimentée par l'eau souterraine. Plusieurs municipalités puisent leur eau directement d'eskers et moraines. Ces formations de sables et graviers fluvioglaciaires peuvent représenter d'excellents aquifères granulaires. Plusieurs eskers possèdent la caractéristique d'être semi enfoui sous les dépôts argileux du lac glaciaire Ojibway. L'argile fait fonction de parois imperméables retenant l'eau à l'intérieur des formations granulaires. L'esker abitibien est une forme de terrain complexe. Malgré leurs importances régionales, il y a un manque de connaissances sur la structure interne, les liens avec les dépôts encaissants, et le potentiel aquifère des eskers. Un des objectifs du projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines de l'Abitibi-Témiscamingue vise à développer une approche permettant de caractériser les aquifères dans les eskers. À l'été 2010, des travaux de cartographie détaillée à l'échelle du 1 :15 000, intégrant des levés géophysiques et géologiques, ont été effectués sur des segments d'eskers ciblés. Plusieurs profils géoradar, totalisant plus de 20 kilomètres de longueur, ont été récoltés en employant le pulse EKKO PRO de Sensors & Softwares. La motricité de l'appareil est assurée par un chariot construit pour cette fin, ce qui contribue à accélérer la collecte des données tout en assurant une uniformisation de paramètres de bases. Le positionnement des profils a été mesuré avec un GNSS R8 de Trimble fixé sur le chariot. L'interprétation des profils est basée sur plus de 300 forages manuels effectués avec une sonde Augers (profondeur maximale de 4 mètres) sur l'ensemble des profils acquis. Également, l'information de puits existants est utilisée pour valider l'interprétation. Bien que le traitement et l'analyse des données soient au stade préliminaire, il est possible d'identifier plusieurs contacts stratigraphiques continus. L'analyse de ces données va permettre d'identifier les sites où des forages complémentaires seront réalisés pour en arriver à une meilleure connaissance de la structure interne de l'esker et du potentiel aquifère des segments importants d'eskers.

Étude hydrogéochimique des processus d'échanges aquifère-tourbières dans le bassin de la rivière Bécancour et dans la région de l'Abitibi

Miryane Ferlatte¹, Marie Larocque¹

*¹Département des sciences de la Terre, Université du Québec à Montréal
miryanef@gmail.com*

Les milieux humides sont connus pour jouer un rôle important dans les dynamiques hydrologiques et hydrogéologiques, mais les processus d'échange sont encore incompris. On peut alors s'interroger sur le rôle des milieux humides dans la recharge des nappes phréatiques : le milieu humide est-il soutenu par la résurgence d'eaux souterraines ou est-ce le milieu humide qui maintient la recharge de la nappe? Comment identifier ces interactions? Cette étude tentera de répondre à ces questions en se penchant sur le cas des tourbières. L'objectif de ce projet de maîtrise est de mettre en évidence des indicateurs géochimiques qui pourront être utilisés par les gestionnaires de la ressource afin d'identifier rapidement la nature des échanges entre tourbières et aquifère. Le bassin de la rivière Bécancour et la région de l'Abitibi sont tous deux caractérisés par l'abondance de tourbières. Le contexte de mise en place de ces tourbières est toutefois différent, les unes occupant les dépressions et les autres longeant le flanc des eskers. Au cours de l'été 2010, quatre tourbières ont été instrumentées dans chaque région de six profils de six stations piézométriques. Dans tous les cas, la première station est située dans l'aquifère. Les cinq autres stations comportent des nids de deux piézomètres, le premier étant situé dans la tourbe et l'autre captant l'eau souterraine de l'aquifère sous-jacent (lorsque possible). Les profils ont une longueur moyenne de 400 m à partir de la première station. Quatre campagnes d'échantillonnage des eaux de la tourbe et du minéral seront effectuées au cours des deux prochaines années afin d'en identifier la signature géochimique. Le suivi mensuel des niveaux d'eau, du pH, de la température et de la conductivité électrique de l'eau viendra appuyer l'interprétation des indicateurs d'échange. Les premières analyses, effectuées en août 2010 sur plus de 39 paramètres (métaux, anions, alcalinité et nutriments), suggèrent que le calcium, le magnésium, le sodium, le silicium et les sulfates sont dominants. Une analyse statistique par composante principale est en cours afin d'établir un portrait des éléments caractérisant chaque type d'eau et de justifier le choix des paramètres qui seront retenus lors des prochaines campagnes d'échantillonnage.

Projet de gestion intégrée et concertée de l'eau souterraine; projet pilote de l'esker St-Mathieu/Berry

Geneviève Godbout¹, Olivier Pitre¹, Gaëlle Derrien¹, Vincent Cloutier²

¹*Société de l'eau souterraine Abitibi-Témiscamingue, info@sesat.ca, 341 Principale Nord, Amos (Québec) J9T 2L8*

²*Groupe de recherche sur les eaux souterraines de l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, vincent.cloutier@uqat.ca
341 Principale Nord, Amos (Québec) J9T 2L8*

La Société de l'eau souterraine Abitibi-Témiscamingue - la SESAT - est un organisme à but non lucratif qui a pour mission de soutenir l'acquisition et le transfert de connaissance en vue d'assurer une gestion responsable, concertée et proactive du potentiel hydrique de l'eau souterraine de l'Abitibi-Témiscamingue. La SESAT poursuit son travail sur plusieurs fronts à la fois, soit la gouvernance, la protection et la valorisation durable. Depuis l'automne 2007, la SESAT s'est engagée à définir et à expérimenter un projet de gouvernance de l'eau souterraine. L'esker St-Mathieu/Berry étant le mieux documenté, à cause des nombreuses recherches effectuées par l'UQAT et ses partenaires (INRS-ETE et CGC) et par la Ville d'Amos qui y puise son eau potable, la SESAT a choisi cet aquifère comme territoire d'étude. Le projet de gestion intégrée et concertée de l'eau souterraine de l'esker St-Mathieu/Berry a débuté au cours de l'été 2010 et s'intègre dans le volet « gestion de la ressource » du projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines en de l'Abitibi-Témiscamingue (PACES-AT). Située à l'ouest de la Ville d'Amos, cette formation géologique traverse six municipalités de la MRC d'Abitibi. À l'instar des organismes de bassins versants, la SESAT souhaite rassembler dans un même comité les différents usagers de la zone d'étude qui correspond aux limites de cet esker. Le comité ainsi créé aura pour mandat de participer à l'analyse de l'esker, de définir les enjeux et les orientations, de déterminer les objectifs et les indicateurs et enfin d'élaborer et de mettre en œuvre un plan d'action. Encore à l'étape de démarrage, le développement du projet pilote de gestion intégrée et concertée de l'esker St-Mathieu/Berry va se poursuivre en 2011. Les informations qui seront colligées et les orientations qui résulteront de l'expérimentation de ce projet pilote vont alimenter directement les travaux du PACES-AT. Un des objectifs du projet pilote est que le modèle de gouvernance puisse être appliqué et transféré sur d'autres eskers de la région et sur d'autres types d'aquifères ailleurs au Québec.

État de l'avancement des travaux sur la géologie du Quaternaire, contribution à l'hydrogéologie du bassin versant de la rivière Bécancour, Québec

Pierre-Marc Godbout¹, Mireille Pelletier², Michel Lamothe³, Marie Larocque⁴

¹Département des Sciences de la Terre et de l'Atmosphère, Université du Québec à Montréal (UQÀM), CP

8888 Centre-ville, Montréal, QC H3C 3P8, Canada

godbout.pierre-marc@courrier.uqam.ca.

pelletier.mireille2@courrier.uqam.ca.

lamothe.michel@.uqam.ca.

larocque.marie@.uqam.ca.

Le projet de caractérisation des eaux souterraines du bassin versant de la rivière Bécancour a débuté à l'été 2009 avec la cartographie des dépôts quaternaires de surface. À partir des données acquises et des travaux antérieurs, notamment réalisés par N.R Gadd et M. Lamothe dans les Basses-Terres du Saint-Laurent et par M. Parent et L. Chauvin dans les Appalaches, une version préliminaire d'une carte des dépôts de surface a été livrée au ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs au printemps 2010. La deuxième phase du projet présentement en cours et dont les travaux de terrain se sont déroulés à l'été 2010, était principalement prévue dans le but de recueillir des données stratigraphiques qui sont nécessaires à la validation des forages utilisés dans la construction du modèle hydrostratigraphique. Ce deuxième été sur le terrain a entre autres permis de valider la version préliminaire de la carte des dépôts de surface avec un total de plus de 3100 stations d'observation. À ces résultats s'est greffée la description de plus de 60 coupes stratigraphiques situées majoritairement le long des rivières Bécancour, Gentilly et Petite du Chêne, ce qui permettra par la suite de déterminer l'extension régionale des dépôts quaternaires en plus de leur architecture verticale. Des travaux de résistivité électrique ont également permis de recueillir de l'information stratigraphique à des endroits où aucune donnée n'était disponible. Des forages au roc et dans les dépôts meubles sont prévus cet automne afin de combler les données manquantes. De plus, des âges pourront être établis à partir de méthodes radiométriques de datation au carbone-14 et en luminescence optique afin de préciser le cadre géochronologique de la région à l'étude. La construction d'un modèle hydrostratigraphique formé par les dépôts quaternaires est le point culminant de cette phase du projet. L'interprétation de la lithostratigraphie en termes hydrostratigraphiques est en cours. Une problématique particulière est soulevée par la discontinuité latérale et la similarité lithologique des Sédiments des Vieilles Forges et des faciès sableux des Sédiments de Saint-Pierre. Le modèle construit à l'aide du logiciel gOcad intégrera les propriétés hydrauliques des matériaux (conductivité hydraulique, porosité) caractérisant ces successions. Il servira dès le début de 2011 à l'élaboration et à la conception d'un modèle d'écoulement des eaux souterraines pour l'une des plus importantes régions agricoles et industrielles du Québec.

Développement d'une stratégie d'estimation de la recharge à l'échelle régionale: étude de cas en Montérégie Est

Jean-Sébastien Gosselin¹, Christine Rivard², Richard Martel¹, Claudio Paniconi¹

¹*INRS ETE*

(jean-sebastien.gosselin@ete.inrs.ca)

²*CGC - Division Québec*

L'eau souterraine est une ressource en eau potable de plus en plus en demande au Québec, notamment en Montérégie Est où la qualité des eaux de surface s'est beaucoup détériorée au cours des 30 dernières années. La quantification de la recharge, soit du renouvellement de l'eau souterraine, est essentielle pour la saine gestion de cette ressource. Il existe de nombreuses méthodes d'estimation de la recharge, pour lesquelles les échelles d'applications spatiale et temporelle et les processus physiques pris en compte varient grandement. De plus, les incertitudes et les hypothèses simplificatrices qui leur sont associées font de la recharge une composante du bilan hydrique difficile à estimer. Ce projet doctoral vise à développer une méthodologie pour l'évaluation de la recharge à l'échelle régionale, applicable à des contextes hydrogéologiques et climatiques du Québec méridional.

S'intégrant dans le projet régional de caractérisation des eaux souterraines en Montérégie Est, ce projet de doctorat propose de répondre à cette problématique pour les bassins des rivières Richelieu et Yamaska et celui de la baie Missisquoi (9000 km²) par la validation et la comparaison de différentes méthodes d'évaluation de la recharge provenant des domaines de l'agronomie, de l'hydrogéologie et de l'hydrologie. Dans cette étude, un large spectre de méthodes seront utilisées, incluant des méthodes aux échelles ponctuelle, locale et régionale, ainsi que des méthodes *in situ*, en laboratoire, et numériques pour développer une stratégie cohérente d'estimation de la recharge à l'échelle de la région Montérégie Est. À l'été 2010, une centaine d'essais au perméamètre de Guelph ont été effectués sur une trentaine de sites. Quatre lysimètres passifs et quatre capteurs de pression seront installés à l'automne. Des échantillons d'eau souterraine seront prélevés à différentes profondeurs pour des analyses hélium/tritium l'été prochain. Un modèle couplé surface/souterrain 3D sera développé pour un sous-bassin représentatif (660 km²) dans la dernière phase du projet, permettant d'intégrer les informations recueillies dans le cadre du projet régional. Dans les prochains mois, différentes méthodes de séparation d'hydrogrammes seront utilisées, des colonnes de sol seront testées en laboratoire et une revue de littérature approfondie sera réalisée, comprenant une analyse des difficultés et défis techniques et scientifiques inhérents à chacune des méthodes.

Modélisation hydrogéologique régionale des systèmes aquifères de la Montérégie Est

Marc Laurencelle¹, René Lefebvre¹, Roger Morin², Christine Rivard³

¹*INRS ETE, 490 rue de la Couronne, Québec (Québec), Canada G1K 9A9 (marc.laurencelle@ete.inrs.ca)*

²*USGS, P.O. Box 25046, ms403, Denver Federal Center, Lakewood, CO*

³*CGC - Division Québec, 490 rue de la Couronne, Québec (Québec), G1K 9A9*

Élaboré dans le cadre du PACES, ce projet doctoral a pour objectif de comprendre la dynamique d'écoulement des systèmes aquifères de la Montérégie Est (9200 km²), à l'échelle régionale. Pour ce faire, un modèle hydrogéologique numérique 3D sera développé, en exploitant les données de diverses natures : topographiques, géologiques, géophysiques, hydrauliques et hydrogéologiques. En particulier, les diagraphies effectuées par R. Morin renseigneront sur la fracturation du roc et sur la distribution spatiale de ses propriétés hydrauliques. Deux autres projets doctoraux seront réalisés en lien étroit avec celui-ci : M. Blouin construira un modèle géologique des dépôts quaternaires de la région, tandis que J.-S. Gosselin évaluera la recharge à l'aide de différentes méthodes et produira un modèle numérique couplé surface-souterrain 3D d'un sous-bassin versant représentatif (660 km²). En conséquence, la modélisation de l'écoulement pourra être centrée principalement sur l'aquifère régional rocheux. La validation du modèle numérique d'écoulement s'appuiera sur des données hydrauliques et piézométriques ainsi que sur l'hydrogéo-chimie des eaux souterraines de la région qui sera étudiée dans le cadre du projet de maîtrise de C. Beaudry. En particulier, les temps de résidence de l'eau souterraine prédits par le modèle seront comparés aux âges obtenus par les datations isotopiques ³H/³He et ¹⁴C. Ces temps seront modélisés par une méthode de « transport d'âges » plutôt que par simple « suivi de particules ». Une fois le modèle hydrogéologique validé, celui-ci sera exploité pour mieux contraindre l'origine de la salinité des eaux souterraines dans le nord de la région, mais aussi pour tester divers scénarios climatiques et anthropiques. De plus, cette étude améliorera la connaissance du rôle hydrogéologique des structures plus perméables découvertes dans la région, tels les eskers, ou de celui des hauts topographiques, spécialement les Montérégiennes et les Appalaches. En somme, la modélisation numérique de la région devrait permettre, avec les projets complémentaires, de déterminer les zones de recharge principales, les formations et chemins préférentiels d'écoulement, d'évaluer l'occurrence des connexions entre l'aquifère régional et le réseau hydrographique, de déduire les secteurs de remontée des eaux de l'aquifère régional et de vérifier l'impact de l'exploitation actuelle de cet aquifère.

Utilisation de l'information hydrogéologique pour l'aménagement du territoire: un aperçu en Amérique du Nord

Roxane Lavoie¹, Florent Joerin¹, Manuel J. Rodriguez¹

*¹Centre de Recherche en Aménagement et Développement (CRAD), Université Laval
roxane.lavoie.1@ulaval.ca*

L'eau souterraine est largement utilisée comme source d'eau potable en Amérique du Nord. Environ la moitié de la population des États-Unis et le quart des Canadiens dépendent de cette ressource pour les usages domestiques (Kidd 2002). Or, l'eau souterraine peut-être contaminée par des substances potentiellement dommageables pour la santé humaine (MOE 2002; Kidd 2002). L'importance de cette ressource et sa vulnérabilité à la contamination ont encouragé la production de l'information hydrogéologique dans les dernières décennies. Plusieurs programmes de gestion ou de connaissances de l'eau souterraine ont été mis en place par les gouvernements (EPA 1997; Government of Alberta 2001; Province of British Columbia 2007; MDDEP 2010). Dans la littérature scientifique, on retrouve de nombreuses propositions d'indices permettant de caractériser un aspect de l'eau souterraine, dont sa vulnérabilité (Tesoriero et al. 1998; Panagopoulos et al. 2006; Pathak et al. 2009) et plusieurs méthodes pour mesurer la présence de contaminants ou la recharge (Rutledge & Daniel 1994; J.G. Arnold & P.M. Allen 1999). Quelles données sur l'eau souterraine sont actuellement disponibles en Amérique du Nord? Comment sont-elles utilisées par les intervenants en aménagement du territoire? Pour répondre à ces questions, des entrevues ont été réalisées auprès des responsables de la production de l'information hydrogéologique de chaque état des États-Unis et de chaque province canadienne. Les réponses obtenues ont ensuite été analysées et catégorisées afin de produire un portrait général de l'utilisation de l'information hydrogéologique en Amérique du Nord. Les résultats montrent que les types d'information le plus souvent produites sont, en ordre d'importance, les cartes de vulnérabilité de l'eau souterraine, la délimitation des aires de recharge, la quantité d'eau souterraine disponible et la qualité de l'eau souterraine. En général, seuls les aquifères servant à l'approvisionnement en eau potable ont été caractérisés. Ces informations sont utilisées en aménagement du territoire le plus souvent pour préserver la qualité des sources d'eau potable ou pour diriger le développement dans les zones où la quantité d'eau disponible est suffisante. Certaines expériences d'intégration de l'information hydrogéologique en aménagement du territoire se démarquent par leur originalité ou par leur succès, comme le système de classification des aquifères en Colombie-Britannique et au New Hampshire, la gestion intégrée des usages en Alberta et dans le comté d'Antigonish en Nouvelle-Écosse, ainsi que le district de recouvrement dans le comté de Clarke, en Virginie. Cette communication présentera l'ensemble des résultats de cette recherche.

H2O des Collines: Développement d'un modèle de gouvernance participative de la ressource en eau, MRC des Collines-de-l'Outaouais, Québec

Stéphane Mougeot¹, Abdel Benlahcen²

¹*MRC des Collines-de-l'Outaouais, 216, chemin Old Chelsea, Chelsea (Qc) J9B 1J4
smougeot@mrcdescollines.com*

²*WESA Envir-Eau – 160, boul. de l'Hôpital - Bureau 204, Gatineau (Québec)
H2OdesCollines@mrcdescollines.com;
abenlahcen@envireau.ca*

H2O des Collines est un projet communautaire de recherche et de surveillance de l'eau élaboré en collaboration avec la MRC des Collines-de-l'Outaouais et ces sept municipalités. Le projet vise à approfondir la connaissance des eaux de surface et des eaux souterraines dans la MRC des Collines ce qui permettra de planifier et de gérer ces ressources de façon durable. Inscrit dans le cadre des Laboratoires ruraux, ce projet pilote est subventionné par le Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire. Des fonds ont également été obtenus du Projet Eau Bleue RBC. Le projet H2O des Collines s'échelonne sur six ans et est axé sur le bénévolat. Il compte sur l'engagement des résidents de la MRC des Collines-de-l'Outaouais ainsi que des employés des municipalités participantes et des plusieurs autres organismes partenaires. sont : Action Chelsea pour le respect de l'environnement, le Centre local de développement des Collines de l'Outaouais, le Comité de bassin versant de la rivière Gatineau, le Comité de bassin versant de la rivière Lièvre, la Fédération des lacs de Val-des-Monts et autres fédérations de lacs participantes, le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, l'Université Laval et WESA Envir-eau. La première phase du projet 2009-2010 a été consacré à la promotion du projet au sein des résidents des sept municipalités de la MRC notamment par la création du Guide du propriétaire sur les puits et les systèmes septiques « Et puis, votre puits », la création d'un Site web H2O des Collines sous le portail de la MRC, l'élaboration du programmes d'eau souterraine et du programme d'eau de surface, et le démarrage de la campagne d'échantillonnage d'eau de puits privés. Ce volet consiste à offrir les services d'analyses d'eau pour les puits privés, dans les sept municipalités suivantes : Cantley, Chelsea, L'Ange-Gardien, La Pêche, Notre-Dame-de-la-Salette, Pontiac et Val-des-Monts. Entre juin et août 2010, 200 résidents ont participé à ce programme et tester l'eau de leur puits.

Hydrogéologie structurale sur le seuil de Kénogami : premiers résultats

Daphne Silva Pino¹, Alain Rouleau¹, Denis Roy¹, Réal Daigneault¹

¹ *Sciences de la Terre, UQAC*
(*daphne-silva.pino1@uqac.ca*)

L'aquifère de socle cristallin fracturé contrôle l'écoulement des eaux souterraines dans la région du seuil topographique de Kénogami. Ce projet utilise la photo interprétation des linéaments et la cartographie structurale pour caractériser cet aquifère, et aussi pour définir s'il existe une relation entre les structures à différentes échelles d'investigation. Pendant l'été 2010, 224 affleurements sur le seuil de Kénogami ont été étudiés dans une première phase de cartographie structurale générale. Les informations concernant la localisation, la lithologie et les principales structures ont été notées pour chaque site visité. Quelques-uns de ces affleurements ont été choisis comme lieux potentiels pour les études de détail à réaliser. Quelques méthodes de levé détaillé ont été testées en vue des travaux ultérieurs, soit le levé le long d'une ligne ou dans une fenêtre. Une diagraphie géophysique de plusieurs paramètres a été effectuée dans deux puits situés dans la zone d'étude. En particulier, les données de téléviseur acoustique permettent de localiser et de mesurer l'orientation des fractures en profondeur. Il faudra comparer les données provenant des forages à celles obtenues en surface, considérant les biais d'échantillonnage complémentaires de ces deux supports de données. La répartition des observations n'a pas été corrigée pour le biais introduit par l'orientation des faces d'observation; l'orientation de face la plus fréquente est E-W. Malgré le biais à leur encontre, les fractures d'orientation NW-SE ressortent nettement, ce qui indique qu'elles sont très significatives dans la région. D'autres analyses préliminaires, considérant cette fois seulement les affleurements DP-001 à DP-192, ont montré que 75% des joints mesurés ont moins de 2m de longueur visible, et moins de 34% ont une ouverture libre visible. Ces informations, parmi d'autres, sont utiles à la caractérisation des propriétés hydrauliques reliées au système de fractures. Les étapes à venir dans cette recherche incluent: 1) la poursuite de l'analyse des données déjà recueillies sur le terrain, 2) la planification et la réalisation d'une campagne de levé détaillé, 3) l'analyse statistique des données, incluant la correction de biais, 4) l'identification de domaines structuraux à fracturation homogène, 5) le développement de modèles conceptuels du système aquifère sur le territoire à l'étude.

Évaluation et cartographie des propriétés hydrauliques des aquifères du socle rocheux de la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean : résultats préliminaires

Sandra Richard¹, Romain Chesnaux¹

¹ *Sciences de la Terre, UQAC
(sandra.richard@uqac.ca)*

Dans le cadre du projet d'Acquisition de Connaissance sur les Eaux Souterraines du Québec (PACES), un volet est consacré aux essais hydrauliques qui ont pour but d'évaluer les propriétés hydrauliques des aquifères, comme leur transmissivité. L'objectif de ce travail est de contribuer à l'estimation de la disponibilité de la ressource en eau souterraine pour pouvoir ensuite mieux connaître avec quelle facilité les écoulements d'eau souterrains peuvent s'opérer dans les différentes entités hydrogéologiques. Le travail effectué ici propose une méthode de détermination de la transmissivité des aquifères à partir de données obtenues de puits à usages domestiques issues de la base de données du Système d'Information Hydrogéologique (SIH). Les résultats présentés dans cette étude se limiteront à ceux effectués dans les aquifères de type roc fracturé. Sur les quelques 1500 puits répertoriés dans les données SIH, plus de 1000 puits répartis dans la région ont été sélectionnés, sur lesquels un certain nombre d'informations pertinentes était disponible. Des essais de pompage de courte durée ont été réalisés dans ces puits. Dans ces situations, une seule valeur de rabattement a été enregistrée. Une méthode itérative de calcul a été développée à partir de l'équation de Cooper-Jacob pour estimer les valeurs de transmissivité de ces puits. Les résultats obtenus peuvent être validés à partir d'essais de pompage de longue durée, effectués sur des puits de municipalités et dont la donnée a pu être extraite de rapports d'experts-conseil. Une fois les valeurs de transmissivités estimées, l'autre objectif consiste à mettre en relation les valeurs obtenues avec les lithologies en présence. L'utilisation du logiciel *ArcGIS* a permis de superposer les valeurs de transmissivité sur la carte géologique du socle rocheux de la région. Il est apparu que les valeurs de transmissivité les plus importantes se rencontrent dans le calcaire, ensuite viennent le gneiss/granite, puis l'anorthosite qui semble être moins transmissive possiblement parce que moins fracturée. Ce regroupement de valeurs de transmissivité en fonction de la roche en présence permettra d'aborder l'étape suivante qui consistera à établir une relation empirique reliant le débit spécifique à la transmissivité des aquifères pour chaque entité géologique.

Isostasie postglaciaire différentielle au Lac-Saint-Jean: Incidences possibles sur les biseaux d'eau souterraine salée

Denis W. Roy¹, Julien Walter², Alain Rouleau¹

¹ *Sciences de la Terre, UQAC*

² *Centre d'études sur les ressources minérales, UQAC*
(denis_roy@uqac.ca)

Au tardi-glaciaire Wisconsin, la cuvette du lac Saint-Jean (LSJ) a d'abord constitué la partie ouest de la mer de Laflamme avant que le « seuil d'Alma » n'émerge par isostasie et l'isole de la partie est de cette mer. Ce seuil maintient le lac actuel à une altitude d'environ 100 m au dessus du niveau de la mer (fjord du Saguenay). Selon des travaux antérieurs, l'altitude maximale du niveau marin a atteint la cote actuelle de 198 m au NE de la cuvette et de 167 m au SE. Une analyse statistique rigoureuse de données de nivellement géodésique a établi un taux actuel de soulèvement isostatique postglaciaire de 4,23 mm/an à Alma (E du LSJ) et de 5,88 à Saint-Félicien (O du LSJ). Le niveau marin maximal demeure indéterminé dans la partie ouest de la cuvette du LSJ, de même que la position du premier niveau lacustre du LSJ. La photo-interprétation du territoire, appuyée par la cartographie des dépôts meubles et de nombreux forages, permet d'énoncer les hypothèses suivantes qui balisent l'évolution du biseau d'intrusion saline après les quelques 2 000 ans qu'a duré la phase marine :

- Le niveau marin maximal a vu la formation d'estuaires marins allongés dans les vallées des grands tributaires de la rivière Mistassini (NO du LSJ) et d'un fjord dans la gorge de la rivière Péribonka (NE du LSJ).
- Le niveau lacustre maximal passe d'environ 120 m au sud-est du LSJ à 145 m à son nord-ouest.
- Des nappes salines d'origine marine, encore mal définies, s'intercalent maintenant entre des nappes superficielles d'eau douce de bonne qualité et l'eau profonde très salée du Bouclier canadien. Des mélanges variables de ces diverses nappes produisent une gamme étendue de compositions des eaux intermédiaires et profondes.

Connaissance des eaux souterraines: détermination de transpiration

Jean Roy¹

¹IGP

jeanroy_igp@videotron.ca

Problématique: En milieu semi-aride, le paramètre T - transpiration - peut représenter une quantité critique pour le bilan hydrique. Lorsque le niveau de la nappe est profond, la transpiration est liée à la consommation en eau des arbres mesurée par le flux de sève des arbres.

Méthodologie: Pour la mesure du flux de sève (données sol) on utilise ici la sonde par dissipation thermique (Granier) modifiée pour tenir compte de l'importance des gradients thermiques naturels observés (milieu semi-aride). La modification concerne une mesure en temps partagé: (1) flux et (2) gradients thermiques naturels. On mesure aussi les mensurations des arbres (diamètre et canopée). Finalement, une caméra multi-spectrale avec des panneaux de calibration a été montée sur un crochet de grue pour les mesures de signature spectrale. Pour une intégration spatiale des flux, les arbres sont caractérisés en fonction de l'espèce et de la taille et identifiés par leur signature spectrale dans le visible et proche infrarouge. L'imagerie satellitaire à haute résolution permet l'intégration des mesures de flux de sève sur un territoire donné ce qui fournit la transpiration lorsque la composante due à l'herbe est négligeable.

Résultats obtenus: La mesure en temps partagé a permis de compenser pour les effets de gradients thermiques naturels. L'étape de calibration/vérification a combiné des mesures in-situ (Roberts) et des mesures en laboratoire en utilisant à la fois Roberts et l'imagerie de RMN (IRM) en mode image de flux sur un imageur à axe vertical (Université Wageningen, Pays-Bas). Les images satellitaires ont permis de calculer la transpiration sur un territoire délimité près de Serowe au Botswana (Chavarro, 2009).

Conclusions: En milieu semi-aride, la transpiration T est un paramètre important du bilan hydrique. T peut être déterminé par une combinaison de mesures au sol et une intégration sur une région donnée avec l'aide d'imagerie satellitaire. Un tel exercice permet de déceler les aspects du procédé les plus susceptibles d'améliorations e.g. identification des espèces et calibration in-situ.

Reconnaissance: les travaux ont été faits par des équipes d'ITC sous la direction hydrogéologique de M.W. Lubczynski et le support d'ITC et du DGS pour les composantes au Botswana.

Connaissance des eaux souterraines: sondage par résonance magnétique A: Concept et implémentation

Jean Roy¹

¹*IGP*

jeanroy_igp@videotron.ca

Problématique: Depuis ~ 75 ans, on procède à des mesures indirectes comme contribution à l'étude des aquifères. On veut diminuer les coûts et les délais dans l'acquisition des connaissances et éviter tout risque d'invasion ou d'interconnexions entre les unités hydro-stratigraphiques i.e. méthodes non-invasives. Cependant, cela génère un certain degré d'ambiguïté au niveau de l'exploitation des résultats. Au cours des créations successives des différentes techniques, on a tenté de (1) diminuer systématiquement ce degré d'ambiguïté et (2) fournir des résultats directement exploitables pour la connaissance des eaux souterraines. Le sondage par résonance magnétique (SRM) est un pas significatif dans cette direction.

Méthodologie: Le SRM est basé sur le même phénomène physique que l'imagerie par résonance magnétique utilisée en milieu hospitalier ou le magnétomètre de terrain utilisé par les prospecteurs: la résonance magnétique nucléaire (RMN). Le SRM utilise le champ magnétique terrestre comme champ statique et génère son propre champ d'excitation à la fréquence de Larmor de l'hydrogène. On utilise la grandeur (moment) de l'excitation comme paramètre de sondage i.e. comme contrôle permettant de discriminer en fonction de la profondeur.

Résultats obtenus: Le SRM fournit, en fonction de la profondeur, la quantité d'eau (en %) et le taux de décroissance du signal RMN. Ce taux est lié à la taille des pores et il est donc lié aux propriétés d'écoulement de l'eau dans le milieu étudié. Sous la nappe phréatique, le pourcentage d'eau obtenu par SRM est à peu près équivalent à la porosité efficace car l'eau liée n'est pas présentement détectée par la technologie SRM. Des difficultés ont été rencontrées dans l'application de cette méthode au Québec: cela fait l'objet d'une présentation séparée.

Conclusions: Le SRM 'livre la marchandise' depuis 1996 en Europe, Afrique, Asie. Il le fait de façon non-invasive, jusqu'à une profondeur maximale d'environ 150 m en milieu résistif et une profondeur moindre en fonction de la conductivité électrique du milieu.

Reconnaissance: Nous avons vivement apprécié le support financier d'ITC et la collaboration des institutions suivantes et de leur personnel: BRGM, CSIR-Envirotek, DWA-B, DWA-N, École Polytechnique, GSD GSN, IGM, IRD, IRIS, MBG, UQAC, UQAT, WCS, WRC.

Remarques (non-incluses dans la limite des 350 mots par résumé):

1- contrairement aux deux autres soumissions, cette présentation par affiche sera rédigée en anglais

2- Cette présentation est d'ordre général et ne concerne pas les conditions particulières rencontrées au Québec. La présentation suivante sera consacrée à ce dernier aspect.

Sondage par résonance magnétique B: Exploitation pour la connaissance des eaux souterraines

Jean Roy₁

¹*IGP*

jeanroy_igp@videotron.ca

Problématique: Depuis ~ 75 ans, on procède à des mesures indirectes comme contribution à l'étude des aquifères. On veut diminuer les coûts et les délais dans l'acquisition des connaissances et éviter tout risque d'invasion ou d'interconnexions entre les unités hydro-stratigraphiques i.e. méthodes non-invasives. Cependant, cela génère un certain degré d'ambiguïté au niveau de l'exploitation des résultats. Au cours des créations successives des différentes techniques, on a tenté de (1) diminuer systématiquement ce degré d'ambiguïté et (2) fournir des résultats directement exploitables pour la connaissance des eaux souterraines. Le sondage par résonance magnétique (SRM) est un pas significatif dans cette direction.

Méthodologie: Le SRM est basé sur le même phénomène physique que l'imagerie par résonance magnétique utilisée en milieu hospitalier ou le magnétomètre de terrain utilisé par les prospecteurs: la résonance magnétique nucléaire (RMN). Le SRM utilise le champ magnétique terrestre comme champ statique et génère son propre champ d'excitation à la fréquence de Larmor de l'hydrogène. On utilise la grandeur (moment) de l'excitation comme paramètre de sondage i.e. comme contrôle permettant de discriminer en fonction de la profondeur.

Résultats obtenus: Le SRM fournit, en fonction de la profondeur, la quantité d'eau (en %) et le taux de décroissance du signal RMN. Ce taux est lié à la taille des pores et il est donc lié aux propriétés d'écoulement de l'eau dans le milieu étudié. Sous la nappe phréatique, le pourcentage d'eau obtenu par SRM est à peu près équivalent à la porosité efficace car l'eau liée n'est pas présentement détectée par la technologie SRM. Des difficultés ont été rencontrées dans l'application de cette méthode au Québec: cela fait l'objet d'une présentation séparée.

Conclusions: Le SRM 'livre la marchandise' depuis 1996 en Europe, Afrique, Asie. Il le fait de façon non-invasive, jusqu'à une profondeur maximale d'environ 150 m en milieu résistif et une profondeur moindre en fonction de la conductivité électrique du milieu.

Reconnaissance: Nous avons vivement apprécié le support financier d'ITC et la collaboration des institutions suivantes et de leur personnel: BRGM, CSIR-Envirotek, DWA-B, DWA-N, École Polytechnique, GSD GSN, IGM, IRD, IRIS, MBG, UQAC, UQAT, WCS, WRC.

Remarques (non-incluses dans la limite des 350 mots par résumé):

1- contrairement aux deux autres soumissions, cette présentation par affiche sera rédigée en anglais

2- Cette présentation est d'ordre général et ne concerne pas les conditions particulières rencontrées au Québec. La présentation suivante sera consacrée à ce dernier aspect.

Le SRM au Québec

Jean Roy₁

¹*IGP*

jeanroy_igp@videotron.ca

Problématique: Une introduction au SRM est incluse dans la présentation précédente. Nous utilisons les SRM (sondage par résonance magnétique) hors Québec depuis 1996 avec succès. Après une série de discussions en 2002, nous avons effectué une série de levés SRM au Québec en 2003 imaginant des levés faciles (e.g. champ terrestre de plus de 54000 nT, absence d'orage tropicaux). Ce ne fut pas le cas mais nous avons pu diagnostiquer le problème et apporter des correctifs durant les missions subséquentes.

Méthodologie: En 2003, nous avons utilisé l'équipement (Numis^{PLUS}) et la procédure standard pour les levés SRM. Suite aux résultats obtenus en 2003, la procédure a été modifiée. Une première mission en 2008 avec un appareil léger (Numis^{LITE}) a permis de vérifier la pertinence de la solution proposée (écho de spin) mais uniquement sur des aquifères sub-affleurants i.e. profondeur de 0 à ~ 5 m. Une deuxième mission en 2010 avec un appareil standard (Numis^{PLUS}) a permis de s'affranchir de cette contrainte et de vérifier que la solution proposée était efficace même en l'absence d'eau près de la surface.

Résultats obtenus: En 2003, nous n'avons pas pu enregistrer de signaux RMN. Nous avons pu observer les problèmes liés à la présence de magnétite. Nous avons documentés ces travaux dans un article de JAG (2008). En 2008, en utilisant une technique d'écho de spin (SE), nous avons pu observer une réponse SRM dans la région de Chicoutimi (St-Honoré et St-Fulgence) là où les effets perturbateurs de la magnétite ont d'abord été clairement identifiés. En 2010, nous avons pu confirmer ces résultats sur des aquifères plus profonds. Le traitement complet et l'interprétation des levés SE doit cependant être complété cet hiver.

Conclusions: La technologie SRM est maintenant fonctionnelle au Québec. Cette présentation encourage l'utilisation de cette technologie pour la connaissance des eaux souterraines du Québec.

Reconnaissance: Nous remercions ITC pour son support financier en 2003 et les institutions suivantes et leur personnel pour leur collaboration essentielle: AGEOS, BRGM, École Polytechnique, INRS-ETE, IRD, IRIS, MBG, QUALITAS, UQAC, UQAT.

Essais de traçage pour l'analyse du transport d'un panache d'éther de méthyle et de *tert*-butyle (MtBE)

Natural Gradient Tracer Test to Support Transport Analysis of a Detached MtBE Plume

Dominique Sorel ^{1A}, Matt Tonkin ^{1B}, Gilbert Barth ^{1C}, Daniel F. Cornacchiulo ², Jennifer A. Lawrence ², Donald A. Trego ², Joseph E. Haas ³

^{1A}*S.S. Papadopulos & Associates, Inc., Montréal, Québec, dsorel@sspa.com*

^{1B}*S.S. Papadopulos & Associates, Inc., Bethesda, Maryland, matt@sspa.com*

^{1C}*S.S. Papadopulos & Associates, Inc., Boulder, Colorado, gbarth@sspa.com*

²*Environmental Assessment and Remediations, Patchogue, New York,*

Cornacchiulo@Enviro-Asmnt.com,

³*New York State Department of Environmental Conservation, Stony Brook, NY jehaas@gw.dec.state.ny.us*

In February 2007 a large scale, multi-constituent natural gradient tracer test was commenced at a site in Yaphank, NY. The tracer study was undertaken to assist in confirming a source of environmental contamination, and gain additional insight into aquifer properties appropriate for fate and transport modeling of the contaminants. The three tracer compounds selected for inclusion in the tracer test were potassium bromide, rhodamine WT and sulfur hexafluoride (SF6) gas. These tracer compounds were primarily selected on the basis of their solubility limits, dynamic range of detection capabilities, ease of monitoring and cost of analysis, and their non-toxicity within the range of applied concentrations. The tracer compounds were introduced to the aquifer up-gradient of the suspected contaminant source. A mixed potassium bromide/rhodamine WT solution was introduced into four wells over a 24 hour period, followed by 197 days of continuous injection of rhodamine WT and SF6 gas. The injection rate was designed to minimize disturbance to the natural flow field. Bromide and rhodamine WT injection concentrations were designed to avoid density-induced tracer sinking while still providing the maximum range of detection. Migration of the tracer compounds was documented by frequent sampling within a high resolution three dimensional (3D) monitoring well network. The 3D monitoring data enabled the plotting of breakthrough curves for the tracer compounds at distances of about 200 feet, 400 feet and 800 feet down-gradient of the point of introduction. Continuous water levels recorded using data logging pressure transducers were supplemented by regular manual water level readings. In addition, the study has provided a comparison of three different tracers released under the same hydraulic conditions. Results from the tracer study have shown that bromide was the most reliable conservative tracer of the three injected. Rhodamine WT breakthrough at all sampling locations was retarded compared to bromide and SF6. We present a range of aquifer and transport properties, including site specific estimates of groundwater velocity and dispersivity for this medium sand Upper Glacial outwash aquifer.

Note: traduction française fournie en contactant l'auteur (dsorel@sspa.com).

Caractérisation des sources de nitrate dans les eaux souterraines en milieu agricole dans le sud de la Montérégie

Rachel Thériault¹, Martine M. Savard², Christine Rivard², Lucie Grenon³, René Lefebvre¹, Nicolas Tremblay³

¹*INRS-ETE (rachel.theriault@ete.inrs.ca)*

²*CGC - Division Québec (MartineM.Savard@RNCAN-NRCAN.gc.ca)*

³*Agriculture et Agro-Alimentaire Canada, Centre de Recherche et de Développement en Horticulture (Lucie.Grenon@AGR.GC.CA)*

En milieu agricole, l'apport de nitrate (NO₃) dans les eaux souterraines provient de la lixiviation des fertilisants de synthèse ou du lisier épandus dans les champs. Très soluble, le NO₃ est facilement lessivé des sols vers les cours d'eau ou l'eau souterraine. Dans les eaux de surface, le nitrate est en partie responsable de l'eutrophisation des cours d'eau. En milieu souterrain, sa présence à une concentration excédant 10 mg/L de NO₃-N dans l'eau potable constitue une menace pour la santé humaine, particulièrement pour les enfants en bas âge. Les objectifs de ce projet de maîtrise sont de vérifier l'importance de la présence de nitrate dans les eaux souterraines et d'en caractériser les sources dans deux petits bassins versants agricoles en Montérégie. Ces données permettront de mieux comprendre la dynamique du transfert de ce contaminant des sols vers l'aquifère. L'étude qui a débuté au printemps 2010 se situe dans deux tributaires de la rivière aux Brochets, l'Ewing et le Walbridge. Les travaux effectués incluent l'échantillonnage de l'eau souterraine par le biais de puits privés, de piézomètres dans les dépôts meubles et d'un puits d'observation au roc. Des sondages à la tarière et à l'aide d'une foreuse géotechnique ont été réalisés pour déterminer la stratigraphie de la couche pédologique et des dépôts meubles de la région d'étude. À proximité des piézomètres, les sols seront échantillonnés à 30, 60 et 90 cm de profondeur à l'automne, à l'hiver et au printemps prochains. Les échantillons d'eau et de sols prélevés seront analysés en laboratoire pour déterminer leur teneur en nitrate et les rapports isotopiques en δ¹⁵N et δ¹⁸O. Les résultats obtenus nous permettront de déterminer si les pratiques de fertilisation de la région d'étude entraînent une dégradation significative de la qualité de l'eau souterraine des bassins Ewing et Walbridge. La composition isotopique des nitrates donnera une indication des types de sources du NO₃. La caractérisation de la région d'étude servira aussi à modéliser l'écoulement souterrain et le transport des nitrates. Les résultats de l'étude contribueront à l'optimisation des pratiques de fertilisation et à une meilleure gestion et protection des ressources en eau souterraine.