

**Institut national de la recherche scientifique
Centre Eau, Terre et Environnement**

Rapport annuel 2004-2005



Université du Québec

Institut national de la recherche scientifique
Eau, Terre et Environnement

Table des matières

PARTIE 1

RAPPORT DU DIRECTEUR	3
----------------------------	---

PARTIE 2

RESSOURCES HUMAINES	9
---------------------------	---

PARTIE 3

ENSEIGNEMENT	15
Maîtrises en sciences de l'eau	15
Maîtrises en sciences de la terre	16
Doctorat en sciences de l'eau	19
Doctorat en sciences de la terre	19

PARTIE 4

RECHERCHE	21
-----------------	----

PARTIE 5

PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS	71
Brevets	71
Articles publiés dans des revues scientifiques	71
Communications ou publications avec arbitrage	74
Communications ou publications sans arbitrage	87
Livres ou ouvrages collectifs	94
Rapports de recherche	95
Thèse de doctorat ou mémoires de maîtrise	97
Cartes	99
Rapports de stage	99
Autres publications	100
Tableau des statistiques	101

PARTIE 6

SÉMINAIRES ET COLLOQUES	103
-------------------------------	-----

PARTIE 7

SERVICES	105
----------------	-----

PARTIE 8

RAPPORT FINANCIER	109
-------------------------	-----



4^E ANNÉE

RAPPORT ANNUEL 2004 - 2005

Rapport du directeur

Faits saillants

Le principal fait saillant de l'année 2004-2005 est le regroupement des membres du Centre dans notre nouvel édifice du 490 de la Couronne. Enfin, enfin ! voilà un édifice qui nous rassemble tous après 30 ans de dispersion aux quatre coins de la région de Québec. Enfin un édifice à la hauteur des aspirations de ceux qui réalisent la recherche et la formation. Des bureaux, des salles de cours, des laboratoires qui répondent à nos besoins et qui constituent des lieux de travail exceptionnels. Un édifice à la mesure de nos talents et de notre volonté d'action et d'entrepreneuriat. Un édifice qui va nous permettre de développer et d'amplifier nos activités scientifiques. Un édifice au centre du quartier Saint-Roch qui sera un phare de haut savoir et de transfert de connaissances, tourné vers le monde.

La construction de cet édifice, nous la devons au travail de nombreux individus. Cet édifice concrétise aussi 35 années d'efforts scientifiques et de dévouement à la cause de l'INRS de la part de nos chercheurs, de notre personnel et de nos étudiantes et étudiants. Merci donc à tous ceux qui ont contribué de façon directe ou indirecte à l'obtention de ce magnifique bâtiment.

Ce déménagement a perturbé de façon générale nos activités pendant plus de six mois. Cependant, chacun y a mis du sien pour que l'on puisse ainsi réaliser l'ensemble de nos activités et atteindre nos objectifs de recherche et de formation. Je suis particulièrement fier du comportement des membres du Centre qui ont fait preuve de générosité et de compréhension.

Au niveau des distinctions personnelles, soulignons qu'au cours de l'année 2004-2005 les professeurs **René Lefebvre**, **Richard Martel** et **Taha Ouarda** ont été promus professeurs titulaires et que les professeurs **Normand Bergeron** et **Alain Mailhot** ont été promus professeurs agrégés. De plus, différents honneurs ont été décernés à des professeurs du Centre, dont entre autres la médaille Thomas- Keefer 2004 de la Société Canadienne de génie civil décernée à **Richard Martel** pour le meilleur article scientifique en génie civil au Canada en 2004, ce professeur ayant également reçu le Prix

WTP-4 France-Beaupré pour le meilleur projet du KTA. Soulignons également que **Jean-François Blais** a été nommé membre des 100 entrepreneurs de la relève des régions de Québec, Chaudières-Appalaches et du Bas-St-Laurent, édition 2004, Catégorie R&D et TI, par le *Journal Économique de Québec*.

En 2004-2005, les activités d'enseignement se sont poursuivies au même rythme que l'année dernière, à l'exception du nombre de diplômés à la maîtrise qui s'est sensiblement accru (passant de 21 en 2003-2004 à 31 en 2004-2005). Encore cette année, l'effort conjugué de tous les membres du Centre nous a permis d'atteindre nos objectifs de formation et de recherche. Tout a été mis en œuvre pour que le Centre continue d'être scientifiquement reconnu comme un pôle international en sciences de l'eau, de la terre et de l'environnement. Nous n'avons ménagé aucun effort pour que nos activités de recherche et les résultats qui en découlent contribuent à l'essor économique et social du Québec, tout en trouvant des applications aux niveaux national et international.

Sur le plan des activités scientifiques, de nouveaux projets importants ont débuté au cours de l'année. Notons, entre autres, les suivants : *Laboratoire d'analyses paléoclimatiques à haute résolution (I. Larocque)*; *Cold Lake II – Support à la caractérisation hydrogéologique des champs de tir de CLAWR Cold Lake, Alberta (R. Martel)*; *Caractérisation hydrogéologique des champs de tir de Petawawa (Ontario) (R. Martel)*; *Évaluation géologique et géophysique du potentiel en minéralisations chromifères et platinifères de la propriété minière Ménarik (Baie-James) - Phases I et II (M. Richer-Lafleche)*; *Laboratoire de recherche sur la bioconversion des eaux usées et des boues d'épuration en produits à haute valeur ajoutée (R.D. Tyagi)*; *Programme de caractérisation environnementale pour l'évaluation du potentiel de contamination des eaux souterraines par des matériaux énergétiques et des métaux à Wainright (Phase II) (R. Martel)*; *Centralisation des données géoscientifiques sur les sols, la biomasse et l'eau souterraine des bases militaires canadiennes (R. Martel)*; *« Aqualyse » des tourbières dans le Complexe de La Grande : une indication de forte hydraulicité (M. Bernier)*; *Warming coastal seas and shrinking sea ice (Y. Gratton)*; *Évaluation de la production et de la migration du monoxyde de carbone suite à des travaux de dynamitage en*

milieu urbain (**R. Martel**); Chaire en hydrologie statistique - Phase III (**T.B.M.J. Ouarda**); Une première évaluation des forces et faiblesses des méthodes de mise à l'échelle statistique afin de simuler les extrêmes de différentes régions du Québec (**T.B.M.J. Ouarda**).

De façon générale, les activités de recherche, tant subventionnées que commanditées, se sont poursuivies en fonction des axes de recherche définis dans la programmation scientifique du Centre (Hydrologie, Biogéochimie, Géodynamique et Assainissement). Au total, plus de 260 projets de recherche étaient actifs cette année dont, entre autres, les suivants : Pilotage semi-industriel d'un procédé d'enrichissement de la chromite et d'extraction de métaux du groupe du platine - Phase 2 (**M. Bergeron**); Chaire de recherche du Canada en écotoxicologie des métaux (**P.G.C. Campbell**); Regroupement multidisciplinaire pour le développement de technologies agro-environnementales sécuritaires (**R. Lefebvre**); Stabilisation, traitement et décontamination de biosolides (**J.-F. Blais**); Chaire de recherche du Canada sur la bioconversion des eaux usées et des boues d'épuration en produits à haute valeur ajoutée (**R.D. Tyagi**); Potentiel en hydrocarbures des bassins frontières appalachiens du Paléozoïque inférieur et moyen – Géologie marine (**B. Long**); Système d'évaluation et de gestion des risques d'inondation en milieu fluvial SEGRI (**Y. Secretan**); Étude intégrée de la problématique de la mise à niveau des infrastructures d'eau de localités de la Côte-Nord (**J.-P. Villeneuve**); Acquisition et modélisation de données géologiques, géochimiques et géophysiques sur la propriété Lac-Ewart (Baie James, Québec) (**M. Richer-Lafleche**); Chaire de recherche du Canada en estimation des variables hydrologiques (**T.B.M.J. Ouarda**); Caractérisation hydrogéologique de sites d'entraînement sur les bases militaires de Wainwright et Suffield (**R. Martel**); Développement d'une sonde et de méthodes pour le suivi en continu de la densité et de la teneur en eau liquide du couvert nival (**M. Bernier**); Potentiel en hydrocarbures des bassins frontières - Traitement et intégration des données (**M. Malo**); Estimation des événements extrêmes en hydrologie (**B. Bobée**); Critères de qualité de l'environnement : contribution à la base scientifique (**A. Tessier**); Traitement et valorisation des boues rouges et des déchets d'aluminerie (**G. Mercier**); Création d'un réseau de recherche en écotoxicologie du Saint-Laurent, approche multidisciplinaire (**M. Leclerc**); Amélioration d'un système de modélisation intégrée et développement du protocole d'application pour l'analyse de scénarios d'assainissement agricole à l'échelle du bassin versant (**A. Rousseau**); Laboratoire mobile pour le travail de terrain en recherche aquatique (**P. Couture**); Influence des changements climatiques sur le réseau alimentaire microbien en milieu lacustre et le transfert des contaminants

entre ses différentes composantes (**I. Laurion**); Geosalar I : Modelling atlantic salmon smolt production using remote sensing and GIS-based methods (**N. Bergeron**); Géochimie des sédiments de la marge continentale (**C. Gobeil**); Modélisation de la réponse des écosystèmes des mers glacées aux variations climatiques (**Y. Gratton**); Modelling metal accumulation by aquatic organisms (**L. Hare**); Étude et prévention de la contamination des eaux souterraines par des sources diffuses agricoles (**P. Lafrance**); Outils et instruments de recherche pour le suivi de variables d'habitat (**A. St-Hilaire**); Mécanismes, géométries et expressions sismiques des structures développées dans les régimes tectoniques extensionnels (**L. Harris**); Flux de métaux de l'interface sédiments-eau d'un parc à résidus miniers submergés (Health Steele Mines, Nouveau-Brunswick) (**C. Fortin**); Impacts et adaptation liés aux changements climatiques en matière de drainage urbain au Québec (**A. Mailhot**); Étude d'un concept d'implantation linéaire d'une prise d'eau sous-fluviale dans la rivière Montmorency à Beauport (**C. Paniconi**).

Au cours de l'année, ces activités de recherche se sont traduites par 60 articles dans des revues avec comité de lecture, 283 communications (179 avec arbitrage et 104 sans arbitrage), 48 rapports de recherche et 30 mémoires et thèses (Figure 1).

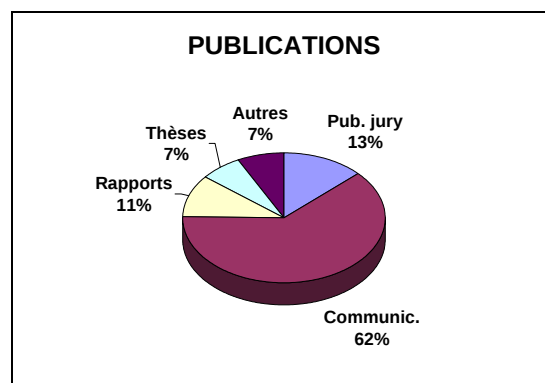


Figure 1

Pour réaliser ces activités, le Centre comptait sur 36 professeurs, 41 chercheurs, 23 techniciens de recherche, 17 employés de bureau, 181 étudiants, 52 stagiaires (13 stagiaires temps complet) et 4 chargés de cours (Figure 2). De plus, notons qu'il y avait 21 professeurs associés, 7 professeurs honoraires, 2 professeurs émérites ainsi que 49 professeurs et chercheurs invités collaborant aux activités du Centre.

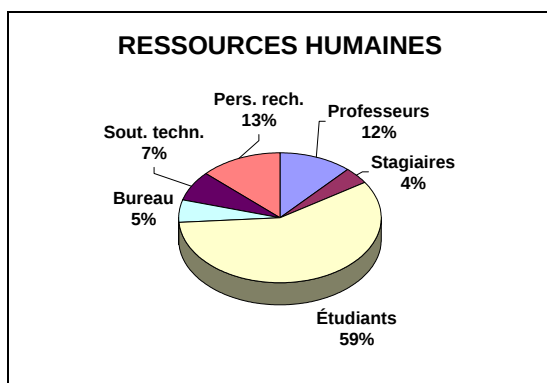


Figure 2

Les études avancées et l'encadrement des étudiants ont aussi constitué une partie importante des tâches réalisées au Centre. En effet, nous avons accueilli 11 stagiaires postdoctoraux, 81 étudiants au doctorat (56 en Sciences de l'eau et 25 en Sciences de la terre), 94 à la maîtrise de recherche (59 en Sciences de l'eau et 35 en Sciences de la terre) et 52 stagiaires de recherche. De ce nombre, 31 étaient nouvellement inscrits à la maîtrise de recherche et 15 au doctorat. Le programme de maîtrise professionnelle a accueilli 6 étudiants. Ce programme se veut par son contenu une ouverture pour ceux ayant déjà une expérience de travail. De plus, la flexibilité de l'horaire des cours qui y sont donnés nous permet de les offrir en formation continue. Trente-et-un (31) étudiants de deuxième cycle ont reçu leur diplôme et 10 étudiants de troisième cycle ont soutenu avec succès leur thèse de doctorat. Les étudiants ont réalisé 20 mémoires de recherche et 10 thèses.

Les chercheurs du centre ETE ont été impliqués au cours de l'année dans 40 ententes de partenariat et de coopération à travers le monde.

L'année 2004-2005 a encore été fructueuse en ce qui a trait à l'autofinancement des activités de recherche. Les revenus extérieurs dépensés ont totalisé plus de 11 415 800 \$. Ces sommes sont équivalentes à 60 % des dépenses de fonctionnement du Centre (Figure 3).

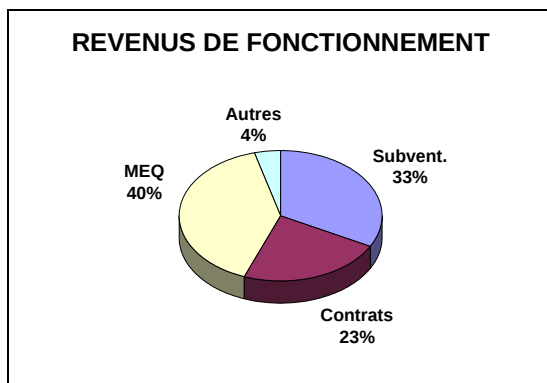


Figure 3

Ces revenus extérieurs sont constitués, entre autres, de subventions pour un montant de 6 228 200 \$ et de contrats de recherche pour un montant de 4 410 700 \$. Les revenus de subventions ont été obtenus du CRSNG (2 409 500 \$), du FQRNT (458 900 \$) et d'autres sources (3 359 800 \$) (Figure 4). Les contrats de recherche viennent de différentes sources, notons entre autres : Ressources minières Pro-Or (1 104 978 \$), le ministère de la Défense nationale (647 023 \$), la Commission géologique du Canada (238 747 \$) et Hydro-Québec (144 496 \$).

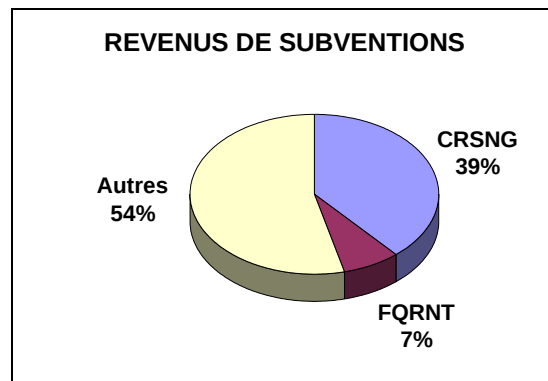


Figure 4

Nous devons signaler l'implication et les efforts déployés par les professeurs pour défrayer une part importante des frais directs et indirects de la recherche. On se doit de souligner encore cette année leur contribution significative au financement des activités de recherche du Centre. En effet, tel qu'indiqué ci-dessus, cette contribution financière représente 60 % des dépenses de fonctionnement du Centre.

La coopération scientifique France-Québec a permis de poursuivre l'entente intervenue entre le centre ETE et le Groupement d'intérêt scientifique (GIS) pour la publication de la *Revue des Sciences de l'Eau*. La rédaction et l'édition de cette revue sont rendues possibles grâce en particulier à l'aide financière du fonds FQRNT. Le service de documentation du centre ETE joue efficacement son rôle comme coéditeur de la revue en partenariat avec Lavoisier Abonnements.

Nous avons poursuivi au cours de l'année notre réflexion pour la révision de la programmation scientifique du Centre. Une nouvelle programmation sera présentée pour approbation au printemps 2006.

La recherche

Le centre ETE poursuivra, au cours des prochaines années, son objectif général de collaboration à l'essor et au développement de la recherche dans le domaine des sciences de l'eau, des géoressources et de l'environnement. Conscient de la pertinence des activités de recherche en cours, le Centre encouragera leur développement et favorisera, d'une façon particulière, l'intensification de certaines d'entre elles dans le cadre d'une programmation thématique. Cette programmation se veut la synthèse des activités de recherche qui ont lieu au Centre et qui y seront poursuivies au cours des prochaines années. Ces activités de recherche sont regroupées dans quatre grands programmes :

Hydrologie et gestion intégrée des ressources hydriques

Les recherches poursuivies dans ce programme concernent la compréhension, la modélisation et la simulation des écoulements et des transports des matières en suspension et des substances dissoutes. Ce programme regroupe les activités de recherche et de développement sur les méthodes d'analyse statistique, d'analyse numérique, de modélisation déterministe, de télédétection, de géomatique ainsi que d'informatique, qu'on retrouve ici appliquées aux aspects qualitatifs et quantitatifs des écoulements et à leur gestion intégrée. Les recherches en analyse statistique traitent des crues et de l'évolution temporelle et spatiale de la qualité des eaux. Les recherches en modélisation portent sur l'élaboration de modèles numériques permettant la simulation des mouvements de l'eau et des déplacements de substances nutritives et toxiques à travers différents compartiments du cycle hydrologique. Les travaux en analyse numérique touchent notamment la simulation hydraulique et hydrodynamique des écoulements fluviaux et les habitats aquatiques. Le traitement numérique d'images obtenues par télédétection et la géomatique permettent, enfin, de mieux comprendre et estimer les variations spatio-temporelles des composantes du cycle hydrologique aux niveaux local, régional et continental. Enfin, des travaux de recherche portent sur la problématique du vieillissement des infrastructures d'eau au Québec.

Biogéochimie et problématiques de contamination

Les recherches dans ce programme visent la caractérisation des processus clés impliqués dans les cycles biogéochimiques ainsi que leur modélisation, afin de pouvoir mieux prédire les effets des changements de conditions environnementales sur les écosystèmes aquatiques. Elles visent également l'identification des facteurs biologiques clés qui affectent la bioaccumulation des substances polluantes (métaux toxiques,

pesticides, azote, soufre) ainsi que la détermination de leurs effets sur les organismes aquatiques à différents niveaux (cellulaire, organisme individuel, population, communauté). Menés aussi bien en laboratoire que sur le terrain, les travaux portent sur l'écotoxicologie de contaminants et sur la dynamique des éléments nutritifs. Dans le premier cas, on étudie le comportement de contaminants (métaux traces, pesticides) dans la colonne d'eau, à l'interface eau-sédiment et dans les eaux souterraines. Les résultats de ces recherches servent à raffiner des modèles conceptuels du comportement des contaminants dans divers milieux; il existe ici des liens importants avec le programme Hydrologie (modélisation des écoulements). D'autres travaux visent à définir des méthodes d'évaluation des risques liés à la présence de contaminants dans l'environnement. Il s'agit d'étudier les mécanismes de bioaccumulation des contaminants et de leur détoxification et d'identifier des indicateurs biochimiques de stress environnementaux. Les recherches sur la dynamique des éléments nutritifs portent sur les cycles du soufre et de l'azote dans les écosystèmes forestiers et lacustres, milieux fortement perturbés par l'augmentation des apports atmosphériques. Des études particulières sont consacrées aux transformations de ces éléments dans la neige et le sol.

Géodynamique des ressources et de l'environnement

Le groupe de recherche en géodynamique s'intéresse principalement à la caractérisation des processus géologiques impliqués dans la genèse des différents types de ressources naturelles et des processus géologiques de surface qui ont une incidence directe sur les environnements terrestres, fluviaux et littoraux. Ce groupe de chercheurs se démarque par sa pluridisciplinarité et sa capacité d'analyse de phénomènes géologiques d'échelles variables allant, par exemple, de la définition du potentiel métallifère de la croûte terrestre dans le contexte global de la tectonique des plaques à la caractérisation macroscopique d'un aquifère, d'un gisement minier ou d'une zone sensible à l'érosion. Les expertises disponibles au sein du groupe couvrent un large spectre de spécialités en sciences de la terre et permettent une analyse approfondie des thématiques, autant dans des environnements crustaux profonds que dans des séries sédimentaires non consolidées. Le programme de géodynamique des ressources naturelles et de l'environnement s'intéresse donc à différentes thématiques scientifiques se regroupant en quatre domaines de recherche : (1) les ressources minérales, (2) les ressources énergétiques, (3) les ressources en eaux souterraines, et (4) les processus géologiques environnementaux. Les activités de recherche du programme visent principalement à fournir des connaissances géoscientifiques spécifiques à chaque domaine, ainsi que des outils efficaces d'exploration/exploitation et de gestion de la

ressource. Certaines activités scientifiques impliquent plusieurs domaines de recherche du programme et sont aussi d'intérêt pour les autres programmes du centre ETE.

Assainissement et décontamination environnementale : Ce programme comporte à la fois des recherches à caractère technologique et des études sur les aspects administratifs et institutionnels du contrôle de la pollution. Dans le premier axe, orienté vers les technologies environnementales, le Centre met beaucoup d'efforts sur la valorisation des boues résultant du traitement biologique des eaux résiduaires municipales. Ces boues étant contaminées en métaux toxiques, cette valorisation passe nécessairement par une étape de solubilisation et d'enlèvement de ceux-ci; les métaux toxiques étant également étudiés dans le programme Biogéochimie, il existe des liens importants avec ce dernier programme. D'autres activités toutes récentes portent sur le développement de procédés de traitement, de recyclage et de stabilisation des résidus miniers; soulignons à nouveau le lien avec le programme Biogéochimie. Outre ces travaux sur des procédés d'assainissement, d'autres recherches visent à fournir des outils informatiques et des modèles d'aide à la décision, susceptibles d'orienter et d'appuyer les choix d'aménagement et les décisions concernant le contrôle de la pollution de l'eau. Parmi les applications les plus directes de ces dernières recherches, mentionnons celles touchant la localisation et l'optimisation des usines d'assainissement, l'élaboration de stratégies de contrôle des usines de traitement soumises à des effets chocs ainsi que la gestion des réseaux d'égouts sanitaires.

Conclusion

Je me dois de constater que malgré les problèmes et les inconvénients occasionnés par le regroupement de tous nos chercheurs dans notre nouvel édifice, nous avons su trouver les moyens pour assurer au mieux la réalisation de nos activités de recherche et d'enseignement. Je me dois aussi de souligner les efforts et la contribution généreuse de certains membres du Centre qui se sont investis et qui ont pris particulièrement à cœur notre installation dans ce nouvel édifice. Je me joins à tous mes collègues et membres du Centre pour les remercier.

Dans un contexte un peu difficile, nous avons quand même conjugué nos efforts pour résoudre des problématiques liées à la protection de notre environnement et à une utilisation rationnelle des ressources. Nous avons contribué par nos programmes de maîtrise et de doctorat, ainsi que par l'accueil de boursiers postdoctoraux et de stagiaires, à la formation de chercheurs et de spécialistes en sciences de l'eau, en sciences de l'environnement et en sciences de la terre. Nous avons concerté nos efforts à la promotion et à la valorisation des résultats de nos travaux de recherche et nous avons établi de nouveaux partenariats. Le Centre a encore connu une excellente année pour ses activités scientifiques et d'enseignement. C'est avec beaucoup de satisfaction que j'ai pris connaissance du bilan de cette année 2004-2005 et je me dois de féliciter tous ceux qui ont contribué au succès du centre Eau, Terre et Environnement.

Le directeur du centre Eau, Terre et Environnement,



Jean-Pierre Villeneuve

Ressources humaines

DIRECTION

Jean-Pierre VILLENEUVE

Secrétariat

Isabelle ST-JACQUES

RECHERCHE ET ENSEIGNEMENT

Corps professoral

Aïcha ACHAB
 Jean-Christian AUCLAIR
 Mario BERGERON
 Normand BERGERON
 Monique BERNIER
 Jean-François BLAIS
 Bernard BOBÉE
 Peter G. CAMPBELL
 Daniel CLUIS¹
 Patrice COUTURE
 Anne-Catherine FAVRE
 Claude FORTIN
 Pierre FRANCUS
 Charles GOBEIL
 Yves GRATTON
 Landis HARE
 Lyal HARRIS
 Yvon HÉROUX¹
 Marius LACHANCE¹
 Pierre LAFRANCE
 Isabelle LAROCQUE
 Isabelle LAURION
 Michel LECLERC
 René LEFEBVRE
 Bernard LONG
 Alain MAILHOT
 Michel MALO
 Richard MARTEL
 Guy MERCIER
 Taha OUARDA
 Claudio PANICONI
 Marc RICHER-LAFLÈCHE
 Alain N. ROUSSEAU
 Jean-Louis SASSEVILLE¹
 Yves SECRETAN
 André ST-HILAIRE
 Normand TASSÉ
 André TESSIER
 R. Dayal TYAGI
 Jean-Pierre VILLENEUVE

Professeurs associés

Guy AMPLEMAN
 Jean H. BÉDARD
 Christian BÉGIN
 Andrée BOLDUC
 Sébastien CASTONGUAY
 Louise CORRIVEAU
 Benoît DUBÉ
 Vincent FORTIN
 Denis LAVOIE
 Daniel LEBEL
 Yves MICHAUD
 Jean MORIN
 Léopold NADEAU
 Miroslav B. NASTEV
 Michel A. PARENT
 Luc PERREAULT
 Didier PERRET
 Christine RIVARD
 Alfonso RIVERA
 Martine M. SAVARD
 Sonia THIBOUTOT

Professeurs honoraires

Daniel CLUIS
 Jean-Pierre FORTIN
 H. Gérald JONES
 Marius LACHANCE
 Guy MORIN
 Jean-Louis SASSEVILLE
 Alain SOUCY

Professeurs émérites

Georges DRAPEAU
 Michel SLIVITZKY

Professeurs ou chercheurs invités

Irène ABI-ZEID, Centre de recherche pour la
 défense de Valcartier
 Marc AMYOT, Université de Montréal
 Khalidou BÂ, CIRA (Mexique)
 Olivier BANTON, Université d'Avignon (France)
 Nelson BELZILE, Université Laurentienne
 Hamel BENMOUSSA, Centre de recherche
 industrielle du Québec
 Ferdinand BONN, Université de Sherbrooke
 Jacques BUFFLE, Université de Genève (Suisse)
 Daniel CAISSIE, Ministère Pêches et océans
 Stéphane CAMPEAU, UQTR

¹ Départ au cours de l'année

Alin A. CÂRSTEANU, Institut polytechnique national de Mexico (Mexique)
 Bernard CHOCAT, INSA Lyon (France)
 Bruno CÔTÉ, COREM
 Yves COUILLARD, Université de Montréal
 Simon Charles COURTENAY, Université de Moncton
 Juraj M. CUNDERLIK, University of Western Ontario
 Jean-Pierre DEDIEU, CNRS (France)
 Jacques DELLEUR, Purdue University (États-Unis)
 Carlos DIAZ DELGADO, CIRA (Mexique)
 Patrick DROGUI, Biolix Corporation
 Philippe GACHON, Environnement Canada
 Michelle GARNEAU, Université du Québec à Montréal
 Christian GENEST, Université Laval
 Van Diem HOANG, Centre d'expertise hydrique du Québec
 Daniel HOULE, Ressources naturelles Québec
 Stuart LANE, University of Leeds (Royaume-Uni)
 Michel LANG, Cemagref (France)
 Marc LAVERDIÈRE, Université Laval
 Yvon MARANDA, Ministère de l'Environnement
 Éric MARTIN, Centre national de recherches météorologiques (France)
 Brian MORSE, Université Laval
 Rock OUMET, Ressources naturelles Québec
 Trinback PARCHURE, Waterway Experimental Station (U.S. Army)
 Serge PARENT, Biodôme de Montréal
 André PLAMONDON, Université Laval
 Peter F. RASMUSSEN, University of Manitoba
 John F.V. RIVA, Consultant
 René ROY, Hydro-Québec
 Jose D. SALAS, Colorado State University (États-Unis)
 Éric SAUQUET, Cemagref (France)
 Alain TREMBLAY, Université du Québec à Montréal
 José R. VALÉRO, Centre de Foresterie des Laurentides
 Éric VAN BOCHOVE, Agriculture et Agroalimentaire Canada
 Jaume M. VERGES, Institute of Earth Sciences, CSIC (Barcelone)
 Alan L. WATCHMAN, Australian National University(Australie)
 Kevin J. WILKINSON, Université de Genève (Suisse)
 Norman D. YAN, Ministère de l'Environnement et de l'Énergie (Ontario)
 Xuebin ZHANG, Meteorological Service of Canada
 Fatiha ZIDANE, Université Hassan II (Maroc)

Chargés de cours

Daniel BOUCHARD, Lavery de Billy
 Louis FONTAINE, BPR
 Yvon MARANDA, Ministère de l'environnement

Luc VALIQUETTE, Ministère de l'environnement
Associés de recherche

Lachcen AIT-Ssi
 Vincent CLOUTIER
 Patrick DROGUI
 Sophie DUCHESNE
 Salaheddine EL-ADLOUNI
 Uta GABRIEL
 Sabary-Omer NDZANGOU
 Nicole PINET¹
 Martin ROSS
 Shaobo SHEN

Boursiers postdoctoraux

Behrouz AHMADI-NEDUSHAN
 Karem CHOKMANI
 Housseini COULIBALY
 Bocar H. DIAGANA¹
 Virginie GARNIER
 Massoud HESSAMI¹
 Mohammed Abou NIANG¹
 Renaud QUILBÉ
 Eva-Maria RESTLE¹
 Merian SAÏD
 Ousmane SEIDOU
 Franck SELVA¹
 Guillaume ST-ONGE

Personnel de recherche

Jean-Marc BALLARD
 Rudolf BERTRAND
 Francis BÉRUBÉ
 Nathalie BOUCHARD¹
 Paul BOUDREAU
 Anne-Marie CADIEUX¹
 Myriam CHARTIER
 Deborah DRAI¹
 Yves GAUTHIER
 Jonathan GILBERT
 Hugo GINGRAS
 Étienne GIRARD
 Alexandre HÉBERT
 Christiane JACQUES
 Véronique JOURDAIN¹
 Jacques LABRIE
 Éric LAROUCHE
 Marc-André LAVIGNE
 Patrice LAVOIE¹
 Simon LEBEL¹
 Danielle LEBLANC¹
 Joëlle MARION
 Nathalie MERCIER¹
 Annick MICHAUD¹
 Francis MOORE¹
 Isabelle PAPINEAU
 Vincent PELLÉ¹
 Marc PHILIPIN¹
 Olivier PONTLEVOY¹
 Marc-André POULIOT
 Cintia RACINE¹
 Marie-Emmanuelle RAIL
 Lise RANCOURT

¹ Départ au cours de l'année

Étienne RINGUET
Zeljka RISTIC-RUDOLF
Nicolas ROY¹
Alain ROYER
Stéphane SAVARY
Sébastien TREMBLAY
Luc TRÉPANIÉ¹
Harold VIGNEAULT
Sébastien VIGNOLA¹
Caroline VIOLLEAU

SERVICE À LA RECHERCHE ET À L'ENSEIGNEMENT

Valorisation de la recherche

Carole PARENT

Administration

Fabienne BOUTIN¹
Dominique CANTIN
Jean-Léon DOYON
Nicole LAFLAMME²
Diane LORTIE
Marie-Noëlle OUELLET
Mylène PARADIS
Jacques RAYMOND¹

Bâtiment

Serge MARCOUX
Jean-Yves MOREAU
André VILLENEUVE

Cartographie

Marco BOUTIN
Luce DUBÉ

Secrétariat

Diane Bédard¹
Hélène BOUTIN
Martyne CHARBONNEAU¹
Johanne DESROSIERS
Suzanne DUSSAULT
Julie JULIEN
Manon POITRAS
Josée POSADZKI
Lise RAYMOND
Marianne RIOUX¹
Sylvie ROUSSEAU¹
Diane TREMBLAY

Laboratoire

Jean-Claude BÉRUBÉ
André CHAGNON
Sébastien DUVAL
Pauline FOURNIER
Michelle GEOFFROY-BORDELEAU

Marc GREENDALE
André HÉBERT
Pierre MARCOUX
Stéfane PRÉMONT²
René RODRIGUE

Documentation

Jean-Daniel BOURGAULT
Pascale DION
Isabelle MARTINEAU
Chantal PAQUIN
Sophie RENAUD²
Jocelyne ROBERGE
Anne ROBITAILLE
Geneviève RUEST¹

Informatique

Claude BLANCHETTE²
Claude CHAMPAGNE
Lyne DESAULNIERS¹
Christian EMOND
Jean LACROIX¹
Patrick LAFORTE
Gilles PELLETIER
Alain POIRIER
Lise RAYMOND
Étienne RINGUET
Francis TANGUAY

Stagiaires

Rémi BARANOFF
Benjamin BEHAGHEL
Lise BONNEAU
Aurélien BOUFFET
Bruno BOUSSICAULT
Matteo CAMPORESE
Pierre CAMPTON
Sébastien CHAPUIS
Virginie CLET-ORTEGA
David CLOUTIER
Guillaume EVIN
Martha FERNANDEZ CALVACHE
Emmanuelle GAUDREAU
Xavier LAVOIE
Anne GENACHTE-LE-BAIL
Florence GUILLOT
Élodie GUYOT
Achraf HENTATI
Frédéric HENRY
David JARRIAULT
Romain MÉNARD
Stéphane MERMOZ
Cédric MICOLLIÉ
Camille MONTAGNE
Rym OUACHANI
Luc NICOLINO
Mélanie PINATTON
Tiphaine SCHMITT
Nathalie SIMÉON
Christelle SIMOTHÉ
Gaëlle TRIFFAULT-BOUCHET
Thijs VANDENBROUC

¹ Départ au cours de l'année

² Responsable de service

COMMUNAUTÉ ÉTUDIANTE

Étudiants à la maîtrise professionnelle en sciences de l'eau

Bédard, Louis
Carluer, Ingrid
Deault, Julie
Fecteau, Sébastien
Lefebvre, Audrey
Martel, Jean-François
Milot, Nicolas
Miquelon, Guillaume
Stashenko, Artem

Étudiants à la maîtrise de recherche en sciences de l'eau

Aissaoui Fqayeh, Ilham
Beaulieu, Claudie
Bérubé, Joëlle
Bérubé, Luc
Boily, Frédéric
Bonnifait, Laurent
Bourret, Vincent
Breton, Julie
Bureau, Marc-André¹
Caron, Emmanuelle
Charron, Christian
Chenel, Jean-philippe
Chouinard, Sébastien
Corriveau, Julie
Côté, Gérald¹
Couture, Raoul-Marie
Dhenain, Aurélie
Dissanska, Maria
Djedidi, Zied¹
Dolbec, Jean-François¹
Drouin, Mathieu
Dubois, Maïtée
Dumas, Julie
Dufresne, Guillaume¹
Faout, Naziha
Giasson, Maude
Gignac, Nicolas
Gosselin, Anne¹
Goulet, Marianne
Joseph, Gonel
Jourdain, Véronique
Laforte, Lucie¹
Laroulandie, Jérôme¹
Lavigne, Martin-Pierre
L'heureux, Julie
Maloney, Frédéric
Michaud, Annick¹
Nantel, Eve
Orvoine, Jord
Ouellet, Valérie
Paquet, Nathalie
Pavey, Bronwen
Percheron, Ambroise
Perron, Alain
Porcher, Céline¹
Poulin, Édith
Quirion, Renée¹

Racine, Marie-Josée
Rahman, Khalid Hafizur
Rail, Marie-Emmanuelle¹
Rogel, Guillaume
Sulis, Mauro
Tremblay, Joannie
Tremblay, Yohann
Tremblay, Yvan
Zheng, Xue Jing

Étudiants à la maîtrise en sciences de la terre

Ballard, Jean-Marc¹
Beausoleil, Christine
Bécu, Valérie
Bisaillon, Jean-François
Blais, Véronique
Blanchette, Daniel
Boisvert, Vincent¹
Bordeleau, Geneviève
Boucher, Maude
Boussicault, Bruno
Caron, Yves
Collin, Pascale¹
Croteau, Anne
Fauveau, Éric
Gauthier, Catherine
Gauthier, Marie-Josée
Gingras, Mathieu
Haberman, Michael
Hou, Xiaohong¹
Langlais, Alain
Lavigne, Marc-André
Ménard, Annie
Montreuil, Stéphane
Nadeau, Valérie
Nault, Karine
Ouellon, Thomas
Paradis, Nicolas¹
Parsons, Sharon
Pontlevoy, Olivier¹
Racine, Cintia
Riverin, Marie-Noëlle
Roberge, Caroline
Smith, Julie
Tremblay-Paquet, Émilie
Wagner, Giselle

Étudiants au doctorat en sciences de l'eau

Alamgir, Md. Shah
Auriol, Muriel
Barnabé, Simon¹
Barraoui, Driss
Beauchesne, Isabel
Benyahya, Loubna
Bongo, Ghislain
Boullemant, Amiel
Brar, Satinder Kaur
Caplanne, Sophie
Cavalcante Blanco, Claudio José
Chappaz, Anthony
Cooper, Sophie
Corriveau, Julie

Croisetière, Louis
 Djedidi, Zied
 Doukouré, Cédile
 Dridi, Leila
 Dumont, Dany
 El Battay, Ali
 El-haji, Kamal
 Evin, Guillaume
 Feyte, Stéphane
 François, Laura
 Gallon, Céline¹
 Gauthier, Charles
 Gherboudj, Imen
 Giguère, Anik¹
 Grenier, Martine
 Hammy, Fatima
 Herrera-guzman, Edgar
 Huard, David
 Imbeault, Sandra
 Johnston, Patricia
 Kashem, Md. Abul
 Khaldoune, Jalal
 Kraemer, Lisa
 Lachhab, Kanza
 Lanos, Romain
 Lapointe, Dominique
 Laridi, Rachid
 Le Page, Alain¹
 Levasseur, Béatrice¹
 Mouton, Julia
 Poulin, Annie
 Rolland, Nicolas
 Royer, Isabelle¹
 Sarica, José¹
 Tardif, Simon
 Trambly, Yves
 Tremblay, Patrice
 Trinh, Nguyen Bao
 Turcotte, Richard
 Verma, Mausam
 Yan, Song
 Yezza, Abdessalem¹

**Étudiants au doctorat
en sciences de la terre**

Aubert, Maxime
 Aznar, Jean-Christophe
 Bonnet, Anne-laure
 Calderhead, Angus
 Cecchi, Emmanuelle
 Cottin, Antoine
 Cloutier, Vincent¹
 Cuvén, Stéphanie
 Dermont, Gérald
 Drouin, André
 Duchesne, Mathieu
 Fu, Weimin
 Hardy, François
 Lahmira, Belkacem
 Leclerc, François
 Levasseur, Mylène
 Lewis, Jeffrey Keith
 Medina-Lopez, Jorge Enrique
 Mercier-Langevin, Patrick
 Pagé, Philippe
 Ross, Martin¹
 Roy, Stéphanie
 Séjourné, Stephan
 Williamson, Kenneth
 Xhardé, Régis

¹ Départ au cours de l'année

Maîtrise en sciences de l'eau**Responsables :**

André ST-HILAIRE (M. de recherche)

Alain N. ROUSSEAU (M. professionnelle)

L'INRS offre, depuis 1971, un programme d'études avancées multidisciplinaires en Environnement conduisant à la **Maîtrise en sciences de l'eau**. Seul au Québec à décerner une maîtrise en sciences dans le domaine de l'eau, le Centre ETE assure, par ce programme, un élargissement des connaissances spécialisées, nécessaires aux diplômés de premier cycle qui désirent étudier les problèmes de cette ressource importante. À la fin de sa formation, le diplômé aura appris, au contact des équipes de recherche, à contribuer efficacement aux travaux de groupes multidisciplinaires et devrait, de ce fait, trouver plus facilement un emploi dans un marché du travail vaste et diversifié.

Le profil de formation avec mémoire comporte d'abord un tronc commun de matières obligatoires dont l'enseignement assure à tous les étudiants une connaissance de base des disciplines reliées à l'eau; des travaux pratiques et des projets concrétisent l'enseignement et le complètent. La suite du programme de formation permet à l'étudiant de démontrer son originalité et son aptitude à parfaire une recherche en présentant un mémoire, tout en orientant, au moyen d'un choix de trois cours, sa spécialisation dans un ou deux champs d'intérêt.

Le profil sans mémoire vise à former des professionnels qui interviendront surtout dans la réalisation et la gestion de projets en sciences de l'eau. Ce programme vise également à répondre aux besoins de formation continue auxquels les intervenants en sciences de l'eau ont à faire face. Cette formation continue est rendue particulièrement nécessaire pour acquérir les connaissances et les outils leur permettant d'aborder les problématiques environnementales complexes auxquelles ils sont confrontés.

La maîtrise sans mémoire en sciences de l'eau s'adresse, d'une façon générale, aux diplômés en sciences naturelles et en génie qui cherchent une formation spécialisée orientée vers les applications. Elle s'adresse également aux professionnels oeuvrant déjà dans les bureaux de génie-conseil, les laboratoires et les agences des secteurs privés et gouvernementaux.

Le profil de formation sans mémoire comporte aussi un ensemble de matières obligatoires dont l'enseignement assure à tous les étudiants une connaissance de base des disciplines reliées à l'eau; des travaux pratiques et des projets concrétisent l'enseignement et le complètent. La suite du programme de formation permet à l'étudiant de personnaliser sa formation au moyen d'un choix de huit crédits de cours. Finalement, la réalisation d'un stage en milieu professionnel permet à l'étudiant d'acquérir une expérience pratique et d'appliquer certaines des notions apprises durant sa formation.

Admission à la Maîtrise en sciences de l'eau.

Le candidat doit être titulaire d'un baccalauréat, ou l'équivalent, dans une discipline pertinente des sciences pures ou appliquées, ou posséder les connaissances requises, une formation appropriée et une expérience jugée pertinente. De plus, il doit y avoir adéquation entre la formation antérieure du candidat et celle requise pour entreprendre des études dans le programme d'enseignement visé.

Profil avec mémoire. Le candidat doit démontrer que ses orientations de recherche sont conformes aux objectifs des programmes de recherche qui supportent le programme d'enseignement visé.

Le candidat doit posséder un dossier académique de haute qualité, dont de bons résultats scolaires d'au moins 3,2 (sur 4,3) ou l'équivalent.

Le candidat doit avoir choisi un directeur de recherche et obtenu l'acceptation motivée de celui-ci.

Le programme de maîtrise avec mémoire est un programme d'études comportant quarante-cinq (45) crédits, dont dix-huit (18) sont consacrés aux cours et vingt-sept (27) aux activités de recherche. Les trois (3) cours de base, de trois (3) crédits chacun, sont Mathématiques appliquées, Hydrologie, et Limnologie, et une activité de terrain d'un (1) crédit complète le tout. Les huit (8) autres crédits doivent être choisis parmi les cours suivants : Hydrogéologie, Introduction au droit de l'eau et de l'environnement, Introduction à l'administration publique de l'eau, Statistiques d'échantillonnage et de suivi, Chimie physique des eaux douces, Écologie aquatique, Chimie environnementale de la neige, Chimie environnementale de la glace, Contamination souterraine, Écotoxicologie aquatique, Toxiques inorganiques, Toxiques organiques, Traitement préliminaire et primaire des eaux usées, Traitement biologique aérobie, Traitement tertiaire des eaux usées, Traitement anaérobie des eaux

usées, Traitement des eaux potables, Aménagement des poissons d'eau douce, Ichtyologie, Écologie du plancton lacustre, Micro-organismes planctoniques, Modélisation hydrodynamique, cModélisation physicochimique, Modélisation hydrogéologique, Analyse de systèmes, Systèmes experts, Tests statistiques, Lois statistiques, Statistiques multivariées, Télédétection - Principes de base, Télédétection - Extraction de l'information, Paléolimnologie, Aménagement de bassins hydrographiques forestiers, Notion de géologie, Droit et contrôle de la pollution, et Problèmes d'administration publique de l'eau et de l'environnement. Les vingt-sept (27) autres crédits sont consacrés aux activités de recherche (séminaires, conférences et mémoire).

Profil sans mémoire. Le candidat doit posséder un dossier académique de qualité, dont de bons résultats scolaires d'au moins 3,0 (sur 4,3) ou l'équivalent. Le programme de maîtrise sans mémoire comporte quarante-cinq (45) crédits dont vingt-cinq (25) sont consacrés aux douze (12) activités de base suivantes : Hydrologie, Limnologie : eaux lacustres et eaux courantes, Mathématiques appliquées, Stage de terrain, Hydrogéologie, Droit de l'eau et de l'environnement, Administration publique de l'eau, Statistiques d'échantillonnage et de suivi, Gestion de projet en eau et environnement, Échantillonnage et suivi environnemental, Techniques d'analyses en laboratoire, et Recherches bibliographiques. Douze (12) crédits sont alloués pour un stage en milieu professionnel. Les huit (8) autres crédits doivent être choisis parmi les activités suivantes : Chimie environnementale de la glace, Contamination souterraine, Écotoxicologie aquatique, Toxiques inorganiques, Toxiques organiques, Traitement préliminaire et primaire des eaux usées, Traitement biologique aérobie, Traitement tertiaire des eaux usées, Traitement anaérobie des eaux usées, Traitement des eaux potables, Aménagement des poissons d'eau douce, Ichtyologie, Écologie du plancton lacustre, Micro-organismes planctoniques, Modélisation hydrodynamique, Modélisation physico-chimique, Modélisation hydrogéologique, Analyse de systèmes, Systèmes experts, Tests statistiques, Lois statistiques, Statistiques multivariées, Télédétection - Principes de base, Télédétection - Extraction de l'information, Paléolimnologie, Aménagement de bassins hydrographiques forestiers, Notions de géologie, Droit et contrôle de la pollution, Problèmes d'administration publique de l'eau et de l'environnement, Assainissement et épuration en milieu urbain, Contrôle de la pollution industrielle, Contrôle de la pollution agricole, Gestion des substances toxiques et des matières dangereuses, Technologies de restauration, Études d'impacts, Modèles hydrologiques de bassins-versants, Initiation aux modèles hydrodynamiques, Modèles en hydrogéologie, SIG et bases de données en

hydrologie, Application de logiciels statistiques, et Application de la télédétection aux sciences de l'eau. Au cours de l'année 2004-2005, vingt-trois (23) étudiants se sont inscrits au programme de deuxième cycle en sciences de l'eau avec mémoire et six (6) étudiants au profil sans mémoire, ce qui porte le nombre total d'étudiants inscrits entre le 1er juin 2004 et le 31 mai 2005 à soixante-cinq (65). Durant la même période, vingt-cinq (25) étudiants ont obtenu leur diplôme de maîtrise en sciences de l'eau de l'Université du Québec, soit douze (12) avec mémoire et treize (13) sans mémoire.

Maîtrise en sciences de la terre

Responsable :
Normand TASSÉ

En 1992, l'Université Laval rendait conjoints ses programmes d'études graduées en y associant l'INRS. Les étudiants, inscrits dans l'institution d'attache de leur directeur de recherche, acquièrent ainsi leur formation à la fois à l'INRS et à l'Université Laval, pour compléter une **Maîtrise en sciences de la terre**. Cette association permet un plus grand choix de sujets de recherche, une liste de cours plus complète et permet de supporter deux grands axes de formation « Géodynamique et ressources » et « Géoingénierie et environnement ».

Les activités de recherche favorisent la multidisciplinarité et l'intégration. L'étroite collaboration entre les chercheurs et l'intégration des résultats des différentes disciplines contribuent à l'approfondissement et à l'élargissement des connaissances relatives aux problématiques étudiées. De plus, la collaboration avec des partenaires gouvernementaux, universitaires et du secteur privé est un facteur stimulant pour la recherche géologique au Québec.

Le programme de maîtrise avec mémoire permet à l'étudiant d'acquérir des connaissances générales avancées, d'approfondir un domaine particulier de la géologie ou du génie géologique, de s'initier à la recherche scientifique et d'acquérir une préparation adéquate à la pratique professionnelle de la géologie ou du génie géologique.

Le programme de maîtrise sans mémoire est axé sur les techniques environnementales. Il est structuré à partir de cours généraux communs à plusieurs spécialisations, de cours spécialisés dans le domaine des technologies environnementales à l'extérieur et dans la discipline des personnes inscrites au programme.

Admission à la Maîtrise en sciences de la terre. Le candidat doit être titulaire d'un baccalauréat, ou l'équivalent, en sciences de la terre, en géologie, en génie géologique, ou dans un domaine connexe, ou posséder les connaissances requises, une formation appropriée et une expérience jugée pertinente.

Profil avec mémoire. Le candidat doit avoir été accepté par un directeur de recherche qui est en mesure de confirmer cette acceptation, de même que l'existence d'un projet de recherche réaliste et la disponibilité des ressources humaines et matérielles nécessaires à la réalisation du projet.

Le candidat doit posséder un dossier académique de haute qualité, dont de bons résultats scolaires d'au moins 2,7 (sur 4,3) ou l'équivalent.

Le programme de maîtrise avec mémoire est un programme d'études comportant quarante-cinq (45) crédits, dont quatorze (14) sont consacrés aux cours et trente et un (31) aux activités de recherche. Les cours Méthodologie de la recherche et Séminaire de présentation des travaux de maîtrise, d'un (1) crédit chacun, sont obligatoires. Les douze (12) crédits de cours optionnels sont choisis par l'étudiant en fonction de la spécialisation recherchée.

Pour la concentration « Géodynamique et Ressources », l'étudiant doit choisir au moins un (1) cours parmi les suivants : Faciès et milieux sédimentaires, Orogènes : atelier pratique, Sédimentologie des carbonates récents, et Terrains de haut-grade métamorphique : processus et analyse; ainsi qu'au moins deux (2) cours parmi les suivants : Analyse de bassins : principes et méthodes, Pétrogenèse des faciès sédimentaires, Géochimie de basse température, Géochimie des isotopes stables, Géodynamique continentale, Géodynamique océanique, Géologie des Appalaches, Analyse structurale des tectonites, Pétrogenèse des systèmes magmatiques, Géochimie de haute température, Formation du pétrole, Métallogénie, et Systèmes hydrothermaux.

Pour la concentration « Géoingénierie et Environnement », l'étudiant doit choisir un minimum de six (6) crédits parmi les cours suivants : Gestion et restauration des nappes et des sols contaminés, Écoulement multiphase en milieux poreux, Modélisation en hydrogéologie, Traitement des matériaux contaminés solides par utilisation des procédés de séparation physique, Hydrogéologie des contaminants, Géochimie de basse température, Géochimie des isotopes stables, Formes et processus en milieu fluvial, Dynamique sédimentaire, Dynamique des environnements quaternaires, Minéralogie déterminative, Minéralogie des argiles, Microanalyse et microscopie électronique en géologie, Propriétés physico-chimiques des matériaux fins, Traitement des matériaux

contaminés solides par utilisation des procédés de séparation physique, Durabilité du béton, et Conception et gestion des chaussées ; ou au moins neuf (9) crédits parmi les cours suivants : Géotechnique environnementale, Géotechnique marine et côtière, Mécanique des sols avancée, Mesures *in situ* en géotechnique, et Géotechnique des régions froides. Pour les deux concentrations, il est également possible de prendre un ou plusieurs des cours suivants : Sujets spéciaux (géologie), Réalisation d'application en SIRS, et Gestion de projets.

Profil sans mémoire. Le candidat doit posséder un dossier académique de qualité, dont de bons résultats scolaires d'au moins 3,0 (sur 4,3) ou l'équivalent.

Le programme de maîtrise sans mémoire comporte quarante-cinq (45) crédits dont douze (12) pour la rédaction d'un essai et trente-trois (33) crédits pour les cours, qui doivent être choisis de la façon suivante : un minimum de six (6) crédits et un maximum de douze (12), parmi les cours Droit de l'environnement, Principes d'économie de l'environnement, Évaluation et gestion de risques en santé environnementale, et Systèmes de gestion de l'environnement; un minimum de six (6) crédits, et un maximum de douze (12), parmi les cours Fondements des systèmes d'information géographique, Variabilité spatio-temporelle en science du sol, Transport des solutés en milieu non saturé, Infiltration et drainage, Chimie de l'assainissement, Microbiologie de l'assainissement, Gestion des déchets dangereux, et Diagnostic en microbiologie environnementale; un minimum de douze (12) crédits et un maximum de dix-huit (18), parmi les cours Hydrogéologie des contaminants, Modélisation en hydrogéologie, Gestion et restauration des nappes et des sols contaminés, Écoulement multiphase en milieux poreux, Géotechnique environnementale, Traitement des matériaux contaminés solides par utilisation de procédés de séparation physique, et Géochimie de basse température.

Au cours de l'année 2004-2005, huit (8) étudiants se sont inscrits au programme de deuxième cycle en sciences de la terre, ce qui porte le nombre total d'étudiants inscrits entre le 1er juin 2004 et le 31 mai 2005 à trente-cinq (35). Durant la même période, six (6) étudiants ont obtenu leur diplôme de maîtrise en sciences de la terre de l'Université du Québec.

Doctorat en sciences de l'eau

Responsable :
Charles Gobeil

Depuis 1979, l'INRS offre un programme de troisième cycle en Environnement donnant lieu à un **Doctorat en sciences de l'eau**. La compréhension des problèmes environnementaux reliés à l'eau nécessite l'apport de plusieurs disciplines scientifiques et leur résolution demande une approche multidisciplinaire réelle et intégrale. Le programme de doctorat en sciences de l'eau vise à former des chercheurs spécialisés capables de cerner et de résoudre ces problèmes, et de répondre ainsi aux besoins sociaux qui se manifestent dans ce secteur. Il permet à l'étudiant d'élargir et d'approfondir ses connaissances dans le domaine de l'eau et de l'environnement, tout en lui permettant de se spécialiser dans un des champs d'études qui y sont reliés.

Pour être admis au programme de doctorat en sciences de l'eau, le candidat doit être titulaire d'une maîtrise, ou l'équivalent, en sciences de l'eau, en sciences fondamentales ou en sciences appliquées; ou être titulaire d'un baccalauréat, ou l'équivalent, dans une des disciplines mentionnées précédemment et posséder les connaissances requises et une formation appropriée.

Le programme de doctorat en sciences de l'eau comporte quatre-vingt-dix (90) crédits répartis de la façon suivante. L'étudiant doit accumuler seize (16) crédits parmi les cours mentionnés ci-dessous : Hydrogéologie, Introduction au droit de l'eau et de l'environnement, Introduction à l'administration publique de l'eau, Statistiques d'échantillonnage et de suivi, Chimie physique des eaux douces, Écologie aquatique, Chimie environnementale de la neige, Chimie environnementale de la glace, Contamination souterraine, Écotoxicologie aquatique, Toxiques inorganiques, Toxiques organiques, Traitement préliminaire et primaire des eaux usées, Traitement biologique aérobie des eaux usées, Traitement tertiaire des eaux usées, Traitement anaérobie des eaux usées, Traitement des eaux potables, Aménagement des habitats des poissons d'eau douce, Ichtyologie, Écologie du plancton lacustre, Micro-organismes planctoniques et surveillance biologique, Modélisation hydrodynamique, Modélisation physico-chimique, Modélisation hydro-géologique, Analyse de système de la ressource eau, Systèmes experts, Tests statistiques, Lois statistiques, Statistiques multivariées, Télédétection - Principes de base, Télédétection - Extraction de l'information, Paléolimnologie, Aménagement de bassins hydrographiques

forestiers, Notions de géologie, Droit et contrôle de la pollution, Problèmes d'administration publique de l'eau et de l'environnement, Travail dirigé, Cours spéciaux, et Problèmes spéciaux. En plus, l'étudiant doit effectuer un travail dirigé de quatre (4) crédits, présenter un séminaire équivalant à un (1) crédit, participer aux séminaires et conférences accordant un (1) crédit; enfin, il doit se soumettre à un examen doctoral comptant pour six (6) crédits. La thèse, pour sa part, compte pour soixante-deux (62) crédits.

Au cours de l'année 2004-2005, onze (11) étudiants se sont inscrits au programme de troisième cycle en sciences de l'eau, ce qui porte le nombre total d'étudiants inscrits au doctorat entre le 1er juin 2004 et le 31 mai 2005 à cinquante-six (56). Durant la même période, huit (8) étudiants ont obtenu leur diplôme de doctorat en sciences de l'eau de l'Université du Québec.

Doctorat en sciences de la terre

Responsable :
Normand Tassé

En 1992, l'Université Laval rendait conjoints ses programmes d'études graduées en y associant l'INRS. Les étudiants, inscrits dans l'institution d'attache de leur directeur de recherche, acquièrent ainsi leur formation à la fois à l'INRS et à l'Université Laval, pour compléter un **Doctorat en sciences de la terre**. Cette association permet un plus grand choix de sujets de recherche, une liste de cours plus complète, et le soutien de deux grands axes de formation : « Géodynamique et ressources » et « Géoingénierie et environnement ».

Les activités de recherche favorisent la multidisciplinarité et l'intégration. L'étroite collaboration entre les chercheurs et l'intégration des résultats des différentes disciplines contribuent à l'approfondissement et à l'élargissement des connaissances relatives aux problématiques étudiées. De plus, la collaboration avec des partenaires gouvernementaux, universitaires et du secteur privé est un facteur stimulant pour la recherche géologique au Québec.

Le programme de doctorat en sciences de la terre est axé sur des activités de recherche et permet une spécialisation avancée dans divers domaines de la géologie fondamentale ou appliquée. Il permet à l'étudiant d'exceller dans des activités professionnelles de recherche ou d'enseignement universitaire.

Pour être admis au programme de doctorat en sciences de la terre, le candidat doit être titulaire d'une maîtrise ès sciences ou d'un diplôme jugé

équivalent, ou posséder les connaissances requises et une formation appropriée. Il doit posséder un dossier académique au-dessus de la moyenne et avoir démontré des aptitudes à conduire une recherche originale. De plus, le candidat doit avoir été accepté par un directeur de recherche et s'être entretenu avec celui-ci sur un projet de recherche particulier et sur la disponibilité des ressources humaines et matérielles nécessaires à sa réalisation.

Le programme de doctorat en sciences de la terre comporte quatre-vingt-dix (90) crédits dont quatre-vingt-un (81) pour la thèse et une scolarité minimale de neuf (9) crédits. La scolarité inclut un examen doctoral de trois (3) crédits. Selon la sanction de l'examen doctoral, l'étudiant peut se voir imposer un cours sur la méthodologie de la recherche. L'étudiant choisit ses cours optionnels en fonction de son domaine de spécialisation. Les cours communs aux deux spécialisations sont : Sujets spéciaux (géologie), Réalisation d'application en SIRS, et Gestion de projets. Pour la concentration « Géodynamique et Ressources », l'étudiant doit choisir au moins un cours parmi les suivants : Faciès et milieux sédimentaires, Orogènes : atelier pratique, Sédimentologie des carbonates récents, et Terrains de haut-grade métamorphique : processus et analyse ; les autres cours sont choisis parmi les suivants : Analyse de bassins : principes et méthodes, Pétrogenèse des faciès sédimentaires, Géochimie de basse température, Géochimie des isotopes stables, Géodynamique continentale, Géodynamique océanique, Géologie des Appalaches, Analyse structurale des tectonites, Pétrogenèse des systèmes magmatiques, Géochimie de haute température, Formation du pétrole, Métallogénie, et Systèmes hydrothermaux. Pour la concentration « Géoingénierie et Environnement », les cours doivent être choisis parmi les suivants : Gestion et restauration des nappes et des sols contaminés, Écoulement multiphase en milieux poreux, Modélisation en hydrogéologie, Traitement des matériaux contaminés solides par utilisation des procédés de séparation physique, Hydrogéologie des contaminants, Géochimie de basse température, Géochimie des isotopes stables, Formes et processus en milieu fluvial, Dynamique sédimentaire, Dynamique des environnements quaternaires, Minéralogie déterminative, Minéralogie des argiles, Microanalyse et microscopie électronique en géologie, Propriétés physico-chimiques des matériaux fins, Traitement des matériaux contaminés solides par utilisation des procédés de séparation physique, Durabilité du béton, Conception et gestion des chaussées, Géotechnique environnementale,

Géotechnique marine et côtière, Mécanique des sols avancée, Mesures *in situ* en géotechnique, et Géotechnique des régions froides.

Au cours de l'année 2004-2005, quatre (4) étudiants se sont inscrits au programme de troisième cycle en sciences de la terre, ce qui porte le nombre total d'étudiants inscrits au doctorat entre le 1er juin 2004 et le 31 mai 2005 à vingt-cinq (25). Durant la même période, deux (2) étudiants ont obtenu leur diplôme de doctorat en sciences de la terre de l'Université du Québec.

Recherche

Dans le cadre de la programmation scientifique du Centre ETE, les activités ont été regroupées en quatre grands domaines de recherche :

***L'hydrologie et la gestion intégrée des ressources hydriques;
La biogéochimie et les problématiques de contamination;
La géodynamique des ressources et de l'environnement;
L'assainissement et la décontamination environnementale.***

Les travaux du Centre font appel à deux approches méthodologiques majeures : d'une part, l'étude, en laboratoire ou dans leur milieu naturel, de processus tels le transport atmosphérique des polluants ou le cheminement des contaminants dans le cycle hydrologique et, d'autre part, la modélisation et la simulation de ces mêmes processus et l'élaboration de méthodes d'analyse de données appliquées aux phénomènes hydrauliques, hydrologiques et géologiques.

Plusieurs projets effectués dans le cadre des quatre domaines de recherche du Centre comportent à la fois l'étude des processus et leur modélisation.

Chacun des quatre domaines de recherche regroupe des projets qui répondent soit à une demande spécifique d'organismes extérieurs, soit à un problème spécifique - souvent rencontré lors de la réalisation de la recherche contractuelle - qui a fait l'objet d'une subvention.

***Aïcha ACHAB, professeure
Géodynamique***

"CHITINOS"

Des tables ont été ajoutées aux bases de données relationnelles pour que le système puisse intégrer les mises à jour liées à l'évolution des connaissances. Ainsi, le module « synonymie » permet de mettre en relation des espèces considérées comme synonymes même si elles ont été entrées dans la base de données sous leur nom original. Le module « stratigraphie » documente pour sa part les changements successifs de nom ou d'attribution chronostratigraphique d'une formation géologique et les implications que de tels changements impliquent.

Biostratigraphie et biodiversité des chitinozoaires de l'Ordovicien

Les chitinozoaires et les acritarches des formations Suri and Molles du système Famatina en Argentine ont été étudiés. Les microfossiles ont permis de dater ces deux formations et de proposer des corrélations à longue distance. La présence d'espèces d'eau tempérée au sein d'un assemblage typique des eaux froides du Gondwana est interprétée comme résultant de l'effet du volcanisme. Au Canada, l'information fournie par les chitinozoaires a aussi permis de

contribuer à l'élaboration de cadres stratigraphiques régionaux.

Paléogéographie et paléoclimat de l'Ordovicien

Dans le cadre du projet IGCP 503, les données sur la diversité des chitinozoaires de Laurentia ont été intégrées, analysées et comparées à celles obtenues pour les paléocontinents Gondwana et Baltica. Les conditions qui prévalaient durant l'Ordovicien telles la paléogéographie, la circulation océanique, la composition de l'eau de mer, la fluctuation du niveau marin, les changements climatiques, le volcanisme et les activités tectoniques ont été synthétisées. L'évolution de ces conditions durant cette période a été mise en relation avec les fluctuations observées dans la diversité des chitinozoaires. Le patron et l'amplitude des fluctuations observées ont été comparés à ceux d'autres groupes de fossiles.

***Jean-Christian AUCLAIR, professeur
Assainissement***

Synthèse de la struvite à partir du lisier de porc

La struvite est une composante des fertilisants, dont le principal avantage est sa dissolution très lente dans les sols, ce qui minimise les pertes en phosphore et en azote ammoniacal dans les eaux

de ruissellement. Ce projet vise le développement d'un dispositif expérimental économiquement rentable à "l'échelle de la ferme", pour récupérer la struvite des eaux digérées anaérobies du lisier de porc, minimisant ainsi les apports en ammonium et en orthophosphates de la composante liquide aux eaux de ruissellement. La struvite obtenue serait alors vendue aux industries impliquées dans la fabrication des fertilisants/ CRIQ/ Coll. : H. Benmoussa (CRIQ).

Jean BÉDARD, professeur associé
Géodynamique

Le volcanisme Mafique sur la Marge Laurentienne

Magmatisme Ordovicien et Siluro-Dévonien en Gaspésie, Québec. Suites transitionnelles à alcalines contaminées reliées à des domaines transtensionaux. De nouvelles données géochronologiques impliquent l'obduction d'un mélange accréctionnaire sur la marge. Des travaux ont débutés sur la provenance des clastes ignés dans les conglomérats à la base de la séquence post-Taconique. Coll. : M.Malo et C.Dupuis (INRS-ETE) et M. Villeneuve (CGC-Ottawa).

Stratigraphie de la Région de Chibougamau et origine des Filons-Couches du Complexe de Cummings : Une étude pétrographique, géochimique et minéralogique sur des filons associés avec la Fm. De Gilman dans la région de Chibougamau (ceinture archéenne de l'Abitibi) est en cours dans le cadre de la thèse de F. Leclerc, en collaboration avec N.Goulet (UQAM) et L. Harris (INRS-ETE).

Christian BÉGIN, professeur associé
Géodynamique

Analyse dendrogéochimique/isotopique des impacts de la contamination anthropique sur l'environnement et des changements climatiques dans la forêt boréale

Les objectifs initiaux de ce projet, qui fait partie des programmes MITE et MITE II du Secteur des sciences de la terre du ministère des Ressources naturelles du Canada, sont de développer et d'évaluer un nouvel outil de biomonitoring environnemental de haute résolution temporelle combinant la géochimie isotopique et élémentaire de même que la dendrochronologie et permettant de retracer les changements environnementaux reliés à des sources ponctuelles de contamination (Rouyn-Noranda, Québec, et Flin Flon, Manitoba), de distinguer les contributions respectives des métaux d'origine naturelle et anthropique dans un environnement contaminé, de fournir une perspective historique des changements environnementaux à proximité des fonderies et d'évaluer les impacts des émissions polluantes sur la forêt boréale.

Les résultats obtenus dans la région de Rouyn-Noranda ont permis de mettre en évidence l'existence d'un lien causal entre l'intensité des émissions de la fonderie Horne et l'accroissement des concentrations des métaux potentiellement toxiques, tel le Pb isotopique de type anthropique, l'augmentation abrupte des rapports isotopiques du carbone et la diminution coïncidente de ceux de l'hydrogène dans les cernes des arbres. Les changements importants dans les rapports isotopiques du carbone indiquent une altération des fonctions physiologiques reliées à l'assimilation du CO₂ par les arbres. Les travaux récents concernant les impacts des émissions de la fonderie sur la croissance des arbres, notamment par l'étude de l'évolution de la surface terrière, ont mis en évidence une diminution de la productivité nette à partir de 1945, 17 années après le début des activités à la fonderie. Les travaux réalisés au cours de l'année 2003-2004 ont été centrés dans le secteur de la fonderie de la HBM&S Co., Ltd. à Flin Flon, au Manitoba. Deux sites forestiers ont été échantillonnés et la même approche spatio-temporelle y sera appliquée. L'expertise acquise dans le cadre de ce projet a également été mise à profit dans le programme "MITE-Research Network" du "Canadian Network of Toxicology Centres" dans le but d'évaluer la charge totale en métaux dans les tissus ligneux des espèces arborescentes de la forêt boréale soumise à des contaminations de source ponctuelle, comme celle de la fonderie Horne. La synthèse de ces résultats a été présentée au Symposium final du MITE-RN. Ils montrent notamment que les espèces décidues sont particulièrement efficaces pour accumuler les métaux potentiellement phytotoxiques et qu'à proximité de la source de contamination, les tissus ligneux des quatre espèces arborescentes étudiées contiennent près de 15 kg de plomb par km², une quantité 20 fois supérieure à celle mesurée dans les forêts situées à un peu plus de 100 km de la fonderie. Coll. : M. Savard (CGC-Q), M. Parent (CGC-Q), A. Smirnov (CGC-Q), M. Luzincourt (CGC-Q), X. Hou, N. Tassé, J. Marion. L'approche dendroisotopique est maintenant appliquée à l'étude des changements climatiques dans le cadre d'un nouveau projet visant à reconstituer les changements hydro-météorologiques des derniers siècles dans des bassins d'intérêt pour la production hydro-électrique. Le projet, mené en collaboration avec plusieurs universités (U. Laval, UQAR, UQAM) ainsi qu'avec Hydro-Québec dans le contexte d'une subvention CRSNG – Industrie, fournira des données permettant de mieux planifier les apports futurs en eau dans les réservoirs du nord québécois.

Mario BERGERON, professeur
Géodynamique

Développement de procédés d'extraction des métaux du groupe du platine et d'enrichissement de chromites

Ce projet vise le développement de nouvelles technologies permettant l'enrichissement de la chromite et l'extraction des métaux du groupe du platine par des approches employant la carbochloruration à sec. Les mises au point de ces technologies apparaissent essentielles à l'exploitation de gîtes de type chromite platinifère. L'un de ces gîtes, le gîte Ménarik, est la propriété de Ressources Minières Pro-Or Inc. Pro-Or travaille depuis plusieurs années au développement de cette propriété et dernièrement, Pro-Or a financé des travaux importants, à l'INRS-ETE, portant sur une synthèse des données géologiques, géochimiques métallogéniques, métallurgiques et géophysiques du gîte Ménarik. Les chercheurs de l'INRS ont, entre autres choses, élaboré un programme de recherche détaillé sur une nouvelle approche métallurgique très prometteuse et excessivement bien adaptée à l'exploitation de gîtes du type Ménarik.

Afin de simplifier l'extraction des MGP de chromites, une voie métallurgique alternative à la pyrométallurgie est proposée. Ce processus est basé sur la transformation des phases minérales contenant des éléments du groupe du platine en des composés chlorurés fortement solubles dans HCl. Ces réactions sont effectuées par chloruration à sec. Ce processus d'extraction comprend deux grandes étapes, une première, celle de chloruration, permettant la transformation des phases platinifères en des composés chlorurés. Ces composés chlorurés ne sont pas volatils à la température de chloruration et demeurent donc dans le réacteur (ils ne sont pas distillés). Dans la deuxième étape, le chlorurateur (le réacteur de chloruration) est vidangé. Les solides sont alors disposés dans une solution de HCl où la dissolution des phases platinifères est effectuée. Cette étape est rapide et hautement efficace. Par la suite, la purification des éléments du groupe du platine peut être effectuée par des technologies existantes.

Cette technologie permet aussi l'enrichissement de la chromite. D'une manière simplifiée, FeO est extrait sélectivement de la chromite sous forme de FeCl_3 gazeux pour laisser un résidu de chromite montrant un rapport Cr/Fe élevé. Dans le cas où une matrice de chromite platinifère est utilisée comme matériel de départ, les réactions de chloruration des phases métalliques transportant les éléments du groupe du platine, de même que les réactions conduisant à la production de chromite montrant un rapport Cr/Fe élevé, peuvent être effectuées simultanément.

L'INRS-ETE a effectué des travaux importants de chloruration de concentrés de flottation de MGP pour des sociétés sud-africaines. L'INRS-ETE a présenté à Pro-Or une nouvelle variation du procédé de chloruration par ajout d'un réducteur permettant de réaliser la carbochloruration de concentrés de chromites platinifères. Les travaux proposés ont été divisés en deux phases. La phase 1 implique le développement du procédé à l'échelle laboratoire, tandis que la phase 2 vise la réalisation d'essais à l'échelle pilote. Les travaux de la phase 2 sont actuellement en cours de réalisation. Ces travaux visent deux objectifs. Premièrement, prouver que la transposition de la technologie élaborée à l'échelle laboratoire est possible à l'échelle industrielle. Deuxièmement, obtenir des données technico économiques sur le procédé. Ces travaux sont réalisés avec l'appui des compagnies Phytronix technologies et Johnston-Vermette. De concert avec l'INRS-ETE ces deux compagnies ont travaillé à modifier le montage expérimental employé à l'échelle laboratoire de façon à ce que celui-ci soit d'une portée opérable à une échelle industrielle. En parallèle, des essais sur la corrosion de plusieurs types de matériaux ont été effectués. Ces essais avaient pour but d'identifier les matériaux les plus propices à être utilisés pour la construction du réacteur pilote. Le design envisagé impliquait un réacteur rotatif opérant en continu et dont une section était dédiée à la condensation des phases chlorurées volatiles. De façon à maximiser l'emploi du chlore, un circuit de recyclage a été ajouté au concept original. Un système de détection infrarouge permet de doser le chlore à la sortie du réacteur et, si nécessaire, celui-ci est redirigé en début de procédé. Le prototype est complètement automatisé en regard de la prise de données sur la consommation en énergie et en réactifs chimiques. La partie la plus sensible sur prototype est le réacteur qui est conçu avec un matériel apte à supporter les effets hautement corrosifs des mélanges gazeux employés comme réactifs.

Jusqu'à présent, deux types de matériaux ont été testés avec le prototype. Le premier de ces matériaux est un solide réfractaire obtenu du recyclage de composantes automobiles très riches en métaux du groupe platine. Le procédé permet d'extraire 60 onces Troy de métaux précieux par tonne métrique de matériel. Le deuxième matériel testé consistait en des concentrés de chromites. Le procédé permet d'augmenter le rapport chrome sur fer de la chromite originale se situant au départ à 1,5. Après traitement, le rapport Cr/Fe atteint 22 pour une concentration en Cr_2O_3 de 50 %. Les résultats de pilotage sont conformes à ceux obtenus à l'échelle laboratoire. Les données technico-économiques obtenues montrent que les deux procédés sont applicables à l'échelle industrielle. Des modifications mécaniques sont présentement en cours afin de rendre le prototype plus optimal en regard de l'écoulement du matériel. Ces

modifications sont mineures et visent à améliorer les systèmes d'alimentation et de dépoussiérage du prototype. Plusieurs brevets ont été obtenus afin de protéger ces technologies et d'autres sont en cours d'examen dans des pays cibles où l'introduction de ces technologies pourrait avoir un impact important par rapport aux procédés actuellement employés. Co-responsable : Marc Richer-Lafleche.

Traitement de sols et sédiments contaminés par des contaminants mixtes

Les activités industrielles près des zones urbaines et portuaires entraînent une contamination variable des sols et sédiments. Un grand nombre de sites contaminés présents dans ces zones ont déjà été identifiés par les agences gouvernementales et municipales. Les sols contaminés sont souvent localisés dans des secteurs montrant un fort potentiel pour une restauration d'un environnement urbain propice à un développement harmonieux des villes. Advenant la disponibilité de technologies de décontamination efficaces, d'anciennes zones industrielles souvent localisées près des centres-villes pourraient être mises en valeur. Actuellement, la majorité des sols contaminés sont excavés et disposés dans des sites d'enfouissement. Selon les agences gouvernementales, les sols contaminés en milieu urbain contiennent souvent des contaminants mixtes de types organique et inorganique. Il existe une grande panoplie de technologies permettant le traitement de matériaux affectés par des contaminants organiques. Cependant, très peu de procédés sont actuellement disponibles pour traiter des sols contaminés par des composés inorganiques ou mixtes. L'objectif principal de cette thématique est de développer des procédés de traitement applicables, entre autres choses, à des sols et des sédiments contaminés simultanément par des composés organiques et inorganiques. De façon à minimiser les coûts de restauration, l'utilisation de méthodes de traitement de minerai les moins coûteuses, parmi celles que l'on retrouve dans l'industrie minière, est apparue pertinente. Dans l'optique d'une application environnementale, ces méthodes ont pour fonction de concentrer les contaminants afin de produire un rejet décontaminé. Plusieurs projets sont en cours, qui portent sur de nouvelles utilisations des techniques minéralurgiques à des fins environnementales. Ainsi, on examine actuellement la récupération de fines particules métalliques et de divers contaminants organiques en utilisant des techniques de flottation et des concentrateurs gravitaires.

Des travaux visant des applications industrielles de nouvelles technologies de traitement ont aussi été réalisés. Au cours des dernières années, notre équipe a développé en collaboration avec COREM, le CEMRS et Dragage Verreault deux

procédés de traitement des contaminants mixtes, l'un applicable aux sédiments, l'autre aux sols contaminés. Les procédés ont été testés aux échelles laboratoire et pilote. Plusieurs brevets ont été obtenus afin de protéger les technologies développées. Dans l'optique d'une application industrielle de ces technologies, une étude technico-économique d'une précision de $\pm 10\%$ visant la construction d'une usine mobile de décontamination de sols opérant à un tonnage de 50 T/heure a été réalisée, en cours d'année, pour Dragage Verreault inc, et ce, en collaboration avec le professeur G. Mercier.

Normand BERGERON, professeur Géodynamique

Géosalar I : Utilisation de la géomatique pour la caractérisation de l'habitat fluvial et la modélisation de la production de saumoneaux en rivière (Rivière Sainte-Marguerite)

Ce projet consiste à appliquer les développements récents, dans le domaine de la géomatique, à la problématique de la modélisation de la production de saumon atlantique en rivière en fonction des caractéristiques de l'habitat fluvial. La partie du projet portant sur l'habitat physique consiste à utiliser la photogrammétrie digitale, l'analyse d'images et les Systèmes d'Information Géographique (SIG), afin de modéliser la disponibilité d'habitat fluvial du saumon atlantique à partir d'un survol photographique à basse altitude de la rivière et d'images obliques récoltées à différents points le long de la rivière. La partie biologique du projet consiste à utiliser les données d'habitat physique afin de modéliser la variabilité spatiale et temporelle de la production de smolts à l'intérieur du bassin de drainage. Ces résultats permettront d'améliorer les modèles empiriques actuellement utilisés pour la gestion des stocks de saumon de la province de Québec. /Réseaux de centre d'excellence Geoïde, Hydro-Québec, CIRSA inc., Génivar, Société de la Faune et des Parcs du Québec/ Coll. J. Dodson, M. Lapointe, S. Lane, D. Boisclair, F. Caron.

Géosalar II: Modélisation des déplacements des saumons atlantique juvéniles en fonction des caractéristiques physiques des habitats fluviaux et estuariens

Le principal objectif du projet consiste à suivre le déplacement des saumons juvéniles dans les différents habitats qu'ils utilisent au cours de leur cycle de vie afin de comprendre comment la structure spatiale et la variation temporelle des habitats fluviaux et estuariens interagissent avec le comportement des poissons pour déterminer la production de poissons d'une rivière. Plus spécifiquement, le projet vise à développer des outils géomatiques permettant 1) le suivi et le positionnement des poissons en rivière et en estuaire et 2) la caractérisation rapide et efficace

des habitats fluviaux et estuariens. Ce projet intègre donc les sciences géomatiques et biologiques afin d'adresser une problématique environnementale critique : la conservation des populations de saumon atlantique et de leur habitat en rivière et dans les zones côtières adjacentes. / Réseaux de centre d'excellence Geoïde, Hydro-Québec, Atlantic Salmon Federation, Fondation du saumon du grand Gaspé, Aquasalmo, Génivar, Société de la Faune et des Parcs du Québec/ Coll. J. Dodson, M. Lapointe, S. Lane, T. Buffin-Bélanger.

Géomorphologie fluviale et habitat hivernal des saumons en rivière

Bien que les rivières canadiennes soient, pour la plupart, recouvertes de glace lors de la saison hivernale, recouvrement peu d'information est disponible concernant l'effet de la présence d'un couvert de glace sur la géomorphologie et l'écologie des rivières. L'objectif à long terme de ce programme de recherche consiste à mieux comprendre l'effet des formes et processus fluviaux qui déterminent l'habitat d'hiver des saumons en rivière. Pour les quatre prochaines années, les objectifs spécifiques de la recherche sont : i) d'examiner l'effet de la formation et du développement du couvert de glace sur les variations temporelles de l'infiltration des sédiments fins dans les nids de saumons lors de l'incubation; et ii) d'analyser les variations spatiales et temporelles de l'habitat d'hiver des saumons atlantique juvéniles en relation avec la taille du cours d'eau, les conditions de glace et le débit. La première question sera étudiée en documentant, sur le terrain, les variations temporelles de l'infiltration des sédiments fins dans des nids artificiels de saumons. La deuxième question sera abordée en documentant, sur le terrain, les variations spatiales et temporelles de l'habitat d'hiver des saumons juvéniles de façon à : i) déterminer l'effet des changements géomorphologiques des rivières vers l'aval sur la disponibilité d'habitat d'hiver; et ii) analyser l'effet de la glace et des débits d'étiages hivernaux sur la disponibilité de cet habitat/ CRSNG.

Étude des impacts des pratiques forestières sur la conservation de la ressource saumon dans le bassin versant de la rivière Cascapédia : effet des limons sur la survie des embryons de saumons atlantique (*Salmo salar*)

Plusieurs rivières à saumon de la Gaspésie (p. ex. rivière Cascapédia) coulent sur des roches sédimentaires à faciès détritiques fins (roches sédimentaires grisâtres, comprenant des grès, des calcaires schisteux argileux souvent laminés et des shales) qui génèrent des sédiments contenant relativement peu de sable, mais dont la fraction limon ou silts (diamètre des particules < 0.063 mm) est particulièrement abondante. Bien qu'il soit connu que la présence de sédiments de

la taille des sables, dans le substrat des rivières, peut avoir un effet négatif sur le développement des œufs de saumon, peu d'information est disponible concernant l'effet des limons et des silts. En conséquence, les critères sédimentologiques définissant la qualité du substrat de reproduction pour les salmonidés sont essentiellement basés sur la fraction sableuse et donnent peu d'information sur les teneurs maximales en limons permissifs.

Une étude en laboratoire, financée par le «Programme de mise en valeur des ressources du milieu forestier, Volet I – expérimentation» du Ministère des Ressources naturelles du Québec, a permis de démontrer que la présence de limons dans le substrat d'incubation des œufs de saumon augmente de façon significative et importante la mortalité d'embryons. Ce résultat est d'une importance scientifique et pratique puisqu'il implique que de nouveaux critères sédimentologiques de la qualité du substrat de reproduction incluant l'effet des limons devront maintenant être développés et validés sur le terrain.

Les objectifs du projet consistent à : i) développer de nouveaux critères sédimentologiques de qualité du substrat au moyen d'expérience en laboratoire permettant d'approfondir les résultats obtenus au cours de la première étude; et ii) valider ces critères sédimentologiques sur le terrain en effectuant une étude de la survie des embryons de saumon sur la rivière Grande-Cascapédia/ Ministère des Ressources naturelles du Québec, CIRSA, Société Cascapédia/ Coll. : M. Lapointe.

Hydrologie

Fabrication d'un système de suivi d'ombles de fontaine utilisant la technologie PIT Tag

Fabrication d'un système de suivi des ombles de fontaine utilisant la technologie PIT Tag. Le système a été installé à la porte en aval de la passe migratoire située à l'exutoire du lac Portneuf/Groupe-Conseil Génivar Inc.

Historique de la relation entre les activités forestières et la production de sédiments fins dans le bassin versant du lac Huard, rivière Cascapédia, Québec

Dans cette partie du projet, nous proposons d'effectuer un carottage des sédiments du fond du lac Huard, situé sur la Branche du Lac de la rivière Cascapédia, et d'analyser ces carottes afin de déterminer l'évolution historique de la production de sédiments fins. Il est connu que les sédiments lacustres enregistrent les variations temporelles de la production de sédiments. Dans nos milieux, une couche annuelle de sédiments est déposée au fond du lac. L'épaisseur de cette couche, ainsi

que les caractéristiques (taille, densité) des sédiments qui la composent, fournissent un portrait des sédiments fins transportés par la rivière. La carotte permet d'analyser chacune des couches préservées au fond du lac et de déterminer l'évolution historique de la production de sédiments dans le bassin. Couplé à cette étude stratigraphique, nous effectuerons une recherche afin de déterminer l'historique des coupes forestières dans le bassin de drainage du lac Huard. Ces informations seront compilées sur un système d'information géographique. Ces deux types d'information seront ensuite mis en relation afin de déterminer l'historique de la relation entre les coupes forestières et la production de sédiments fins dans le bassin de la Cascapédia. / Ministère des Ressources naturelles du Québec, CIRSA, Société Cascapédia/ Coll. : P. Francus, M. Lapointe.

*Monique BERNIER, professeure
Hydrologie*

Développement d'outils pour l'utilisation de la polarimétrie radar comme source d'information en hydrologie/glaciologie.

La mise en orbite en 2002 du satellite européen ENVISAT muni d'un capteur radar multipolarisation (HH, VV, VH, HV) ainsi que la venue prochaine des radars polarimétriques du satellite japonais ALOS (2004) et du satellite canadien RADARSAT-2 (2005) représentent de nouvelles sources de données à comprendre et de nouvelles informations à exploiter. Dans ce contexte, l'objectif à long terme est l'intégration des informations dérivées de la polarimétrie radar dans des systèmes d'aide à la décision pour le suivi du couvert nival, du gel du sol, la prévision des inondations et des embâcles. Les objectifs au cours des cinq prochaines années sont : 1) déterminer l'apport des données ASAR (multipolarisation) d'ENVISAT pour la cartographie de l'équivalent en eau du couvert nival et la cartographie du gel du sol ; 2) en collaboration avec le professeur Eric Pottier de l'Institut d'Électronique et de télécommunications de Rennes (IETR) et de J. P Dedieu du Laboratoire de Glaciologie et de Géophysique de l'Environnement, modéliser la réponse polarimétrique du couvert nival, développer des descripteurs polarimétriques spécifiques au couvert nival et valider les algorithmes et descripteurs développés en analysant des données polarimétriques aéroportées afin de restituer les paramètres physiques de la neige et de l'état du sol ; 3) Modéliser la réponse polarimétrique de la glace de rivière et analyser des données aéroportées afin de restituer l'épaisseur de la glace ou la présence du frasil sous la glace ; 4) déterminer l'apport des données polarimétriques de RADARSAT-2 pour la restitution des paramètres physiques de la neige (épaisseur, densité,

humidité) et ceux de la glace de rivière (épaisseur, rugosité, présence de frasil sous la glace) ; 5) en collaboration avec les collègues de l'Université York (V. Tao), développer un réseau ouvert sur la toile (WEB) pour l'intégration de données environnementales et d'informations extraites des données radar et leur distribution aux gestionnaires de la ressource. CRSNG/Coll : Eric Van Bochove, Michel Nolin (AAC), Eric Pottier (IETR), Jean-Pierre Dedieu (LGGE/Grenoble), Vincent Tao (U. York)

Développement d'une sonde et de méthodes pour le suivi en continu de la densité et de la teneur en eau liquide du couvert nival : SNOWPOWER

Il s'agit d'un projet de recherche international impliquant six équipes provenant de cinq pays dont quatre européens (Allemagne, Suède, Autriche, Suisse), sous le leadership de l'Institut de météorologie et climatologie de Karlsruhe, en Allemagne. Les partenaires européens sont financés par le 5^e programme cadre de la Commission Européenne. Le but final du projet est de développer un instrument et des méthodes permettant d'améliorer l'estimation de l'équivalent en eau et de la teneur en eau du couvert de neige, par des mesures sur le terrain en continu et une corrélation simultanée avec les données de télédétection.

Le volet canadien comporte quatre objectifs dont les trois premiers sont directement liés aux objectifs du projet européen : i) évaluer la qualité et la précision des données fournies par la sonde à neige SNOWPOWER dans un environnement nordique canadien; ii) évaluer l'impact de ces nouvelles données sur la précision des débits et des apports en eau au réservoir dans un contexte de gestion hydroélectrique; iii) évaluer l'impact de ces nouvelles données sur l'étalonnage et la validation des cartes d'équivalents en eau produites à partir des images RADARSAT et utilisées pour la prévision des apports en eau au réservoir; et iv) évaluer l'impact de ces nouvelles données pour la mise à l'échelle des émissions de gaz à effets de serre provenant des sols sous couvert de neige. / CRSNG/ Coll. : Fortin J.-P., Jones H.G., Niang Mohamed, Chokmani K., Gauthier, Y., Savary, S. (INRS-ETE); Van Bochove E. (agriculture Canada), Ducharme P., Martel, L., Fortin V. (Hydro-Québec), Forschungszentrum Karlsruhe (Allemagne), Royal Institute of Technology (Suède), Swiss Federal Institute for Snow and Avalanche Research, Matt & Sommer & Co (Autriche).

Infrastructure du Centre d'études nordiques (CEN)

Le Centre d'études nordiques (CEN) est un centre FCAR depuis 1982. La direction du CEN et son administration centrale sont à l'Université Laval. Il regroupe actuellement 26 chercheurs

universitaires (U. Laval, UQAR, INRS, UQTR). Le CEN a pour objectif principal de développer les connaissances fondamentales et appliquées sur les populations, les écosystèmes et les ressources renouvelables (forêts, faune, eau, tourbe, sols) des régions froides et les changements qui l'affectent dans le contexte des grands enjeux que représentent les changements climatiques, les grandes perturbations naturelles et anthropiques, la santé environnementale et la biodiversité en région nordique et en milieu montagnard. De plus, les territoires circumboréaux et circumpolaires sont reconnus comme abritant des écosystèmes hautement sensibles et marqués par des changements mesurables qui sont indicateurs et parfois précurseurs de changements planétaires. Le CEN offre un service de soutien à la recherche nordique et à la formation de chercheurs avec sa station de recherche de Whapmagoostui-Kuujuarpiq. La station a aussi une infrastructure satellite sur le bassin de la rivière La Grande (Radisson), une seconde à la limite nordique des forêts au sud-est d'Inukjuak et une troisième à l'île Bylot, dans l'Arctique. Le CEN réalise ses travaux dans le Nord-Est américain et fait contrepoids aux regroupements de chercheurs de l'Université de l'Alaska et de l'Université du Colorado à Boulder (INSTAAR). Les activités de recherche dans lesquelles l'INRS-ETE est impliqué sont les études sur la paléohydraulicité dans les complexes hydroélectriques du nord, l'hydroclimatologie nordique, l'analyse de l'hydrologie hivernale et le suivi du couvert de glace en rivière, de même que le suivi des propriétés du couvert nival et la cartographie des tourbières de la Jamésie. La subvention totale du FQRNT pour le Centre de recherche et l'accès aux stations nordiques est de 500 500 \$/année pour six ans. / Université Laval (CEN) / Coll. : T. Ouarda (INRS-ETE), Y. Bégin (Directeur du CEN, Univ. Laval) et 22 autres chercheurs des universités Laval, UQAR et UQAM.

Dynamique du carbone dans les tourbières boréales (*Carbon dynamics in boreal peatlands*)

Les tourbières constituent les plus grands réservoirs terrestres de carbone, mais la compréhension de leurs processus dynamiques qui interagissent sous un climat changeant est encore limitée. Ce projet vise à identifier et à comprendre la dynamique des secteurs tourbeux vulnérables et à risques d'émissions accrues, dans la région des Basses-terres de la Baie James et de la Baie de Rupert, sous l'influence de conditions climatiques changeantes et d'une hausse prévue des températures annuelles. On prévoit que le réchauffement aura des impacts sur la hausse de la température interne de la tourbe ainsi que sur l'abaissement des nappes phréatiques engendrant, par une décomposition accrue de la matière organique, une accentuation des émissions de CO₂ et de méthane (CH₄) dans

l'atmosphère. Ce projet comporte trois volets : i) cartographie et classification des paramètres de surface des tourbières à l'aide d'images RADARSAT et LANDSAT (distinction des forêts d'épinettes noires poussant sur substrat minéral et sur substrat tourbeux, évolution des mares, etc.); ii) mesures des émissions de CO₂ et de CH₄ et modélisation de leur dynamique (*Peat decomposition model*) - les mesures in situ d'émission des gaz et de l'analyse stratigraphique des horizons (données paléoenvironnementales) serviront aussi à valider le modèle PDM pour un environnement nordique (extrapolation des flux sur tout le territoire (PCARS); et iii) réconciliation de la végétation actuelle et des échanges de carbone des tourbières avec les conditions antérieures - cela implique la cartographie de la végétation, des analyses sporopolliniques, macrofossiles, géochimiques (carbone). / UQAM, CRSNG Subvention de recherche et de développement coopérative/ Coll. : T. Ouarda, Y. Gauthier et Chokmani K. (INRS-ETE), M. Garneau (UQAM), P. Richard (U. de Montréal), N. Roulet et T. Moore (McGill), A. Tremblay (Hydro-Québec).

Web-based Sensing Networks for Environment Applications

Ce projet comporte trois objectifs principaux : i) développer l'architecture d'un réseau ouvert sur la toile (Web) afin de relier et de rendre accessible divers types de capteurs in situ et de données de télédétection via des réseaux de transmission avec et sans fil. Cette architecture servira comme interface pour intégrer et fusionner des images satellitaires déjà géoréférencées; ii) intégrer cette architecture de réseau avec des outils numériques de modélisation de façon à fournir rapidement de l'information sous forme de produits géophysiques; ii) valider l'approche réseau sur la toile (senseurs reliés au web) pour l'acquisition et la distribution de données environnementales.

L'INRS sera surtout impliqué dans le troisième objectif. Cette validation se fera en collaboration avec les partenaires utilisateurs (NRCan, AAC, Omnitonix) au moyen de deux sites bien instrumentés en capteurs in situ, mais aussi pour lesquels divers types d'images sont disponibles (Radarsat-1, images polarimétriques aéroportées, images visibles infra-rouge haute résolution). Le sous-bassin du Bras St-Henri (rivière Chaudière) sera l'un de ces sites. Des parcelles agricoles du sous-bassin seront instrumentées par une station météorologique automatique (précipitation, rayonnement incident, albédo, vitesse et direction du vent, hauteur de la neige, température et humidité du sol, températures du couvert nival) d'une sonde SNOWPOWER (densité et humidité de la neige au sol). / Réseau d'excellence en géomatique GEOIDE Coll: Savary S. (INRS-ETE), Van Bochove E. (Agriculture Canada), Nickerson. B.G. (University of New Brunswick), Tao V.C. et

Rubinstein I.G. (York University), CRESTech, et Natural Resources Canada (Geomatics Canada).

EO-HYDRO : Environmental Information Services for Hydropower Plant Management

Ce projet regroupe un consortium d'expertises européenne et canadienne dont le principal objectif est d'intégrer des services de suivi des paramètres environnementaux pour la gestion de la production hydroélectrique. Il en résultera un service de télédétection intégré qui sera offert tant en Europe qu'au Canada. Ce premier noyau de services devrait prendre de l'expansion dans le futur. Il sera constitué de services existants offerts par des compagnies indépendantes. Comme les paramètres les plus importants à connaître pour les producteurs hydroélectriques sont la couverture de neige et l'équivalent en eau, les premiers services offerts seront: le suivi temporel de l'étendue du couvert nival (VIR et radar) et celui de l'équivalent en eau (radar/EQeau). Ce projet est sous la responsabilité administrative de Carlo Gavazzi Space (Milan) qui a déjà de l'expertise dans l'intégration de services dans le domaine de la télédétection. Les partenaires de cette proposition proviennent de trois régions géographiques où se retrouve une concentration de producteurs hydroélectriques: les Alpes (Carlo Gavazzi Space et Gamma-Remote Sensing), la Norvège (Norwegian Computing Center et Norut) et le Canada (C-Core et Viasat). La durée prévue est de trois ans. Les professeurs Helmut Rott (U. Innsbruck) et Monique Bernier (INRS-ETE) agissent comme conseillers scientifiques. Ils évalueront la qualité et la maturité des produits (2 mois, les améliorations à y apporter à la fin de la phase 1 (12 mois) ainsi que l'efficacité du service intégré (24 mois). / Agence spatiale européenne (ESA - ESRIN)/ Coll.: Carlo Cavazzi Space (Italie), NORUT, Norwegian Computer Centre (Norvège), Statkraft (Norvège), Gamma Remote Sensing (Suisse), VIASAT (Montréal), C-CORE (St-John, Terre-Neuve), Rott H. (Autriche).

EQeau/Polar : Élargir l'application d'EQeau à l'utilisation des images ENVISAT et mesurer l'apport des données polarimétriques en vue de RADARSAT-2

Le projet EQeau/Polar vise à étudier le comportement du couvert nival sous différentes polarisations (HH, VV, VH, HV) à partir des données ASAR du nouveau satellite européen ENVISAT et de données polarimétriques aéroportées (Convair-580) pour améliorer la qualité et la fiabilité des informations dérivées de l'algorithme EQeau. Cet algorithme s'appuie sur l'établissement d'une relation entre l'intensité du signal mesuré et la résistance thermique du couvert nival. Par temps froid, plus le couvert est mince, plus la température du sol est basse, ce qui entraîne une baisse des propriétés diélectriques du sol et du signal enregistré. Des images RADARSAT-1 en mode ScanSAR Narrow

ont été utilisées en mode quasi opérationnel. Cependant, les difficultés rencontrées ont mis en évidence la nécessité d'améliorer la robustesse de la méthode afin d'augmenter la précision des estimés. De plus, on désire apporter des modifications à cet algorithme afin de l'adapter aux données d'ENVISAT (semi-polarimétrique), en attendant le lancement du futur satellite RADARSAT-2 qui sera complètement polarimétrique. Ce dernier sera plus perfectionné et aura la capacité de transmettre et de recevoir les ondes dans les polarisations horizontales et verticales simultanément. Ainsi, il sera possible de créer des rapports de polarisation (HH/VV ou HH/VH) afin d'éliminer l'effet de la rugosité du sol. Nous vérifierons si ces rapports peuvent permettre d'éliminer le besoin de recourir à une image de référence automnale pour estimer l'équivalent en eau de la neige, ce qui améliorerait la robustesse de la méthode et la fiabilité des résultats. Une nouvelle version du logiciel EQeau sera aussi développée par VIASAT dans laquelle seront intégrées les fonctions développées dans ce projet. / Agence spatiale canadienne Programme de développement des applications en observation de la terre (PDAOT)/ Coll.: Vincent P. et Carignan, M. et Hardy S. (VIASAT-Géo-Technologies), Ducharme P., Choquette Y., Bouchard M-C., (Hydro-Québec), Roy R. (Ouranos), Gauthier Y., Savary S.,

Suivi de la glace de rivière au moyen d'images radar

La gestion et l'opération d'installations hydroélectriques nécessitent une bonne connaissance des caractéristiques de la glace en rivière (formation, type, résistance), mais celle-ci est toutefois difficile à obtenir. Le but principal de cette recherche est donc d'utiliser des images RADARSAT-1 pour fournir une information quantitative et qualitative sur les conditions de glace de la rivière Peace (Alberta), de manière à prévenir les inondations, optimiser les revenus d'hydroélectricité et/ou fournir les intrants nécessaires à des modèles numériques. Le projet prévoit: i) la validation d'une relation entre l'épaisseur de la glace et le coefficient de rétrodiffusion; ii) l'intégration de l'analyse contextuelle (analyse de texture, caractérisation de la rivière à l'aide d'un SIG) à la méthode déjà développée sur la Peace; et iii) l'accroissement des données radar disponibles par la normalisation du signal acquis selon différents angles d'incidence et de visée, et l'étude de nouveaux capteurs (Envisat-ASAR). Un outil opérationnel de suivi et de caractérisation de la glace de rivière à partir d'images satellites permettrait de réduire les risques associés aux mesures in situ et contribuerait à prévenir les inondations causées par les embâcles ou par l'opération des installations hydroélectriques.

Le projet contribuera à la formation scientifique et technique d'un étudiant au baccalauréat, de deux

étudiants au doctorat et de deux professionnels de recherche. Les images satellitaires sont gracieusement fournies par l'Agence Spatiale canadienne. De plus, grâce à la collaboration étroite de BC Hydro, les résultats du projet seront transférés directement à l'industrie. Finalement, les résultats de ce projet doivent être utilisés dans un effort multidisciplinaire visant le développement d'un système d'alerte des inondations. / Réseau d'excellence en géomatique GEOIDE : programme stratégique (SII)/ Coll.: Weber F.A. et Jasek M. (BC Hydro, Vancouver), Agence Spatiale Canadienne, Gauthier, Y. (INRS-ETE).

Suivi du couvert de glace en rivière et du gel du sol à l'aide du radar, des SIG et de la modélisation

Les trois activités de recherche proposées font suite aux activités de l'année 2003-2004. Elles s'inscrivent dans le cadre de trois thèses de doctorat: Volet 1) Développement d'une approche contextuelle pour l'analyse de la glace de la rivière Saint-François (Québec) à partir d'images RADARSAT-1. En effet, les données radar peuvent être une source intéressante d'informations sur la glace de rivière, bien que certaines limitations surviennent lorsqu'on tente de caractériser la glace à partir du seul signal radar. Il s'agit de compléter le développement du système d'information géographique (plate-forme ArcView) pour la caractérisation du chenal de la rivière St-François, et d'élaborer une approche de classification contextuelle des images radar à partir du logiciel de classification «Ecognition». Volet 2) Développement d'un modèle de rétrodiffusion pour la glace de rivière. Contrairement aux glaces des mers, très peu d'études théoriques existent sur l'interaction du signal radar avec le couvert de glace d'eau douce. La rétrodiffusion du signal après sa pénétration dans le couvert de glace est liée à plusieurs mécanismes complexes de diffusion reliés à la présence d'air, de cristaux de glace et de neige humide. Volet 3) Cartographier le gel du sol à l'échelle du Bras d'Henri, sous-bassin versant des rivières Beaurivage et Chaudière au sud de Québec, à l'aide d'images radar. Pour se faire, il faudra préciser les relations entre la température de l'air, l'épaisseur et la densité du couvert de neige, le type de sol, la profondeur du gel du sol et les coefficients de rétrodiffusion extraits d'images radar. La méthodologie implique l'acquisition d'images radar et de données in situ, le traitement des images issues de trois sources différentes (monopolarisation : RADARSAT-1, multipolarisations et polarimétriques : ENVISAT-ASAR), la saisie des données dans un Système d'Information Géographique (SIG) et le développement d'un algorithme pour la cartographie du sol en milieu agricole./ Environnement Canada, Service météorologique du Canada, CRYSYS/ Coll.: Ouarda, T. et Gauthier Y. (INRS-ETE), Van Bochove, E.

Projet GRIP - Cartographie du gel d'un sol agricole sous couvert de neige à l'échelle d'un bassin versant à l'aide de données polarimétriques

Le signal radar rétrodiffusé par un sol est directement influencé par sa constante diélectrique et indirectement par sa température sous le point de congélation. En effet, puisque le contraste diélectrique entre le sol et l'air est plus faible lorsque le sol est gelé (peu ou pas d'eau liquide), il y a moins d'énergie diffusée à la surface. D'autre part, la plupart des radars utilisent une seule information du coefficient de rétrodiffusion (l'amplitude, grandeur scalaire). Pourtant, le champ électrique des ondes est une grandeur vectorielle. Nous voulons donc vérifier si la polarimétrie (amplitude et phase) peut apporter une information supplémentaire pour la cartographie du gel du sol. Cette information sur la phase permet une meilleure caractérisation des interactions de l'onde électromagnétique avec la surface imagée et donne la possibilité de séparer les contributions du sol de celles de la présence ou de l'absence du couvert végétal. Notre objectif principal est d'évaluer la faisabilité de cartographier le gel du sol par la polarimétrie RSO (RADARSAT-1, ENVISAT et RADARSAT-2). Sous-objectifs: i) Préciser les relations entre, d'une part, la température de l'air, l'épaisseur et la densité du couvert de neige et, d'autre part, les coefficients de rétrodiffusion extraits d'images radar polarimétriques (RADARSAT-1, ENVISAT et RADARSAT-2/Convair-580) en fonction de l'état d'un sol agricole (température, teneur en eau, rugosité) et de sa texture ; ii) Mesurer l'importance relative de différents facteurs physiques environnementaux (température de l'air, épaisseur de la neige, humidité et température du sol) affectant la présence de glace dans le sol et les échanges énergétiques et hydriques entre le sol, la neige et l'atmosphère ; ii) Traiter les images et développer des algorithmes pour relier le signal rétrodiffusé dans les différentes polarisations (HH, HV, VH, VV) et la température mesurée in situ au sol. /Agence spatiale canadienne et Agriculture Canada / Earth Sciences-Government Related Initiatives Program (GRIP) Coll.: Van Bochove E. et Nolin M. (Agriculture Canada), Savary S. et Gauthier, Y., (INRS-ETE).

Aqualyse des tourbières dans le Complexe La Grande

Ce projet aborde la dynamique récente des tourbières du Complexe La Grande en considérant les objectifs suivants : 1. Évaluer l'état écologique actuel des tourbières en fonction de leur structure spatiale, en comparant l'étendue et la répartition des compartiments terrestres (buttes et dépressions) et aquatiques (mares et petits lacs). Pour ce faire, la superficie totale couverte par les tourbières minérotrophes et celle des ombrotrophes seront calculées à l'aide d'une classification d'images TM du satellite LANDSAT-

5 (23 images). Pour des zones témoins, la proportion des compartiments aquatiques et terrestres sera estimée à partir d'images satellitaires de haute résolution de type Quickbird (60 cm) ou IKONOS (2 m) et des contrôles au sol; 2. Évaluer les changements récents de la structure spatiale des tourbières en mesurant les pertes et les gains de chaque compartiment dans l'espace et le temps, ainsi que les variations du couvert arborescent. Tout changement du régime hydrologique des tourbières sera évalué à l'aide de marqueurs biotiques, comme les arbres et la stratigraphie des couches de tourbe de surface et de marqueurs physiques, comme le pergélisol. 3. Mesurer la variabilité (saisonnière, annuelle) des paramètres hydro-météorologiques nécessaires à l'estimation du bilan hydrique des tourbières: i. précipitations solides et liquides; ii. débit à l'exutoire; iii. variations du niveau de la nappe phréatique et iv. évapotranspiration. Des bassins (tourbières) représentatifs seront délimités et cartographiés à l'aide d'un théodolite. Un profil complet de l'épaisseur et la densité de la tourbe ainsi que la bathymétrie des lacs et des mares de ces bassins seront aussi effectués; 4. Évaluer statistiquement la relation entre les variables hydro-météorologiques et les caractéristiques physiographiques des différents types de tourbière et procéder à une évaluation des modifications éventuelles au régime hydrologique des tourbières associées aux changements climatiques par l'analyse de conditions passées analogues à celles prévues par les scénarios de changement climatique./U. Laval/ CRSNG: Programme de subvention de recherche et développement coopérative et Ouranos Coll: André St-Hilaire (INRS-ETE), Serge Payette, responsable du projet, (U.Laval/Centre d'études nordiques), Michelle Garneau (UQAM), Isabelle Chartier (Ouranos).

Apports de l'imagerie radar et des SIG à la cartographie hydrogéologique et à la gestion intégrée des ressources en eau : cas de la région semi-montagneuse à l'ouest de la Côte d'Ivoire

Le secteur d'étude est la région semi-montagneuse de Man (ouest de la Côte d'Ivoire). Le climat humide (1 600 mm de pluie par an, saison pluvieuse de huit mois (mars-octobre)) et les conditions météorologiques (présence quasi permanente de nébulosité) rendent très difficiles les études environnementales à partir des seules images de télédétection optique. En effet, les ondes électromagnétiques du visible et de l'infrarouge sont fortement diffusées, absorbées et réfractées par les nuages réduisant ainsi les variations spatiales de la luminance enregistrée au capteur. Le recours à l'imagerie radar s'avère donc indispensable pour la cartographie des états de surface de cette partie du pays. Les traitements à effectuer concernent l'exploitation des images optiques et/ou leur combinaison aux images radar et aux données exogènes pour la cartographie des états de surface (analyse de

texture, classifications par les réseaux de neurones). La deuxième thématique autour de laquelle se concentrent les travaux est la cartographie des descripteurs hydrologiques et hydrogéologiques. La première phase porte sur l'exploitation du Modèle Numérique d'Altitude (MNA) du bassin versant du N'zo. (représentation en 3D des états de surface). La deuxième phase porte sur l'analyse de la variabilité spatio-temporelle des paramètres hydrométéorologiques (débits des cours d'eau, précipitations) du bassin versant du N'zo. En plus de l'analyse statistique, le modèle hydrologique HYDROTEL développé à l'INRS-ETE est utilisé pour réaliser des simulations. /Agence universitaire de la francophonie (AUF) Coll: Lefebvre R. (INRS-ETE), Kouame F. (responsable du projet) et Biémi J., Centre Universitaire de Recherche et d'Application en Télédétection (CURAT), Laboratoire Associé Francophone de l'AUF N°401, Université de Cocody-Abidjan (COTE D'IVOIRE), Tonye E., Laboratoire d'Électronique et du Traitement du Signal (LETS), Laboratoire Associé Francophone de l'AUF N°601, Université de Yaoundé 1 (CAMEROUN).

Collaboration et échanges scientifiques entre l'Université de Buenos Aires et l'INRS-ETE

Accueil du chercheur Hector Salgado de l'Université de Buenos Aires par la professeure Monique Bernier pour un court séjour à l'INRS-ETE à l'automne 2004. Son séjour s'effectuera dans le cadre de la collaboration interuniversitaire dans le domaine de la télédétection entre son institution et l'INRS-ETE. Il a travaillé principalement à la cartographie de l'humidité du sol d'un petit bassin agricole de l'Argentine à l'aide d'images RADARSAT et du modèle HYDROTEL. Lors de son séjour, une nouvelle entente de collaboration entre les deux institutions a été rédigée. /CRD, Canada-latin America and Caribbean Research Exchange Grants (LAC-REG) de l'AUCC

Jean-François BLAIS, professeur ***Assainissement***

Extraction et récupération des métaux dans l'environnement

La contamination de l'environnement par les métaux toxiques constitue une menace réelle et grandissante pour notre société. Pour faire face à ce problème, notre équipe de recherche a développé des procédés efficaces pour décontaminer divers types de rejets industriels et urbains. Ainsi, des procédés chimiques et biologiques ont été élaborés pour l'enlèvement des métaux toxiques (Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn, etc.) présents dans les boues d'épuration municipales (procédés METIX-AC, BF, BS), les sols et les sédiments, ainsi que les cendres volantes d'incinérateurs. L'objectif général de ce

projet est de tester et optimiser, à l'échelle du banc d'essai en laboratoire et du pilote préindustriel, un nouveau concept technologique, le procédé METIX-BC, lequel a été élaboré afin de répondre à certains obstacles freinant la mise en marché des procédés de décontamination. Plus précisément, les travaux porteront d'abord sur l'optimisation en laboratoire de la bioproduction d'une solution acide et oxydante. De plus, les recherches viseront l'optimisation de l'étape de lixiviation des métaux des boues avec la solution lixiviante générée. En ce qui concerne la production de l'oxydant, les principaux paramètres à tester et à optimiser sont le type de réacteur (cellules libres ou fixes), le pH de réaction, la concentration de substrat (sulfate ferreux industriel), le temps de rétention hydraulique (TRH), la température et la concentration des éléments nutritifs. Pour ce qui est de la lixiviation des métaux, les travaux porteront sur la détermination des conditions optimales de traitement. Les paramètres à évaluer et à optimiser sont le pH de lixiviation, le TRH, la température, la concentration de fer ferrique et le contenu en solides des boues. Un autre objectif visé par le présent projet consiste à évaluer, en laboratoire, la capacité d'adsorption de différents déchets végétaux pour la récupération économique des métaux présents dans les lixiviats produits lors de l'opération du procédé METIX-BC. Une fois les études en laboratoire complétées, le projet vise à tester le procédé optimisé à l'échelle du pilote préindustriel. /CRSNG-Subvention de recherche.

Décontamination de rejets industriels et urbains pollués par les métaux toxiques

La contamination de l'environnement par les métaux toxiques, tels que le cadmium, le chrome, le cuivre, le mercure, le nickel, le plomb et le zinc, constitue une menace réelle et grandissante pour notre société. Pour faire face à ce problème, notre équipe de recherche oeuvre au développement de connaissances théoriques et pratiques dans le domaine de la biohydrométallurgie, lesquelles peuvent être applicables à la mise au point de procédés innovateurs et efficaces pour décontaminer divers types d'environnement et de rejets industriels et urbains. Les matrices contaminées faisant l'objet de nos travaux de recherche comprennent, entre autres, les boues générées lors du traitement des eaux usées municipales et industrielles, les cendres volantes d'incinération, les résidus issus de l'exploitation minière et les sols pollués par les métaux toxiques. Les activités du programme de recherche et de développement peuvent être regroupées selon quatre axes principaux soit : i) la mise au point de procédés combinés de lixiviation et d'adsorption des métaux; ii) le développement de nouveaux procédés de lixiviation chimique et biologique; iii) l'optimisation du conditionnement et de la déshydratation de biomasses et iv) la valorisation de biomasses et de rejets

décontaminés/ CRSNG-Chaires de recherche du Canada.

Stabilisation, traitement et décontamination de biosolides

Ce projet vise à développer deux groupes de technologies de traitement des boues, soit, d'une part, le procédé ELECSTAB qui permet de stabiliser (élimination des odeurs, destruction des organismes pathogènes) les boues et d'améliorer leurs caractéristiques de déshydratation et, d'autre part, le procédé ELECDEC de décontamination (enlèvement des métaux toxiques, élimination des odeurs et destruction des germes pathogènes) des boues générées dans les stations d'épuration des eaux usées municipales et industrielles et ce, afin d'accroître le potentiel de valorisation de ces biosolides pour la fertilisation des sols. Dans le cadre de ce projet, les travaux porteront sur les objectifs de recherche suivants: i) le développement et l'optimisation des procédés électrochimiques de traitement des boues; ii) l'étude de la stabilité à long terme des boues traitées par les procédés électrochimiques de traitement des boues et iii) l'évaluation de la performance de ces procédés électrochimiques sur divers types de boues industrielles/ CRSNG-Stratégique, Innovente inc. / Coll. : M. Bergeron, R.D. Tyagi, G. Mercier, P. Drogué.

Bernard BOBÉE, professeur
Hydrologie

Chaire industrielle en hydrologie statistique - phase ii (1998-2004)

Titulaire : Bernard Bobée
Responsables administratifs :
Jean-Pierre Villeneuve (INRS-ETE)
Hugues St-Onge, directeur (Hydro-Québec)
Comité aviseur :
Hugues St-Onge, Gilles Brosseau et René Roy, secrétaire (Hydro-Québec)
Bruno Larouche (Alcan)
Jean-Pierre Villeneuve et Bernard Bobée (INRS-ETE)
Financement :
Hydro-Québec, CRSNG, Alcan et INRS- ETE

Les projets suivants décrivent les activités de recherche réalisées dans le cadre de la Phase II de la Chaire sous la direction de Bernard BOBÉE

THÈME 1 : ACQUISITION ET VALIDATION DES DONNÉES HYDROMÉTÉOROLOGIQUES

Les données hydrométriques et météo-rogiques constituent la base de notre connaissance du cycle hydrologique. Pour le dimensionnement de nouvelles installations hydroélectriques, pour la gestion optimale des installations existantes et pour l'évaluation des différents risques associés à

ces activités, il est essentiel pour Hydro-Québec de bien connaître les apports des rivières sur lesquelles sont situés les barrages et les centrales. Cependant, les données hydrométriques sont souvent entachées d'incertitudes significatives et, dans certains cas, d'erreurs de mesure qui peuvent être importantes. Il en résulte que les apports naturels calculés par bilan hydrique peuvent être très imprécis. C'est pourquoi il est nécessaire d'effectuer une validation des observations brutes.

Projet 1.1 : “Méthodologie de validation des apports naturels” a été réalisé sur la période de mai 1998 à septembre 2000.

Projet 1.2 : Évaluation des besoins en données et gestion des réseaux hydrométéorologiques (mai 1999 - septembre 2002)

Il est important de s'assurer que l'on possède les données nécessaires pour une gestion optimale et sécuritaire du système hydrique. En effet, l'efficacité de la décision dépend de la valeur et de la quantité d'informations utilisée. Dans le cadre de ce projet, on envisage une évaluation de l'adéquation du réseau hydrométéorologique existant pour les besoins d'Hydro-Québec. On étudiera la valeur économique de l'information hydrologique obtenue à une station (principalement des débits) pour la conception et la gestion des réservoirs. On s'engage également à développer des critères pour une gestion intégrée des différents réseaux, par exemple le réseau de mesures de débit et les différents réseaux météorologiques/ Coll. : A. St-Hilaire, C. Gignac (chargé de projet Hydro-Québec), T.B.M.J. Ouarda, M. Haché, M. Lachance, J. Gaudet, C. Pion, J.G. Robichaud, P.J. Rioux (Hydro-Québec), N. Thiémonge, S. Weyman (Hydro-Québec).

THÈME 2 : PRÉVISION DES APPORTS NATURELS

Plusieurs activités régulières d'Hydro-Québec impliquent la prise de décision basée sur les prévisions des débits horaires et journaliers (à court terme), hebdomadaires et mensuels (à moyen terme) et annuels (à long terme). La prévision adéquate des débits futurs est nécessaire pour assurer une gestion efficace des ressources hydriques d'Hydro-Québec et pour permettre une prise de décision adéquate durant les situations de crise telles que celles créées par des inondations. Le domaine de la prévision a connu de grands développements au cours des dernières années, en particulier en ce qui concerne l'application des modèles non paramétriques. En effet, plusieurs de ces modèles sont très prometteurs; leur comparaison avec les méthodes utilisées actuellement à Hydro-Québec devrait déboucher sur des améliorations significatives.

Projet 2.1 : “Étude de nouvelles méthodes de prévision” a été réalisé sur la période de mai 1998 à octobre 2001

Projet 2.2 : Modélisation de l'incertitude des paramètres de modèles conceptuels (septembre 2000 - novembre 2003)

À Hydro-Québec, les modèles conceptuels sont utilisés notamment pour la prévision à court et moyen termes. Ces prévisions sont imprécises principalement en raison de l'imprécision des intrants (tels que la précipitation) et de l'imprécision due à la simplification conceptuelle du processus pluie-débit. Dans ce projet, on s'intéresse à l'évaluation de l'impact de l'incertitude des intrants sur l'estimation des paramètres de modèles conceptuels. Ces incertitudes peuvent avoir un impact sur les apports simulés (et donc sur l'évaluation du risque); il est donc important de pouvoir les quantifier. On procédera à : i) l'étude de sensibilité du modèle HSAMI à l'aide de différents jeux de données; ii) l'évaluation de l'impact du manque d'information sur l'incertitude des paramètres du modèle conceptuel; iii) l'étude de cas sur un bassin bien équipé pour évaluer l'avantage d'un meilleur équipement; iv) la détermination de la densité minimale du réseau pour effectuer des prévisions adéquates; v) l'estimation de l'impact de l'incertitude des apports réels utilisés dans la prévision et vi) l'évaluation du gain apporté au niveau de la qualité de la prévision par l'utilisation du modèle hydrologique distribué HYDROTEL/ Coll. : A.-C. Favre, V. Fortin (chargé de projet IREQ), A. St-Hilaire, C. Pion, N. Thiémonge (Hydro-Québec), Y. Hamdi, R. Turcotte (MENV), A. Cârsteanu (Cinvestav, Mexique).

THÈME 3 : ANALYSE STATISTIQUE ET MODÉLISATION STOCHASTIQUE DES SÉRIES CHRONOLOGIQUES

La modélisation statistique des variables hydrologiques est un domaine de grand intérêt pour Hydro-Québec. Dans ce thème, on propose de poursuivre les activités de recherche déjà effectuées dans le cadre de la première phase de la Chaire. Les activités porteront sur l'amélioration de l'estimation de débits de conception en prenant en compte l'information hydrométéorologique, historique ou régionale. On envisage également d'étudier, sur ces séries relatives aux principaux systèmes hydrométriques d'Hydro-Québec, la modélisation statistique et stochastique des séries historiques d'apports énergétiques ainsi que d'identifier l'impact des changements climatiques ayant lieu sur le territoire québécois.

Projet 3.1 : “Modélisation stochastique des séries chronologiques” a été réalisé sur la période de mai 1998 à mai 2001

Projet 3.2: Construction des hydrogrammes-types annuels a été réalisé de septembre 1998 à mai 2000

Projet 3.3 : Analyse fréquentielle locale (mai 1999 - novembre 2003)

L'estimation des crues de conception des ouvrages est importante pour déterminer de manière optimale le dimensionnement des évacuateurs de crue. Une surestimation conduit à un surdimensionnement des ouvrages, entraînant aussi des surcoûts de construction, tandis qu'une sous-estimation peut occasionner des risques d'inondation et des pertes de vies humaines. L'utilisation de distributions statistiques, afin de modéliser les débits maximums annuels de crue, est une des étapes principales lors du dimensionnement des évacuateurs. Les logiciels HYFRAN et HYFRAN-PRO, développés par l'équipe de la Chaire, permettent de mener à bien l'analyse de fréquence des débits. Bien que de nombreuses questions reliées à l'analyse fréquentielle locale aient été abordées et résolues au cours de la première phase de la Chaire, des avenues de recherche intéressantes restent à explorer dans ce domaine et des améliorations substantielles peuvent être apportées aux logiciels/ Coll.: S. El Adlouni, P. Bruneau (chargé de projet Hydro-Québec), T.B.M.J. Ouarda, Y. Hamdi, M. Barbet, L. Perreault (Hydro-Québec).

Projet 3.4 : Modélisation des risques combinés (mai 2002 - novembre 2003)

Il est fréquent que Hydro-Québec construise ses ouvrages hydrauliques en cascade sur une même rivière. Les choix qui sont faits lors du dimensionnement d'un ouvrage hydraulique peuvent influencer la conception des ouvrages en aval. Par exemple, plus un ouvrage de retenue a une réserve utile importante pouvant servir au laminage des crues de printemps, moins grands seront les débits de conception requis pour l'évacuateur de crue tant au site avec réserve utile qu'à ceux situés en aval. Toutefois, ceux-ci devront pouvoir absorber également les débits des bassins intermédiaires. Les objectifs spécifiques du projet sont d'évaluer le débit pour une récurrence donnée en aval d'un ouvrage hydraulique ou à la confluence de deux rivières. Après évaluation de la complexité du problème, il a été statué que l'application de la méthodologie sera d'abord effectuée à des sites de mesure, ou proche de sites de mesure, de façon à ne pas avoir à transposer l'information et de façon à avoir directement des séries de mesures pouvant servir à valider les méthodologies.

Dans le cas de l'évaluation de la pointe de crue à un ouvrage en cascade, les apports intermédiaires

seront supposés connus, évalués par bilan hydrique ou jaugés/ Coll. : S. El Adlouni; L. Roy (chargé de projet Hydro-Québec), T.B.M.J. Ouarda, A.-C. Favre, H. Onibon, Y. Hamdi; P. Bruneau (Hydro-Québec); L. Perreault (IREQ).

Projet 3.5 : Analyse fréquentielle régionale (mai 2000 - novembre 2003)

On est souvent amené à estimer des événements extrêmes dans des sites où l'on dispose de peu ou même d'aucune information hydrologique. On a alors recours au site cible où l'on ne dispose pas suffisamment d'information, à une procédure d'estimation régionale (ou modèle régional) utilisant des données d'écoulement disponibles à d'autres stations ainsi que de l'information auxiliaire (tel que l'information pluviométrique). Les modèles régionaux sont aussi utilisés plus généralement pour permettre une description globale des caractéristiques de la structure spatiale des différents phénomènes hydrologiques dans une région donnée. Plusieurs aspects de l'analyse régionale de crues ont déjà été considérés dans la Phase I de la Chaire (C5) en continuité avec un projet CRSNG Stratégique. Les objectifs généraux sont : i) d'utiliser l'information alternative (par exemple, données historiques) dans un contexte régional; ii) de développer une approche de modélisation explicite de l'hétérogénéité régionale et de quantification de l'incertitude reliée à l'estimation; iii) de faire l'inventaire de méthodes simples de régionalisation en vue de leur application dans des régions où l'on dispose de peu d'information (chaque méthode sera évaluée en fonction de sa simplicité d'application, du besoin d'information pour son utilisation, de sa précision, etc.) et iv) de régionaliser d'autres variables d'intérêt pour Hydro-Québec, telles que les événements de précipitation, les étiages et les prévisions d'apports/ Coll. : T.B.M.J. Ouarda, M. Barbet (Hydro-Québec), H. Gingras, M. Lachance, A. St-Hilaire, J. Cunderlik, H. Onibon, P. Bruneau (Hydro-Québec), B. Larouche (Alcan).

THÈME 4 : ANALYSE DE DÉCISION EN SITUATION DE RISQUE

À Hydro-Québec, une attention de plus en plus importante est accordée à l'analyse rationnelle du risque et de la fiabilité des systèmes de production hydroélectrique. L'analyse du risque associée aux systèmes de production nécessite d'aborder le problème complexe de la gestion. En effet, le risque global associé à ces systèmes est relié au risque hydrologique (dû à la variabilité de l'écoulement) et au risque de gestion (dû aux décisions prises continuellement pour gérer le système). Deux types de risque sont distingués et abordés dans le cadre de ce projet : le risque fixe, relié au dimensionnement des ouvrages et à l'analyse fréquentielle, et le risque relié à la décision séquentielle, impliquant généralement la gestion des systèmes de production énergétique

Projet 4.1 : “Modélisation du risque associé aux événements rares” a été réalisé de mai 2000 à novembre 2003

Les phénomènes naturels extrêmes (ou événements rares) sont généralement caractérisés par des dommages élevés et par une faible probabilité d'occurrence (donc peu d'information). L'étude de l'impact de tels événements rares sur la prise de décision pour la planification et l'opération des systèmes hydriques est primordiale pour la mise en place de plans d'urgence afin de minimiser les pertes matérielles et humaines. L'étude de la genèse des événements rares est également essentielle pour mieux comprendre les phénomènes climatiques qui mènent à la production d'événements rares tels que celui survenu en 1996 dans la région du Saguenay. Les objectifs généraux porteront sur : i) l'étude de la fiabilité des évacuateurs de crue, la mise sur pied d'indicateurs de risques globaux (facteurs économiques, humains et environnementaux) et la prise en compte de l'incertitude sur les prévisions et les mesures du Saint-Maurice; ii) l'analyse du risque hydrologique pour les étiages et iii) l'estimation statistique des événements extrêmes (comportement asymptotique des lois, analyse fractale)/ Coll.: A. St-Hilaire, N. Thiémonge (chargée de projet Hydro-Québec), M. Haché, M. Slivitzky, A.-C. Favre; C. Pion, L. Perreault, D. Tremblay (Hydro-Québec); V. Fortin, N. Evora (IREQ).

Projet 4.2 : Analyse des interactions hydrologie / gestion (mai 2001 - novembre 2003)

L'expertise en hydrologie est souvent mise au service des gestionnaires de systèmes de production. Cette relation entre l'hydrologue et le gestionnaire doit être basée sur une bonne compréhension des besoins. Dans certains cas, il peut exister une dichotomie entre le risque perçu par le décideur et celui estimé par l'hydrologue. L'analyse du risque et de l'incertitude évolue en fonction de la variation des intrants (données hydrométéorologiques, par exemple) et du développement de nouvelles techniques d'analyse. Dans ce cadre évolutif, il devient primordial d'harmoniser l'interprétation du risque et de l'incertitude afin d'optimiser la gestion d'ouvrages existants et la conception de nouveaux ouvrages/ Coll.: A. St-Hilaire; N. Thiémonge (chargée de projet Hydro-Québec); M. Lachance; C. Pion (Hydro-Québec).

Estimation des événements extrêmes en hydrologie (2002-2006)

L'estimation des événements extrêmes est importante pour la construction d'ouvrages, la gestion des réservoirs à des fins d'alimentation en eau, la production hydroélectrique, le contrôle des inondations et le respect des normes environnementales. L'analyse fréquentielle est un

outil privilégié pour estimer les débits de périodes de retour T données. Pour obtenir une estimation adéquate, il importe de choisir la distribution et la méthode d'estimation des paramètres qui représentent le mieux les données. Les travaux effectués ont donné lieu : (1) à une étude approfondie des propriétés des distributions de Halpen de type A,B et B-1 et à leur intégration dans le logiciel HYFRAN. Le logiciel HYFRAN contient 15 distributions (D) et pour chacune d'elles, on a retenu de 1 à 3 méthodes d'ajustement (M); on obtient ainsi 29 combinaisons D/M ; (2) au développement d'un module bayésien d'aide à la décision permettant de classer les combinaisons D/M en fonction de leur adéquation aux données observées à partir de la distribution a posteriori de chaque combinaison. Les recherches en cours et prévues concernent : i) le développement d'une méthode de génération aléatoire de variantes suivant les distributions de Halpen de type A, B et B-1, afin de pouvoir effectuer des simulations, en particulier pour étudier le biais des estimateurs obtenus par la méthode du maximum de vraisemblance; ii) l'étude du comportement asymptotique des distributions contenues dans HYFRAN, avec l'objectif d'élaborer un test de comparaison des distributions à partir des valeurs extrêmes de l'échantillon; et iii) la comparaison des diagrammes des rapports de moments (diagramme de Pearson, de Halphen et des L-moments) pour examiner leur efficacité respective dans le choix a priori d'une distribution pour représenter les données observées.

Utilisation de l'information historique et paléohydrologique pour l'estimation des crues extrêmes/Projet SPHERE (2001-2005)

Le projet SPHERE (Systematic Paleoflood and Historical data for the ImprovEment of flood Risk Estimation), impliquant huit groupes universitaires et trois équipes d'utilisateurs provenant de cinq pays est financé pour un montant de 949 000 \$ par la Communauté Européenne pour la période 2000-2002. En raison de l'expérience acquise au cours des vingt dernières années par notre équipe de la Chaire en Hydrologie statistique, nous avons été sollicités pour participer à ce projet international. Notre rôle est de proposer de nouvelles approches statistiques pour prendre en compte les données historiques dans l'analyse fréquentielle des crues et de les intégrer dans un logiciel/ CRSNG-Occasion de recherche concertée/ Coll.: T.B.M.J. Ouarda.

Risque et décision en hydrologie dans une perspective bayésienne (2002-2005)

Dans ce projet, on propose une méthodologie générale permettant de prendre en compte les incertitudes lors de la prise de décision et on propose de l'appliquer à différents problèmes d'intérêt dans l'analyse et la gestion des ressources en eau. L'approche bayésienne

permet de prendre en compte de manière formelle divers types d'informations sur le phénomène étudié (connaissance a priori) et de mettre à jour ces informations à partir d'un échantillon de données. C'est à partir de cette connaissance a posteriori que les décisions et inférences sont effectuées. L'approche bayésienne permet une démarche décisionnelle complète en intégrant, dans un contexte global, et l'estimation (inférence statistique) et les aspects décisionnels pour mieux apprécier l'incidence des incertitudes sur la prise de décision. Cette démarche est appliquée aux quatre thèmes de recherche suivants : i) la gestion des réseaux de mesure et l'évaluation des besoins en données et de la valeur de l'information; ii) la prévision hydrologique; iii) l'analyse de la probabilité des crues et iv) les changements climatiques/ CRSNG Subvention Recherche et développement coopérative/ Coll. : A. C. Favre, T.B.M.J. Ouarda, A. St-Hilaire, S. El Adlouni, M. Slivitzky, P. Bruneau et R. Roy, (Hydro-Qué), V. Fortin et L. Perreault (IREQ).

Coopération Québec-Mexique

Le projet comprend deux volets. A) Prévision hydrologique et gestion des ressources en eau au Mexique - application aux cas des bassins du fleuve Grijalva et du fleuve Balsas : i) évaluation de l'adéquation des réseaux de mesure; ii) développement d'outils pour la validation des données et iii) prévision hydrologique à court et à moyen termes. B) Identification du potentiel microhydraulique en vue de la production hydroélectrique : i) développement d'une méthodologie d'estimation régionale en des sites où l'on dispose de peu d'information/ Ministère des Relations internationales du Québec/ Coll. : B. Bobée, T.B.M.J. Ouarda, C. Diaz Delgado et K. Bâ (UAEM-CIRA, Mexique), A. Cârsteanu (Cinvestav, Mexique).

Ouranos : Développement d'outils et analyse statistique des occurrences et récurrences hydroclimatiques dans un contexte non stationnaire (2002-2005)

Ce projet a été initié sous l'égide du Consortium Ouranos. Les objectifs de ce projet sont : i) la détection des non-stationnarités et le développement de méthodes d'analyse de fréquences qui en tiennent compte; ii) l'élaboration de méthodes de sélection des lois statistiques représentatives, permettant une détermination adéquate d'événements de période de retour donnée et iii) l'étude de la climatologie québécoise dans un contexte d'occurrences-récurrences/ Coll. : T. B.M.J. Ouarda, A. St-Hilaire, S. El Adlouni; R. Roy et N. Khaliq (Consortium Ouranos); P. Bruneau (Hydro-Québec); L. Perreault et V. Fortin (IREQ)

Andrée BOLDUC, professeure associée Géosciences

Les géosciences à l'appui de la gestion intégrée de l'estuaire et du golfe du saint-laurent

Le projet a pour objectif de fournir les connaissances géoscientifiques nécessaires à la prise de décision dans des questions de gestion des ressources concurrentielles dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. Le golfe est une région où les usages traditionnels de la mer, soit la pêche et la navigation maritime, sont en compétition avec les demandes de plus en plus grandes liées à la conservation (aires marines protégées, parcs marins), la délimitation de corridors pour l'installation de câbles et/ou pipelines, et autres usages industriels. On parle entre autres de la localisation et la construction des infrastructures, des pêches, de l'aquaculture, de la conservation, de la qualité de l'environnement marin, de l'exploration et l'exploitation, traditionnelles et non-conventionnelles, des combustibles fossiles. Le golfe étant vaste, une première phase de levés sera effectuée dans l'estuaire du Saint-Laurent, entre l'embouchure du Saguenay et Manicouagan, région pour laquelle seront produites des cartes, banques de données et rapports interprétés de la morphologie du fond marin, des formations superficielles, des habitats benthiques, des risques géologiques et des ressources potentielles en combustibles fossiles, minéraux et agrégats.

C'est donc grâce à l'acquisition de données multifaisceaux (bathymétrie et rétrodiffusion), de données océanographiques physiques connexes et de validations géologiques et d'habitats benthiques que ce projet permettra l'intégration des données nouvellement acquises aux données archivées pour arriver à une compréhension globale du fond marin de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. La bathymétrie multifaisceaux à très haute résolution permet de déterminer les indices potentiels de risques naturels en zone profonde et côtière, incluant la stabilité des pentes, la mobilité des sédiments et la distribution et le mouvement de structures sédimentaires de grande envergure; la présence de gaz peu profond ainsi que la distribution des différents types de fonds marins ayant des propriétés portantes variées.

Le projet jettera ainsi les bases des travaux futurs dans le golfe et permettra la planification d'une gestion intégrée basée sur des connaissances géoscientifiques solides.

Modélisation 3D liée à la caractérisation hydrogéologique des formations superficielles

Deux régions sont ciblées dans ce projet, soit la région d'Amos en Abitibi et la Vallée d'Annapolis, en Nouvelle-Écosse.

En Abitibi, la qualité exceptionnelle de l'eau souterraine exploitée dans un tronçon d'esker dans la région d'Amos a motivé une étude thématique afin de comprendre le contenu, l'esker, ainsi que la circulation du contenu; l'eau souterraine. C'est donc par la modélisation 3D, à l'aide de données de forage et de géophysique peu profonde, que l'architecture interne des formations superficielles a pu être comprise. La base de l'aquifère est une combinaison de roc et de till dont la topographie est hautement variable. Malgré la présence de sous-bassins hydrogéologiques, ceux-ci sont interreliés et le pompage excessif dans l'un ou l'autre pourrait affecter la disponibilité de la ressource ailleurs. Toutefois, les usages actuels semblent compatibles avec la capacité de l'aquifère à se renouveler.

En Nouvelle-Écosse, la modélisation vise surtout à permettre de comprendre la recharge des aquifères rocheux au travers les formations superficielles. En effet, la diversité des processus de glaciation-déglaciation dans la Vallée d'Annapolis se traduit par une complexité dans l'agencement des formations quaternaires. Ainsi, des formations imperméables tels que des silts lacustres sont contiguës à des formations très perméables tels que des sables et graviers fluvioglaciaires. Il existe donc, selon les régions, un potentiel de protection des eaux souterraines, tout comme un potentiel de fragilité à la contamination, qui doivent être étudiées en détail. La modélisation 3D, basée sur une recartographie complète des formations superficielles dans les bassins versants étudiés, couplés à des données de forage et de géophysique peu profonde, est donc l'outil privilégié pour comprendre la dynamique d'écoulement dans les formations quaternaires vers les aquifères rocheux de la Vallée d'Annapolis.

***Peter G.C. CAMPBELL, professeur
Biogéochimie***

Incidence et implications toxicologiques du transport accidentel de l'argent (Ag) à travers des membranes biologiques

Des recherches réalisées au cours des vingt dernières années et plus ont fait ressortir des liens évidents entre la spéciation des métaux et leur "réactivité", aussi bien dans un contexte géochimique que sur le plan toxicologique. Cependant, dans le cas de l'argent, ces liens demeurent relativement peu connus. En l'absence de sulfures, la spéciation de l'argent dissous est fortement influencée par des réactions de complexation avec les ions chlorure et thiosulfate, ainsi qu'avec la matière organique dissoute (MOD) naturelle. Comment la complexation de l'argent affecte-t-elle la biodisponibilité du métal : le présent projet de recherche a été conçu pour répondre à cette question. En nous servant d'algues unicellulaires comme organisme cible,

nous manipulons la spéciation de l'argent dans le milieu externe pour simuler les conditions susceptibles de se produire sur le terrain et pour déterminer comment ces changements de spéciation affectent la biodisponibilité du métal. Les résultats obtenus jusqu'à maintenant suggèrent que certains complexes anioniques de l'argent soient biodisponibles, et que la connaissance de la concentration de l'ion Ag^+ libre ne suffit pas à prédire la toxicité de l'argent envers le phytoplancton. Ces résultats devraient contribuer à la rationalisation des objectifs de qualité de l'eau pour l'argent/ CRSNG – partenariats université-industrie, subvention RDC/ Kodak Canada inc/ Coll. : C. Fortin, D.-Y. Lee et C. Porcher (INRS).

Spéciation et biodisponibilité de métaux dans les eaux naturelles

Pour plusieurs métaux bivalents (p. ex. Cd, Cu, Pb, Zn) et pour des milieux artificiels étudiés au laboratoire, il existe beaucoup d'évidence à l'effet que la réponse biologique provoquée par le métal dissous dépend de la concentration de l'ion métallique libre, M^{2+} . Pour un organisme aquatique donné, les effets biologiques d'un métal dissous vont également dépendre de divers autres facteurs environnementaux (p. ex. pH, dureté, [Ca], salinité, [matière organique dissoute]). Ces facteurs peuvent, en principe, agir de deux manières : directement sur l'organisme, en influant sur sa physiologie et donc sa sensibilité au métal; et indirectement, en influençant notamment la spéciation du métal dans le milieu. Le présent programme vise le développement d'un modèle général pour prédire la biodisponibilité des métaux traces chez les organismes aquatiques; ce modèle devra tenir compte de la spéciation du métal ainsi que de l'influence directe de divers facteurs environnementaux : la matière organique dissoute, le calcium, la salinité et le pH. Les recherches en cours comprennent des éléments de chimie analytique, de géochimie et de toxicologie aquatique. D'abord, on vise le développement de méthodes analytiques fiables pour déterminer la spéciation de certains métaux traces dissous, aussi bien dans les eaux naturelles que dans les milieux synthétiques utilisés pour des bioessais; nous nous intéressons à des métaux essentiels (ex. Cu, Zn) ainsi qu'à des métaux non essentiels (ex. Al, Ag, Cd). L'application de telles méthodes analytiques à des eaux naturelles permet d'étudier le comportement géochimique de ces métaux et d'identifier/ quantifier les facteurs qui contrôlent leur spéciation et leur mobilité. Finalement, on poursuit des recherches écotoxicologiques complémentaires sur ces mêmes métaux, dans le but d'élucider les relations existant entre les formes de métal présentes dans les eaux naturelles et leurs effets biologiques. Pour les métaux cationiques et leurs complexes hydrophiles, nous avons

choisi comme point de départ le "Modèle du ligand biotique" (BLM ou *Biotic Ligand Model*), compte tenu de sa capacité indéniable de rationaliser la grande majorité des données toxicologiques obtenues au laboratoire, dans des milieux artificiels. Il s'agit ici de tester les limites du BLM dans des conditions réalistes, notamment en ce qui concerne le pH, la salinité, la présence de ligands organiques naturels et la présence de métabolites assimilables, de poids moléculaire faible.

Cette validation du modèle fait appel à des expériences de prise en charge (*uptake*), où l'on suit de près la cinétique des réactions impliquées (adsorption à la surface biologique; transport à travers la membrane biologique; complexation intracellulaire) et à des bioessais. Les cibles biologiques sont exposées aux métaux, en contrôlant avec soin la spéciation du métal dans le milieu d'exposition - la manipulation de la spéciation des métaux dans le milieu externe permet d'explorer les limites du modèle et de le raffiner/ CRSNG-Subvention de recherche ; Chaire de recherche du Canada en Écotoxicologie des métaux; Environnement Canada (subvention administrée par le Réseau canadien de Centres de Toxicologie, le RCCT)/ Coll. : C. Fortin (INRS), B. Hale (U. Guelph), F. Denizeau et C. Jumarie (UQAM), A. Boudou (U. Bordeaux), F. Boily, A. Boullemant, G. Côté, F. Maloney et C. Porcher (INRS).

Liens entre la bioaccumulation de métaux potentiellement toxiques et la manifestation d'effets délétères chez les poissons indigènes

Ce projet a été développé dans le cadre du Réseau de recherche MITE (*Metals in the Environment*). Il se déroule dans les régions minières de Rouyn-Noranda (QC) et de Sudbury (ON) et il implique l'échantillonnage de poissons indigènes dans des lacs situés le long d'un gradient de contamination en métaux. On cherche à établir des liens entre : i) l'exposition aux métaux (Cd, Zn); ii) la prise en charge de métaux (foie, reins, branchies); iii) la spéciation intracellulaire des métaux (complexation par la métallothionéine ou par d'autres ligands cytosoliques); iv) la physiologie des poissons (fonctionnement du système endocrinien); v) la croissance des poissons (bilan bioénergétique) et vi) les effets au niveau de la population (succès reproducteur). À l'INRS-ETE on s'occupe des aspects i) à iii), le secteur iv) relève de la Dre Alice Hontela (UQAM), alors que le domaine v) est sous la responsabilité du Dr Joseph Rasmussen (McGill). Ce projet devra nous permettre de mieux appréhender les effets réels de métaux comme le Cd et le Zn sur les animaux aquatiques/ CRSNG – partenariats université-industrie, subvention de réseau; Association canadienne minière; Ontario Power Generation inc/ Coll. : A. Hontela (UQAM), J.B.

Rasmussen (McGill), A. Giguère et L. Kraemer (INRS).

Outils pour déterminer les apports permmissibles en métaux dans le milieu récepteur

L'industrie minière et métallurgique au Québec doit répondre aux exigences du programme de réduction des rejets industriels (PRI) du gouvernement du Québec. Par ce programme, le ministère de l'Environnement du Québec préconise une réduction des rejets en tenant compte de la particularité de chaque site récepteur; à cet effet, le Ministère a mis au point une approche par objectifs environnementaux de rejet, qui vise la prévention d'effets environnementaux néfastes et inacceptables. Dans le milieu aquatique, le calcul des objectifs environnementaux de rejet tiendra compte de la particularité de chaque site récepteur, notamment du niveau d'étiage et de la capacité de dilution du dit site (débit). Le projet actuel cherche à modifier l'approche traditionnelle de gestion des rejets industriels en y intégrant une approche "milieu", qui tiendra compte de la capacité assimilatrice du milieu récepteur et des notions de spéciation et de biodisponibilité. Le projet a pour objectif d'aider à définir des "objectifs environnementaux de rejet", en tenant compte de : i) la capacité assimilatrice du milieu récepteur en regard des métaux et d'autres substances présentes dans les rejets industriels; ii) la concordance entre la toxicité des métaux dans le milieu par rapport aux tests de laboratoire; iii) le concept de "biodisponibilité" et iv) l'approche du poids des évidences (*weight-of-evidence approach*). Le projet vise le développement et l'application de nouveaux outils (transfert technologique) pour la caractérisation et le suivi environnemental d'un milieu récepteur/ CRSNG – partenariats université-industrie, subvention RDC; COREM/ Coll. : L. Hare (INRS), C. Olsen (COREM), L. Martel (CEAEQ), A. Hontela (UQAM), B. Pinel-Alloul et G. Méthot (U. de M.), Y. Couillard (Environnement Canada), B. Vigneault (Ressources naturelles Canada), S. Masson, S. Cooper et A. Michaud (INRS), M-C. Tardif (UQAM).

Évaluation des risques écologiques des opérations minières à Chibougamau, Québec

La communauté Cree d'Oujé-Bougoumou s'inquiète des effets cumulatifs des opérations minières qui se déroulent sur son territoire traditionnel depuis environ 50 ans. Dans leurs discussions récentes avec le gouvernement du Québec, il a été convenu que l'on devrait réaliser une évaluation des risques posés par ces opérations minières sur la population humaine et sur l'écosystème (aquatique). Le présent projet ne concerne que ce second volet (évaluation des risques écologiques) et il implique une coordination des activités d'échantillonnage et d'analyse qui sont réalisées par Environnement

Québec/ Grand Conseil des Cris/ Coll.: D. Laliberté (Environnement Québec), P. Wertman (Grand Conseil des Cris), E. Neiboer (Univ. McMaster).

*Daniel CLUIS, professeur
Hydrologie*

Persistance des séries hydrologiques. Utilisation des coefficients d'auto-corrélation pour étudier la persistance des séries temporelles en hydrologie quantitative et qualitative

Ce projet vise à résoudre, à moyen terme, trois groupes de problèmes : i) dans le domaine de la surveillance de la qualité de l'eau, l'estimation des débits massiques constitue un prérequis nécessaire à l'interprétation des phénomènes de transport, à des relations sources-effets et à la calibration des modèles de qualité de l'eau; ii) dans le domaine de l'étude structurale des séries environnementales, les caractéristiques d'asymétrie et de non-stationnarité en moyenne et en variance, ainsi que la présence de valeurs aberrantes, douteuses, censurées ou tronquées, rendent l'analyse difficile. Nous nous attardons à développer des méthodes robustes et des algorithmes permettant la détection structurale des tendances en présence des valeurs aberrantes, où les estimateurs de HUBER seront mis à contribution et iii) dans le domaine des fonctions de transfert entre séries environnementales, nous adapterons les méthodes développées en économétrie pour les rendre robustes à la structure de nos données et suggérerons des hypothèses physiques objectives/ CRSNG-Dépenses courantes.

Observation Spatiale et modélisation des sources d'érosion et de pollution diffuse dans les bassins versants agricoles alimentant les lacs

Le projet vise, par des mesures au sol, à rendre plus fiables les observations spatiales des sources d'érosion et de pollution diffuse (phosphore) et à développer une approche qui puisse être utilisée de façon plus opérationnelle par les organismes chargés de la protection de l'environnement. Les outils spatiaux d'observation de la terre permettent une vision globale de l'utilisation du sol dans les bassins, et les données RADARSAT permettent de localiser la rugosité et l'humidité du sol nu. Ces informations devraient pouvoir être combinées aux schémas de drainage des modèles classiques agroenvironnementaux pour pouvoir localiser les zones vulnérables à l'érosion/ CRSNG, Projet stratégique/ Coll.: F. Bonn, D. Cluis, C. Madramoto, M. Laverdière, A. Roy, IRDA.

*Patrice COUTURE, professeur
Biogéochimie*

Conséquences métaboliques de l'exposition chronique aux métaux chez les poissons sauvages

Ce programme de recherche examine les effets de la pollution par les métaux sur la santé des poissons sauvages. La perchaude est une espèce abondante et écologiquement importante dans les systèmes d'eaux douces de l'est du Canada, et est la seule espèce présente dans les lacs contaminés aux métaux à proximité des opérations minières et des fonderies de Rouyn-Noranda (QC) et de Sudbury (ON). Notre recherche à ce jour a démontré que la perchaude provenant de lacs contaminés aux métaux était en moins bonne condition et exprimait un taux de croissance réduit, en comparaison avec les populations non contaminées des environs. Notre recherche actuelle examine plus en détail les mécanismes de toxicité métallique chez les poissons sauvages. Spécifiquement, nous examinons comment l'exposition chronique aux métaux peut endommager les membranes cellulaires, affecter les mitochondries (les organites intracellulaires responsables de la production cellulaire d'énergie) et quelles sont les conséquences pour le métabolisme énergétique et la croissance. En plus de contribuer à l'avancement de notre savoir scientifique, ce programme fournira des informations utiles pour le développement d'outils d'évaluation de risque environnemental. Le Canada regorge de ressources aquatiques exceptionnelles. Il est un chef de file dans la recherche sur la physiologie des poissons et en matière de réglementation environnementale pour l'industrie minière.

Ce programme de recherche nous permettra de maintenir notre avance dans ces deux atouts canadiens. Financement : CRSNG découverte individuel.

*Anne-Catherine FAVRE, professeure
Hydrologie*

Génération stochastique de précipitations avec prise en compte des changements climatiques

Pour plusieurs applications hydrologiques (gestion des réseaux urbains de drainage, dimensionnement d'ouvrages hydrauliques, modélisation des crues extrêmes...), la longueur des séries débit métriques à faible pas de temps est insuffisante. Une alternative prometteuse consiste à générer des séries de précipitation à l'aide d'un modèle stochastique qui servent d'entrée à un modèle pluie-débit. Parmi les modèles de génération stochastique de pluie à pas de temps fin (horaire), le modèle de Neyman-

Scott à pulsations rectangulaires (Neyman-Scott Rectangular Pulses Model, NSRPM) est le plus apte à reproduire les caractéristiques statistiques des précipitations observées. Cependant, la structure mathématique du modèle permet uniquement de générer des séries de précipitation stationnaires et, par conséquent, n'est pas en mesure, actuellement, de prendre en compte de potentiels changements climatiques. La présente demande vise à combler cette lacune. L'idée, dans ce projet, est d'utiliser une approche basée sur la statistique bayésienne permettant de générer des séries de précipitation non-stationnaires de deux manières: i) en supposant que les paramètres du modèle de Neyman-Scott dépendent de variables explicatives climatiques (p. ex. la température); ii) en supposant que les paramètres du modèle de Neyman-Scott dépendent du temps (exp. processus de poisson non-homogène pour générer l'origine des averses). L'avantage de la méthode bayésienne est qu'elle permet d'effectuer simultanément les analyses statistiques et l'évaluation des conséquences socio-économiques des décisions prises par les gestionnaires des ressources en eau (analyse décisionnelle complète)/FQRNT/ Coll.: B. Bobée, T.B.M.J. Ouarda.

Prévision hydrologique à court terme en intégrant les prévisions météorologiques d'ensemble

La prévision hydrologique à court terme est une tâche nécessaire pour une gestion efficace des ressources en eaux de surface et pour permettre une réaction adéquate et rapide dans les situations de crise, comme les inondations. Une des manières d'effectuer la prévision consiste à utiliser des données météorologiques qui servent d'intrant à un modèle pluie-débit. Les prévisions météorologiques d'ensemble constituent actuellement le moyen le plus prometteur pour définir l'incertitude sur la prévision météorologique.

Chaque jour, 16 prévisions "perturbées" de 10 jours et deux prévisions non perturbées de 10 jours sont produites. La moitié des prévisions ainsi produites sont générées à partir du modèle spectral global et l'autre moitié provient des prévisions du modèle GEM (*Global Environmental Multiscale*). Les perturbations sont causées par des paramétrisations et/ou des conditions frontières légèrement différentes (p. ex. perturbation de la température à la surface de la mer, de l'albédo ou de la longueur de rugosité). L'idée est de perturber tout aspect du système de prévision pour lequel on s'attend à ce que l'incertitude ait une importance.

Une analyse descriptive des prévisions d'ensemble a mis en évidence d'importants problèmes de biais et de sous-dispersion. Il s'agit d'ailleurs d'un problème commun aux trois principaux systèmes de prévisions

météorologiques d'ensemble, soit celui du Centre européen de prévision météorologique à moyen terme, celui du US National Center for Atmospheric Research et celui du Service météorologique du Canada : les prévisions émises par ces systèmes sont biaisées et les ensembles obtenus sont moins variables que les observations qu'ils cherchent à simuler (sous-dispersion). Ces défauts doivent être corrigés si l'on veut émettre une prévision hydrologique probabiliste calibrée à partir d'un système de prévisions météorologiques d'ensemble. De plus, les hydrologues manifestent un grand intérêt à pouvoir augmenter le nombre de scénarios hydrologiques. Or, les prévisions météorologiques d'ensemble ne sont pas équiprobables car elles sont liées par des paramétrisations parentes. Il faudra être capable d'en tenir compte pour générer plus de scénarios hydrologiques. Ce projet de recherche vise à intégrer les prévisions météorologiques d'ensemble pour la prévision hydrologique à court terme /CRSNG (Subvention à la découverte individuelle).

Projets de la PHASE 3 de la Chaire en hydrologie statistique

Axe 2 : analyse et modélisation des séries chronologiques

L'analyse et la modélisation des séries chronologiques hydroclimatiques recoupent des activités de modélisation statistique, dynamique et déterministe. En raison de la qualité des données disponibles et des limites des modèles utilisés, les résultats obtenus sont généralement fortement incertains, ce qui nous amène à nous pencher sur des problématiques : (a) de quantification de l'incertitude; (b) de vérification des modèles utilisés et (c) de combinaison de différentes approches de modélisation pour aborder un même problème.

A2.1 Modélisation des apports à court terme à des fins de simulation et de prévision

La modélisation statistique des apports naturels à divers pas de temps est cruciale pour Hydro-Québec. Les séries synthétiques constituent les principaux intrants des modèles d'optimisation de la production. Les modèles statistiques utilisés pour générer ou prévoir des apports (p. ex. les modèles périodiques PARMA) reposent souvent sur un nombre trop élevé de paramètres. Ce problème de parcimonie est particulièrement important pour la modélisation des apports hebdomadaires. De plus, ces modèles ne formalisent pas de manière explicite les transitions d'une saison à l'autre (crue, non-crue, etc.) ni à une échelle de temps plus grande (annuelle), les changements possibles d'un régime à l'autre (succession de séquences sèches et humides induites par les variations climatiques). Pour tenter

de corriger ces problèmes, on emploie actuellement des approches d'ajustements heuristiques plutôt que de développer un modèle statistique plus réaliste qui peut être plus complexe. Ce projet a pour objectif de construire un modèle d'apports hebdomadaires qui formalise de manière parcimonieuse à la fois les aspects suivants : la dépendance temporelle des apports, le caractère hétérogène du processus et la dépendance spatiale. On envisage le développement de modèles à base de chaînes de Markov cachées.

Le projet A2.1 propose donc une approche radicalement différente des méthodes actuelles de simulation stochastique des apports hebdomadaires, dans le but de remplacer des méthodes traditionnelles déjà poussées à leur limite. En effet, les modèles basés sur des chaînes de Markov cachées, utilisés jusqu'à présent en hydrologie uniquement à des fins de prévision à court terme, ont beaucoup de potentiel pour régler les difficultés inhérentes au pas de temps hebdomadaire, comme l'explosion du nombre de paramètres et les échantillons non homogènes tirés de mélanges de lois /Hydro-Québec/CRSNG/ Coll. Luc Perreault (IREQ), Christiane Jacques, Michel Slivitzky, Éline Robichaud (Hydro-Québec), Nathalie Thiémonge (Hydro-Québec), Denis Tremblay (Hydro-Québec), Stéphane Krau (École Polytechnique de Montréal), Jean-François Angers (Université de Montréal), James Merleau (Université de Montréal).

Analyse fréquentielle multivariée de la pointe, du volume et de la durée de crue

Les crues sont le plus souvent décrites par trois caractéristiques principales : la pointe, le volume et la durée. Comme ces trois variables sont corrélées, trois analyses fréquentielles univariées ne sont pas en mesure de fournir une évaluation complète de la probabilité d'occurrence de l'événement considéré, p. ex. les crues maximales annuelles. De plus, une analyse fréquentielle univariée peut surestimer la sévérité d'un événement particulier et par conséquent augmenter les coûts de construction d'un ouvrage. Plusieurs études considèrent une modélisation bivariate du débit et du volume ou du volume et de la durée. Cependant, aucune étude n'a encore été effectuée en dimension trois sans utiliser une hypothèse erronée de normalité. Le premier but de ce projet est de réaliser une analyse fréquentielle trivariée des crues (pointe, volume et durée) en utilisant les copules. Plusieurs bassins versants seront considérés pour l'application, dont la Romaine. Les résultats de cette analyse permettront de produire des caractéristiques d'intérêt telles que les distributions conjointes, les distributions conditionnelles ainsi que les temps de retour associés.

Une autre application de l'analyse fréquentielle multivariée en hydrologie est la modélisation du risque combiné à l'aval de la confluence de plusieurs rivières ou de la somme de plusieurs sous-bassins en cascade. En effet, pour plusieurs applications, le débit de pointe est le résultat de la combinaison des débits de plusieurs bassins intermédiaires. Il est alors important de tenir compte de la dépendance entre les débits. Plusieurs études ont considéré une modélisation bivariate mais, à nouveau, aucune solution n'a été proposée en dimension trois ou supérieure (p. ex. pour quatre sites). Le second but de ce projet est donc de proposer une méthodologie permettant de modéliser le risque combiné de plusieurs sous-bassins à l'aide de copules. L'approche proposée pour la modélisation trivariée pointe, volume, durée devra être adaptée dans ce but. Un cas d'application particulièrement intéressant pourrait être la rivière Romaine étant donné que le complexe projeté est composé de quatre aménagements hydroélectriques /Hydro-Québec/ Coll. : Pierre Bruneau (Hydro-Québec), Christian Genest (Université Laval), Julie Béliveau (Université Laval), Christiane Jacques, Nathalie Thiémonge (Hydro-Québec), Marc Barbet (Hydro-Québec).

Évaluation de la procédure HMAPPORT et analyse comparative avec d'autres méthodes permettant de construire des hydrogrammes types prévisionnels

Dans le cadre de la gestion des ouvrages de production d'Hydro-Québec, la prévision des apports naturels est d'une importance primordiale. Pour maîtriser ces ressources en eau, il sera ainsi nécessaire d'estimer chaque jour les quantiles principaux (5%, 15%, 50%, 85% et 95%) de la distribution des apports à venir. Cependant, selon la période d'émission de la prévision, la forme de cette distribution peut varier substantiellement. Dans ce projet, nous voulons dresser un portrait global des distributions que l'on peut rencontrer. Elles peuvent être symétriques, asymétriques avec une queue de distribution inférieure lourde ou même multimodales. Dans de nombreux cas, deux modes sont présents dans la distribution. Cela pose une problématique de modélisation, à savoir comment tenir compte dans le modèle de la présence de plusieurs modes?

C'est pourquoi nous nous intéressons ensuite à la modélisation de ces distributions par un mélange de lois gamma. L'utilisation d'un mélange de lois gamma a pour but de modéliser ces formes de distributions variées. Avec un tel mélange, il sera possible d'obtenir des distributions bimodales, asymétriques, etc. Afin d'estimer les paramètres de ce modèle, une méthode bayésienne est mise en place. L'échantillonnage des distributions a posteriori des paramètres permet d'obtenir une approximation des vraies distributions. À partir de ces échantillons, on peut obtenir ensuite des

estimations et des mesures d'incertitude sur ces paramètres.

La construction d'hydrogrammes types est aussi d'un intérêt tout particulier pour Hydro-Québec. Ces hydrogrammes types sont utilisés dans la prévision à moyen et long terme et dépendent du problème à gérer (pointe et/ou volume de crue), la forme de l'hydrogramme devient alors très importante. Les hydrogrammes de base servent de référence en ce qui concerne les apports naturels moyens. Jusqu'à présent, la construction de ces hydrogrammes était empirique et subjective. La forme était donnée selon l'expérience de l'hydrologue, la pointe de crue printanière et les volumes étaient ajustés annuellement selon une méthode d'essais et erreurs. Dans ce projet, nous envisageons de développer une méthode systématique et rigoureuse pour construire des hydrogrammes de base. L'approche, qui s'appuie sur la synchronisation des hydrogrammes, est aussi utilisée pour la construction d'hydrogrammes prévisionnels possédant des caractéristiques données /Hydro-Québec/ Coll. : Denis Tremblay (Hydro-Québec), Luc Perreault (IREQ), Guillaume Evin, James Merleau (Université de Montréal), Jean-François Angers (Université de Montréal).

***Claude FORTIN, professeur
Biogéochimie***

Impact des facteurs environnementaux sur la biodisponibilité d'éléments traces en milieu aquatique

L'évaluation du risque écologique que représente un contaminant dans l'environnement comprend normalement quatre étapes : 1. la caractérisation des entrées de la substance dans le milieu récepteur; 2. la caractérisation de l'exposition des organismes indigènes présents; 3. la caractérisation des effets chez ces organismes et 4. la caractérisation du risque. Ce programme de recherche s'attarde distinctement aux trois premières étapes de l'évaluation du risque que représentent certains éléments traces en milieu aquatique. Volet (i) - La caractérisation des entrées : la présence dans l'environnement des éléments du groupe platine est relativement mal connue en dépit du fait que ces éléments sont relâchés continuellement par les véhicules automobiles (convertisseurs catalytiques). Le passage de ces éléments de la forme particulière à la forme dissoute, selon les conditions ambiantes, et leur destin dans le milieu aquatique récepteur seront étudiés. Volet (ii) - La caractérisation de l'exposition et des effets : le risque toxicologique que posent les métaux aux organismes aquatiques est en partie fonction de la biodisponibilité de ces métaux. Il est donc important de comprendre de quelle manière la spéciation des métaux influe sur le transport membranaire à l'interface eau/organismes. Nous

examinerons en détail les liens entre la spéciation chimique des métaux sur leur biodisponibilité envers le phytoplancton naturel. Plus particulièrement, nous nous attarderons à l'importance du pH comme paramètre clé affectant le transport transmembranaire des métaux/ CRSNG – Subvention à la découverte, FQRNT – Établissement de nouveaux chercheurs.

Détermination d'un indice de toxicité de haute sensibilité envers les métaux en utilisant des bioessais algaux et des méthodes de chimie analytique

La contamination des écosystèmes aquatiques par les métaux provenant des activités minières et industrielles représente une menace pour l'équilibre écologique et la santé humaine. L'évaluation du risque de toxicité et la surveillance de ce groupe de polluants sont essentielles pour le bien-être de notre société. Dans ce projet, nous proposons d'étudier et de développer une méthode de bioessai évaluant le risque de toxicité des métaux, c'est-à-dire une méthode possédant une grande sensibilité et rapidité. Pour atteindre ce but, notre équipe de recherche va combiner les objectifs suivants : 1- L'étude du comportement des biomarqueurs photosynthétique; 2- La capacité des algues à modifier la spéciation des métaux par l'exsudation de ligands et leur impact sur les mesures de toxicité; 3- Les effets d'interactions entre les métaux essentiels/non essentiels et les algues. Collaboration : Radovan Popovic (UQAM) et Neil Price (McGill) / FQRNT – Projet de recherche en équipe.

Évaluation des flux de métaux à l'interface sédiments-eau d'un parc à résidus miniers submergés (Heath Steele Mines, Nouveau-Brunswick)

Les sédiments du parc à résidus miniers Heath Steele Mines situé au Nouveau-Brunswick ont été submergés afin de réduire la présence d'oxygène et défavoriser l'oxydation des sulfures. Pour que cette approche soit efficace, le relargage d'éléments depuis les résidus doit être faible ou nul. Les flux diffusifs en métaux à travers l'interface sédiments-eau peuvent nous renseigner sur le mouvement des éléments entre la colonne d'eau et les sédiments. Ces flux peuvent être estimés à l'aide de dialyseurs par la détermination de profils de concentrations en ions dans la colonne d'eau et dans les sédiments superficiels. Ces profils permettent de déterminer l'orientation du flux des éléments recherchés ainsi que de quantifier ces flux et de démontrer que les sédiments agissent comme une source ou une trappe pour les métaux par rapport à la colonne d'eau. Collaboration : Peter Campbell et Lise Rancourt / SNC-Lavalin.

Transfert de métaux traces le long des chaînes trophiques aquatiques

Les métaux émis dans l'environnement aquatique peuvent compromettre notre santé, soit directement, quand nous consommons des animaux provenant de ces milieux, soit indirectement, par l'altération des chaînes trophiques desquelles ces animaux dépendent. Pour comprendre comment les métaux traces atteignent les échelons supérieurs (où sont situés les prédateurs comme nous), nous allons étudier les processus qui contrôlent le transfert des métaux le long des chaînes trophiques aquatiques. Nous étudierons trois métaux (le cadmium, le nickel et le thallium) qui sont potentiellement toxiques et qui sont accumulés par les organismes aquatiques. Au laboratoire, nous allons étudier comment la distribution sub-cellulaire des métaux change avec les conditions d'exposition (durée d'exposition et concentration de métaux) et comment de tels changements sub-cellulaires influencent le transfert des métaux d'un niveau trophique inférieur aux niveaux supérieurs. Collaboration : L. Hare, P.G.C. Campbell et P. Couture/ CRSNG – Réseau MITHE (Metals in the Human Environment).

*Pierre FRANCUS, professeur
Géodynamique*

Quantifier les paléoclimats à partir de séquences sédimentaires de haute résolution

Nous proposons d'étudier des sédiments annuellement laminés (varves) dans une série de lacs du Grand-Nord canadien. Le programme propose l'étude intégrée des processus sédimentaires et limnologiques actuels de ces lacs, en parallèle à l'observation des conditions climatiques et hydrologiques de leur bassin versant. Par comparaison de ces données hydroclimatiques avec les sédiments superficiels actuels, on détermine comment les signaux climatiques et hydrologiques (par exemple, la fonte des neiges, la température et les orages d'été) sont enregistrés dans les sédiments du lac. Ensuite, l'analyse de longues séquences varvées, par des techniques sédimentologiques classiques et une technique originale d'analyse d'image de lames minces, permet d'obtenir des reconstructions paléoenvironnementales quantifiées/ CRSNG.

Quantifier les paléoclimats nordiques

Cette proposition a pour objet le soutien des campagnes de terrain dans les régions nordiques menées dans le cadre d'un programme de recherche qui a pour but l'étude de sédiments annuellement laminés (varves) dans une série de lacs dans le Grand-Nord canadien. / CRSNG

Laboratoire d'analyses paléoclimatiques à haute résolution (LAPHR)

L'infrastructure comprend deux équipements à la pointe de la technologie. La première partie est constituée d'un spectromètre de micro-fluorescence X (ITRAX) permettant l'analyse élémentaire non destructive à très haute résolution directement sur la surface de l'échantillon. L'échantillon brut est bombardé par un faisceau très focalisé de rayons-X et est déplacé en face de détecteurs qui mesurent le spectre de fluorescence. À chaque pas de mesure (jusqu'à 0.1 mm), l'ITRAX est capable de mesurer la concentration des éléments depuis l'aluminium jusqu'à l'uranium. La précision des mesures dépend du temps d'acquisition, mais, pour les éléments tels que le fer et le calcium, les précisions atteintes sont de l'ordre de 20 ppm. Ainsi, en seulement 3 heures, on peut obtenir 15 000 mesures pour 25 éléments sur une carotte de 1,5 m de long sans détruire l'échantillon. La seconde partie de l'infrastructure consiste au développement d'un système original d'analyse texturale et structurale d'images microscopiques de sédiments pour les reconstitutions paléoenvironnementales. Ce système sera développé principalement autour d'un microscope à balayage (MEB) environnemental équipé d'un spectromètre d'énergie de dispersion (analyse chimique). Il s'agit d'automatiser une technique originale et unique d'analyse d'images de lames minces de sédiments meubles. L'infrastructure complète idéalement l'équipement existant, à savoir un CAT-Scan (Fonds FCI) et un banc GEOTEK (densité et susceptibilité magnétique). La réunion de tels équipements d'analyse de routine de haute résolution en un seul endroit permettra au Canada d'avoir une installation unique en Amérique du Nord, voire au monde. Elle permettra au Centre ETE de l'INRS d'être un chef de file dans le domaine des reconstitutions paléoclimatiques et des analyses de carottes sédimentaires./ Fonds de relevé FCI avec Isabelle Larocque.

CalibITRAX-Élaboration des protocoles de calibration d'un scanner de micro-fluorescence-X

Des carottes sédimentaires seront sélectionnées afin de couvrir ± 10 types de faciès sédimentaires différents : lacustres et marines, riches/pauvres en matière organique, en carbonates, en diatomées, en argiles, etc. Ces carottes seront mesurées pour ± 20 éléments par l'ITRAX avec différents réglages. Ensuite, des échantillons de ces carottes seront prélevés pour être analysés par des méthodes d'analyse chimique classique (ICP). Une photographie digitale de haute résolution sera prise après échantillonnage pour délimiter avec précision quelles mesures de l'ITRAX doivent être intégrés pour la comparaison avec les mesures ICP. Des lames minces seront

prélevées dans les mêmes intervalles et analysées au microscope électronique à balayage avec l'EDS. Cette analyse permettra de déterminer les phases minérales (ou biologiques) porteuses des différents éléments. La comparaison des résultats permettra d'établir les meilleurs protocoles opératoires pour l'ITRAX et d'estimer les erreurs faites sur les mesures. /FQNRT-GEOTOP.

Charles GOBEIL, professeur
Biogéochimie

Géochimie des sédiments de la marge continentale

Les profils sédimentaires des métaux, alliés à la datation des sédiments, sont de puissants révélateurs des conditions qui ont prévalu en milieu marin. Traités de façon appropriée, ils dévoilent les cycles biogéochimiques des éléments, de même que l'impact de l'activité humaine sur ces cycles. Ils aident en outre à mieux comprendre le cycle du carbone, car plusieurs métaux répondent de façon variée aux changements d'oxydoréduction qui découlent du métabolisme de la matière organique dans les sédiments. Les profils de métaux sédimentaires permettent enfin de préciser les tendances temporelles des flux de métaux dans l'environnement en lien avec l'industrialisation. Ces applications impliquent toutefois que l'on connaisse bien la géochimie propre à chacun des éléments, et ce, à travers une gamme étendue de conditions environnementales. Ce programme de recherche a pour objectif de contribuer à développer les connaissances géochimiques fondamentales nécessaires à une lecture juste des enregistrements sédimentaires des métaux dans la marge continentale canadienne/ CRSNG/ Coll. : A. Chappaz (Ph.D.), R. Couture (M.Sc.), S. Feyte (Ph.D.).

Contamination côtière

Les sédiments constituent des pièges importants pour les contaminants introduits en zone côtière par voies fluviale et atmosphérique. Nos travaux consistent à évaluer les flux de plusieurs contaminants métalliques en milieu côtier au moyen de l'analyse de carottes de sédiments prélevées sur des sites stratégiques. Nous concentrons nos efforts sur des sites qui peuvent fournir une image globale de l'état de la contamination de l'environnement et sur des sites situés à proximité de sources ponctuelles de contaminants. Nos recherches nécessitent que nous déterminions les taux de sédimentation par des méthodes géochronologiques. Par ailleurs, nous utilisons les rapports des isotopes stables du plomb pour distinguer l'origine, naturelle et anthropique, du plomb émis dans l'environnement et pour en retracer les mécanismes de transport à des échelles régionale et globale. Ces rapports

isotopiques sont des outils géochimiques puissants, mais ils ont peu servi jusqu'à présent pour dévoiler les sources des contaminants dans la marge continentale canadienne. Nous avons donc aussi pour objectif, dans ce projet, de pousser les limites de l'utilisation des rapports des isotopes stables du plomb comme traceurs du cheminement des métaux aux confins de la zone côtière/ Pêches et Océans/ Coll. : R.W. Macdonald (P&O), S. Johannessen (P&O).

Contribution des eaux usées municipales aux flux des métaux dans le fleuve Saint-Laurent

Les effluents urbains affectent la qualité des eaux du fleuve Saint-Laurent. En collaboration avec Environnement Canada, les flux de 23 métaux et d'un métalloïde (arsenic) sont déterminés dans le fleuve Saint-Laurent et la pression qu'exercent les effluents de l'unique usine d'épuration de la ville de Montréal sur ces flux est évaluée. Les eaux usées acheminées à cette usine proviennent d'une population de 1,8 millions de citoyens et d'environ 70 % des industries du Québec. Nous mesurons, entre autres, des éléments traces qui n'avaient jamais été dosés auparavant dans les eaux du fleuve. Les signatures isotopiques du plomb stable dans la matière en suspension des eaux fluviales et de l'effluent de la ville de Montréal sont par ailleurs utilisées pour évaluer l'origine de la contamination par le plomb et déterminer la part exacte du plomb anthropique à l'embouchure du fleuve/ Pêches et Océans/ Coll. : B. Rondeau (Environnement Canada).

Facteurs des eaux profondes hypoxiques du chenal laurentien

Les eaux naturelles faiblement concentrées en oxygène dissous (2 mg/L et moins), sont nuisibles à plusieurs espèces aquatiques; on qualifie ces eaux d'hypoxiques. Or, on trouve présentement d'aussi faibles concentrations en oxygène dissous dans les eaux profondes du chenal laurentien, dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent, sans que l'on sache s'il s'agit d'un changement environnemental récent ou si cette situation perdure depuis toujours. Il est à noter qu'une tendance à l'eutrophisation des systèmes côtiers découlant d'une intensification de l'activité humaine est présentement constatée dans plusieurs zones côtières à travers le monde, notamment près de l'embouchure du Mississippi, dans le golfe du Mexique. La superficie couverte par les eaux hypoxiques de l'estuaire du Saint-Laurent est d'environ 1 000 km²; le pourcentage de saturation en oxygène y est d'à peine 15 %. Le présent projet de recherche a pour but d'examiner les causes probables des faibles teneurs en oxygène des eaux profondes du chenal laurentien. L'incidence sur les teneurs en oxygène dissous et l'étendue de la zone hypoxique d'une variation du flux de matière organique dans les eaux profondes sont notamment évaluées/ CRSNG/

Coll. : Y. Gratton, D. Gilbert (Pêches et Océans), B. Sundby (UQAR), A. Mucci (McGill).

Stratigraphie, flux et inventaires des métaux traces

Nous déterminons les flux, les sources et les tendances temporelles de plusieurs contaminants métalliques dans la vallée du Saint-Laurent, l'axe majeur du développement socio-économique du Québec. Cet objectif est atteint par le déchiffrement des enregistrements sédimentaires des métaux dans des lacs du Bouclier canadien, dans le Chenal laurentien et dans des tourbières ombrotrophiques de la vallée du Saint-Laurent en tenant compte des processus de diagénèse. La détermination de l'incidence de la diagénèse sur les enregistrements sédimentaires implique l'analyse détaillée des eaux interstitielles des sédiments et l'utilisation de modèles diagénétiques de transport-réaction. Les lacs de tête choisis, ont de petits bassins versants jamais habités par l'homme; par conséquent, les seuls apports de contaminants y sont atmosphériques. De même, les tourbières ombrotrophiques, ces formations végétales qui ne prélèvent aucune nourriture dans le sol et ne sont alimentées que par la pluie, constituent des archives environnementales de la seule contamination atmosphérique. Par contre, le Chenal laurentien, unique bassin de sédimentation important dans le fleuve et dans l'estuaire du Saint-Laurent, accumule des polluants de sources multiples. Le contraste des inventaires et des flux de contaminants dans ces milieux sert à déterminer le poids relatif de la source atmosphérique dans le Saint-Laurent. La détermination des variations chronologiques des flux des métaux dans les milieux étudiés constitue une forme de monitoring a posteriori/FQRNT/ Coll. : A. Tessier, B. Sundby (UQAR), A. Mucci (McGill), A. Chappaz (Ph.D.), R. Couture (M.Sc.), S. Feyte (Ph.D.).

Traceurs et modèles géochimiques pour l'étude de la contamination du milieu aquatique

Cette coopération franco-québécoise favorise la progression de nos recherches sur les contaminants métalliques en eau douce et en eau marine au moyen de traceurs et de modèles géochimiques. Elle réunit des chercheurs français qui excellent dans la mesure des formes chimiques spécifiques que revêtent les contaminants métalliques en milieu aquatique et des chercheurs québécois, spécialistes de l'étude de la diagénèse précoce des métaux traces dans les sédiments et dans l'utilisation des isotopes stables comme traceurs géochimiques. Elle bénéficie concrètement à des étudiants québécois et français en leur procurant une formation plus complète dans un domaine pointu de spécialisation. Elle permet également l'acquisition d'informations nouvelles sur les sources et le cheminement des contaminants en milieu

aquatique en France et au Québec/Ministère des Relations internationales du Québec/ Coll. : A. Tessier, D. Cossa (IFREMER), D. Jézéquel (Université de Paris), R. Couture (M.Sc.), D. Bogdan (Ph.D.).

Yves GRATTON, professeur Hydrologie

Étude des processus physiques de la méso-échelle et de leurs impacts sur la production biologiques

Les objectifs à long terme de ce projet sont de déterminer jusqu'à quel point les processus physiques contrôlent la production biologique océanique. En particulier, je m'intéresse à la circulation verticale : les remontées d'eau générées par le vent et les marées près des côtes, ainsi que les remontées associées aux fronts en milieu hauturier ou dans les mers intérieures. Cette demande s'intéresse plus particulièrement aux processus physiques d'échelles moyennes en milieu hauturier et dans l'Arctique. Au cours des prochaines années, je concentrerai mes efforts sur deux objectifs principaux : i) la description de la dynamique des fronts géostrophiques; et ii) la caractérisation de la formation et des variations spatio-temporelles de la couche de mélange Arctique, ainsi que son influence sur la formation et la fonte des glaces/ CRSNG. Coll.: Prof. D. Barber (U. Manitoba), Prof. G. Ingram (U. British Columbia), Dr. L. Prieur, (LOV, Villfranche-sur-mer, France).

Modélisation de la réponse des écosystèmes des mers glacées aux variations climatiques

Le projet proposé vise à modéliser la réponse de certaines composantes importantes de l'écosystème aux variations du climat dans trois mers glacées: i) le golfe du St-Laurent (GSL), à la limite sud de l'extension du couvert de glace saisonnier arctique; ii) la polynie des Eaux du Nord (dans le nord de la mer de Baffin), oasis de vie et de chaleur au sein de la banquise arctique; et iii) le plateau du Mackenzie, typique des immenses plateaux continentaux qui bordent l'océan Arctique. À court terme (trois ans), nos objectifs sont : i) de raffiner les modèles existants simulant l'effet de la variabilité saisonnière et interannuelle du climat atmosphérique et océanique sur la formation et l'ablation de la glace; ii) de modéliser l'effet de ces variations, dans le couvert de glace, sur la production des algues de glace et du phytoplancton; iii) de développer des modèles d'écosystème (phytoplancton et zooplancton) et de production tertiaire (survie des larves de poissons et recrutement) pour les Eaux du Nord; et iv) de tester la validité de ces modèles en les couplant à des modèles de circulation simples/ FQRNT/ Coll. Prof. L. Fortier, (U. Laval), Dr. B. Zakardjian (ISMER-UQAR), Prof. D. Barber (U. Manitoba),

Prof. M. Gosselin (ISMER-UQAR), Dr. J. Chassé,
BIO (Pêches et Océans Canada).

CASES : Canadian Arctic Shelf Exchange Study

Étude multidisciplinaire des interactions entre le plateau continental et le bassin arctique au large de l'embouchure de la rivière Mackenzie, et étude de la polynie du golfe d'Amundsen. Il y aura trois années de missions sur le terrain : septembre 2002, septembre 2003 à septembre 2004/ CRSNG/ Coll. : L. Fortier (U. Laval) et plusieurs chercheurs canadiens, américains et japonais.

*Landis HARE, professeur
Biogéochimie*

Métaux traces et animaux aquatiques : biodisponibilité et bioaccumulation

Le niveau de contamination d'un lac en métaux (cadmium, cuivre, etc.) peut être évalué en mesurant les concentrations de ces polluants chez les animaux exposés, ces derniers devenant alors des biosentinelles. Pour ce faire, il faut déterminer la relation entre la concentration du métal dans le milieu et celle dans la biosentinelles. Les relations les plus «polyvalentes» sont basées sur des modèles rationnels, c'est-à-dire construits à partir de faits biologiques et géochimiques, par opposition aux modèles purement empiriques. L'objectif majeur de nos recherches est de développer de tels modèles qui permettent de prédire l'état de contamination des lacs à partir de plusieurs espèces d'invertébrés aquatiques (*Chaoborus*, *Sialis*, etc.). Nos objectifs de recherche spécifiques sont : i) d'expliquer la faible bio-accumulation du Cd dans les lacs hautement acides; ii) d'évaluer l'influence du type de nourriture sur les concentrations en métaux chez le consommateur; et iii) de mesurer les taux d'entrée et de sortie des métaux chez les animaux. Des études permettant d'atteindre ces objectifs seront réalisées en laboratoire et sur le terrain/ CRSNG/ Coll. : L. Croisetière, A. Michaud, J. Orvoine, A. Tessier.

Transfert de métaux traces le long des chaînes trophiques lacustres

Les métaux émis dans l'environnement aquatique peuvent compromettre notre santé, soit directement, quand nous consommons des animaux provenant de ces milieux, soit indirectement, par l'altération des chaînes trophiques desquelles ces animaux dépendent. Pour comprendre comment les métaux traces atteignent les échelons supérieurs (où sont situés les prédateurs comme nous), nous allons étudier les processus qui contrôlent le transfert des métaux le long des chaînes trophiques aquatiques. Nous étudierons trois métaux (le cadmium, le nickel et le thallium) qui sont

potentiellement toxiques et qui sont accumulés par les organismes aquatiques. Au laboratoire, nous allons étudier comment la distribution sub-cellulaire des métaux change avec les conditions d'exposition (durée d'exposition et concentration de métaux) et comment de tels changements sub-cellulaires influencent le transfert des métaux d'un niveau trophique inférieur aux niveaux supérieurs. À chaque niveau trophique, des algues jusqu'au poissons, nous allons mesurer la bioaccumulation et les effets néfastes des métaux. Nous allons déterminer pour chaque métal si ces concentrations augmentent ou diminuent le long des chaînes trophiques. Des études de terrain seront réalisées en mésocosmes pour tester les conclusions obtenues en laboratoire. L'ensemble de nos connaissances sera incorporé dans des modèles mécanistiques. / Réseau de recherche Metals In The Human Environment (MITHE ; CRSNG, Association minière du Canada, etc.)/ Coll. : P.G.C. Campbell, P. Couture, M. Dubois, J. Dumas, C. Fortin.

*Lyal HARRIS, professeur
Géodynamique*

Mécanismes, géométries et expressions séismiques des structures développées dans les régimes tectoniques extensionnels

Ce projet vise à étudier la formation des structures géologiques dans les régimes tectoniques extensionnels (c-à-d. le *rifting* et l'effondrement d'une ceinture orogénique épaissie). Le projet inclut la modélisation en centrifugeuse, la visualisation des modèles par scanner-CT, les études de séisme synthétique et la modélisation numérique. Les résultats seront intégrés à des travaux de terrain. Ce projet propose que de nombreuses structures géologiques (telles des plis et des zones de cisaillement) peuvent être développées par différents mécanismes et dans différents environnements tectoniques que ceux normalement envisagés. Ceci ouvre la possibilité pour la "réinterprétation" des données structurales et géophysiques des bassins sédimentaires et les ceintures orogéniques. Les résultats auront des implications importantes pour l'exploration minière (dans les terrains sédimentaires, métasédimentaires et les ceintures de granites - roches vertes), et pour la prospection pétrolière dans les bassins sédimentaires déformés/CRSNG/ Coll. : P. Rey, Université de Sydney, Australie (modélisation numérique), J. Bédard (CGC).

Développement des matériaux et techniques de scanographie CT pour la visualisation des structures dans les modèles des bassins sédimentaires

Les objectifs du projet sont de :

- o Développer les techniques de scanographie et traitement d'image des modèles composées de matériaux cohésifs (silicones, pâtes à modeler, etc.) pour pouvoir visualiser leur structure interne en utilisant le scanner CT du laboratoire de scanographie multidisciplinaire du Québec. Cet aspect du projet essaiera d'éliminer/réduire les artefacts provenant du scanner et d'isoler et mieux définir différentes couches etc.
- o Faire les modèles physiques pour simuler la formation des structures dans un bassin sédimentaire à une marge irrégulière pendant la distension/formation du bassin, l'inversion (raccourcissement) du bassin et l'effondrement «post-orogénique». Les structures créées lors du déplacement le long des rampes latérales seront étudiées en détail. La formation progressive des structures tridimensionnelles sera examinée en utilisant le scanner CT.
- o Appliquer les résultats des modèles à l'interprétation des structures dans les bassins sédimentaires déformés, tels que les Appalaches dans la région de Québec. L'étude des structures associées aux rampes latérales et des failles/zones de transfert à des applications importantes pour l'exploration des hydrocarbures et les gisements de l'or (par exemple les gisements de type « Carlin ») dans les bassins sédimentaires déformés.

Projet financé par le « Petroleum Research Fund, American Chemical Society ». Coll. : E. Konstantinovskaya (INRS-ETE) et D. Kirkwood, S. Daniel et M. Bousmina (U. Laval), B. Long (INRS-ETE).

Mise sur pied d'une installation pour la simulation physique, numérique et géophysique en géologie structurale et géodynamique appliquée à l'exploration minière et pétrolière

Un nouveau laboratoire sera établi à l'INRS-ETE, Québec, pour la modélisation des structures géologiques appliquée à la prospection minière et pétrolière. Une centrifugeuse qui peut atteindre plus de 1000G sera employée pour augmenter la force de gravité sur des modèles faits à partir des mastics de silicone et des pâtes à modeler, afin de simuler la déformation des roches dans la croûte profonde. D'autres appareils seront utilisés pour simuler l'évolution et la géométrie tridimensionnelle des structures dans les bassins sédimentaires et les chaînes de montagnes. La simulation numérique utilisera les ordinateurs puissants pour créer des animations des processus géodynamiques et pour étudier la circulation des fluides et l'évolution métamorphique pendant la déformation dans des régimes tectoniques différents. Les simulations géophysiques montreront comment les structures créées dans les modèles apparaîtraient sur les

profils sismiques ou sur des images du champ magnétique. Cette recherche fournira des concepts nouveaux et des outils d'interprétation pour aider l'exploration des gîtes minéraux et des pièges de pétrole permettant ainsi de valoriser les ressources naturelles au Québec et au Canada. Projet FCI/MFQ. Coll. : E. Konstantinovskaya et M. Malo (INRS-ETE) et D. Kirkwood (U. Laval).

Pierre LAFRANCE, professeur
Biogéochimie

Dynamique et impact des contaminants organiques dans le sol et l'eau souterraine

Le projet porte sur l'influence des processus «biophysico-chimiques» sur le destin et le transport de composés organiques dans le sol et l'eau souterraine. Il vise à approfondir la compréhension des contaminations par des sources diffuses (évolution, caractérisation et prédiction) et à appliquer les connaissances acquises à la biogéochimie et au traitement des contaminations, principalement les hydrocarbures lourds fortement adsorbés au sol. Les démarches de recherche comprennent : i) l'étude d'interactions entre les contaminants organiques et les éléments constitutifs du sol; ii) l'impact de ces interactions sur le devenir des contaminants (transport et biodisponibilité); iii) l'étude *in situ* de l'évolution des contaminations et la validation d'hypothèses de transport; et iv) le transfert des connaissances vers : a) l'application d'outils prédictifs du devenir des contaminations (modèles de transport) et b) le développement de critères de conception d'un procédé de décontamination *in situ* des sols/ CRSNG-Subvention de recherche.

Étude de la contamination des eaux souterraines par des sources diffuses agricoles

L'investigation rationnelle de la vulnérabilité des eaux souterraines à la contamination par des sources diffuses nécessite de disposer des connaissances, d'outils et de méthodologies spécifiquement développés et adaptés à cette tâche. Il est nécessaire d'acquérir des résultats fiables de prédiction et d'évaluation de la contamination pouvant être interprétés quantitativement en regard des normes de qualité. De plus, l'ensemble des activités de développement (connaissance et prédiction des contaminations) doit concourir à une gestion intégrée des ressources en eau souterraine, en région agricole. Le projet vise l'établissement d'une telle méthodologie d'évaluation de la vulnérabilité et son application à l'aide d'outils et de méthodes adéquates. Ceci conduira au développement d'outils spécifiquement conçus pour la compréhension des cas de contamination et pour la gestion préventive de la qualité de la ressource. Les activités se répartissent à l'intérieur de quatre objectifs : i) étude des

processus "biophysico-chimiques" d'atténuation des contaminants - vérification d'hypothèses sur la mobilité et sur la persistance, caractérisation des variabilités spatiale et temporelle des paramètres et des processus, impact des pratiques culturelles sur l'atténuation au champ; ii) méthodes de caractérisation des environnements hydrogéologiques - caractérisation de la variabilité spatiale des paramètres physiques et hydrodynamiques de la zone non saturée et des aquifères, impact sur le transport avec l'eau et sur la dispersion des composés; iii) développement d'outils pour l'évaluation de la vulnérabilité - modélisation mathématique du transport dans la zone non saturée et cartographie de la vulnérabilité, couplage des simulations en zones non saturée et saturée et délimitation des périmètres de protection des puits et iv) intégration des résultats et des outils de gestion développés pour les eaux souterraines à la problématique de la gestion de l'eau des bassins versants - interactions entre les eaux de surface et les eaux souterraines, impact des pratiques culturelles sur l'exportation vers les eaux de surface. Les retombées escomptées sont : i) la préservation de la qualité de la ressource (p. ex. identification des zones à risques); ii) la protection des usages (p.ex. points de captage) et iii) l'exploitation rationnelle de l'eau souterraine/ FQRNT - Équipe de recherche/ Coll. : O. Banton, J.-P. Villeneuve, P.G.C. Campbell.

*Isabelle LAROCQUE, professeure
Paléoécologie*

Développement d'une fonction de transect et reconstruction quantitative du climat par l'analyse des chironomides

Soixante-dix lacs ont été échantillonnés de Mont-Laurier à Matagami, 30 autres lacs devraient être échantillonnés de Matagami à l'île Bylot dès l'été prochain. Les larves de chironomides (moustiques) ont été extraits de la surface des sédiments de ces lacs et mis en relation avec la température de l'air. Leur optimum de température a été défini et un modèle de reconstruction de la température a été créé. Ce modèle sera appliqué aux communautés de chironomides présents dans les sédiments de lacs localisés dans un transect nord-sud au Québec pour reconstruire les paléoclimats. Ces reconstructions climatiques permettront de déterminer les patrons de changements climatiques au Québec depuis la dernière déglaciation (CRSNG- recherche individuelle). Un étudiant au doctorat, Nicolas Rolland, effectuera des reconstructions climatiques sur l'île de Southampton.

Développement d'une fonction de transect et reconstruction des inondations dans le delta du Peace-Athabasca, Alberta, Canada

Soixante lacs ont été échantillonnés dans le Peace-Athabasca delta dans le but de développer

un modèle de reconstruction des inondations à partir des chironomides, diatomées (RI Hall, Université de Waterloo) et des isotopes (T. Edwards, Université de Waterloo). Les périodes d'inondations ont été reconstruites dans deux lacs du delta du Delta. Ce projet a été financé par BC-Hydro.

Effets des feux de forêt et des coupes à blanc sur les communautés benthiques et les communautés de poissons des lacs du Saguenay

Des carottes de sédiment ont été prises dans trois lacs du Saguenay ayant subi des perturbations naturelles (feux de forêt) et des coupes à blanc. La variation des chironomides et des cladocères associée à ces perturbations sera étudiée à travers le temps. Ces espèces servant de ressource nutritionnelle aux poissons, leurs variations peuvent affecter les communautés de poissons. Une étudiante à la maîtrise, Vicky Tremblay, effectuera les reconstitutions des communautés de chironomides. Ce projet est en collaboration avec P. Sirois et H. Morin (UQAC) et P. Archambault (IML). Ce projet est financé par le FQRNT- Action concertée.

*Isabelle LAURION, professeure
Biogéochimie*

Influence du régime thermique des lacs et de la matière organique dissoute sur la productivité planctonique

La matière organique dissoute (MOD) exerce un contrôle notoire sur la transparence de l'eau en milieu lacustre et joue ainsi un rôle fondamental sur la stratification thermique et les processus photochimiques et photobiologiques. Par exemple, la MOD influence la disponibilité en lumière pour la photosynthèse et l'exposition des organismes planctoniques et benthiques au rayonnement ultraviolet. D'autre part, l'utilisation de la MOD par les bactéries dépend de sa nature chimique et de son âge. Les caractéristiques optiques et chimiques de la MOD sont influencées par sa provenance et par les processus de transformation qu'elle subit. Les objectifs de ce projet de recherche sont : 1- d'évaluer les processus de bio- et de photodégradation de la MOD et la façon dont elle affecte les transferts énergétiques au sein du réseau alimentaire aquatique; 2- d'évaluer l'influence des caractéristiques physicochimiques sur le catabolisme bactérien de la MOD, un mécanisme responsable de la production de gaz à effet de serre en milieu aquatique et 3- d'estimer la variabilité spatiale de ces caractéristiques dans un lac/ FQRNT, Programme stratégique de professeurs-chercheurs, volet établissement de nouveaux chercheurs, CRSNG individuelle.

Laboratoire de limnologie et de géochimie pour la détection des changements environnementaux

Les objectifs de ce projet de recherche sont la détection de l'influence subtile du réchauffement climatique sur les organismes microbiens en milieu aquatique et la détermination du cheminement et du destin des contaminants métalliques et organiques dans le milieu lacustre et marin. L'infrastructure, subventionnée par le FCI, comprend entre autres, un cytomètre en flux, une sonde de fluorescence submersible et un microscope inverse à épifluorescence. Ces instruments offrent un grand potentiel de recherche et développement en environnement. Ils permettront l'évaluation de la biodiversité et de la répartition des espèces microbiennes en milieu aquatique, le développement d'indicateurs biotiques (p.ex. floraisons d'algues toxiques), et l'étude des mécanismes de détoxification et de transport membranaire des contaminants. L'infrastructure comprend également des instruments à caractère géochimique décrits par C. Gobeil. Elle favorisera l'interaction entre ces deux secteurs au sein de l'INRS-ETE/ Fonds de relève de la fondation canadienne pour l'innovation, Fonds d'exploitation des infrastructures/ Chercheurs principaux : I. Laurion et C. Gobeil/ Coll.: P. Campbell, C. Fortin, A. Tessier, L. Hare.

Le cycle du carbone dans les mares de thermokarst en régions subarctique et arctique

Selon les prévisions, de grandes étendues de pergélisol sont menacées de disparaître dans les régions polaires et subpolaires. La fonte du pergélisol engendre la formation de mares de thermokarst. Il existe présentement un débat à savoir si les régions nordiques agissent comme une source ou un puits de carbone en réponse au réchauffement climatique. Malgré l'omniprésence de ces mares dans le paysage nordique, elles ont très peu été étudiées jusqu'à présent. L'objectif de cette étude est d'examiner le rôle de ces mares sur l'exportation de carbone vers l'atmosphère et vers le milieu aquatique. Les rejets de carbone à partir des zones à pergélisol contribueraient à augmenter la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère (feedback positif sur le climat). Pour sa part, l'exportation accrue de matière organique vers le milieu aquatique (lacs, estuaires, zones marines côtières) peut avoir un impact important sur les bilans annuels de température et de lumière qui façonnent littéralement la productivité microbienne. Par ailleurs, cet écosystème aquatique relativement productif en milieu nordique est menacé de disparaître lorsqu'il y a rupture du pergélisol et drainage complet du sol/ CRSNG individuelle, CRSNG supplément nordique, CRSNG Arctic Net, Étude du Plateau Continental Polaire/ Coll. Centre d'études nordiques, W. Vincent (U. Laval).

Denis LAVOIE, professeur associé Géodynamique

Ressources énergétiques des Appalaches, Projet de l'Initiative géoscientifique ciblée (IGC) 2003-2005

L'exploration et l'exploitation des hydrocarbures dans la zone extra-côtière du Canada atlantique constituent depuis longtemps une priorité pour l'industrie. Cependant, les bassins sédimentaires paléozoïques des Appalaches en milieu côtier, au Canada, n'ont pas fait l'objet d'autant de travaux d'exploration, et ces derniers n'ont connu que peu de succès, ce qui est partiellement attribuable à une connaissance limitée de la géométrie des bassins d'ensemble.

Le projet sur les ressources énergétiques des Appalaches vise à perfectionner notre compréhension 3D et 4D des bassins paléozoïques des Appalaches, au Québec, au Nouveau-Brunswick, en Nouvelle-Écosse et à Terre-Neuve-et-Labrador. Les travaux proposés visent les régions côtières où la production d'hydrocarbures est connue (p. ex. la Gaspésie, l'ouest de Terre-Neuve-et-Labrador et le sud du Nouveau-Brunswick) où dont on a récemment supposé le potentiel d'hydrocarbures (p. ex. le nord du Nouveau-Brunswick, le Témiscouata et la Nouvelle-Écosse). Les études géologiques, géophysiques et géochimiques qui s'inscrivent dans ce projet visent à établir un cadre de travail contemporain sur lequel on pourrait baser l'évaluation future des risques associés à l'exploration.

Les bassins des Appalaches peuvent être considérés comme une région pionnière, car ils n'ont fait l'objet que d'une couverture géophysique minimale issue de levés effectués selon des méthodes récentes et de forages d'exploration basés surtout sur des données sismiques (p. ex. dix trous de forage dans l'ensemble de la Gaspésie et six dans l'ouest de Terre-Neuve-et-Labrador) et parce que l'on manque généralement de données sur les systèmes d'hydrocarbures (maturation, roches-mères, réservoirs de migration et étanchéité) de ces bassins. Toutefois, on observe depuis peu la production du pétrole et du gaz naturel dans tous les principaux éléments géologiques constitutifs de l'ancienne marge continentale laurentienne.

Priorités :

Au Québec :

A) Recueillir des données sismiques marines sur l'estuaire du Saint-Laurent, identifier les séquences quaternaires gazéifères et déterminer les liens avec la géologie du substratum rocheux sous-jacent;

B) Effectuer la modélisation 3D de la ceinture silurienne-dévonienne de Gaspé par l'intégration en multicouche de données issues de nouveaux

levés gravimétriques et aéromagnétiques à haute résolution, par le traitement de données sismiques et par la cartographie géologique.

Au Nouveau-Brunswick :

A) Décrire les systèmes d'hydrocarbures (roches-mères, réservoirs, maturation et migration) de la ceinture silurienne-dévonienne de Gaspé, dans le nord du Nouveau-Brunswick;

B) Avoir un accès en ligne à des données sur la matière organique et la maturation du bassin carbonifère du sud du Nouveau-Brunswick ;

C) Effectuer la modélisation 3D du bassin carbonifère du sud du Nouveau-Brunswick au moyen de données issues d'un levé aéromagnétique à haute résolution.

En Nouvelle-Écosse :

A) décrire la stratigraphie, l'histoire structurale, les systèmes d'hydrocarbures et le potentiel de métaux communs du bassin carbonifère de la partie centrale de la Nouvelle-Écosse.

À Terre-Neuve-et-Labrador :

A) Décrire la stratigraphie, l'histoire structurale et les systèmes d'hydrocarbures de l'allochtone cambrien-ordovicien de Humber Arm, dans l'ouest de Terre-Neuve-et-Labrador, ainsi que des roches-mères carbonifères potentielles.

Partenaires :

- Institut national de la recherche scientifique : Eau, Terre et Environnement (INRS-ETE)
Professeurs : Bernard Long, Michel Malo et Rudolf Bertrand
- Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec (Géologie Québec et Direction du développement des hydrocarbures)
- Ministère des Ressources naturelles et de l'Énergie du Nouveau-Brunswick (Commission géologique)
- Nova Scotia Department of Natural Resources and Department of Energy
- Newfoundland and Labrador Department of Mines and Energy (Geological Survey and Energy Branch)
- Université Memorial de Terre-Neuve-et-Labrador
- Université de l'Alberta
- Université St. Francis-Xavier
- Université du Nouveau-Brunswick
- Université Laval
- Hydro-Québec - Exploration Pétrole et Gaz
- JUNEX inc.

- SOQUEM
- Fugro Airborne Surveys
- MIR Télédétection
- Ressources et Énergie Squatex

Ce projet qui s'inscrit dans l'IGC, contribue à la réalisation du programme Consolidation des connaissances géoscientifiques du Canada du SST.

René LEFEBVRE, professeur
Géodynamique

Délimitation Panaches Valcartier - Soutien aux travaux de caractérisation environnementale et hydrogéologique au CRDV et à l'USS de Valcartier – Suites 2003-2004

Les objectifs principaux de cette étude sont de : i) fournir des avis scientifiques et techniques durant la planification et la réalisation des travaux de caractérisation hydrogéologique effectués sur les terrains de RDDC Valcartier et de la Garnison Valcartier; ii) fournir des services spécialisés pour supporter la réalisation des travaux de caractérisation ou des mesures complémentaires à la caractérisation et iii) faire l'intégration des résultats de la caractérisation. Les travaux, en 2003-2004, ont porté sur l'intégration de nouvelles données, la poursuite de la modélisation numérique du transport du TCE, et la participation aux réunions de projet. Ces travaux font l'objet des projets de maîtrise de Thomas Ouellon et de Véronique Blais/ Ministère de la Défense nationale/ Coll. : R. Martel, M. Parent (CGC), R. Therrien (U. Laval).

Outils scientifiques pour la gestion des ressources en eau souterraine de la municipalité de Lac-Beauport

L'objectif général du projet est de développer les outils requis pour assurer la gestion des ressources en eau souterraine dans la municipalité de Lac-Beauport. En particulier, ce projet vise à déterminer l'impact des installations sceptiques privées sur la qualité de l'eau souterraine, tant au niveau des nitrates que bactériologique. Les activités spécifiques comprennent les point suivants : i) la compilation des données existantes et l'inventaire des utilisations de l'eau; ii) la caractérisation de l'aquifère : propriétés, conditions d'écoulement, qualité d'eau; iii) la modélisation numérique de l'écoulement, incluant la délimitation de l'aire d'alimentation du puits municipal; iv) les études des problématiques locales: fosses sceptiques, interaction avec Lac-Beauport, densité de développement et v) le programme de gestion et de protection des ressources en eau souterraine. Ces travaux font partie du projet de maîtrise de Jean-Marc Ballard/ Programme FAQDD,

Municipalité de Lac-Beauport/ Coll.: TechnoRem.

Regroupement multidisciplinaire sur les technologies et pratiquesagronvironnetales

Équipement pour la caractérisation de la qualité des eaux souterraines:

GPS (D. Cluis), système de caractérisation par enfoncement (foreuse, équipements CPT et RPSS) et d'échantillonnage d'eau souterraine, roulotte de transport, équipements analytiques de terrain et laboratoire, ordinateur de terrain et logiciels. Des montants sont prévus pour supporter les professionnels qui feront le montage des équipements/ FCI, MEQ et partenaires/ FCI, MEQ et partenaires/ Coll.: D. Cluis, L.-É. Parent, U. Laval, CGC.

Optimisation du contrôle du panache d'eau souterraine contaminée de Ville Mercier (Phase II)

Ce projet a pour but de préciser les technologies qui pourraient être considérées pour le contrôle du panache de contaminants dissous dans la région des anciennes lagunes de Ville Mercier. Ces technologies doivent être aptes à remplacer le présent système en place de pompage et de traitement. Une phase précédente de travaux a permis de développer un modèle d'écoulement du secteur et de dresser une liste de technologies potentiellement applicables. Cette deuxième phase de travaux doit permettre de concevoir la mise en œuvre des technologies les mieux adaptées au site. Pour ce faire, les travaux suivants seront réalisés : 1. Caractérisation complémentaire; 2. Modélisation des effets des modifications aux régimes de pompage du site; 3. Sélection des technologies les mieux adaptées au site; 4. Conception des modes de mise en œuvre possibles des technologies au site et 5. Optimisation par modélisation du positionnement et de l'opération des infrastructures/ Ministère de l'environnement, Direction des politiques du milieu municipal/ Coll.: R. Martel, M. Ouellet et C. Lamontagne (MENV). Ces travaux font partie du projet M.Sc. de Cintia Racine.

Détermination des conditions limites pour l'application de la théorie des écoulements non saturés aux matériaux grossiers : le cas des stériles miniers

Plusieurs aspects relatifs à la problématique de l'écoulement de l'eau dans les roches stériles entposées en surface demeurent difficiles à résoudre. Le projet de recherche vise à définir les conditions limites pour l'application de la théorie des écoulements dans les milieux non saturés aux matériaux grossiers. Le projet comprend les étapes suivantes : 1. Revue de la littérature et développement des composantes de base du modèle; 2. Sélection et échantillonnage des matériaux; 3. Travaux de laboratoire et 4. Travaux de modélisation physique, constitutive et

numérique. Travaux de doctorat de Omar Falla à l'École Polytechnique et de Belkacem Lahmira à l'INRS/ FQRNT-équipe/ Coll. : M. Aubertin, R. Chapuis, B. Bussière.

*Alain MAILHOT, professeur
Hydrologie*

Modélisation en milieu urbain

La recherche proposée porte sur des problématiques liées à la modélisation physique, hydraulique et hydrologique en milieu urbain. Elle recoupe trois axes de recherche, à savoir; i) l'évolution de l'état structural des infrastructures souterraines d'eau; ii) l'impact des changements climatiques en milieu urbain; et iii) la modélisation des impacts des usages urbains de l'eau sur les milieux récepteurs. Les travaux scientifiques réalisés à travers ces différents ouvrages seront menés en parallèle puisqu'ils feront appel à plusieurs techniques mathématiques communes (techniques d'analyses statistiques, algorithmes et outils numériques, modèles de simulation, techniques d'analyse d'incertitudes, méthodes d'analyse de fiabilité (*reliability analysis*) et d'analyse de sensibilité. Concernant plus spécifiquement le volet Infrastructures souterraines d'eau, il s'agit de développer des modèles d'estimation des probabilités d'occurrence des bris d'aqueduc, dont la mise en place permettra une meilleure planification des interventions de remplacement des conduites. La qualité des résultats et de la planification qui en résultera est cependant intimement liée aux incertitudes inhérentes à ce type de modélisation, qui peuvent être importantes dans plusieurs cas. L'objectif est d'élaborer une méthodologie permettant l'estimation des solutions optimales qui intègre les incertitudes associées à ce type de modélisation et d'estimer dans quelle mesure la qualité et le volume de données actuellement disponibles affecteront la performance de ce type d'approche. Le volet Changements climatiques en milieu urbain, s'intéresse à évaluer la capacité actuelle des réseaux à acheminer les eaux pluviales dans un contexte de changements climatiques. Cette étude permettra de voir l'incidence de ces changements sur les probabilités d'occurrence de refoulements, de débordements et sur la qualité des milieux récepteurs. Il s'agira aussi de voir comment différentes modifications aux infrastructures ou à la gestion des réseaux pourraient être revues afin de diminuer les impacts négatifs occasionnés par ces changements. Finalement, le volet Modélisation des impacts des usages urbains de l'eau sur les milieux récepteurs s'intéresse à la quantification des impacts des rejets urbains en milieu récepteur. Plusieurs auteurs ont en effet proposé de modifier l'objectif du contrôle en temps réel pour le faire passer d'un objectif de minimisation des volumes déversés à un objectif de minimisation des impacts sur la qualité du

milieu récepteur. Une telle modification implique une modélisation de la qualité de l'eau du milieu récepteur. Or, les modèles de qualité de l'eau se distinguent par leur complexité relative, par le nombre important de variables et de paramètres qui les composent, par le nombre élevé de variables d'entrée que leur mise en place exige, et enfin par le nombre très limité de données disponibles pour leur validation. Il importe donc de s'interroger sur l'impact des différentes incertitudes sur les résultats de simulation de ces modèles. Cet axe de recherche entend examiner cette question et voir, dans un premier temps, comment les incertitudes sur les paramètres et sur les données d'entrée d'un modèle de qualité de l'eau déterminent les incertitudes sur les variables simulées. À plus long terme, ce travail s'inscrit dans une démarche visant à déterminer si, sur la base des informations généralement disponibles, il est possible d'escompter avoir une performance suffisante des modèles de qualité de l'eau pour pouvoir appliquer ces modèles à un contrôle en temps réel basé sur une minimisation de l'impact des rejets en milieu récepteur/CRSNG/ Coll : S. Duchesne, A.N. Rousseau, J.-P. Villeneuve.

Impacts et adaptations liés aux changements climatiques (CC) en matière de drainage urbain au Québec

Le projet entend examiner la problématique des impacts et des mesures d'adaptation à mettre en place en matière de drainage urbain dans un contexte où d'importantes modifications sont susceptibles de se produire dans les patrons de récurrences des différents événements météorologiques dans la foulée des changements climatiques (CC). Il faut en effet se souvenir que le dimensionnement des réseaux urbains de drainage est établi sur la base de critères statistiques de récurrence issus des analyses des historiques météorologiques disponibles. Advenant, comme les scénarios de CC le suggèrent, une modification significative des récurrences de certains événements météorologiques, il est à craindre que l'on assiste à une augmentation des cas de débordements de réseaux, de refoulements, voire d'inondations. Les objectifs spécifiques de cette étude sont donc les suivants : 1) Évaluer les impacts et les risques de dommages associés aux CC en milieu urbain ainsi que les incidences économiques d'un accroissement de l'occurrence d'événements météorologiques susceptibles de générer des inondations et des dommages; 2) Identifier les paramètres caractérisant la vulnérabilité en matière de drainage urbain face aux CC; 3) Identifier les mesures d'adaptation à mettre en place et les coûts associés afin de maintenir un niveau de vulnérabilité acceptable; 4) Dans un contexte de réhabilitation des infrastructures de drainage, évaluer les critères de conception actuellement en vigueur au Québec et réviser au besoin ces critères afin de favoriser un rendement

optimal sur investissement et 5) Définir, sur la base de l'estimation des coûts des mesures d'adaptation, des coûts appréhendés et des dommages, les enjeux posés par les CC en matière de drainage urbain à l'échelle du Québec/Fonds d'Action sur les Changements Climatiques (FACC ; Ressources Naturelles Canada)/

Coll : A. Bourque (OURANOS), D. Caya (OURANOS), S. Duchesne (INRS-ETE), P. Gachon (OURANOS), T.D. Nguyen (INRS-ETE), V.T.V. Nguyen (McGill), G. Rivard (Aquapaxis), J.-P. Villeneuve (INRS-ETE).

Michel MALO, professeur Géodynamique

Minéralisation aurifère à haute teneur à la mine Red Lake en Ontario

Ce projet fait partie d'un effort université-industrie-fédéral-provincial pour comprendre un dépôt aurifère national clé et pour exploiter cette connaissance afin d'assister la mise en oeuvre d'un nouveau modèle d'exploration pour la minéralisation aurifère à haute teneur. Le projet propose une étude géologique, structurale et hydrothermique se concentrant sur la zone Goldcorp High Grade, à la mine de Red Lake, ainsi que sur des affleurements dénudés bien visibles, où les structures et les relations chronologiques entre le filon de la mine de Red Lake et l'altération-minéralisation sont exposés à la surface. Une meilleure connaissance du contrôle géologique et de la géométrie de la zone Goldcorp High Grade aura un impact significatif sur la compréhension de la genèse du dépôt extrêmement riche en or de Campbell-Red Lake et, en conséquence, sur l'exploration aurifère à haute teneur dans ce district, ainsi que dans d'autres ceintures de roches vertes de tout âge. En résumé, le projet vise à mieux connaître où, quand, comment, et pourquoi une minéralisation aurifère extrêmement riche survient dans le camp minier de Red Lake, ainsi que les facteurs qui contrôlent cette minéralisation/ CRSNG-ESS-Goldcorp/ Col. : B. Dubé (CGC-Québec).

Tectonique des fronts orogéniques et ressources naturelles

Pour circuler dans la croûte terrestre, les fluides utilisent un système de plomberie crustale constitué de failles, de discordances, de faciès poreux et autres réseaux perméables. Bien que des accumulations d'hydrocarbures et de métaux se forment, plusieurs questions demeurent quant aux chemins de migration des fluides et à la chronologie du développement de la plomberie crustale par rapport aux épisodes orogéniques. Le projet de recherche consiste à analyser les mécanismes de déformation crustale dans les fronts orogéniques pour comprendre leur influence sur le développement de la porosité et de la

perméabilité des roches qui pourraient contenir des réservoirs d'hydrocarbures et/ou des gisements métallifères. L'objectif du programme de recherche est d'élaborer un modèle de la circulation des paléofluides à l'échelle du système "front orogénique - plate-forme", afin de proposer un modèle d'évolution des réservoirs géologiques potentiels d'hydrocarbures et de gisements métallifères. Cette problématique de recherche sera abordée dans trois chaînes de montagnes, la partie québécoise des Appalaches, la région de la Chaire des Alpes françaises et les Pyrénées du sud/ CRSNG.

Diversification de l'exploration minière au Québec - Réseau DIVEX

Le projet, coordonné par Michel Jébrak de l'UQAM et Michel Malo de l'INRS-ETE, vise à développer les travaux académiques dans le domaine de la métallogénie et de l'exploration minière. Il s'agit, sans aucun doute, d'une première dans le domaine des sciences de la terre au Québec. D'une part, il s'agit du plus important regroupement de chercheurs (soit 27) jamais rassemblés autour d'un thème unificateur dans le domaine. Les chercheurs proviennent de sept institutions universitaires et des deux ministères des Ressources naturelles, du Québec et du Canada. Le Québec construira, à travers ce réseau, un dispositif durable qui augmentera l'efficacité d'une recherche actuellement très dispersée. D'autre part, le thème de la diversification des cibles et des territoires apparaît particulièrement pertinent dans le contexte de crise que vit l'industrie minière depuis quelques années. En plus de la coordination scientifique, trois sous-projets ont été réalisés à l'INRS-ETE au cours de la troisième année, soit 2004-2005. Il s'agit des projets : i) L'or de type Carlin, dans les Appalaches du Québec; ii) Atlas et stratégies de reconnaissance de systèmes hydrothermaux "métamorphisés" aux faciès amphibolite supérieur et granulite; iii) Étude des minéralisations en ÉGP du Complexe ophiolitique de Thetford Mines/ Valorisation-Recherche Québec/ Coll. : J. Bédard (CGC-Québec), L. Corriveau (CGC-Québec), B. Dubé (CGC-Québec), A. Chagnon, V. Garnier.

Potentiel en hydrocarbures des bassins frontières - Traitement et intégration des données

Le projet consiste à analyser des données géophysiques utilisées en exploration des hydrocarbures pour raffiner les connaissances liées à la géologie de sous-surface de la péninsule gaspésienne, ainsi qu'à intégrer les multiples paramètres géologiques de la surface. Des lignes sismiques seront retraitées et des travaux de terrain sont prévus pour supporter l'interprétation. De nouvelles données aéromagnétiques de haute résolution et gravimétriques seront intégrées à la géologie connue de la Gaspésie. L'équipe INRS-ETE travaillera en collaboration avec les

chercheurs de CGC-Québec, de la division de la géologie du continent (Ottawa), de la CGC-Calgary et Halifax et du ministère des Ressources naturelles du Québec (MRN) impliqués dans ce projet/Commission géologique du Canada/ Coll. : D. Lavoie (CGC-Québec), N. Pinet.

L'or de type Carlin dans les Appalaches du Québec

Dans les Appalaches du Québec, c'est la région du sud-ouest de la Gaspésie qui est la plus favorable pour trouver un gîte aurifère encaissé dans des roches sédimentaires carbonatées, semblable à ceux de type Carlin du Nevada. On y trouve plusieurs caractéristiques géologiques et gîtologiques des régions contenant ces gisements d'or, incluant l'indice aurifère de Saint-André-de-Restigouche et plusieurs skarns cuprifères. Les traces de l'altération hydrothermale associée aux fluides minéralisateurs dans les roches sédimentaires encaissantes sont souvent difficiles à cerner sur les affleurements rendant la prospection difficile. Toutefois, des études ponctuelles ont montré que certains indices minéralisés sont associés à des assemblages de minéraux argileux d'altération caractéristiques. L'indice aurifère de Saint-André-de-Restigouche et les skarns se situent au sein de halos d'altération hydrothermale caractérisés par des assemblages de minéraux argileux d'altération. L'indice d'or est dans le halo à kaolinite et les skarns cuprifères sont au sein de halos à chlorite. L'objectif principal du projet est de faire l'évaluation du potentiel pour les gîtes de type Carlin en Gaspésie. Nous allons déterminer certaines caractéristiques métallogéniques des indices minéralisés pour les comparer à celles des gîtes de type Carlin. Un deuxième objectif est de tester l'utilisation des assemblages de minéraux argileux d'altération, et la réflectance de la matière organique comme outil d'exploration, pour détecter des halos d'altération. Ces méthodes sont sensibles pour déterminer de faibles changements thermiques et chimiques des roches, et devraient nous permettre de cartographier des halos d'altération hydrothermale de faible intensité/ Réseau DIVEX - Valorisation-Recherche Québec/ Coll. : B. Dubé (CGC-Québec), A. Chagnon, V. Garnier, Y. Héroux.

Étude des linéaments RADARSAT du territoire Bas Saint-Laurent - Gaspésie

Ce projet est réalisé pour MIR-Téledétection et l'Agence spatiale canadienne. Le projet consiste à tester l'utilisation de RADARSAT pour la reconnaissance de grandes structures géologiques susceptibles de contenir des réservoirs de gaz naturel et de pétrole en Gaspésie. L'INRS-ETE a apporté son appui pour l'interprétation géologique des linéaments. Les données RADARSAT seront intégrées à la base de données géoscientifiques (géologie, topographie, aéromagnétisme, gravimétrie,

sismique) qui sont en cours d'étude dans le projet "Potentiel en hydrocarbures des bassins frontières – Traitement et intégration des données " / MIR-Téledétection/ Coll. : N. Pinet.

Richard MARTEL, professeur
Géodynamique

Les processus d'écoulement multiphase reliés à la restauration in situ des aquifères contaminés par des liquides organiques immiscibles

Les polluants organiques persistants (POP) sont des composés chimiques organiques toxiques dont la présence dans l'environnement peut persister et poser des problèmes pendant des décennies. L'objectif général de ce programme de recherche est de mieux comprendre le comportement de ces polluants dans les sols et les eaux souterraines et de mettre au point des méthodes de réhabilitation in situ. Nous étudions deux types de POP : les liquides immiscibles lourds (LID) (solvants chlorés, hydrocarbures lourds, BPC, etc.) et les matériaux énergétiques (ME) de type nitroaromatique tels que le TNT, le HMX et le RDX, qui se retrouvent dans des munitions militaires. Nos objectifs spécifiques à court terme visent une meilleure compréhension des mécanismes fondamentaux, tandis que ceux à long terme portent sur la mise au point de technologies de réhabilitation, particulièrement le lavage de sols avec des tensioactifs. Une des grandes difficultés de ce type de recherche est la mise à l'échelle (*scale up*) des technologies de réhabilitation entre le laboratoire et le terrain. Nous procédons à ces essais dans la nouvelle infrastructure de recherche FCI constituée de trois bacs et de colonnes pouvant contenir plusieurs mètres cubes de sols et permettant de réaliser des expériences représentatives du terrain mais sous des conditions expérimentales contrôlées/ CRSNG/ Coll. : R. Lefebvre.

Support à la caractérisation de sites d'entraînement sur les bases militaires de Wainwright (Alberta) et Petawawa (Ontario)

Des études hydrogéologiques sont requises dans les secteurs d'entraînement des bases militaires Wainwright et Petawawa dans le but d'évaluer s'il existe une problématique de contamination de l'eau souterraine par les explosifs et les métaux lourds. Tous ces travaux sont en collaboration avec le RDDC-Valcartier et CGC-Québec et complémentaires aux travaux qui sont effectués par des firmes spécialisées en environnement ou autres firmes qui sont engagées par l'INRS ou par RDDC-Valcartier pour participer à l'étude. L'implication de l'INRS-ETE se situe surtout au niveau de la conception de l'étude, de la prise de mesures spécialisées ainsi que pour l'intégration et l'interprétation des données et la production des différents rapports et cartes /Ministère de la

Défense/ Coll. : Parent, M. CGC-Québec, Michaud, Y. CGC-Québec/ Coll. : Ampleman, G., Thiboutot, S. Brochu, S., Diaz, E. RDDC-Valcartier.

Travaux de laboratoire en colonne de sable pour évaluer le comportement des matériaux énergétiques et des métaux provenant de UXO partiellement détonnés

Des essais en laboratoire sont requis pour évaluer le comportement de composition B dans les UXO craqués dans la zone non saturée. Des UXO craqués contenant de la composition B et des traceurs ont été épandus à la surface de six colonnes contenant le sable du champ de tir Arnhem. Ces sols ont été arrosés et l'eau interstitielle a été échantillonnée afin d'évaluer le transport des matériaux énergétiques et des métaux dans la zone non saturée. Les résultats sont présentés en fonction du volume des pores d'eau circulé dans la colonne et du temps. De la modélisation numérique du transport des composés énergétiques dissous dans l'eau d'infiltration est en cours / Ministère de la Défense/ Coll. : Ampleman, G., Thiboutot, S. RDDC-Valcartier.

Guy MERCIER, professeur
Assainissement

Procédés d'enlèvement des métaux dans les sols contaminés, les cendres volantes et les déchets dangereux

La contamination de l'environnement par les métaux est fréquente et problématique dans plusieurs matrices contaminées. Les sols et les cendres d'incinérateur de déchets municipaux sont des exemples bien connus, mais il y a aussi des matières résiduelles dangereuses (MRD) qui présentent ce type de problèmes, comme les poussières d'aciérie, certains résidus d'aluminerie et de sidérurgie, les boues de placage, les boues de curage, etc. Les MRD, de par leur teneur en métaux, sont gérées par stabilisation dans un ciment spécial et enfouies dans un site à sécurité maximale. Les coûts sont élevés et aucune récupération des métaux n'est faite. L'approche préconisée ici vise à diminuer ces coûts et à améliorer le bilan environnemental, par la mise au point de procédés qui augmentent les pourcentages d'enlèvement et qui, de façon ultime, visent la récupération des métaux dans le cycle de production industrielle, ce qui diminue la détérioration de la qualité de l'environnement. Dans le cas des cendres, il s'agit de développement d'une deuxième génération du procédé. Dans tous les procédés, nous planifions d'abord d'expérimenter les procédés minéralurgiques (gravité, magnétisme, flottation) car leur coût utilitaire est généralement beaucoup plus faible que celui de la lixiviation chimique et biologique. Dans un deuxième temps, les

matériaux qui ne sont pas efficacement décontaminés par les procédés minéralurgiques, le seront par la lixiviation chimique qui sera approfondie. D'autre part, le test de simulation du suc gastrique (TSSG) sera validé. Ce test cherche surtout à prévoir la toxicité des sols contaminés en plomb pour les jeunes enfants qui en ingurgitent en jouant sur les terrains ou en ingérant de la poussière d'un édifice contaminé. À plus de 10 ug Pb/ de sang, les effets neurotoxiques débutent, les enfants subissent un retard mental et les coûts sociaux sont énormes. Le TSSG deviendra un outil de dépistage et de gestion des sols contaminés/ CRSNG (découverte).

Traitement des boues d'épurateur humide d'une usine d'Alcan

Plusieurs produits chimiques minéraux sont utilisés lors de la production de l'aluminium à partir de l'alumine avec la technologie Sodeberg (électrolyse en sel fondu). Parmi ces produits, il y a production de HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques) car l'électrolyse se fait en présence d'un dérivé du pétrole, le brai. Il y a donc formation de HAP qui sont volatilisés dans l'enceinte de l'usine. Un système de ventilation récupère les gaz de l'usine qui sont traités par un épurateur humide fonctionnant à la chaux. Les HAP sont donc emprisonnés dans ce précipité qui contient de la chaux, du fluorure de calcium et de l'alumine. Il y a donc production d'une boue minérale contaminée par les HAP. Ces boues sont gérées comme déchets spéciaux et enfouies au site d'Horizon à Grandes Piles. Le but du projet est l'évaluation de la revalorisation de ces boues par traitement à l'aide de surfactant/ Alcan/ Coll. : Blais, J.-F, Bergeron, M.

Production de produit du magnésium à partir des résidus d'amiante

La réutilisation des résidus d'amiante comme matière première est intéressante car elle s'inscrit bien dans la philosophie du développement durable. Au Québec, il y a près de 400 millions de tonnes de ces résidus qui modifient le paysage de certaines régions. La chrysotile constitue la plus grande partie de ces résidus, qui ont une teneur de 20 à 24 % de magnésium. Étant donné cette forte teneur en magnésium ils peuvent constituer une matière première pour la production de produits à base de magnésium. Nous nous afférons donc ici à développer une méthode de lixiviation acide et d'électrolyse en phase aqueuse qui permettrait de produire du magnésium métal qui a une très forte valeur commerciale. Ce métal léger, est en fait, de plus en plus utilisé dans notre société moderne/ CLD de la MRC de l'amiante/ Coll. : Blais, J.-F, Drogué, P.

Traitement et valorisation des boues rouges et des déchets d'aluminerie

L'industrie canadienne de l'aluminium est l'une des plus importantes au monde. Cette industrie génère toutefois des quantités imposantes de déchets potentiellement dangereux, dont les coûts de gestion sont de plus en plus contraignants. Ce projet de recherche vise à trouver des solutions technologiques pour le traitement de deux déchets importants de cette industrie, soit les boues rouges, ainsi que les déchets d'alumineries (à ne pas confondre avec les brasques). Ces derniers contiennent du fluorure et des HAP. L'objectif principal du projet consiste à obtenir un procédé rentable de production d'agent coagulant efficace à partir des boues rouges. Cette solution serait utilisée commercialement pour la déphosphatation des eaux usées municipales et industrielles en substitution au chlorure ferrique, sulfate ferrique ou sulfate d'aluminium. Il s'agit d'un procédé de dissolution chimique visant à mettre en solution l'aluminium et le fer contenu dans les boues rouges. Des essais en erlenmeyers permettront de trouver les meilleures conditions opératoires. Des essais de déphosphatation auront ensuite lieu avec des eaux usées.

Pour les déchets d'alumineries, l'objectif principal visé consiste à identifier des conditions de traitement économiques moins coûteuses que la disposition de matières résiduelles dangereuses (MRD) dans un site spécialisé après fabrication d'une matrice de ciment (environ 350 \$/t). Un tri magnétique visera à séparer la ferraille et l'aluminium métal. Des procédés de séparation physique et chimique seront ensuite effectués sur les fractions granulométriques qui nécessitent un traitement. Ces procédés permettront de détruire ou d'extraire les contaminants inorganiques (CN- et F-) et organiques (HAP) et de rendre ces déchets traités acceptables pour l'enfouissement sanitaire régulier. Dans les deux cas une étude technico-économique sera effectuée/ CRSNG/ Coll. : Blais, J.-F, Drogué, P.

Optimisation à la ferme de la technologie de séparation LISOX et validation de la valorisation au champ des coproduits solide et liquide

Le présent projet vise à démontrer, à l'échelle réelle au niveau d'une ferme, une nouvelle technologie appelée LISOX, de séparation du lisier de porc. Ce projet s'inscrit dans la continuité d'un projet réalisé de 2000 à 2003 avec l'IRDA. Il sera accompli en collaboration avec Horizon Environnement Technologies (HET). Cette technologie hydraulique permet de générer deux fractions, soit une fraction liquide représentant environ 80 % du volume, laquelle peut être stockée dans la fosse à lisier et être utilisée au moment désiré comme fertilisant allégé en phosphore et en azote organique à la ferme (très bon rapport $NH_4/P_{tot} > 7$ à 8), ainsi qu'une

fraction solide (environ 20 % du volume) qui peut être additionnée d'un substrat carboné et stockée à la ferme avant d'être transportée pour être valorisée en dehors des zones de surproduction de lisier. Une autre option consiste à transporter le solide à 12%ST dans un camion vacuum. Cette technologie a été testée à l'échelle pilote (séparateur de 320 litres) dans le cadre d'un projet subventionné dans le programme FCAR Actions concertées – IRDA. La technologie a été testée avec succès pour le traitement des divers types de lisier (engraisement, maternité, pouponnière).

Le projet a une durée de 12 mois, il est proposé de concevoir (design) et d'implanter (construction) la technologie LISOX dans une ferme porcine. Par la suite, il est prévu de démontrer l'efficacité du procédé pendant une période d'au moins cinq mois. Lors de la période de stockage, la fraction solide sera additionnée de sciures de bois ou de poussières de sablage et sera conservée sur une plate-forme étanche. La fraction liquide sera conservée dans un réservoir de grande capacité ou directement dans la fosse à lisier. Les sous-produits seront caractérisés, d'un point de vue chimique, au début et à la fin de la période de stockage/ Corporation Horizon Environnement Technologies/ Coll.: Blais, J.F.

Taha OUARDA, professeur
Hydrologie

Analyse de l'occurrence et de la récurrence des variables hydrométéorologiques extrêmes dans un cadre de changements climatiques

Le principal objectif de ce projet de recherche consiste à développer des outils statistiques qui répondent aux besoins des utilisateurs en vue de l'évaluation des impacts et de l'étude de l'adaptation aux changements climatiques. Plus précisément, la présente demande vise le développement d'approches de caractérisation et de modélisation statistique des différentes variables et des extrêmes qui définissent l'hydraulicité des cours d'eau. Le programme de recherche envisagé comprend six volets :

1. Élaborer des modèles d'analyse de fréquence prenant en compte divers types de "non-stationnarité" (tendance, rupture, etc.). Ces modèles pourront ensuite être utilisés par les autres groupes d'Ouranos tel que le groupe impacts et adaptation (applications en foresterie, pêcheries, etc.) ainsi que par différents autres utilisateurs.
2. Élaborer, à partir des travaux déjà complétés par l'équipe de la Chaire en hydrologie statistique de l'INRS-ETE, des méthodes de sélection et d'ajustement de lois statistiques applicables dans un contexte d'analyse d'occurrence et de récurrence d'événements associés aux

CC surtout dans un cadre d'extrapolation.

3. Caractériser, à l'aide des méthodes développées, les extrêmes des variables hydrométéorologiques et des variables dérivées importantes pour la détermination des conditions d'hydraulicité dans un cadre de CC.
4. Développer des techniques statistiques de désagrégation (spatiale ou temporelle) dans le cadre du développement de modèles statistiques décrivant les extrêmes hydroclimatiques.
5. Étant donné l'importance des périodes d'étiages dans la caractérisation de l'hydraulicité annuelle, on cherchera à modéliser les étiages par des processus ponctuels temporels non stationnaires et périodiques. De plus, on cherchera à développer des indices du risque associé à ces étiages en vue de les employer pour l'élaboration de politiques de gestion dans un cadre de futur incertain (CC).
6. Incorporer la notion de durée des événements, entre autres en développant des courbes QDF (i.e. Débit-Durée-Fréquence) sur le territoire québécois, en tenant compte des variations imputables aux changements climatiques. CRSNG et Consortium Ouranos. Coll.: André St-Hilaire et B. Bobée (INRS-ETE), Philippe Gachon et Naveed Khaliq (Ouranos).

Chaire en Hydrologie statistique (Hydro-Québec / CRSNG)

Le programme de recherche de la Chaire comprend quatre axes en hydrologie statistique, thème général qui en constitue le fil directeur. Les axes A1 et A4 sont en continuité avec les travaux réalisés dans le cadre des chaires précédentes alors que dans les axes A2 et A3, on vise à effectuer des développements dans de nouvelles directions reliées à l'hydrologie statistique dans lesquelles peu de travaux de recherche ont encore été effectués. L'ensemble des travaux théoriques ainsi réalisés aura d'importantes retombées socio-économiques dont pourront profiter la totalité des compagnies hydroélectriques canadiennes et également au niveau international.

A1 Développement d'outils d'aide à la conception des ouvrages

Dans cet axe, on vise à compléter les travaux déjà réalisés dans les Phases 1 et 2 concernant l'hydrologie fréquentielle locale et régionale. Ces travaux sont tous nécessaires en raison de leurs retombées économiques pour Hydro-Québec et les autres compagnies hydroélectriques au Canada.

A2 Hydrologie statistique environnementale

Dans les deux nouveaux axes (A2 et A3), les projets proposés s'appuient sur des réalisations de l'équipe de la Chaire effectuées au cours de la Phase 2 et répondent, entre autres, aux priorités du partenaire industriel concernant la prise en compte des contraintes environnementales dans la gestion des ouvrages (débit réservé).

A3 Hydrologie statistique en milieu nordique

Cet axe répond aux priorités du partenaire industriel concernant l'intensification du développement hydroélectrique prévu en milieu nordique. Les travaux traitent de l'influence du couvert de glace sur la conception et la gestion des ouvrages, et du développement d'outils pour l'analyse des variables hydrologiques dans un environnement nordique en tenant compte des changements climatiques.

A4 Analyse et modélisation des séries chronologiques

Les travaux proposés dans cet axe sont en continuité avec certaines réalisations des Phases 1 et 2. Hydro-Québec y attache une grande importance. Il s'agit de travaux basés sur des résultats théoriques récents qui permettent une modélisation plus adéquate des séries chronologiques.

CRSNG/Hydro-Québec/INRS-ETE. Coll : R. Roy, P. Bruneau, M. Barbet, L. Bilodeau (Hydro-Québec) et A.-C. Favre, A. St-Hilaire, B. Bobée (INRS-ETE).

Estimation régionale des variables hydrologiques

Lorsque l'information hydrologique en un site est absente ou insuffisante, l'estimation des variables hydrologiques peut être effectuée par des modèles régionaux. Le principe est de transposer au site d'intérêt l'information spatiale provenant de bassins ayant un régime hydrologique similaire. Le programme de recherche comprend :

Développement de modèles fréquents régionaux

Les recherches sur l'estimation régionale des variables hydrologiques concernent : i) la modélisation explicite de l'hétérogénéité régionale et la quantification de la précision des estimations régionales des quantiles de crues; ii) la prise en compte des corrélations entre les différentes variables explicatives et les variables dépendantes et la combinaison de l'information locale et régionale; iii) le développement de modèles robustes en poursuivant le développement de la méthode de l'analyse des corrélations canoniques, p. ex. en utilisant l'estimateur de James-Stein; iv) le développement de modèles régionaux de crues intégrant l'utilisation du GRADEX (gradient des valeurs

extrêmes) des pluies; v) la régionalisation d'autres variables telles que les volumes de crues et les paramètres de modèles et vi) le développement de modèles régionaux utilisant les queues des distributions (parties extrêmes des distributions) ainsi que l'information alternative (p. ex. données historiques).

Application à la modélisation des apports prévisionnels

Ces travaux s'inscrivent dans le cadre de l'estimation et de la régionalisation des paramètres de modèles hydrologiques (modèles conceptuels, hydrogrammes unitaires) utilisés pour transformer les données météorologiques affectant un bassin versant en écoulements naturels. Cependant, les estimations des paramètres de modèles hydrologiques sont entachées d'incertitude et représentent donc des paramètres stochastiques. Les sorties des modèles hydrologiques basés sur ces paramètres stochastiques représentent donc des variables aléatoires. On propose d'effectuer une analyse systématique des incertitudes associées à ces paramètres et d'évaluer la propagation de cette incertitude dans la modélisation des apports. Ces travaux permettront d'améliorer la représentativité des séries prévisionnelles d'apports/ CRSNG/ Coll. : B. Bobée, M. Haché.

Développement d'un modèle hydrologique visant l'estimation des débits d'étiage pour le Québec habité

L'objectif de ce projet est de développer un outil hydrologique/statistique permettant de calculer les débits d'étiages pour les régions méridionales du Québec (au sud du 51^e parallèle) selon une procédure rationnelle, rapide et efficace. Le projet consiste d'abord à appliquer la méthode d'analyse fréquentielle pour l'estimation des quantiles d'étiage de 1,7 et 30 jours consécutifs et correspondant à des périodes de retour de 2, 5 et 10 ans, pour toutes les stations hydrométriques du Ministère qui sont naturelles et qui disposent de suffisamment d'années d'information. Ce travail sera fait séparément pour les périodes annuelles, estivales et mensuelles. Ensuite, on aura recours à une procédure d'estimation régionale pour évaluer les quantiles d'étiage aux sites où l'on ne dispose pas de suffisamment d'information. Une méthodologie d'estimation régionale se divise en deux étapes : i) la définition et la détermination des régions hydrologiquement homogènes sur la base de caractéristiques physiographiques et/ou météorologiques; et ii) l'estimation régionale, qui permet de développer des équations régionales pour chaque RHH. Finalement, des cartes de résultats seront produites, permettant à l'utilisateur d'estimer les équations régionales des quantiles des débits d'étiage pour n'importe quel bassin du Québec habité où les caractéristiques physiographiques et/ou météorologiques requises sont disponibles/ Ministère de l'Environnement,

Méthodes de *downscaling* des extrêmes climatiques pour l'estimation des quantités dans les conditions climatiques futures

L'objectif du projet est d'étudier les scénarios et les caractéristiques d'occurrence des extrêmes climatiques, pour répondre aux besoins de la communauté scientifique. Pour nous attaquer à ce problème, nous proposons d'utiliser des approches statistiques de *downscaling* des extrêmes climatiques. Plus spécifiquement, il s'agit de dériver des scénarios extrêmes journaliers en utilisant les champs mensuels de GCM déjà disponibles et considérés comme fiables. Nous proposons d'utiliser une approche de processus ponctuels dans laquelle les développements récents permettent d'élaborer le type de méthodologie requise. Cette approche est une extension du modèle de dépassement (*the peaks-over-threshold approach*) utilisé, entre autres, dans les applications hydrologiques. L'avantage de cette approche est qu'elle permet d'inclure des *covariates* dans la description du comportement des extrêmes, c'est-à-dire que les paramètres du modèle des extrêmes peuvent être des fonctions explicites des *covariates*. Smith et Shively (1995) ont incorporé des "covariates" dans les modèles de valeurs extrêmes afin d'établir la relation qui existe entre les variables météorologiques et les niveaux d'ozone extrêmes dans la troposphère. Cette technique sera adaptée pour dériver la relation qui existe entre les extrêmes climatiques (précipitations extrêmes, températures extrêmes de l'air, valeurs élevées de la température "humidex", et autres indices des extrêmes climatiques) et d'autres variables climatiques, telles que la pression atmosphérique mensuelle moyenne à la surface de la mer à différents sites à l'est du Canada. Le modèle statistique sera alors ajusté en utilisant l'approche classique du maximum de vraisemblance et l'approche bayésienne. Les modèles ajustés avec différentes procédures seront ensuite comparés. Les distributions a posteriori des paramètres des distributions seront estimés en utilisant une combinaison de l'échantillonnage de Gibbs (Geman et Geman, 1984) et de l'algorithme de Metropolis-Hasting (Chib et Greenberg, 1995). Ces techniques permettent d'implanter des modèles compliqués avec relativement peu d'effort. Les relations observées entre les extrêmes climatiques et d'autres variables climatiques, qui auront été identifiées ci-dessus, seront utilisées pour faire la projection des changements futurs dans les extrêmes climatiques, en se basant sur les variables climatiques simulées par les modèles GCM, tels que le champ de pression atmosphérique. Les changements dans les extrêmes observés seront documentés/ Fonds d'action pour le changement climatique (FACC)/ Coll. : X. Zhang, Environnement Canada, B. Bobée.

Ouranos : projets du Groupe Occurrences/récurrentes (modélisation des extrêmes)

L'objectif du projet est de développer des outils statistiques pour la modélisation des extrêmes hydrométéorologiques dans un cadre de changement climatique. Le projet est composé de trois volets : i) l'analyse régionale des courbes débit-durée-fréquence et intensité-surface-fréquence; ii) la modélisation des caractéristiques d'occurrence des étiages dans un cadre de changements climatiques; et iii) l'étude des changements climatiques et de l'évolution du couvert de glace/ Consortium Ouranos (HQ)/ Coll. : B. Bobée, A. St-Hilaire.

Analyse fréquentielle locale et régionale et cartographie des crues au Québec

Dans le présent projet, il est proposé d'effectuer une cartographie complète des crues dans le Québec en insistant sur les bassins habités : on se propose alors d'estimer les quantiles de débits et de volumes de crue correspondant à des périodes de retour de 2, 10, 20, 100, 1000, et 10 000 ans dans les exutoires des différents bassins, et d'estimer les régions d'égale probabilité d'occurrence de différents types d'événements (représentant différentes intensités). Ce travail sera effectué séparément pour les crues de printemps, les crues d'été-automne, et les crues extrêmes annuelles. L'utilisation des débits spécifiques sera également considérée pour éliminer l'effet du facteur d'échelle. Dans les sites jaugés, les quantiles de débits et de volumes de crues peuvent être calculés en considérant les méthodes d'analyse fréquentielle des crues. Aux sites cibles où l'on ne dispose pas de suffisamment d'information, une procédure d'estimation régionale (ou modèle régional) sera utilisée. Ce type de procédure utilise les données d'écoulements disponibles à d'autres stations appartenant à une même région hydrologique. D'autres approches alternatives seront utilisées pour l'estimation des débits de crues dans les petits bassins non jaugés. Une cartographie complète des crues dans la province de Québec a alors recours aux techniques d'analyse fréquentielle locale, d'analyse fréquentielle régionale et d'estimation des débits et des volumes de crues dans les petits bassins/ Ministère de l'Environnement du Québec, PARDE, INRS.

Suivi des phénomènes fluviaux cryologiques et leurs impacts

La compréhension des processus reliés à la présence de glace en rivière est importante. La recherche proposée a pour objectif d'améliorer la quantité et la qualité des données relatives à la glace en rivière et de faire avancer l'état de nos connaissances dans ce domaine. Le programme de recherche envisagé comprend quatre volets : i)

évaluation de l'efficacité du radar à synthèse d'ouverture (RSO) du satellite canadien RADARSAT pour la caractérisation et le suivi du couvert de glace (ce satellite est le premier à répondre aux différents critères gouvernant l'utilisation de la télédétection pour le suivi des glaces de rivière); ii) évaluation de l'impact des changements climatiques sur a) la fréquence et la sévérité des embâcles de glace, b) le débit printanier et c) la fréquence et la sévérité des inondations hivernales; iii) réponses à plusieurs des grandes priorités des questionnaires de l'eau au Québec concernant la correction du débit en présence d'un effet de glace et iv) caractériser la localisation, la date, la fréquence et la sévérité des embâcles; développer des critères pour améliorer le réseau d'alerte précoce et évaluer l'efficacité du radar à ouverture synthétique (RSO) de RADARSAT pour la détection et la localisation des embâcles en temps réel ou pour des fins de recherche/ FCAR, programme soutien aux équipes de recherche/ Coll. : M. Bernier, B. Bobée, J.-P. Fortin, B. Morse.

Homogénéisation des séries de hauteur de précipitation

Ce projet conjoint MENV-INRS-ETE vise à développer les outils (méthodes et logiciels) nécessaires à l'homogénéisation des données de précipitation et à assurer le développement d'une expertise québécoise en la matière. L'homogénéisation des séries de précipitation est une étape essentielle à réaliser avant de procéder à toute analyse du climat. L'homogénéisation consiste à corriger les données afin d'éliminer des fluctuations causées artificiellement par différents facteurs : changement de technique de mesure, changements d'opérateur, déplacements de station, etc. Ce projet comporte trois volets : préhomogénéisation des séries de hauteur de précipitation, développement de méthodes d'homogénéisation et finalement, développement d'un logiciel d'homogénéisation pour application aux données québécoises. Dans le cadre de ce projet, nous proposons d'étudier diverses méthodes d'homogénéisation des données de hauteur de précipitation, incluant l'application de tests classiques de détection de sauts, la méthode SNHT, ainsi que l'application des procédures bayésiennes univariée et multivariée de détection de sauts. Notons que le logiciel servira dans le cadre d'une application pilote visant à homogénéiser les données de précipitation à une quinzaine de stations du réseau climatologique du MENV/Consortium Ouranos/Coll. : G. Boulet.

Transposition de l'information hydrologique à des échelles temporelles différentes

On s'intéresse, dans le cadre de ce projet à l'estimation, en temps réel, des apports horaires aux réservoirs d'Hydro-Québec à l'aide de stations de mesure situées plus en amont. Le problème réside dans le fait que l'estimation par bilan

hydrique aux réservoirs ne permet d'obtenir que les apports journaliers. Or, si l'on dispose de mesures horaires du débit (calculées à partir d'une courbe de tarage) provenant d'une station en amont du réservoir, il est possible d'exploiter cette information afin d'obtenir une estimation des apports horaires au réservoir en question. Pour ce faire, nous proposons d'employer une méthodologie basée sur le calcul d'un coefficient de transfert entre l'apport journalier au réservoir et le débit journalier à la station en amont. Ensuite, on applique un lissage exponentiel au coefficient de transfert journalier afin d'éliminer le bruit et d'estimer le coefficient de transfert pour le jour suivant. On peut ensuite procéder à l'estimation des coefficients de transfert au pas de temps horaire et des apports horaires aux réservoirs. L'objectif du projet consiste donc à implanter cette approche à l'intérieur d'un logiciel facile à utiliser et permettant à l'utilisateur de gérer les entrées/sorties avec un minimum d'effort/Hydro-Québec/ Coll. : D. Tremblay, B. Bobée.

Chaire du Canada en estimation des variables hydrologiques

La conception et l'opération des ouvrages hydrauliques nécessitent une bonne connaissance des caractéristiques des débits extrêmes (crues, étiages). Les activités du programme de recherche et de développement proposé traitent principalement de l'estimation locale (au site) et de l'estimation régionale des variables hydrologiques. Dans le cadre local, les travaux visent notamment l'amélioration de l'estimation des événements rares utilisés dans la conception des ouvrages hydrauliques, la prise en compte à l'échelle locale des changements climatiques, l'amélioration de l'estimation des variables hydrologiques durant la saison de gel des cours d'eaux et la prise en compte de l'incertitude d'estimation dans l'aspect décisionnel. L'estimation régionale consiste à transposer au site cible l'information hydrologique provenant d'autres bassins dont le régime hydrologique est similaire et elle peut être utilisée lorsque l'information hydrologique au site d'intérêt est absente ou insuffisante. Les travaux proposés dans le cadre de l'estimation régionale visent à poursuivre l'amélioration du modèle de régionalisation conjointe des pointes et des volumes de crues, l'utilisation des données historiques dans un contexte régional et le développement de modèles de régionalisation qui tiennent compte de la durée des événements. Les travaux proposés permettront également de mieux faire face à l'impact des changements climatiques sur les ressources en eaux dans plusieurs secteurs stratégiques, tels que la production hydroélectrique et la navigation fluviale. Les travaux de recherche théoriques et pratiques proposés pourront trouver des applications auprès d'organismes tel que Environnement Canada, et les compagnies hydroélectriques/ CRSNG Programme des Chaires du Canada.

Academic training in the field of water quality monitoring

Le suivi optimal de la qualité de l'eau, et la conception et l'optimisation des réseaux de mesure des variables de qualité nécessitent la maîtrise de plusieurs outils statistiques. Cette formation académique vise à transmettre à un groupe de chercheurs et ingénieurs égyptiens les outils nécessaires pour pouvoir effectuer efficacement ces activités de conception et de suivi, et à appliquer ces outils aux données d'Égypte pour la résolution des problèmes réels qui sont posés. Les outils incluent l'analyse des séries chronologiques, les approches multivariées, l'analyse de la variance et l'analyse du risque./ *Agriculture et Agroalimentaire Canada.*

Régionalisation des événements hydrologiques extrêmes, développement dans le logiciel RÉGIONS

Le logiciel RÉGIONS a été développé par l'équipe de la Chaire Hydro-Québec CRSNG. Ce logiciel est présentement utilisé systématiquement par Hydro-Québec qui a reconnu son impact économique important. Il s'agit du premier logiciel de ce genre, intégrant toutes les étapes d'une étude régionale. La généralité du logiciel, et l'incorporation des techniques d'estimation régionale les plus performantes, ainsi que des dernières techniques disponibles pour l'acquisition des données et leur gestion, en font un outil de grande utilité, dont les retombées économiques sont importantes. L'objectif de ce projet est de mettre à jour le logiciel RÉGIONS en incorporant les dernières méthodologies développées par l'équipe de la Chaire en terme de régionalisation des événements hydrologiques extrêmes: i) intégration de la procédure d'estimation analytique de la taille de l'ellipse de voisinage dans la méthode d'analyse canonique des corrélations; ii) intégration d'un module bayésien de combinaison de l'information locale et de l'information régionale. Ce module est basé sur les variances d'estimation locale et régionale; iii) intégration d'un module de combinaison de l'information locale et régionale qui est basé sur l'approche bayésienne hiérarchique; iv) ajout d'un module qui permet d'effectuer les différentes étapes d'une étude régionale dans le cadre des sites partiellement jaugés et v) ajout d'une interface graphique conviviale/Hydro-Québec, Coll. : Pierre Bruneau et Marc Barbet (Hydro-Québec)

Méthode de mise à l'échelle statistique pour la simulation des extrêmes de différentes régions du Québec

Le but du présent projet de recherche est de : i) évaluer la force et les faiblesses des méthodes de *downscaling* statistiques SDSM et LARS-WG pour simuler les extrêmes et la variabilité du climat sur plusieurs régions de l'Est du Canada ; ii) développer des indices climatiques utilisés pour

l'analyse des extrêmes observés et la validation des méthodes de *downscaling* statistiques à l'aide du logiciel SDEIS de STARDEX ; iii) comparer avec l'approche neuronale développée auparavant dans la région du Saguenay. Tout ceci vise à améliorer les informations spatiales et temporelles provenant des simulations des GCMs et à développer des outils de *downscaling* pour générer les scénarios climatiques de référence. L'équipe de recherche se penchera également sur l'optimisation du choix des prédicteurs : variables atmosphériques à grande échelle utilisées dans les méthodes de *downscaling* statistique. Le choix des prédicteurs est extrêmement important et constitue une tâche très délicate à réaliser. L'équipe de recherche de l'INRS-ETE se concentrera sur les stations de Schefferville A, Kuujuaq, Goosebay et Hopedale./ Fonds d'Action du Changement Climatique, et Consortium OURANOS. Coll. : Philippe Gachon.

Analyse des fréquences de l'événement du 12 juillet 2004 à St-Hyacinthe

Le but du projet est d'effectuer l'analyse des fréquences des événements qui ont eu lieu en juillet 2004 à Saint-Pie et en septembre 2004 à Gatineau dans l'objectif de connaître la période de récurrence des précipitations survenues aux dates ci-dessus mentionnées, et ce, dans le but d'évaluer la possibilité de procéder à un recours. Services Juridiques de l'IACAG. Coll : O. Seidou (INRS-ETE).

Claudio PANICONI, professeur Hydrologie

Contributions de modèles basés sur l'équation de Richards aux analyses hydrologiques

Les modèles numériques sont des outils essentiels pour la gestion des ressources en eau; ils représentent nos connaissances des processus qui contrôlent l'état et la dynamique des eaux de bassin versant (sols et aquifères). Ce projet abordera certaines problématiques reliées à l'utilisation des modèles

mathématiques-physiques dans les sciences de la terre (paramétrisation, incertitudes et erreurs, complexités numériques dues aux non-linéarités et couplages, etc.). Spécifiquement, on aborde le développement, l'applicabilité et la performance de modèles basés sur l'équation de Richards sur les thèmes suivants : i) améliorer des modèles 3D et couplés existants pour explorer les interactions entre l'atmosphère, la surface, les sols et les aquifères; ii) introduire des méthodologies d'assimilation de données pour intégrer de façon consistante les prévisions des modèles et les données d'observation (p. ex. humidité du sol, débits); iii) incorporer et analyser divers algorithmes (p. ex. pour l'évolution temporelle) pour rendre les modèles plus robustes et efficaces; iv) comparer les modèles de Richards avec des modèles simplifiés (p. ex. équation de

Boussinesq pour collines) pour évaluer les nouvelles hypothèses et formulations de processus hydrologiques et v) intégrer ces modèles simplifiés dans un système d'aide à la décision récemment développé, et générer des analyses de scénarios/ CRSNG.

Étude d'un concept d'implantation linéaire d'une prise d'eau sous-fluviale dans la rivière Montmorency à Beauport

L'objectif du projet est d'analyser, au niveau de la dynamique d'écoulement, un concept d'implantation d'une prise d'eau horizontale et sous-fluviale dans la rivière Montmorency à la hauteur du secteur des îlets (arrondissement Beauport). Des simulations de l'écoulement souterrain de la nappe libre en contact avec la rivière seront faites en utilisant un modèle 2D (section verticale) prenant en considération : les propriétés du milieu poreux (perméabilité des stratus de sable et gravier et du matériel filtrant alentour de la conduite); la recharge naturelle; le niveau de la rivière (incluant l'effet de l'étiage); le colmatage; un géomembrane; la profondeur de captage; le diamètre de la conduite; le nombre de conduites; et le pompage (captage en tension). Avant la modélisation, une analyse sera faite des données existantes pour bien caractériser la zone d'étude, surtout par rapport à des valeurs de perméabilité obtenues par un essai de pompage dans un puits horizontal et par plusieurs *slug tests* et analyses granulométriques faites dans cinq forages. Des nouveaux essais hydrauliques (*slug tests*) seront faits dans les forages existants par l'équipe d'étude./Génécor civil et Ville de Québec. Coll.: Michel Leclerc, René Lefebvre.

Marc RICHER-LAFLECHE, professeur
Géochimie

Évaluation du potentiel minéral de la propriété de Cr et ÉGP Ménarik (Baie-James, Qc)

Ce projet vise l'étude des minéralisations de Cr et ÉGP du complexe intrusif de Ménarik. Des études géochimiques, pétrographiques et minéragraphiques ont été réalisées afin de comprendre le mode de mise en place des minéralisations et d'en estimer le potentiel économique. Durant l'année en cours, deux nouvelles études ont été réalisées sur l'évaluation du potentiel minéral en fonction de résultats obtenus suite à l'étude de plus de 7 000 mètres de forage réalisés dans le complexe intrusif de Ménarik. Ces données seront utilisées pour modéliser la géométrie en 3D des minéralisations chromifères et pour la réalisation d'une future étude de préfaisabilité. /Ressources minières Pro-Or inc./ Co-responsable : M. Bergeron.

Pilotage semi industriel d'un procédé de traitement de chromites platinifères

Ce projet vise à implanter à l'échelle semi industrielle une technologie de carbochloruration permettant l'extraction des ÉGP à partir de minerais de chromite platinifère et l'enrichissement du rapport Cr/Fe des minerais de chromite. D'une manière simplifiée, l'enrichissement de la chromite est effectué selon la démarche suivante : FeO est extrait sélectivement de la chromite sous forme de FeCl₃ gazeux par une interaction solide-gaz pour laisser un résidu de chromite montrant un rapport Cr/Fe élevé. En ce qui concerne les éléments du groupe du platine (ÉGP), ces phases minérales sont transformées par le processus de chloruration en des composés chlorurés fortement solubles dans HCl. Le processus d'extraction des ÉGP comprend deux grandes étapes. D'abord, une étape de chloruration permettant la transformation des phases platinifères en des composés chlorurés. Ces composés chlorurés ne sont pas volatils à la température de chloruration et demeurent donc dans le réacteur (ils ne sont pas distillés). Dans la deuxième étape, le chlorureur (le réacteur de chloruration) est vidangé. Les solides sont alors disposés dans une solution de HCl où la dissolution des phases platinifères est effectuée. Cette étape est rapide et hautement efficace. Par la suite, la purification des éléments du groupe du platine, peut être effectuée par des technologies existantes. Dans le cas où une matrice de chromites platinifères est utilisée comme matériel de départ, les réactions de chloruration des phases métalliques transportant les éléments du groupe du platine de même que les réactions conduisant à la production de chromite montrant un rapport Cr/Fe élevé, peuvent être effectuées simultanément/ Ressources Minières Pro-Or inc/ Co-responsable : M. Bergeron.

Applications de la géochimie et de la géophysique aux études archéométriques dans le Nunavut et dans le Sud du Québec

Ces projets impliquent, entre autres, la direction d'un étudiant au doctorat (INRS - Australian National University) et d'un chercheur post-doctoral (INRS-ETE/CRSH). Ces projets touchent entre autres le développement de nouvelles méthodes de datation de sites d'arts rupestres préhistoriques et une étude de discrimination géochimique des différentes productions de céramiques de la Nouvelle-France (17^e siècle). Avec notre stagiaire post-doctoral Yves Monette et une stagiaire de l'Université de Rennes (Anne Genachte-Le Bail) nous avons développé des protocoles analytiques et procédé à l'analyse d'artéfacts archéologiques par la méthode d'ablation laser couplée à un spectromètre de masse (ICP-MS). Des essais géophysiques, magnétométriques, gradiométriques et électromagnétiques ont été réalisés sur des sites

de fouilles archéologiques dans la région de Québec (Limoulu/ briqueterie, Cap-Santé / Fort-Jaques-Cartier) et à LaPrairie au sud de Montréal. Ces travaux de géophysique de sub-surface visent à développer des approches de prospection archéométrique non destructives. Ces approches ont été également utilisées par notre équipe dans le cadre d'investigations de sites de scènes de crime (Sûreté du Québec). Plusieurs collaborations ont été amorcées avec le Centre Culturel Avataq (Nunavut), l'équipe d'archéométrie de l'Université Laval, le Australian National University (ANU) et la Ville de Québec/ Société culturelle Avataq, U. Laval, UQAM, Ville de Québec, Australian National University.

Étude géochimique et géostatistique du bassin forestier de la vallée de la York (région de Murdochville-Gaspé).

Ce projet de recherche vise la compréhension de la dispersion des contaminants de source atmosphérique dans la vallée de la York Gaspésie. L'approche est spatio-temporelle, car elle permet de documenter la répartition spatiale des contaminants provenant de l'usine pyrométallurgique de Murdochville, et ce, dans plus de 100 stations de mesure (lichens, litière forestière, humus, sols minéraux) et l'évolution temporelle de la contamination via l'analyse des cernes de croissance datée des épinettes. L'étude permet d'établir des cartes de distribution spatiale des contaminants par tranche de 5 ans débutant dans les années 1930. Jean-Christophe Aznar, étudiant au doctorat à l'INRS-ETE est impliqué dans ce projet. (Travaux en collaboration avec le MRNFP du Québec, Direction de la Recherche Forestière, USDA, ERG).

Caractérisation géochimique et provenance de la matière en suspension de plusieurs tributaires du St-Laurent et du lac St-François.

Ce projet vise la réalisation d'une étude géochimique de la matière en suspension d'un secteur du fleuve St-Laurent. L'étude comprend, entre autres, l'analyse chimique des terres rares et autres métaux traces, des éléments majeurs ainsi que du carbone (organique et inorganique), du soufre et de l'azote présent dans la matière en suspension prélevée à l'embouchure de huit (8) tributaires principaux du fleuve St-Laurent, ainsi qu'à la station de référence de la qualité de l'eau à Québec. Ces données devraient permettre d'identifier de nouveaux traceurs géochimiques pour établir la provenance ainsi que les processus de mélange affectant la composition des sédiments fluviaux/ (Travaux en collaboration avec Environnement Canada, le Centre St-Laurent).

Induction électromagnétique appliquée à la cartographie des sédiments du Lac St-Pierre

Ce projet vise à développer une méthode de cartographie des différentes unités sédimentaires présentes sur le fond du Lac St-Pierre. La méthode utilise le principe d'induction électromagnétique en domaine de fréquence pour sonder les sédiments du Lac. Ces données permettent de mesurer les variations de conductivité électrique des sédiments. Les données font l'objet de traitements géostatistiques et sont comparées aux données granulométriques obtenues par carottage des sédiments de fond. Une étude géochimique et granulométrique, d'une centaine d'échantillons de fond du lac, a été également réalisée et des mesures de susceptibilité magnétique ont été mesurées. Ces données serviront à la modélisation des données de futurs levés magnétométriques qui seront réalisés sur le bassin du lac St-Pierre. (Travaux en collaboration avec le Centre St-Laurent, Environnement Canada).

*Christine RIVARD, professeure associée
Hydrologie*

Étude des aquifères de la vallée d'Annapolis-Cornwallis

Une étude hydrogéologique régionale dans la vallée d'Annapolis-Cornwallis en Nouvelle-Écosse a été entreprise dans le cadre du programme sur les eaux souterraines de la Commission géologique du Canada. L'objectif général de ce projet consiste à caractériser et à quantifier l'eau des aquifères granulaires et fracturés de cette région (2 100 km²). En effet, l'eau des rivières de la vallée étant devenue une source insuffisante et de trop mauvaise qualité pour l'approvisionnement des résidents, les municipalités se tournent de plus en plus vers l'eau souterraine. Ce projet multi-institutionnel comprend la participation des ministères provinciaux de l'Environnement et des Ressources naturelles, des ministères Agriculture et Agroalimentaire Canada et Environnement Canada, des universités Acadia et INRS-ETE et des collèges Center of Geographic Sciences (COGS) et Nova Scotia Agricultural College (NSAC), d'associations environnementales, de firmes privées et du US Geological Survey. L'inventaire des données existantes a mené à la création d'une banque de données hydrogéologiques accessible à tous les partenaires. L'ajout de travaux de terrain et l'analyse de l'ensemble des données permettra le développement de modèles géologique et hydrogéologique 3D, d'un bilan hydraulique, ainsi que la cartographie des propriétés hydrauliques, de la piézométrie et celle révisée des dépôts quaternaires de cette région. Cette caractérisation contribuera au développement des programmes de gestion de la ressource eau souterraine par les autorités provinciales et municipales/Coll.: Y.

Michaud, C. Deblonde, C. Paniconi, A. Bolduc, S. Paradis, D. Paradis, S. Castonguay, S. Simpson, S. Pullan et R. Good.

*Alain N. ROUSSEAU, professeur
Hydrologie*

Ressources et approvisionnement en eau – modélisation et simulation mathématiques des processus naturels

Les travaux de recherche proposés portent sur des activités visant à mieux définir les représentations des processus hydrologiques et les limites d'application de la modélisation. Les activités de recherche et de transfert visent à améliorer des outils mathématiques de simulation existants, et ce, afin de répondre à des questions : (i) de prévision des apports en eau des systèmes hydriques nordiques; (ii) d'évaluation des ressources en eau pour l'approvisionnement des différents secteurs d'activités; et (iii) d'analyse de scénarios d'assainissement de l'eau à l'échelle du bassin versant.

L'ensemble de ces travaux s'intègre dans le développement de démarches opérationnelles pour la prévision de l'évolution des ressources en eau et de leur devenir, ainsi que leur sensibilité aux changements climatiques. Les activités de cette demande s'inscrivent sous deux axes : (i) modélisation hydrologique; et (ii) gestion intégrée de l'eau/ CRSNG/ Coll. M. Slivitzky, J.-P. Villeneuve, J.-P. Fortin, A. Mailhot, M. Bernier.

Planification de la gestion intégrée du bassin versant de la haute Orontes

L'objectif de ce mandat de consultation est de fournir une assistance technique à l'unité syrienne de coordination du projet au niveau de l'identification et du design de la structure d'une base de données géoréférencées pour le futur système d'information sur l'eau du bassin versant de la haute Orontes, et ce, dans le cadre de la mise en place de la gestion intégrée de l'eau par bassin versant. Le but à long terme de ce projet vise à implanter un système d'information muni d'un SIG et de modèles de simulation. Ce mandat sera réalisé dans le cadre de deux missions (septembre 2002; date à venir pour la deuxième mission). La première mission a porté sur les données sur la qualité de l'eau. Quant à la deuxième mission, l'accent sera sur la collecte et la numérisation de données sur la quantité d'eau, et de données socio-économiques sur le bassin et autres données de base (modèle numérique de terrain, occupation du sol, réseau hydrographique, infrastructures d'eau, etc.). Outre le soutien technique continu, les principaux livrables de ce projet incluent: (i) la rédaction d'un devis de numérisation de données géoréférencées au 1/25 000; (ii) la rédaction d'un devis de numérisation de données attributs; (iii) un séminaire d'une journée

sur la gestion intégrée par bassin versant incluant des exemples concrets; (iv) la production d'un document sur le processus de construction et de gestion d'une base de données géoréférencées incluant la rédaction d'un devis des tâches à réaliser et (v) la rédaction de deux rapports de mission/ United Nations.

Amélioration d'un système de modélisation intégrée et développement du protocole d'application pour l'analyse de scénarios d'assainissement agricole à l'échelle du bassin versant

L'objectif de ce projet est de poursuivre le développement du système informatisé de gestion intégrée des bassins versants GIBSI. Dans ce contexte, nous développerons un modèle de prélèvement des nutriments par les grandes cultures pour prendre en compte ces processus dans les cycles de l'azote et du phosphore simulés, et ainsi améliorer la précision des charges et concentrations calculées en rivière. Il s'agit également de développer un modèle de transport diffus de coliformes fécaux. Une fois développés et intégrés à GIBSI, ces deux modèles seront calés et validés à l'aide d'une méthode appropriée et par rapport à des données mesurées. Si les valeurs obtenues pour les paramètres physiques, chimiques et bactériologiques actuellement simulés sont utiles pour identifier la nature de la contamination ou pour être comparées aux critères de qualité de l'eau, elles restent difficiles à interpréter en terme de qualité biologique des cours d'eau. Ainsi, à partir d'une étude de données de terrain sur les organismes benthiques, il s'agira d'évaluer les possibilités de relation entre les paramètres abiotiques simulés et l'intégrité biologique des cours d'eau. /FQRNT/Coll. : R. Quilbé, G. Rogel, M. Grenier, S. Tremblay, M. Filion, A. Mailhot, J.-P. Villeneuve, (INRS-ETE) ; S. Campeau (UQTR, professeur invité à l'INRS-ETE) ; A. Viau, L. Khiari (U. Laval) ; M. Patoine, F. Godin, Y. Richard, A. Le Page (MDDEP) ; M. Duchemin, R. Majdoub, C. Côté (IRDA) ; E. Van Bochove (AAC).

Évaluation des changements hydrologiques selon les stades de développement du couvert végétal après la récolte et effet de la récolte sur le bilan des substances chimiques – Forêt Montmorency

Les revues de littérature ont montré que la coupe forestière peut augmenter les débits de pointe. Or, une forte augmentation est présumée délétère pour la faune aquatique parce que les pointes peuvent modifier la morphologie des cours d'eau et frayères. De plus, les revues suggèrent que la coupe près des cours d'eau et sur les zones humides a plus d'effet sur le bilan des substances chimiques que celle effectuée sur les aires plus éloignées ou mieux drainées. Ce projet vise à vérifier à l'aide de la modélisation hydrologique et de données observées à la forêt Montmorency

que : (i) la récolte jusqu'à 50 % de la superficie du bassin limite les augmentations des pointes sous 50 % - le 50 % de récolte acceptable est basé sur les augmentations maximales des pointes - l'utilisation des valeurs maximales constitue-t-elle une restriction trop sévère? (ii) la réduction des taux de fonte est un bon indicateur de la réduction des pointes dans un contexte de rétablissement du couvert végétal; et (iii) les coupes localisées près du réseau hydrographique (incluant des zones humides) affectent plus le bilan des substances chimiques que celles éloignées du réseau./FQRNT/ Coll. : Y. Tremblay, M.-P. Lavigne, N. Milot (INRS-ETE) ; A.P. Plamondon (Responsable, professeur invité à l'INRS-ETE), C. Camiré (Université Laval), M. Prévost (MRNFQ).

État des connaissances sur les impacts potentiels de l'exploitation d'une ferme porcine à grande échelle près de Chapais, sur le territoire de la Baie de James

Le mandat de ce projet porte sur l'étude des impacts potentiels de l'exploitation d'une ferme porcine à grande échelle près de Chapais, sur le territoire de la Baie de James, ainsi que sur l'encadrement, dans le cadre des audiences publiques requises par le gouvernement du Québec, de la présentation de cette étude par le conseil de la communauté Oujé-Bougoumou de la Nation Cris. / Council of the Oujé-Bougoumou Cree Nation, Waswanipi First Nation, Cree Board of Health and Social Services/ Coll.: S. Ricard, J.-F. Dolbec, A. Simard, J.-P. Villeneuve (INRS-ETE).

Installation d'un débitmètre sur la rivière Nécopastic

Pour valider HYDROTEL en milieu nordique, nous devons effectuer des observations hydrométéorologiques sur un bassin versant témoin. Nous avons choisi le bassin de la rivière Nécopastic, situé près de Radisson. Cet avant-projet a pour objectif d'installer une station hydrométrique (débitmètre Sontek Argonaut SW) sur la rivière Nécopastic en aval de la route menant de LG2 à LG1. L'installation sous-marine Doppler est effectuée par Thalassa Sub-Technologie. / Institut de recherche d'Hydro-Québec/ Coll. V. Fortin, M. Nadeau - IREQ, I. Chartier - Ouranos/HQ.

Étude préliminaire de modèles de transport des pesticides à l'échelle des bassins versants

Les objectifs de cette étude sont de : (i) réaliser une revue de littérature des articles scientifiques sur les outils de modélisation pour fins de gestion intégrée de bassin versant, faisant la relation entre l'hydrologie, le transport et le devenir des pesticides et la contamination des eaux par ceux-ci et (ii) analyser et intégrer les résultats de la revue de littérature dans une étude comparative (approche multicritères) d'outils de modélisation

de transport de pesticides à l'échelle de bassins versants. Cette étude vise à définir les forces et faiblesses de chaque modèle et à déterminer le modèle le plus approprié pour l'établissement de plans de ferme environnementaux à partir de normes agroenvironnementales. / Centre Saint-Laurent (CSL), Environnement Canada (EC) - Direction de la conservation de l'environnement (DCE)/ Coll.: R. Quilbé, P. Lafrance, J.-P. Villeneuve (INRS-ETE); M. Amrani, J. Leclerc (CSL); P.-Y. Caux, P. Jiapizian (EC).

Service à la communauté des chercheurs du pôle Écohydrologie du Regroupement stratégique HYMAP

Dans le cadre du Regroupement stratégique HYMAP - Hydrométéorologie Appliquée - (FQRNT - A. Viau, U. Laval), le pôle Écohydrologie s'est vu alloué par le bureau de direction du Regroupement un budget de fonctionnement pour contribuer: (i) à l'embauche d'un professionnel de recherche dédié au service du pôle et (ii) au soutien aux étudiants du pôle./FQRNT/ Soutien financier au Regroupement stratégique HYMAP (Hydrométéorologie Appliquée)/ Coll.: A. Hentati, S. Tremblay, P. Lafrance, A. St-Hilaire, J.-P. Villeneuve (INRS-ETE); S. Campeau (UQTR) A. Viau, J. Bluteau, A. Plamondon, C. Camiré (U.Laval).

Vulnérabilité de l'agriculture en réponse aux changements climatiques : étude de l'influence passée et future de l'occupation agricole du territoire sur le régime hydrologique et la qualité de l'eau d'un bassin versant, à l'aide d'un système de modélisation intégrée

Dans le cadre de ce projet, nous utiliserons le système de modélisation intégrée GIBSI (Gestion Intégrée par Bassin versant à l'aide d'un Système Informatisé) pour obtenir une meilleure compréhension du rôle joué par l'occupation du sol du bassin versant de la rivière Chaudière, Québec, dans la vulnérabilité de l'agriculture aux événements climatiques en fonction des coûts reliés aux pertes de sols et de nutriments. De plus, en collaboration avec l'IRDA, nous réalisons une étude expérimentale en conditions contrôlées afin d'estimer l'évolution de la sensibilité à l'érosion hydrique dans un contexte de changement climatique. Des parcelles expérimentales seront mises en place sur des sols et des pentes du même type que ceux où se ferait l'extension des cultures à risque (maïs et soya). Des précipitations reproduisant les événements intenses attendus à l'avenir seront appliquées sur les parcelles à l'aide d'un simulateur de pluie. La mesure du ruissellement et des pertes en sol permettra d'identifier l'érosivité de ces événements intenses, et l'érodabilité des sols sous ces conditions. Par la suite, les facteurs de végétation de l'équation universelle de pertes de sol (USLE-RUSLE) pourront être mis à jour et

considérés dans la modélisation faite à l'aide de GIBSI. Cette étude permettra également de préciser le potentiel de pertes de sols à l'échelle intra-journalière et de définir les limites à imposer aux simulations d'érosion des sols effectuées à l'échelle journalière par GIBSI. Les résultats de cette étude permettront aux gouvernements (municipal, provincial et fédéral) et différents intervenants (p. ex. : groupes de fertilisation) d'anticiper les changements possibles dans l'utilisation des sols ainsi que leurs effets sur les usages de l'eau de surface à l'échelle du bassin versant. À moyen terme, et ce même si les résultats obtenus avec ce cas d'application ne seront pas généralisables à l'ensemble de la province, l'application de la méthode de travail aux différents bassins versants agricoles canadiens permettraient de préparer les cadres administratifs des programmes à mettre en place pour une adaptation durable de l'agriculture aux changements climatiques. / Ressources naturelles Canada - Direction des impacts et de l'adaptation liés au changement climatique; Ouranos - Impacts et adaptation - Sud du Québec/ Coll. : R. Quilbé, S. Tremblay, S. Ricard, B. Salou, J.-F. Dolbec, S. Savary, J.-P. Villeneuve (INRS-ETE); A.-M. Laroche (U. de Moncton); E. Salvano (U. du Manitoba); G. Debailleul (U. Laval), P. Mullier (Financière Agricole), N. Lease (MAPAQ); A. Debradandère (OURANOS); M. Duchemin (IRDA), M. Patoine (MDDEP).

Projet d'implantation d'un système de gestion des bassins versants – Mexique

Le Mexique a révisé au début 2004 la loi de l'eau. En janvier 2006, tous les organismes de bassin versant (OB) devront être pleinement fonctionnels et appliquer la loi. La CNA (Commission nationale de l'eau) et l'IMTA (Institut mexicain des techniques de l'eau) seront impliqués dans le soutien technique des OB. Les OB auront l'entière responsabilité des opérations et des octrois des permis d'utilisation d'eau et des rejets, de suivre les conditions hydrologiques du bassin, son occupation du sol et des impacts. Pour ce faire, les OB ont besoin d'un système d'aide à la gestion des bassins permettant de rassembler les données hydriques, la consultation, l'archivage, l'analyse des demandes d'utilisation d'eau et des rejets, l'établissement des plans de gestion à long terme et de gestion des réservoirs pour fins multiples (y compris irrigation, crues et étiages sévères). L'objectif de ce projet est de faire une présentation détaillée du modèle GIBSI à l'IMTA, Mexico et de proposer une approche d'intégration de GIBSI au sein des OB dans le cadre d'une analyse des besoins. / Synexus Global Inc, INRS-ETE/ Coll. : R. Quilbé, S. Tremblay, J.-P. Villeneuve (INRS-ETE); A. Robitaille (Synexus Global Inc).

Implantation d'un système de gestion des bassins versants – Mexique

L'objectif de ce projet est de réaliser une application du modèle GIBSI sur un bassin versant pilote mexicain et de définir une approche d'implantation technique de GIBSI au sein des OB. La première phase de ce projet consiste à accompagner nos collègues de l'IMTA dans la mise en place de GIBSI (PHYSITEL/HYDROTEL) sur le bassin versant de la rivière Amacusac (8 000 km²). / Instituto Mexicano de Tecnologia del Agua (IMTA)/ Coll. : R. Quilbé, S. Tremblay, A. Royer, J.-P. Fortin, J.-P. Villeneuve (INRS-ETE); R. Turcotte (CEHQ); A. T. Jasso, H. S. Sanchez (IMTA).

Contribution au développement de la composante hydrologique de l'IROWC-P

Nous avons récemment complété une étude de faisabilité portant sur l'intégration d'un indice topographique (IT) de similitude hydrologique à la composante hydrologique de l'IROWC-P. L'objectif de cette collaboration est d'explorer différentes procédures géomatiques de calcul de l'IT et de collaborer avec AAC à l'intégration de cette procédure dans le calcul de la composante hydrologique de l'IROWC-P. Nos travaux en cours montrent que parmi les procédures disponibles, l'approche géomatique par SIG (logiciel ArcGIS) semble la plus pertinente et la plus facile à mettre en œuvre. Nous centrerons donc nos efforts sur cette approche qu'il convient d'approfondir et de mettre au point, puis d'appliquer et de tester sur plusieurs bassins versants du Québec. Cette approche permettra d'obtenir une carte des valeurs de IT à l'échelle du bassin versant qui pourra ensuite être agrégée à l'échelle des polygones de pédo-paysage. / Agriculture et Alimentation Canada (AAC)/ Coll. A. Hentati, R. Quilbé, S. Tremblay, J.-P. Villeneuve (INRS-ETE); E. Van Bochove, F. Delchmi (AAC).

Développement d'un cadre de travail de modélisation intégrée économique/ hydrologique pour évaluer l'impact des pratiques de gestion bénéfiques à l'échelle du bassin versant

Dans le cadre du programme national WEBS (*Watershed Evaluation of Best Management Practices*), Agriculture et Agroalimentaire Canada nous a demandé de développer un cadre de travail basé sur la modélisation intégrée économique/hydrologique pour évaluer l'impact des pratiques de gestion bénéfiques (PGB) à l'échelle du bassin versant. Ce cadre de travail repose sur l'utilisation de la modélisation hydrologique (quantité et qualité de l'eau) et le développement ou l'adaptation de modèles économiques (modèles de production et de la valeur environnementale des services et biens reliés à l'eau) et de modèles d'adoption des PGB par les exploitants. / Agriculture et Alimentation

Canada (AAC)/ Coll. P. Boxall (U. of Alberta); W. Yang (U. of Guelph).

Martine M. SAVARD, professeure associée
Géodynamique

Spectrométrie de masse de rapports isotopiques à débit continu en mode d'extraction membranaire

Dans le cadre d'une subvention CRSNG-Recherche & développement en collaboration (2002-2007), Martine M. Savard et André Tessier ont continué de diriger les travaux de recherche doctorale de Monsieur Patrice Tremblay. Ces travaux en collaboration avec Phytronix, Citadel, Centre Acer, l'Université Laval et la Commission géologique du Canada s'inscrivent dans l'axe de recherche du développement analytique. Cette recherche vise à proposer une nouvelle méthode d'analyse des isotopes stables de gaz par flux continu, à l'aide d'un périphérique à membrane de nouvelle conception, attaché à un spectromètre de masse. Ceci permettra d'améliorer les précisions, rapidité et productivité pour ce type d'analyses. Les travaux de monsieur Tremblay ont été présentés à plusieurs congrès d'envergure nationale et internationale et lui ont valu le *Student Paper Award* à l'*International Congress on Membrane and Membrane Processes* à Séoul en Corée du Sud, du 21 au 26 août dernier.

André ST-HILAIRE, professeur
Hydrologie

Projet de la PHASE 3 de la Chaire en hydrologie statistique

Axe 3:

Hydrologie statistique environnementale

Le plan stratégique 2002-2006 d'Hydro-Québec stipule qu'une condition préalable à la mise en œuvre de projets de conception des ouvrages est leur acceptabilité du point de vue environnemental, tout en optimisant leur rentabilité. Une composante majeure des études d'impact environnemental est l'analyse des débits réservés, c'est-à-dire le débit qu'il faut maintenir en aval des ouvrages pour assurer une quantité et une qualité adéquates d'habitat aquatique pour les espèces ciblées. L'habitat aquatique est évalué à partir de méthodes éco-hydrologiques (analyses statistiques des débits d'étiage) et/ou éco-hydrauliques (modélisation hydraulique des micro-habitats combinée à des modèles biologiques). Les valeurs de débit réservé ont un impact sur la conception des ouvrages, de même que sur la mise en œuvre de mesures d'atténuation et de compensation pour la perte éventuelle d'habitat. Ces considérations nous amènent à nous pencher sur les thèmes de recherche suivants : (a) le développement de méthodes d'analyses statistiques de variables associées à la qualité des habitats, de même que

l'estimation de l'incertitude associée aux estimations de débit réservé et son impact sur la conception des ouvrages et (b) l'analyse des étiages en fonction du contexte non stationnaire imputable aux changements climatiques. Afin de faire progresser les connaissances dans ces domaines, deux projets sont proposés.

Dans ce contexte, les objectifs spécifiques de premier projet de l'axe 3 sont : i) le développement de nouvelles méthodes statistiques pour l'évaluation des indices d'habitat; ii) le développement de modèles statistiques pour la température de l'eau; et iii) l'analyse statistique des étiages saisonniers et d'autres variables d'habitat comme la température de l'eau. / Hydro-Québec / CRSNG/ Coll. : Élane Robichaud (Hydro-Québec) Bernard Bobée, Behrouz Nedushan, T.M.B.J. Ouarda, Nathalie Tiémonge (Hydro-Québec), Michel Bérubé (Hydro-Québec), Laurent Bilodeau (Hydro-Québec), Pierre Bruneau (Hydro-Québec) .

Étude hydrologique et statistique sur la conception et l'efficacité de bassins de sédimentation pour les tourbières exploitées

Les travaux en cours dans ce projet, sont : i) faire le suivi et l'analyse statistique comparative des concentrations de solides en suspension à l'exutoire des bassins de sédimentation sur des tourbières du Nouveau-Brunswick exploitées par Premier Horticulture Ltée; ii) Modéliser le lien entre les dépassements d'une norme fixe de SSC et les événements hydrologiques à l'aide de la régression logistique; iii) proposer des alternatives à la conception actuelle des bassins de sédimentation et iv) comparer le taux de déposition de tourbe en aval des bassins de sédimentation pour des tourbières ayant été exploitées durant des périodes différentes/ Premier Horticulture Ltée/ CRSNG programme de Recherche et développement coopératif (RDC) Coll. : S. Courtenay, A. Boghen, B. Pavé, B. Bobée, T.B.M.J. Ouarda. C. Dubé, J. Thibault, M. Clément, D. Caissie.

Modélisation statistique de variables abiotiques d'habitat aquatique

L'estimation des débits réservés est une composante importante des études d'impacts. Les approches couramment utilisées pour l'estimation des débits réservés (comme la modélisation de l'habitat par des méthodes de type IFIM) laissent peu de place à la caractérisation de variables essentielles telles que le régime thermique et la concentration de solides en suspension. Ce projet a pour objectif d'améliorer les connaissances relatives à ces variables d'habitats essentiels. Les recherches prévues concernent: i) le développement d'un modèle stochastique de température de l'eau; ii) le développement d'un modèle stochastique pour les cours d'eau aménagés; iii) le développement de modèles stochastiques pour la prévision de solides en

suspension; iv) l'analyse fréquentielle de ces deux variables/ CRSNG Programme subvention de recherche individuelle.

Étude comparative et modélisation statistique des séries chronologiques de solides en suspension et de température de l'eau.

Ce projet, complémentaire le projet «*Étude hydrologique et statistique sur la conception et l'efficacité de bassins de sédimentation pour les tourbières exploitées*» et consiste à développer des outils d'interpolation statistique des variables de qualité de l'eau à partir de données récoltées sur différents bassins versants du Nouveau-Brunswick. / Entente de coopération Québec-Nouveau-Brunswick/ coll. S. Courtenay, A. Boghen, T.B.M.J. Ouarda, B. Bobée, C. Diaz Delgado.

Protocole d'échantillonnage du système de production automatisé de neige (SPAN)

L'industrie du ski est importante pour l'économie des pays nordiques. Au Québec, on comptait plus de 1 102 000 skieurs et planchistes en 2003. Évidemment, la quantité et la qualité de neige au sol est une variable déterminante pour la viabilité de cette industrie. Le Domaine du ski Mont-Bruno Inc. a initié en 2001 un projet de recherche et développement en nivoculture. L'objectif principal de ce projet est d'obtenir une production et une gestion optimale de la neige à l'aide d'une fabrication mécanique automatisée, en intégrant toutes les composantes des systèmes existants ou en développement en un seul système de production automatisée de la neige (SPAN). Dans cette optique, le présent projet vise à établir un protocole d'échantillonnage pour les saisons 2005-2006 et 2006-2007. Les objectifs spécifiques poursuivis dans le cadre de ce projet sont : i) l'établissement d'un cadre d'échantillonnage; ii) une proposition d'acquisition d'équipement pour faire le suivi des conditions de neige et des conditions climatiques; iii) le développement d'un protocole détaillé de mesures qui sera suivi par les employés du centre et iv) l'analyse statistique préliminaire des données recueillies./ Domaine du ski Mont Bruno inc. / Coll. T.B.M.J. Ouarda, L. Beaudry.

Bilan hydrologique des tourbières boréales dans un contexte de plus ou moins grande aqualyse

Dans le secteur du complexe La Grande, à la Baie de James, les tourbières comptent parmi les écosystèmes les plus importants. Certains travaux traitant de l'hydrologie des tourbières ont confirmé l'importance de la structure topographique et végétale de ces écosystèmes sur le régime hydrologique, notamment pour la modulation de la crue printanière. Ce projet propose d'évaluer le rôle hydrologique des tourbières dans le complexe La Grande. Un inventaire aérien préliminaire effectué dans l'ensemble du complexe La Grande

suggère, en effet, qu'un grand nombre de tourbières minérotrophes sont davantage aquatiques que terrestres. La grande majorité des parties aquatiques renferment des restes de lanières végétales et des plaques de végétation ennoyées de différentes tailles et formes. Dans tous les cas, les parties aquatiques submergent une végétation morte depuis un certain temps, vraisemblablement associée à une hausse de la nappe phréatique plus ou moins récente. Dans ce cas, on peut parler d'un processus d'aqualyse. La composante hydrologique de ce projet a pour objectifs : i) évaluer la variabilité (saisonnière, annuelle) de paramètres hydrométéorologiques nécessaires à l'évaluation de composantes du bilan hydrologique des tourbières du complexe La Grande et ii) évaluer statistiquement la relation entre ces variables hydrométéorologiques et les caractéristiques physiographiques des différents types de tourbière./ Hydro-Québec (Ouranos)/ CRSNG programme de Recherche et développement coopératif (RDC, Serge Payette) /Coll. S. Payette, M. Bernier, R. Roy, M. Garneau, S. Tardif.

***Normand TASSÉ, professeur
Géodynamique***

Utilisation et performance des résidus forestiers dans la restauration des sites miniers orphelins

Les résidus forestiers peuvent contribuer de façon appréciable à la restauration des sites miniers orphelins. En effet, l'absence d'infrastructures et de fonds de roulement dans le cas de sites abandonnés requiert des interventions originales et économiques pour le contrôle de la contamination, et l'utilisation des résidus forestiers s'inscrit dans cette approche. La couverture de rebuts d'écorces d'abord déposée sur les résidus sulfureux du site East Sullivan pour en prévenir l'oxydation est utilisée depuis maintenant quelques années pour le traitement des effluents acides émanant du site. Le suivi sur plusieurs cycles saisonniers montre que la bonne performance initiale est soutenue et que cette avenue de restauration se montre à la hauteur des attentes. Au site Wood Cadillac, des résidus forestiers sont également utilisés dans un biofiltre réducteur pour réduire le niveau d'arsenic des effluents à un niveau acceptable. Encore là, la performance se maintient au cours des années, avec un minimum de coûts et d'intervention.

***André TESSIER, professeur
Biogéochimie***

Géochimie d'éléments traces dans les sédiments lacustres récents

Les outils disponibles aux gestionnaires ne permettent pas de prédire adéquatement les effets biologiques des métaux traces dans

l'environnement aquatique. Une amélioration de ce pouvoir prédictif passe par une meilleure connaissance et une quantification des cycles et du destin des métaux traces et, ultimement, par le développement de modèles déterministes basés sur des concepts théoriques bien établis. Dans ce cadre, on étudie les processus biogéochimiques internes aux lacs qui impliquent les métaux traces comme : i) leurs réactions dans la colonne d'eau avec la matière organique d'origine biologique ou terrigène et avec les particules en suspension incluant le phytoplancton; ii) leurs réactions dans les sédiments avec les oxyhydroxydes de fer et de manganèse et avec les sulfures et polysulfures; et iii) leur transport de l'eau vers les sédiments. Ces études impliquent le développement de méthodes de mesure *in situ* des concentrations de métaux et de leur spéciation ainsi que des expériences de laboratoire et de terrain pour comprendre et quantifier les processus/ CRSNG-Subvention à la découverte/ Coll. : L. Rancourt, C. Gallon, L. Bérubé, R. Quirion, L. Laforte, A. Perron.

Critères de qualité de l'environnement : contribution à la base scientifique

Le projet, qui comprend trois volets, vise à améliorer la base scientifique nécessaire au développement de critères de qualité de l'environnement concernant les métaux qui soient défendables scientifiquement. Le premier volet vise à mieux comprendre et à quantifier les processus concernant les métaux traces et qui ont lieu dans le bassin versant aux interfaces air-eau, air-neige et sédiments-eau. L'objectif du deuxième volet est de prédire l'accumulation et la toxicité de métaux traces pour les organismes aquatiques dans des conditions se rapprochant de celles trouvées dans les eaux naturelles. Le dernier volet vise à développer des méthodes *in situ* fiables pour déterminer de faibles concentrations de métaux traces et déterminer leur spéciation/ FQRNT/ Coll. : M. Amyot, P.G.C. Campbell, L. Hare, N. Yan, A. Boudou, J. Buffle, W. Davison, R. Carignan, A. Hontela, B. Pinel-Aloul, F. Denizeau, C. Jumarie, L. Poissant, M. Twiss, F. Wang.

Terminé

*Alain TREMBLAY, professeur invité
Géodynamique*

Origine et cadre structural et tectonique des chromitites des Appalaches du Québec

Les ophiolites du Sud du Québec, représentant des segments de croûte océanique ordovicienne obductés sur la paléo-marge laurentienne renferment localement d'importants dépôts de chromite. Il s'agit de la deuxième année d'un projet de recherche de trois ans visant à déterminer l'origine et le contexte stratigraphique et structural de ces chromitites. Ce projet comporte deux volets complémentaires et indissociables : i) un volet structural visant à

déterminer la géométrie 3D des dépôts de chromite, de même que le contexte tectonique des structures-hôtes; et ii) un volet pétrogénétique visant à déterminer et classifier les différentes occurrences de chromitites, et à fournir/développer des outils de prospection efficaces. Outre la compilation et la réinterprétation des données cartographiques, géophysiques et de forages miniers existants, le projet implique des travaux de cartographie et d'échantillonnage des principaux gîtes de chromite dans des secteurs-clés, et une analyse tectonique de la ceinture ophiolitique de la région Chaudière-Appalaches afin de discriminer les structures d'importance régionale de celles d'ordre local/ CRSNG, ministère des Ressources naturelles du Canada, Ressources Allcan Inc/ Coll. : J.H. Bédard (CGC).

Architecture de la plate-forme et de l'avant-pays des Appalaches (APAA)

Ce projet fait partie du programme de recherche CARTNAT (programme de Cartographie géoscientifique du Canada/ NATMAP Canada's National Geoscience Mapping program). Il a pour objectif premier de mettre à jour et de valoriser la base de connaissance géoscientifique du Québec, du Nouveau-Brunswick et de Terre-Neuve, et de permettre une meilleure évaluation du potentiel minéral de ces régions. Le projet APAA comprend, entre autres, la mise en oeuvre de cinq transects géoscientifiques traversant ces provinces. En outre, les objectifs suivants sont poursuivis : i) l'intégration tridimensionnelle des géologies de surface et de subsurface, de la zone terrestre à marine le long des transects; ii) l'évaluation de la limite nord et du style structural des trois événements de compression/extension qui ont touché cette région; iii) la formation de jeunes chercheurs à la cartographie, la science et la technologie de pointe pour l'exploration des ressources; et iv) une plus grande collaboration entre les géoscientifiques des agences provinciales et fédérales, et des milieux académiques et industriels/ CGC/ Coll. : M. Malo.

*Rajeshwar D. TYAGI, professeur
Assainissement*

Décontamination des boues d'épuration et leur utilisation pour produire des substances à haute valeur ajoutée

Les boues produites aux stations d'épuration posent de sérieux problèmes pour leur disposition. La présence des métaux toxiques ainsi que la présence de pathogènes dans ces boues est le principal problème rencontré. Des boues décontaminées ainsi que des boues brutes avec de basses teneurs en métaux sont toujours riches en C,N,P,K et peuvent servir comme sources idéales pour la production des produits à haute

valeur commerciale (*Bacillus thuringiensis* (Bt) ou biopesticides, enzyme protéase) et biofertilisant (rhizobium). L'objectif global de ce projet de recherche est de décontaminer la boue et de développer de nouveaux procédés pour la valeur ajoutée des produits en utilisant comme matière première de la boue. Nous avons déjà testé la croissance de *Bacillus thuringiensis* (biopesticides) et la *Bacillus subtilis* pour la production de protéase alcaline (pour usage dans les détergents) et production de rhizobium. L'objectif spécifique de ce projet multidisciplinaire est d'étudier la biolixiviation et la récupération des métaux de la boues d'industrie; l'hydrolyse de la boue vise à augmenter la biodégradation de la matière organique pour l'accroissement des microorganismes désirés; production de Bt), les enzymes alcalines utilisant différentes souches standard de *Bacillus* (incluant l'isolation, la caractérisation de souches à partir de boues, l'optimisation du procédé, la récupération de l'enzyme) et la production de rhizobium.

R.D. Tyagi, CRSNG – subvention à la découverte

Production des protéases alcalines thermostables en utilisant des boues de l'épuration comme un substrat de fermentation et des souches de bacilles à haute activité protéolytique

L'élimination et le recyclage de grandes quantités de boues générées lors du traitement des eaux usées constituent un problème d'ordre mondial. À long terme, l'objectif de cette recherche sera de produire des dérivés à haute valeur ajoutée en utilisant des boues d'épuration comme source de C et de N. Nous avons développé un procédé de production de biopesticides (Bt) en utilisant les boues comme substrat et des études à l'échelle pilote sont en cours. Le but de ce projet est de produire des protéases alcalines thermostables (utilisées dans les détergents et autres industries), et ce, dans des biosolides. Plusieurs nouvelles souches de *Bacillus*, isolées dans les boues seront testées lors de cette étude. Les objectifs à court terme sont : (1) augmenter la concentration d'enzymes dans le procédé de bioconversion par : (i) l'optimisation des paramètres du processus (rapport de C:N, concentration) en solides des boues, volume d'inoculum, technique de production, taux d'aération et d'agitation, reproductibilité des conditions optimisées en bioréacteur 150 L) et (ii) le prétraitement des boues (traitement thermique alcalin et acide, oxydation) pour augmenter la biodégradabilité qui améliorera la croissance de la souche et par la suite le rendement de l'enzyme, (2) caractériser les protéases produites par ces nouvelles souches. Les résultats obtenus par ce travail mèneront à: (i) développer un nouveau procédé pour la production de protéases à faible coût (40-60%); (ii) une nouvelle voie pour la valorisation des boues et (iii) réduire les incidences environnementales liées à la disposition des boues. La production d'enzymes sera réalisée

avec les mêmes équipements destinés à la production de biopesticides déjà mis en place par notre groupe. CRSNG Stratégique, R.D. Tyagi, Coll. – J.-F. Blais, J.R. Valéro, J. - P. Villeneuve.

Bioconversion des eaux usées et des boues d'épuration en produits à haute valeur ajoutée

Des recherches sont entreprises à l'INRS-ETE pour explorer le potentiel des eaux usées et des boues d'épuration à supporter la croissance de microorganismes industriels ou nouveaux et la formation de leurs dérivés microbiens d'intérêt commercial selon des procédures connues ou nouvelles en fermentation industrielle. Cette approche permet de diminuer le volume d'eaux usées et de boues à gérer tout en générant des revenus par la vente de produits biologiques. Une gamme de produits biologiques fait actuellement l'objet d'études dont : (i) des bio-insecticides à base de *Bacillus thuringiensis* contre les ravageurs forestiers; (ii) des bio-fongicides à base de *Trichoderma* sp. pour protéger les cultures vivrières et fourragères; (iii) des inoculants à base de *Rhizobia* pour la croissance des légumineuses et la protection des cultures agricoles; (iv) des biopolymères pouvant être utilisés pour le conditionnement des boues d'épuration; (v) des biocatalyseurs oxydants pour l'enlèvement des perturbateurs endocriniens dans les eaux usées et les boues d'épuration; (vi) et des biocatalyseurs protéolytiques pour remplacer les agents blanchissants dans les secteurs des détergents, du textile, du tannage et des pâtes et papiers. L'emphase est actuellement mise sur la bioconversion des eaux usées de l'industrie de l'amidon et les boues d'épuration des eaux usées municipales. Chacune des étapes de la bioproduction est étudiée (traitement en amont du substrat, procédé de fermentation, traitement en aval du produit désiré). La performance de nouvelles souches microbiennes (isolées des boues) et les risques technologiques et environnementaux des bioprocédés et des bioproduits (p. ex. : formation de mousse, variabilité de la composition des boues, présence potentielle de composés perturbateurs endocriniens dans les boues fermentées) sont aussi étudiés.

Chaire de recherche du Canada sur la bioconversion des eaux usées et des boues d'épuration en produits à haute valeur ajoutée

Laboratoire de recherche et de développement sur la production à valeur ajoutée en utilisant les rejets urbains, industriels et agricoles comme substrat de base.

Les autorités concernées par l'élimination des rejets privilégient les méthodes sécuritaires et économiques. Certains de ces rejets sont difficilement valorisables à cause de leur nature, de l'absence de technologies de valorisation ou de la carence de marchés potentiels. Cependant, l'introduction de la production à haute valeur

ajoutée comme incitatif économique pour la valorisation des rejets (urbains, industriels, agricoles) permettrait de : (i) remplacer les matières premières conventionnelles (combustibles fossiles, biomasses fraîches) en utilisant une source d'approvisionnement alternative économique (les boues d'épuration et autres résidus putrescibles) pour l'obtention de produits compatibles avec l'environnement ; (ii) fournir des alternatives biologiques plus performantes à coût moindre afin de remplacer les produits chimiques et de minimiser la dispersion de leurs produits de dégradation toxiques dans l'environnement ; (iii) intégrer une solution durable aux problèmes de gestion des boues en réduisant le volume à éliminer tout en générant des revenus par la vente de produits microbiens ; (iv) soutenir les initiatives des villes et des industries pour le développement durable ; (v) donner accès aux pays industrialisés ou en voie de développement à une vaste gamme de produits écologiques, à des coûts acceptables, ayant comme base de production une matière première abondante et accessible en tout temps, ce qui préserve les autres sources d'approvisionnement pour l'alimentation humaine et animale. Cette approche est au centre des activités de recherche de la *Chaire de recherche du Canada sur la bioconversion des eaux usées et des boues d'épuration en produits à haute valeur ajoutée* de l'INRS et elle est aussi explorée par plusieurs chercheurs universitaires et leurs partenaires à travers le monde. Le potentiel scientifique et socio-économique de cette approche ainsi que le besoin d'équipements pour valider les bio-productions à l'échelle pilote ont mené à la création du *Laboratoire de R&D sur la production à valeur ajoutée en utilisant les rejets urbains, industriels et agricoles comme substrat de base*. Cette infrastructure FCI met à la disposition des chercheurs des universités canadiennes et de leurs collaborateurs des équipements de pointe dont : deux séries de fermenteurs de 15, 150 et 2 000 litres et leurs appareils associés (réservoirs pressurisés, système de contrôle des procédés, analyseurs de gaz); des hydrolyseurs de 200 et 2 000 litres ainsi qu'un grand tamiseur pour le traitement en amont des substrats de fermentation non conventionnels; des systèmes pour le traitement en aval des bouillons fermentés afin de récupérer les produits microbiens désirés (centrifugeuse industrielle, unité de filtration) ; des appareils pour le contrôle de qualité et la caractérisation des substrats. Plusieurs bioproductions seront étudiées : biopesticides, biocatalyseurs, inoculants, bioplastiques, acides organiques, biohydrogène, etc. Ce laboratoire permettra ainsi de transférer des biotechnologies environnementales et leurs produits écologiques dans la société et propulser le Canada au premier rang de l'industrie verte.

Fondation Canadienne pour l'Innovation

R.D. Tyagi et collaborateurs (U. McGill, U. Laval, U. Sherbrooke, École polytechnique, Réseau Bio-Contrôle – U. Montreal, U. Nouveau-Brunswick, Oligosol, BioTEPP, Unifirst Canada, CFL-SCF-RNCan, Agriculture Canada).

*Jean-Pierre VILLENEUVE, professeur
Hydrologie*

Modèles mathématiques appliquées

Les travaux proposés répondent aux préoccupations actuelles concernant les besoins de modélisation et de simulation liés au suivi et au transport des polluants en bassin versant, à l'évolution de l'état des infrastructures urbaines et au contrôle des débordements de réseau d'égout par temps de pluie. Ils ont pour objectif le développement d'outils et d'approches permettant une utilisation optimale des ressources actuellement disponibles, tout en assurant la protection de l'environnement. Les travaux antérieurs ont porté sur le développement d'un outil d'analyse et de simulation de la pollution à l'échelle du bassin versant, sur l'analyse du pouvoir prédictif des modèles et sur le développement d'un modèle de contrôle en temps réel des débordements de réseau d'égout par temps de pluie. Les travaux prévus permettront de compléter le développement de l'outil de gestion par bassin, qui se présente sous forme d'un logiciel que le gestionnaire peut utiliser pour comparer sur une base quantitative les impacts, à l'échelle du bassin versant, de divers types d'aménagements. Les travaux prévus portent aussi sur le développement d'une approche intégrée de gestion en bassin urbain, où la qualité des eaux déversées au milieu récepteur est prise en compte. Enfin, des travaux ont été entrepris afin de développer une modélisation permettant de prédire l'évolution de l'état structural des infrastructures d'aqueduc et d'égout/ CRSNG – subventions à la découverte/ Coll.: A. Mailhot, A.N. Rousseau, C. Blanchette, S. Duchesne.

Étude intégrée de la problématique de la mise à niveau des infrastructures d'eau des localités de la Côte-Nord

Ce projet vise à examiner la problématique de l'approvisionnement en eau potable et de l'assainissement des eaux usées de sept localités éloignées de la Côte-Nord, à proposer divers scénarios de solutions et à comparer les coûts d'implantation et d'opération de ces diverses solutions. Les résultats de l'étude permettront aux autorités gouvernementales de comparer les coûts et les niveaux de services. La démarche se compose de trois étapes :

1) Portrait de la situation en matière d'approvisionnement en eau potable et de traitement des eaux usées des sept localités.

2) Analyse des solutions retenues en considérant le contexte particulier des localités considérées (qualité des eaux de surface, nature des sols, éloignement des localités, etc.), le niveau de services offerts, la capacité de répondre aux normes en vigueur, les coûts d'implantation et d'opération, ainsi que la possibilité de transposer cette solution vers les autres municipalités de la région. 3) Présentation détaillée de la solution retenue en vue d'établir a) les modalités de mise en place de la ou des solutions retenues pour chaque municipalité sous étude, ainsi que b) les structures nécessaires pour supporter techniquement et financièrement les communautés locales dans l'exploitation de ces infrastructures/ Ministère des Affaires municipales, du sport et du loisir/ Coll. : A. Mailhot, H. D. Coulibaly.

Publications et communications

Brevets

Bergeron, M., 2005. Method of decontaminating soil, application **US Patent**, US 6,915,908 B2 priority date May 27, 2002, Agents: Brouillette Kosie Prince 45 p., 3 Figures 43 Tables.

Bergeron, M., Richer-Lafleche, M., 2004. A process for recovering platinum group metals from ores and concentrates, Brevet international PCT, PCT/CA/001067, priority date July, 25, 2003, Agents : Goudreau, Gage, Dubuc, & Martineau, Walker, (Montréal), 27 p.

Bergeron, M., Richer-Lafleche, M., 2004. A method for increasing the chrome to iron ratio of chromites, Brevet international PCT, WO : 2004/070066, priority date February 11, 2003, Agents : Goudreau, Gage, Dubuc & Martineau, Walker, (Montréal), 20 p., 6 Figures, 3 Tables.

Bergeron, M., 2004. Method of decontaminating soil, Brevet international PCT, PCT/CA 03/00764, priority date May 27, 2002, Agents: Brouillette Kosie Prince 45 p., 3 Figures, 43 Tables.

Bergeron, M., Blackburn, D., St-Laurent, H., Gosselin, A., 2004 Sediment and soil remediation by column flotation. Canadian Patent : 2,286,667, priority date, October 19, 1999, Agents : Goudreau, Gage, Dubuc, & Martineau, Walker, (Montréal), 22 p., 1 Figure, 1 Table.

Blais, J. F., Meunier, N., Sasseville, J. L., Tyagi, R. D., Mercier, G. et Hammy, F. 15 février 2005. "Hybrid chemical and biological process for decontaminating sludge from municipal sewage." Institut national de la recherche scientifique. Brevet des États-Unis, US 6,855,256 B2.

Tyagi, R. D., Blais, J. F. et Auclair, J. C. 20 juillet 2004. "Semi-continuous bacterial leaching process / Procédé semi-continu de lixiviation bactérienne." Institut National de la Recherche Scientifique. Brevet du Canada, CA 2105859.

Articles publiés dans des revues scientifiques

Asselin, E., Achab, A. et Soufiane, A. (2004). Biostratigraphic significance of lower Paleozoic microfaunas from eastern Canada. *Can. J. Earth Sci./Rev. Can. Sci. Terre*, 41 (5): 489-505.

Beauchesne, I., Meunier, N., Drogui, P., Hausler, R., Mercier, G. et Blais, J. F. (2005). Electrolytic recovery of lead in used lime leachate from municipal waste incinerator. *J. Hazard. Mater.*, 120 (1-3): 201-211.

Ben Tahar, F., Ben Cheikh, R. et Blais, J. F. (2004). Décoloration des eaux usées de levurerie par adsorption sur charbon. *Rev. gen. sci. env./J. Environ. Eng. Sci.*, 3 (4): 269-277.

Benito, G., Ouarda, T. B. M. J. et Bardossy, A. (2005). Applications of palaeoflood hydrology and historical data in flood risk analysis [Editorial]. *J. Hydrol.*, 313 (1-2): 1-2.

Bonneris, E., Giguère, A., Perceval, O., Buronfosse, T., Masson, S., Hare, L. et Campbell, P. G. C. (2005). Sub-cellular partitioning of metals (Cd, Cu, Zn) in the gills of a freshwater bivalve, *Pyganodon grandis* : role of calcium concretions in metal sequestration. *Aquat. Toxicol.*, 71 (4): 319-334.

Bonneris, E., Perceval, O., Masson, S., Hare, L. et Campbell, P. G. C. (2005). Sub-cellular partitioning of Cd, Cu and Zn in tissues of indigenous unionid bivalves living along a metal exposure gradient and links to metal-induced effects. *Environ. Pollut.*, 135 (2): 195-208.

Brar, S. K., Verma, M., Tyagi, R. D., Valéro, J. R., Surampalli, R. Y. et Banerji, S. K. (2004). Development of sludge based stable aqueous *Bacillus thuringiensis* formulations. *Water Sci. Technol.*, 50 (9): 229-236.

Brar, S. K., Verma, M., Tyagi, R. D., Valéro, J. R., Surampalli, R. Y. et Banerji, S. K. (2004). Comparative rheology and particle size analysis of various types of *Bacillus thuringiensis* fermented sludges. *J. Residuals Sci. Technol.*, 1 (4): 231-237.

Carbonneau, P. E., Lane, S. N. et Bergeron, N. E. (2004). Catchment-scale mapping of surface grain size in gravel-bed rivers using airborne digital imagery. *Water Resour. Res.*, 40 (7): W07202.

Choisnard, J., Bernier, M. et Lafrance, G. (2004). Cartographie des vents dans le golfe du St-Laurent à l'aide de l'imagerie RADARSAT-1. *Can. J. Remote Sens. / J. Can. Télédétection*, 30 (4): 604-616.

- Chokmani, K. et Ouarda, T. B. M. J. (2004). Physiographical space-based kriging for regional flood frequency estimation at ungauged sites. *Water Resour. Res.*, 40 (12): W12514.
- Comeau, F. A., Kirkwood, D., Malo, M., Asselin, E. et Bertrand, R. (2004). Taconian mélanges in the parautochthonous zone of the Québec Appalachians revisited : implicatons for foreland basin and thrust belt evolution. *Can. J. Earth Sci./Rev. Can. Sci. Terre*, 41 (12): 1473-1490.
- Corbane, C., Somma, J., Bernier, M., Fortin, J. P., Gauthier, Y. et Dedieu, J. P. (2005). Estimation de l'équivalent en eau du couvert nival en montagne libanaise à partir des images RADARSAT-1. *Hydrol. Sci. J.*, 50 (2): 355-370.
- Coulibaly, P., Haché, M., Fortin, V. et Bobée, B. (2005). Improving daily reservoir inflow forecasts with model combination. *J. Hydraul. Eng. - ASCE*, 10 (2): 91-99.
- Croisetière, L., Hare, L., Tessier, A. et Duchesne, S. (2005). Modeling cadmium exchange by an aquatic moss (*Fontinalis dalecarlica*). *Environ. Sci. Technol.*, 39 (9): 3056-3060.
- Djedidi, Z., Drogui, P., Ben Cheikh, R., Mercier, G. et Blais, J. F. (2005). Laboratory study of successive soil saline leaching and electrochemical lead recovery. *J. Environ. Eng. ASCE*, 131 (2): 305-314.
- Drogui, P., Mercier, G. et Blais, J. F. (2005). Bioproduction of ferric sulfate used during heavy metals removal from sewage sludge. *J. Environ. Qual.*, 34 (3): 816-824.
- Dubé, B., Williamson, K., McNicoll, V., Malo, M., Skulski, T., Twomey, T. et Sanborn Barrie, M. (2004). Timing of gold mineralization at Red Lake, northwestern Ontario, Canada : new constraints from u-pb geochronology at the Goldcorp High-Grade zone, Red Lake mine, and the Madsen mine. *Econ. Geol.*, 99 (8): 1611-1641.
- Duchemin, M., Rousseau, A. N., Majdoub, R. et Quilbé, R. (2004). Impacts des changements climatiques sur l'érosion hydrique des sols. *Vecteur Environ.*, 37 (4): 26-32.
- Favre, A. C., Matei, A. et Tillé, Y. (2005). Calibrated random imputation for qualitative data. *J. Stat. Plan. Infer.*, 128 (2): 411-425.
- Gaume, É., Livet, M., Desbordes, M. et Villeneuve, J. P. (2004). Hydrological analysis of the river Aude, France, flash flood on 12 and 13 November 1999. *J. Hydrol.*, 286 (1-4): 135-154.
- Giguère, A. et Campbell, P. G. C. (2004). Toxicité de l'ion fluorure envers les organismes d'eau douce et effets de la dureté - revue et nouvelle analyse de données existantes. *Rev. Sci. Eau*, 17 (3): 373-393.
- Giguère, A., Campbell, P. G. C., Hare, L. et Cossu-Leguille, C. (2005). Metal bioaccumulation and oxidative stress in yellow perch (*Perca flavescens*) collected from eight lakes along a metal contamination gradient (Cd, Cu, Zn, Ni). *Can. J. Fish. Aquat. Sci./J. Can. Sci. Halieut. Aquat.*, 62 (3): 563-577.
- Giguère, A., Campbell, P. G. C., Hare, L., McDonald, D. G. et Rasmussen, J. B. (2004). Influence of lake chemistry and fish age on cadmium, copper, and zinc concentrations in various organs of indigenous yellow perch (*Perca flavescens*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci./J. Can. Sci. Halieut. Aquat.*, 61 (9): 1702-1716.
- Gobeil, C., Rondeau, B. et Beaudin, L. (2005). Contribution of municipal effluents to metal fluxes in the St-Lawrence river. *Environ. Sci. Technol.*, 39 (2): 456-464.
- Goulet, R. R., Lalonde, J. D., Munger, C., Dupuis, S., Dumont-Frenette, G. et Campbell, P. G. C. (2005). Phytoremediation of effluents from aluminum smelters : A study of Al retention in mesocosms containing aquatic plants. *Water Res.*, 39 (11): 2291-2300.
- Hedger, R., Dodson, J. J., Bergeron, N. E. et Caron, F. (2004). Quantifying the effectiveness of regional habitat quality index models for predicting densities of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Ecol. Freshw. Fish.*, 13 (4): 266-275.
- Johnston, P., Bergeron, N. E. et Dodson, J. J. (2004). Diel activity patterns of juvenile Atlantic salmon in rivers with summer water temperature near the temperature-dependent suppression of diurnal activity. *J. Fish Biol.*, 65 (5): 1305-1318.
- Khalik, M. N., St-Hilaire, A., Ouarda, T. B. M. J. et Bobée, B. (2005). Frequency analysis and temporal pattern of occurrences of southern Quebec heatwaves. *Int. J. Climatol.*, 25 (4): 485-504.
- Koutitonsky, V. G., Guyondet, T., St-Hilaire, A., Courtenay, S. C. et Boghen, A. D. (2004). Water renewal estimates for aquaculture developments in the Richibucto estuary, Canada. *Estuaries*, 27 (5): 839-850.
- Lapointe, M., Bergeron, N. E., Bérubé, F. et Pouliot, M. A. (2004). Interactive effects of substrate sand and silt contents, redd-scale hydraulic gradients and interstitial velocities on egg-to-emergence survival of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci./J. Can. Sci. Halieut. Aquat.*, 61 (12): 2271-2277.

- Larocque, I. et Bigler, C. (2004). Similarities and discrepancies between chironomid- and diatom-inferred temperature reconstructions through the Holocene at Lake 850, northern Sweden. *Quatern. Int.*, 122 (1): 109-121.
- Larocque, I. et Hall, I.R. (2004). Holocene temperature estimates and chironomid community composition in the Abisko Valley, northern Sweden. *Quatern. Sci. Rev.*, 23 (23-24): 2453-2465.
- Laurion, I., Blouin, F. et Roy, S. (2004). Packaging of mycosporine-like amino acids in dinoflagellates. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 279 : 297-303.
- Levasseur, B., Chartier, M., Blais, J. F. et Mercier, G. (2005). Procédé optimisé de décontamination des cendres volantes d'incinérateur de déchets municipaux : enlèvement et récupération des métaux (Cd, Pb, Al, Zn) avec recirculation des lixiviats traités. *J. Environ. Eng. Sci.*, 4 (1): 43-55.
- Levasseur, B., Mercer, G. et Blais, J. F. (2005). Étude de la précipitation des métaux de lixiviats de décontamination des cendres volantes d'incinérateurs de déchets municipaux / Study of the metal precipitation from decontamination leachates of municipal wastes fly ash incinerators. *Environ. Technol.*, 26 (4): 421-431.
- Martel, R., Trépanier, L., Lavigne, M. A., Boutin, L. C., Lévesque, B., Auger, P., Galarneau, L., Gauvin, G., Sanfaçon, G., Brousseau, P. et Auger, P. (2004). Carbon monoxide poisoning associated to blasting operation close to underground enclosed spaces. Part 2. Special working procedures to minimise CO migration. *Can. Geotech. J./Rev. can. geotech.*, 41 (3): 383-391.
- Martel, R., Trépanier, L., Lévesque, B., Sanfaçon, G., Brousseau, P., Lavigne, M. A., Boutin, L. C., Auger, P., Galarneau, L. et Gauvin, D. (2004). Carbon monoxide poisoning associated to blasting operations close to underground enclosed spaces. Part 1. CO production and migration mechanisms. *Can. Geotech. J./Rev. can. geotech.*, 41 (3): 371-382.
- Morlon, H., Fortin, C., Adam, C. et Garnier-Laplace, J. (2005). Cellular quotas and induced toxicity of selenite in the unicellular green alga *Chlamydomonas reinhardtii*. *Radioprotection*, 1 (40): S101-S106.
- Onibon, H., Ouarda, T. B. M. J., Barbet, M., St-Hilaire, A., Bobée, B. et Bruneau, P. (2004). Analyse fréquentielle régionale des précipitations journalières maximales annuelles au Québec, Canada. *Hydrol. Sci. J.*, 49 (4): 717-735.
- Pham, T. N. D., Séguin, J. A., Fortin, C., Campbell, P. G. C., Denizeau, F. et Jumarie, C. (2004). Cadmium uptake in rat hepatocytes in relation to speciation and to complexation with metallothionein and albumin. *J. Cell. Physiol.*, 201 (2): 320-330.
- Pilcher, J., Bradley, R. S., Francus, P. et Anderson, L. (2005). A Holocene tephra record from the Lofoten Islands, Arctic Norway. *Boreas*, 34 (2): 136-154.
- Ross, M., Martel, R., Lefebvre, R., Parent, M. et Savard, M. M. (2004). Assessing rock aquifer vulnerability using downward advective times from a 3D model of surficial geology : a case study from the St-Lawrence lowlands, Canada. *Geofísica Internacional*, 43 (4): 591-602.
- Ross, M., Parent, M. et Lefebvre, R. (2005). 3D geologic framework for regional hydrogeology and land-use management : a case study from quaternary basin southwestern Quebec, Canada. *Hydrogeol. J.*, 13 (5-6): 690-707.
- Rousseau, A. N., Mailhot, A., Quilbé, R. et Villeneuve, J. P. (2005). Information technologies in a wider perspective : integrating management functions across the urban-rural interface. *Environ. Model. Soft.*, 20 (4): 443-455.
- Sarica, J., Amyot, M., Bey, J. et Hare, L. (2005). Fate of mercury accumulated by blowflies feeding on fish carcasses. *Environ. Toxicol. Chem.*, 24 (3): 526-529.
- Sarica, J., Amyot, M., Hare, L., Blanchfield, P., Bodaly, R. A., Hintelmann, H. et Lucotte, M. (2005). Mercury transfer from fish carcasses to scavengers in boreal lakes : the use of stable isotopes of mercury. *Environ. Pollut.*, 134 (1): 13-22.
- Savard, M. M., Bégin, C., Parent, M., Smirnoff, A. et Marion, J. (2004). Effects of smelter sulfur dioxide emissions : a spatiotemporal perspective using carbon isotopes in tree rings. *J. Environ. Qual.*, 33 (1): 13-26.
- Savary, S., Fortin, J. P., Bernier, M. et Martin, É. (2004). Modélisation de l'évolution du couvert nival, sur le sous-bassin LG4 de la rivière La Grande dans le nord du Québec, à l'aide du modèle français CROCUS. *Rev. Sci. Eau*, 17 (3): 395-417.
- Schroetter, J. M., Bédard, J. H. et Tremblay, A. (2005). Structural evolution of the Thetford Mines Ophiolite Complex, Canada : Implications for the southern Quebec ophiolitic belt. *Tectonics*, 24 (1): C1001.

Secretan, Y. et Dubos, V. (2005). Modélisation de la variabilité verticale des vitesses dans un modèle hydrodynamique 2D horizontal. *Rev. Eur. Éléments Finis*, 14 (1): 115-138.

St-Pierre, C., Martel, R., Gabriel, U., Lefebvre, R., Robert, T. et Hawari, J. (2004). TCE recovery mechanisms using micellar and alcohol solutions : phase diagrams and sand column experiments. *J. Contam. Hydrol.*, 71 (1-4): 155-192.

Sukola, K., Wang, F. Y. et Tessier, A. (2005). Metal-sulfide species in oxic waters. *Anal. Chim. Acta*, 528 (2): 183-195.

Sundby, B., Caetano, M., Vale, C., Gobeil, C., Luther, G. W. et Nuzzio, D. B. (2005). Root-induced cycling of lead in salt marsh sediments. *Environ. Sci. Technol.*, 39 (7): 2080-2086.

Tillé, Y. et Favre, A. C. (2004). Coordination, combination and extension of balanced samples. *Biometrika*, 91 (4): 913-927.

Tremblay, A. et Pinet, N. (2005). Diachronous supracrustal extension in an intraplate setting and the origin of the Connecticut Valley-Gaspé and Merrimack troughs, northern Appalachians. *Geol. Mag.*, 142 (1): 7-22.

Vigneault, B. et Campbell, P. G. C. (2005). Uptake of cadmium by freshwater green algae : Effects of pH and aquatic humic substances. *J. Phycol.*, 41 (1): 55-61.

Vigneault, H., Lefebvre, R. et Nastev, M. (2004). Numerical simulation of the radius of influence for landfill gas wells. *Vadoze Zone J.*, 3 (3): 909-916.

Yezza, A., LeGars, A., Sasseville, J. L. et Zaara, M. (2005). La Tunisie et le modèle public de distribution et d'exploitation de l'eau potable: la place des partenariats publics-privés. *Desalination*, 171 (1): 77-84.

Yezza, A., Tyagi, R. D., Valéro, J. R., Surampalli, R. Y. et Smith, J. (2004). Scale-up of biopesticide production processes using wastewater sludge as a raw material. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.*, 31 (12): 545-552.

Communications ou publications avec arbitrage

Achab, A., Paris, F., Nolvak, J. et Asselin, E. (2004). Patterns and driving factors of the chitinozoan diversification during the Ordovician. Dans: *First International Symposium on Early Palaeozoic Palaeogeography and Palaeoclimate (IGCP 503)*, (1 - 3 septembre 2004, Erlangen, Allemagne). A. Munneke, T. Servais et C.

Schulbert, (Eds), pp. 17. Erlangen, Allemagne, Institut für Geologie der Universität Erlangen-Nürnberg.

Achab, A., Paris, F., Nolvak, J. et Asselin, E. (2004). Patterns in ordovician chitinozoan biodiversity. Dans: *11th International Palynological Congress*, (4 - 9 juillet 2004, Granada, Espagne). pp. 139. Cordoba, Espagne, Universidad de Córdoba.

Ahmadi-Nedushan, B., St-Hilaire, A., Benyahya, L., Ouarda, T. B. M. J. et Bobée, B. (2005). Stochastic models for estimating river water temperatures. Dans: *41st American Water Resources Association 2005 Annual Conference*, (7 - 10 novembre 2005, Seattle, États-Unis).

Alamgir, S., Bernier, M. et Racine, M. J. (2004). Performance of TRMM satellite data over the rain-gauge observations in Bangladesh. Dans: *24th Annual BACUS Symposium on Photomask Technology*, (14 septembre 2004, Maspalomas, Espagne). S. Wolfgang et W. J. Tracy, (Eds), pp. 179-188. Proceedings of the SPIE.

Ampleman, G., Thiboutot, S., Lewis, J., Marois, A., Martel, R., Lefebvre, R., Gauthier, C., Ballard, J. M., Jenkins, T., Ranney, T. A. et Pennington, J. (2004). Evaluation of the Environmental Impact of Live-Fire Training at Canadian Force Base Shilo. Dans: *Proceedings of the Conference on Sustainable Range Management: Sustainable Range Management - 2004*, (5 - 8 janvier 2004, New Orleans, États-Unis). B. C. Alleman et S. Downes, (Eds), pp. B1-05. Columbus, États-Unis, Batelle Press.

Aubertin, M., Falla, O., Molson, J., Gamache-Rochette, A., Lahmira, B., Martin, V., Lefebvre, R., Bussière, B., Chapuis, R., Chouteau, M. et Wilson, W. (2005). Évaluation du comportement hydrogéologique et géochimique des haldes à stériles. Dans: *Symposium 2005 sur l'environnement et les mines*, (15 - 18 mai 2005, Rouyn-Noranda, Canada).

Auriol, M., Filali Meknassi, Y., Adams, C. et Surampalli, R. Y. (2004). Analytical methodologies for determination of natural and synthetic steroid sex hormones using solid-phase extraction followed by liquid chromatography-mass spectrometry. Dans: *20e congrès de l'est du Canada sur la qualité de l'eau de l'Association canadienne sur la qualité de l'eau (ACQE)*, (29 octobre 2004, Ottawa, Canada). pp. 2-3. Burlington, Canada, Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE).

Ballard, J. M., Lefebvre, R., Fagnan, N., Martel, R., Nastev, M., Carrier, C. et Boutin, A. (2004). Impact of septic systems on groundwater quality in a fractured rock aquifer, Lac Beauport, Québec.

Dans: 57^e congrès canadien de géotechnique - 5^e congrès conjoint IAHC-CNC / SCG. GéoQuébec 2004, (24 - 27 octobre 2004, Québec, Canada). D. Demers, D. Leahy, R. Lefebvre, S. Leroueil et R. Martel, (Éds), pp. 25-32.

Ballard, J. M., Lefebvre, R., Martel, R., Nastev, M., Fagnan, N., Carrier, C. et Boutin, A. (2004). Impact of private septic installation on the fractured rock aquifer at the Mont-Cervin housing development, Lac-Beauport, Québec. Dans: 57^e congrès canadien de géotechnique - 5^e congrès conjoint IAHC-CNC / SCG. GéoQuébec 2004, (24 - 27 octobre 2004, Québec, Canada). D. Demers, D. Leahy, R. Lefebvre, S. Leroueil et R. Martel, (Éds), pp. 15-22.

Beaudoin, G., Bernard, J., Hupé, A., Malo, M., Ross, A. et Ross, A. (2004). A paleozoic iron-oxide-copper-gold (IOCG) deposit in the Gaspé peninsula : the Mont-de-l'Aigle deposit. Dans: GAC-MAC joint annual meeting. Lake to lake / D'un lac à l'autre, (12 - 14 juin 2004, St-Catherines, Canada). pp. 373. St-John's, Canada, Geological Association of Canada.

Beaulieu, C., Ouarda, T. B. M. J., Seidou, O., Boulet, G., Yagouti, A. et Genest, C. (2005). Étude comparative des méthodes d'homogénéisation des séries de précipitations. Dans: Association canadienne des ressources hydriques (ACRH) - Atelier sur les ressources en eau: Analyse et cartographie des débits extrêmes pour le Québec habité, (31 mars 2005, Québec, Canada).

Bechara, J., Morin, J. et Boudrault, P. (2004). Explications des changements à long terme dans les communautés de poisson d'un grand lac fluvial : une analyse à posteriori utilisant les modèles d'habitat 2D. Dans: *Proceedings of 5th International Symposium on Ecohydraulics. Aquatic Habitats: Analysis and Restoration*, (12 - 17 septembre 2004, Madrid, Espagne). D. Garcia de Jalon Lastra et P. Vizcaino Martinez, (Eds).

Benyahya, L., St-Hilaire, A., Favre, A. C. et Bobée, B. (2004). Analyse fréquentielle des redoux dans le Sud du Québec. Dans: 1^{er} Symposium annuel d'Ouranos sur les changements climatiques, (9 - 10 juin 2004, Montréal, Canada).

Benyahya, L., St-Hilaire, A., Ouarda, T. B. M. J., Bobée, B. et Ahmadi-Nedushan, B. (2005). Prediction of Water Temperatures Based on Stochastic Approaches: Case Study of Deschutes River. Dans: 41st American Water Resources Association 2005 Annual Conference, (7 - 10 novembre 2005, Seattle, États-Unis).

Bergeron, N., Ménard, A., Bérubé, F., Jonhston, P. et Smith, J. C. (2004). Diel movements of

juvenile atlantic salmon between day and night winter habitats. Dans: *Proceedings of 5th International Symposium on Ecohydraulics. Aquatic Habitats: Analysis and Restoration*, (12 - 17 septembre 2004, Madrid, Espagne). D. Garcia de Jalon Lastra et P. Vizcaino Martinez, (Eds).

Berne, A., Uijlenhoet, R., Troch, P. A. et Paniconi, C. (2004). Travel time distributions of subsurface flow along complex hillslopes with exponential width functions. Dans: *Proceedings of the 15th International Conference on Computational Methods in Water Resources (CMWR XV)*, (13 - 17 juin 2004, Chapel Hill, États-Unis). C. T. Miller, M. W. Farthing, W. G. Gray et G. F. Pinder, (Eds), pp. 1465-1477. Amsterdam, Pays-bas, Elsevier .

Bérubé, F., Smith, J. C. et Bergeron, N. E. (2004). Development and use of a particle image velocimetry (PIV) application for aquatic habitat mapping. Dans: *Proceedings of 5th International Symposium on Ecohydraulics. Aquatic Habitats: Analysis and Restoration*, (12 - 17 septembre 2004, Madrid, Espagne). D. Garcia de Jalon Lastra et P. Vizcaino Martinez, (Eds), pp. 1223-1226.

Bérubé, L., Tessier, A. et Gobeil, C. (2004). 100 years of atmospheric platinum and palladium deposition in Canadian shield lakes. Dans: 9th FECS Conference on Chemistry and the Environment: Behaviour of Chemicals in the Environment and 2nd SFC Meeting on Environmental Chemistry, (29 août - 1^{er} septembre 2004, Bordeaux, France).

Bérubé, L., Tessier, A. et Gobeil, C. (2004). Convertisseur catalytique automobile et contamination régionale en platine (Pt) et palladium (Pd) de lacs du Québec. Dans: 8^e colloque annuel du chapitre Saint-Laurent (SRA-SETAC). *Nouvelles préoccupations environnementales : Quelles sont vos priorités?*, (3 - 4 juin 2004, Québec, Canada).

Boily, F., Campbell, P. G. C. et Fortin, C. (2004). Mécanismes de prise en charge et toxicité du cadmium en présence de thiosulfate chez une algue verte. Dans: 8^e colloque annuel du chapitre Saint-Laurent (SRA-SETAC). *Nouvelles préoccupations environnementales : Quelles sont vos priorités?*, (3 - 4 juin 2004, Québec, Canada).

Bolduc, A., Paradis, S., Stea, R. R., Pullan, S. et Ross, M. (2005). The Annapolis Valley - A Complex Glacial History that bears on Groundwater Resources. Dans: GAC-MAC-CSPG-CSSS Joint Annual Meeting. Halifax 2005: *Building Bridges - across sciences, through time, around the world*, (16 - 18 mai 2005, Halifax, Canada). pp. 14.

Bolduc, A., Riverin, M. N., Lefebvre, R., Paradis, S. et Fallara, F. (2004). Modélisation de l'architecture 3D du segment sud de l'esker Saint-Mathieu - Berry reliée à la circulation de l'eau souterraine, région d'Amos, Abitibi. Dans: 57^e congrès canadien de géotechnique - 5^e congrès conjoint IAH-CNC / SCG. GéoQuébec 2004, (24 - 27 octobre 2004, Québec, Canada). D. Demers, D. Leahy, R. Lefebvre, S. Leroueil et R. Martel, (Éds), pp. 25-32.

Bonnet, A. L., Van Breemen, O. et Corriveau L. (2005). Shrimp U-Pb Geochronological Constraints on the Granulite-facies Volcanic-hosted Hydrothermal System, La Romaine, Eastern Grenville Province, Québec. Dans: GAC-MAC-CSPG-CSSS Joint Annual Meeting. Halifax 2005 : Building Bridges - across sciences, through time, around the world, (16 - 18 mai 2005, Halifax, Canada). pp. 16.

Bordas, F., Sebastia, J., Gabet, S. et Lafrance, P. (2004). Incidence de la teneur en matière organique du sol et du taux de contamination lors de la mobilisation de HAP à l'aide de composés tensio-actifs biologiques. Dans: 8^e journées nationales de l'étude des sols, Association française pour l'étude des sols, (26 - 28 octobre 2004, Bordeaux, France).

Boucher, M., Xhardé, R. et Long, B. (2004). Cat-Scan data : a calibration tool for airborne laser survey. Dans: 32nd International Geological Congress, (20 - 28 août 2004, Florence, Italie). Florence, Italie, IUGS.

Boullemant, A., Campbell, P. G. C. et Fortin, C. (2004). Prise en charge d'un complexe neutre du cadmium par des algues vertes : influence du pH et des substances humiques. Dans: 8^e colloque annuel du chapitre Saint-Laurent (SRA-SETAC). Nouvelles préoccupations environnementales : Quelles sont vos priorités?, (3 - 4 juin 2004, Québec, Canada).

Boutin, A., Lefebvre, R., Blais, V., Martel, R., Therrien, R. et Parent, M. (2004). Modeling of groundwater flow and TCE transport in the Valcartier area aquifer system. Dans: 57^e congrès canadien de géotechnique - 5^e congrès conjoint IAH-CNC / SCG. GéoQuébec 2004, (24 - 27 octobre 2004, Québec, Canada). D. Demers, D. Leahy, R. Lefebvre, S. Leroueil et R. Martel, (Éds), pp. 36-43.

Brar, S. K., Verma, M., Tyagi, R. D. et Valéro, J. R. (2005). Rheological comparison of *Bacillus thuringiensis* fermented wastewater sludge for biopesticide production. Dans: 40th Central Canadian Symposium on Water Quality Research (CAWQ): Four Decades of Science and Technology in Water Quality, (14 - 15 février 2005, Burlington, Canada). pp. 81. Association Canadienne de la Qualité de l'Eau (ACQE),

Brar, S. K., Verma, M., Tyagi, R. D. et Valéro, J. R. (2004). Ultraviolet degradation studies of wastewater sludge based *Bacillus Thuringiensis* biopesticides. Dans: 20^e congrès de l'est du Canada sur la qualité de l'eau de l'Association canadienne sur la qualité de l'eau (ACQE), (29 octobre 2004, Ottawa, Canada). pp. 7. Burlington, Canada, Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE).

Caissie, D., St-Hilaire, A. et El-Jabi, N. (2004). Prédiction des températures de l'eau à l'aide de modèles stochastiques et de régression / Prediction of Water Temperatures using Regression and Stochastic Models. Dans: 57^e congrès annuel de l'Association canadienne des ressources hydriques (ACRH) : Eau et changement climatique : comprendre pour mieux s'adapter, (16 - 18 juin 2004, Montréal, Canada). pp. 58. Montréal, Canada, Ouranos.

Campbell, P. G. C., Fortin, C., Boullemant, A. et Vigneault, B. (2005). [Conférencier invité]. Advances in our understanding of the role of speciation in trace element uptake and toxicity. Dans: 8th International Conference on the Biogeochemistry of Trace Elements (ICOBTE), (3 - 7 avril 2005, Adélaïde, Australie).

Carbonneau, P., Bergeron, N. et Lane, S. (2004). Catchment-scale mapping of surface grain size in gravel-bed rivers using airborne digital imagery. Dans: Proceedings of 5th International Symposium on Ecohydraulics. Aquatic Habitats: Analysis and Restoration, (12 - 17 septembre 2004, Madrid, Espagne). D. Garcia de Jalon Lastra et P. Vizcaino Martinez, (Eds).

Carbonneau, P. E., Bergeron, N. E., Bérubé, F. et Lane, S. N. (2004). Remote sensing innovations applied to mapping fluvial habitat variables. Dans: Annual Meeting of the North American Benthological Society, (6 au 10 juin 2004, Vancouver, Canada). [s. l.], North American Benthological Society.

Carbonneau, P. E., Lane, S. N., Bergeron, N. E. et Bérubé, F. (2004). Remote Sensing Innovations Applied to Mapping the Fluvial Habitat of Atlantic Salmon. Dans: Joint assembly, American Geophysical Union (AGU) - Canadian Geophysical Union (CGU) - Society of Exploration Geophysicists - Environmental and Engineering Geophysical Society, (17 - 21 mai 2004, Montréal, Canada). pp. H33E-05.

Carignan, R., Tessier, A. et Rancourt, L. (2004). Historical records of metal loadings from the atmosphere in Canadian shield lakes. Dans: 9th FECS Conference on Chemistry and the Environment: Behaviour of Chemicals in the Environment and 2nd SFC Meeting on Environmental Chemistry, (29 août - 1^{er} septembre 2004, Bordeaux, France).

- Caron, E., Lafrance, P. et Duchemin, M. (2004). Conception d'un dispositif pour l'optimisation du dimensionnement de bandes enherbées contrôlant les pertes d'herbicides par ruissellement. Dans: *18^e Congrès de l'Association québécoise des spécialistes en sciences du sol (AQSSS). La recherche en sol : où en sommes nous*, (6 - 9 juin 2004, Baie Saint-Paul, Canada).
- Caron, E., Lafrance, P. et Duchemin, M. (2004). Dimensionnement de bandes enherbées utilisées pour limiter la contamination des eaux de surface par les pesticides agricoles. Dans: *27^e symposium sur les eaux usées & 16^e atelier sur l'eau potable*, (22 - 23 septembre 2004, Laval, Canada). Montréal, Canada, Réseau-Environnement.
- Caron, E., Lafrance, P. et Duchemin, M. (2005). Quantification des pertes d'herbicides par ruissellement de surface et par drainage dans des dispositifs tampon : enherbée et enherbés+arborés. Dans: *35^e Congrès du Groupe français des pesticides (GFP). Produits phytosanitaires - impacts environnementaux, gestion et traitements*, (18 - 20 mai 2005, Marne-la-Vallée, France).
- Chaumont, D., Major, N., Roy, P., Desrochers, G., Gachon, P., Milton, J., Lin, C., Slonosky, V. et St-Hilaire, A. (2004). Développement d'indices pour l'analyse de la variabilité et des extrêmes climatiques au Québec. Dans: *1^{er} Symposium Ouranos sur les changements climatiques*, (9 - 10 juin 2004, Montréal, Canada).
- Cloutier, V., Lefebvre, R., Savard, M. et Therrien, R. (2004). Groundwater origin and geochemical processes in the Basses-Laurentides sedimentary rock aquifer system, St-Lawrence lowlands, Québec, Canada. Dans: *57^e congrès canadien de géotechnique - 5^e congrès conjoint IAHC-CNC / SCG. GéoQuébec 2004*, (24 - 27 octobre 2004, Québec, Canada). D. Demers, D. Leahy, R. Lefebvre, S. Leroueil et R. Martel, (Éds), pp. 18-25.
- Cooper, S., Campbell, P. G. C. et Hare, L. (2004). Influence de la ventilation branchiale sur l'accumulation du cadmium dissous chez le bivalve d'eau douce *Pyganodon grandis*. Dans: *8^e colloque annuel du chapitre Saint-Laurent (SRA-SETAC). Nouvelles préoccupations environnementales : Quelles sont vos priorités?*, (3 - 4 juin 2004, Québec, Canada).
- Corriveau L., Bonnet, A. L. et Van Breemen, O. (2005). Pinwarian (1.5 Ga) Intra-arc Volcanism and Hydrothermal Activity, East of the Wakeham Group, Grenville Province: A Reassessment of the Exploration Prospectivity of 'Pinkstone Belts'. Dans: *GAC-MAC-CSPG-CSSS Joint Annual Meeting. Halifax 2005: Building Bridges - across sciences, through time, around the world*, (16 - 18 mai 2005, Halifax, Canada). pp. 36.
- Couture, P. et Pyle, G. (2004). Influences of season, size and environmental contamination on tissue Ni accumulation in wild yellow perch from two polymetallic gradients. Dans: *4th SETAC World Congress and 25th Annual Meeting in North America*, (14 - 18 novembre 2004, Portland, États-Unis). Pensacola, États-Unis, SETAC.
- Couture, P. et Pyle, G. (2005). Relationships between morphometrics and physiology of yellow perch from along two distinct metal contamination gradients. Dans: *15th Annual Meeting of the Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) Europe*, (22 - 26 mai 2005, Lille, France).
- Couture, P. et Pyle, G. G. (2004). Environmental metal contamination results in complex responses of population, morphometric and physiological indicators of effects in wild yellow perch. Dans: *4th SETAC World Congress and 25th Annual Meeting in North America*, (14 - 18 novembre 2004, Portland, États-Unis). Pensacola, États-Unis, SETAC.
- Croisetière, L., Hare, L., Tessier, A. et Cabana, G. (2004). Les sédiments, source d'énergie pour les organismes benthiques? Dans: *8^e colloque annuel du chapitre Saint-Laurent (SRA-SETAC). Nouvelles préoccupations environnementales : Quelles sont vos priorités?*, (3 - 4 juin 2004, Québec, Canada).
- D'Haese, C. M. F., Putti, M., Paniconi, C., Verhoest, N. E. C. et De Troch, F. P. (2004). Assessment of initial solution estimates and adaptive vs. heuristic time stepping for variably saturated flow. Dans: *Proceedings of the 15th International Conference on Computational Methods in Water Resources (CMWR XV)*, (13 - 17 juin 2004, Chapel Hill, États-Unis). C. T. Miller, M. W. Farthing, W. G. Gray et G. F. Pinder, (Eds), pp. 545-556. Amsterdam, Pays-Bas, Elsevier.
- D'Hust, A., Beaudoin, G. et Malo, M. (2005). Stable (O, C, S) and Pb Isotope Geochemistry of the Dôme de Lemieux Polymetallic and Sainte-Marguerite Gold Paleozoic Epithermal Deposits, Gaspé Peninsula, Québec, Canada. Dans: *GAC-MAC joint annual meeting*, (16 - 18 mai 2005, Halifax, Canada). pp. 44.
- Dechmi, F., van Bochove, E., Rousseau, A. N., Quilbé, R. et Thériault, G. (2004). Développement d'une composante transport-hydrologie intégrée à l'indicateur de risque de contamination de l'eau par le phosphore, IRCE-P. Dans: *18^e Congrès de l'Association québécoise des spécialistes en sciences du sol (AQSSS). La recherche en sol : où en sommes nous*, (7 - 9 juin 2004, Baie Saint-Paul, Canada).

Dermont, G., Bergeron, M., Richer-Lafleche, M. et Mercier, G. (2005). Caractérisation par une approche multidisciplinaire de sols urbains contaminés par le métaux dans le cadre d'une stratégie de décontamination. Dans: *Américana 2005: Salon des technologies environnementales des Amériques*, (6 - 8 avril 2005, Montréal, Canada).

Desrosiers, G., Dufour, S., Long, B., Gagnoud, M., Labrie, J., Lajeunesse, P., Mermillod-Blondin, F., Archambault, P., Gilbert, F. et Stora, G. (2004). Visualization and quantification of the major components of *macoma balthica* communities in the sedimentary column using CAT-scan. Dans: *1st Nereis Park Conference. Bioturbation : the Ever Changing Seafloor*, (7 - 9 novembre 2004, Carry-le-Rouet, France).

Desrosiers, G., Long, B. F., Dufour, S., Gagnoud, M., Lajeunesse, P., Labrie, J., Mermillod-Blondin, F., Michaud, E., de Montety, L. et Stora, G. (2004). Visualization and quantification of biogenic structures in the sedimentary column using CAT-Scan. Dans: *32nd International Geological Congress*, (20 au 28 août 2004, Florence, Italie). Florence, Italie, IUGS.

Dhenain, A., Mercier, G., Blais, J. F. et Bergeron, M. (2004). Valorisation des boues noires d'alumineries. Dans: *20^e congrès de l'est du Canada sur la qualité de l'eau de l'Association canadienne sur la qualité de l'eau (ACQE)*, (29 octobre 2004, Ottawa, Canada). pp. 13. Burlington, Canada, Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE).

Diaconesco, R., Gachon, P. et St-Hilaire, A. (2004). Analyse de la variabilité des vents dans le golfe du Saint-Laurent : Tendances climatiques et de nature non-climatique. Dans: *1^{er} Symposium Ouranos sur les changements climatiques*, (9-10 juin 2004, Montréal, Canada).

Doukouré, C., Beaudin, I., Nolin, M., Laflamme, G. et Lafrance, P. (2005). Utilisation du logiciel LandMapR pour la segmentation des pédo-paysages du bassin versant du bras d'Henri. Dans: *Atelier sur les modèles numériques d'élévation (MNE) et la segmentation des bassins versants et des paysages pédologiques*, (1^{er} décembre 2004, Sainte-Foy, Canada).

Drapeau, G. (2004). Débordement de la marée dans le vieux Québec : histoire et statistique. Dans: *1^{er} symposium annuel d'Ouranos sur les changements climatiques*, (9 - 10 juin 2004, Montréal, Canada).

Duchemin, M., Majdoub, R., Lafrance, P., Hogue, R., Côté, C., Dufour, A., Caron, E., Martel, S. et Vallières, D. (2004). Mise en place d'un dispositif expérimental pour mesurer l'efficacité des bandes

enherbées et arborées à réduire la pollution diffuse. Dans: *18^e Congrès de l'Association québécoise des spécialistes en sciences du sol (AQSSS): La recherche en sol : où en sommes nous*, (7 - 9 juin 2004, Baie Saint-Paul, Canada).

Duchesne, M. J. et Long, B. F. (2004). Influence of different delta types on shelf, continental slope and deep-sea fan sedimentary architecture genesis in a relative-sea-level fall/lowstand contexte : late quaternary and moderne analog examples from the Manicouagan deltaic prism, Canada. Dans: *International Geological Correlation Program Conference : IGCP 464 Continental Shelves during the last Glacial Cycle*, (Août - Septembre 2004, Rome, Italie).

Duchesne, M. J. et Long, B. F. (2004). Study of modern marine seismic facies genesis by using cat-scan analysis. Dans: *32nd International Geological Congress*, (20 au 28 août 2004, Florence, Italie). Florence, Italie, IUGS.

Dufour, S., Desrosiers, G., Archambault, P., Long, B., Gilbert, F. et Stora, G. (2004). The sulfide mining behaviour of chemosymbiotic thyasirid bivalves. Dans: *1st Nereis Park Conference. Bioturbation : the Ever Changing Seafloor*, (7 - 9 novembre 2004, Carry-le-Rouet, France).

Fagnan, N., Lauzon, J. M., Carrier, C., Boutin, A., Denoncourt, M., Ballard, J. M. et Lefebvre, R. (2004). Outils scientifiques pour la gestion et la présentation des ressources en eau souterraine du Lac Beauport. Dans: *57^e congrès canadien de géotechnique - 5^e congrès conjoint IAH-CNC / SCG. GéoQuébec 2004*, (24 - 27 octobre 2004, Québec, Canada). D. Demers, D. Leahy, R. Lefebvre, S. Leroueil et R. Martel, (Éds), pp. 25-32.

Filali Meknassi, Y., Auriol, M., Adams, C. et Tyagi, R. D. (2004). Natural and synthetic hormones removal by enzymatic degradation. Dans: *20^e congrès de l'est du Canada sur la qualité de l'eau de l'Association canadienne sur la qualité de l'eau (ACQE)*, (29 octobre 2004, Ottawa, Canada). pp. 15-16. Burlington, Canada, Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE).

Francus, P. et Bradley, R. S. (2004). An annually resolved 2500 year long record of rain events in a polar desert. Dans: *American Geophysical Union (AGU) 2004 Fall Meeting*, (13 - 17 décembre 2004, San Francisco, États-Unis).

Gagnon, A., Campbell, P. G. C., Jumarie, C. et Hontela, A. (2004). L'effet du Cu sur le statut physiologique du poisson : étude terrain et en laboratoire (in vivo et in vitro). Dans: *8^e colloque annuel du chapitre Saint-Laurent (SRA-SETAC). Nouvelles préoccupations environnementales :*

Quelles sont vos priorités?, (3 - 4 juin 2004, Québec, Canada).

Gagnoud, M., Lajeunesse, P., Desrosiers, G., Long, B., Labrie, J., Dufour, S., Mermillod-Blondin, F. et Stora, G. (2004). Axial tomodesitometry (CAT-Sanc) : a non destructive method enabling sedimentary facies analysis of glaciomarine mud. Dans: *1st Nereis Park Conference. Bioturbation : the Ever Changing Seafloor*, (7 - 9 novembre 2004, Carry-le-Rouet, France).

Gallon, C., Tessier, A. et Gobeil, C. (2005). Sources and mobility of lead in canadian lakes. Dans: *8th International Conference on the Biogeochemistry of Trace Elements (ICOBTE)*, (3 - 7 avril 2005, Adelaide, Australie).

Garnier-Laplace, J., Adam, C., Gilbin, R., Simon, O., Tran, D., Massabuau, J. C., Fortin, C., Denison, F. H., Pradines, C., Floriani, M. et Henner, P. (2004). Environmental Radioprotection : Main Lessons Learnt from the ENVIRHOM Programme. Dans: *ECORAD 2004 : The scientific basis for environment protection against radioactivity*, (6 - 10 septembre 2004, Aix en Provence, France). Fontenay-aux-Roses, France, IRSN/DPRE.

Garnier, V., Malo, M., Dubé, B. et Chagnon, A. (2005). Carlin-Type Gold Mineralization in the Gaspé Appalachians, Québec, Canada : Lithogeochemical and Petrographic Evidence. Dans: *GAC-MAC-CSPG-CSSS Joint Annual Meeting. Halifax 2005 : Building Bridges - across sciences, through time, around the world*, (16 - 18 mai 2005, Halifax, Canada). pp. 65.

Germain, D., Tassé, N. et Cyr, J. (2004). The East-Sullivan Mine site : merging prevention and treatment of acid mine drainage. Dans: *57^e congrès canadien de géotechnique - 5^e congrès conjoint IAH-CNC / SCG. GéoQuébec 2004*, (24 - 27 octobre 2004, Québec, Canada). D. Demers, D. Leahy, R. Lefebvre, S. Leroueil et R. Martel, (Éds), pp. 8-14.

Germain, D., Tassé, N. et Cyr, J. (2004). A Wood-Waste Cover Prevents Sulphide Oxidation and Treats Acid Effluents at the East-Sullivan Mine Site. Dans: *Joint assembly, American Geophysical Union (AGU) - Canadian Geophysical Union (CGU) - Society of Exploration Geophysicists - Environmental and Engineering Geophysical Society*, (17 - 21 mai 2004, Montréal, Canada).

Gignac, C., Ouarda, T. B. M. J., Chokmani, K., Gingras, H., Kouider, A., Hoang, V. D. et Bobée, B. (2004). Développement d'un outil d'estimation des quantiles de débits extrêmes : Application dans le sud du Québec / Development of a Tool for Estimating Extreme Flow Fractiles: Application to Southern Québec. Dans: *57^e congrès annuel de*

l'Association canadienne des ressources hydriques (ACRH) : Eau et changement climatique : comprendre pour mieux s'adapter, (16 - 18 juin 2004, Montréal, Canada). pp. 32. Montréal, Canada, Ouranos.

Gignac, N., Ouarda, T. B. M. J., Chokmani, K., Gingras, H., Hoang, V. D. et Bobée, B. (2004). Flood flow estimation in ungauged basins - application to a nordic environment (Canada). Dans: *Recueil des actes du colloque international : Les risques en génie civil*, (18 - 19 mars 2004, Sfax, Tunisie). pp. 374-383.

Gilbin, R., Denison, F., Fortin, C. et Garnier-Laplace, J. (2005). Is thermodynamic equilibrium modelling useful to predict the link between trace metal exposure and bioavailability? The case of uranium. Dans: *15th Annual Meeting of the Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) Europe*, (22 - 26 mai 2005, Lille, France).

Gobeil, C. et Macdonald, R. W. (2005). Spatial variations in vertical profiles of Mn, Mo, Cd, Re, and U in sediments from the Arctic ocean. Dans: *8th International Conference on the Biogeochemistry of Trace Elements (ICOBTE)*, (3 - 7 avril 2005, Adelaide, Australie).

Goulet, M., Côté, D., Lafrance, P. et Blais, J. F. (2004). Suivi agronomique de sous-produits de traitement du lisier de porc . Dans: *18^e Congrès de l'Association québécoise des spécialistes en sciences du sol (AQSSS): La recherche en sol : où en sommes nous*, (7 - 9 juin 2004, Baie Saint-Paul, Canada).

Goulet, R. R., Doyle, P. J., Krack, S., Vigneault, B., McGeer, J. C. et Hare, L. (2004). Cd dietary and waterborne exposure to *Daphnia magna* : implications for bioaccumulation and chronic toxicity. Dans: *4th SETAC World Congress and 25th Annual Meeting in North America*, (14 - 18 novembre 2004, Portland, États-Unis). Pensacola, États-Unis, SETAC.

Guillotte, K., Gherboudj, I., Paniconi, C., Bernier, M., Marrocu, M., Dessena, M. A., Botti, P., Soddu Pirellas, A., Fanni, S., Meloni, R., Fantola, F. et Usai, D. (2005). Analysis of ASAR imagery for hydrological applications in Sardina, Italy. Dans: *Proceedings of the 2004 Envisat & ERS Symposium*, (6 - 10 septembre 2004, Salzburg, Autriche).

Hessami, M., Ouarda, T. B. M. J., Cachon, P., St-Hilaire, A., Selva, F. et Bobée, B. (2004). Evaluation of statistical downscaling methods over several regions of eastern Canada. Dans: *1^{er} Symposium annuel d'Ouranos sur les changements climatiques*, (9 - 10 juin 2004, Montréal, Canada).

- Hessami, M., Ouarda, T. B. M. J., Gachon, P., St-Hilaire, A., Selva, F. et Bobée, B. (2004). Évaluation des méthodes de mise à l'échelle statistique au-dessus de plusieurs régions de l'Est du Canada. / *Evaluation of statistical downscaling methods over several regions of Eastern Canada*. Dans: *57^e congrès annuel de l'Association canadienne des ressources hydriques (ACRH) : Eau et changement climatique : comprendre pour mieux s'adapter / 57th Canadian Water Resources Association (CWRA) conference: Water and Climate Change: Knowledge for Better Adaptation*, (16 - 18 juin 2004, Montréal, Canada). pp. 25. Montréal, Canada, Ouranos.
- Kahliq, M. N., Ouarda, T. B. M. J., Ondo, J. C. et Bobée, B. (2004). Frequency analysis of a sequence of dependent and/or not-stationary observations : a review. Dans: *1^{er} Symposium annuel d'Ouranos sur les changements climatiques*, (9 - 10 juin 2004, Montréal, Canada).
- Keating, P., Pinet, N., Brouillette, P., Sailhac, P. et Dion, D. J. Pilkington M (2005). Application of the Continuous Wavelet Transform to Potential Field Interpretation in the Gaspé Peninsula. Dans: *GAC-MAC-CSPG-CSSS Joint Annual Meeting. Halifax 2005 : Building Bridges - across sciences, through time, around the world*, (16 - 18 mai 2005, Halifax, Canada). pp. 100.
- Kettab, A., Ait Mouhoub, D., Mitiche, F., Ouarda, T. B. M. J. et Bobée, B. (2004). Contribution à l'étude du phénomène de la sécheresse sur les régions littorales d'Algérie par la simulation dans un contexte / A Contribution to the Study of the Phenomenon of Drought in Algeria's Coastal Regions by Simulations in a Climate Change Context. Dans: *57^e congrès annuel de l'Association canadienne des ressources hydriques (ACRH) : Eau et changement climatique : comprendre pour mieux s'adapter*, (16 - 18 juin 2004, Montréal, Canada). pp. 52. Montréal, Canada, Ouranos.
- Khalik, N., St-Hilaire, A., Ouarda, T. B. M. J. et Bobée, B. (2004). Frequency analysis of southern Québec heat waves. Dans: *1^{er} symposium annuel d'Ouranos sur les changements climatiques*, (9 - 10 juin 2004, Montréal, Canada).
- Laforte, L., Tessier, A. et Gobeil, C. (2004). Apports atmosphériques de thallium et d'indium dans deux lacs du bouclier canadien et potentiel pour le suivi environnemental. Dans: *8^e colloque annuel du chapitre Saint-Laurent (SRA-SETAC). Nouvelles préoccupations environnementales : Quelles sont vos priorités?*, (3 - 4 juin 2004, Montréal, Canada).
- Laforte, L., Tessier, A., Gobeil, C. et Carignan, R. (2004). Indium and thallium in two Canadian shield lakes : sources, geochemistry, and implications for contaminant monitoring. Dans: *9th FECS Conference on Chemistry and the Environment: Behaviour of Chemicals in the Environment and 2nd SFC Meeting on Environmental Chemistry*, (29 août - 1^{er} septembre 2004, Bordeaux, France).
- Lafrance, P., Caron, E. et Duchemin, M. (2005). CANCEP : Réseau Canadien de mesure des pesticides dans l'atmosphère et les précipitations. Dans: *35^e Congrès du Groupe français des pesticides (GFP). Produits phytosanitaires - impacts environnementaux, gestion et traitements*, (18 - 20 mai 2005, Marne-la-Vallée, France). [s.l.], Groupe français des pesticides.
- Laridi, R., Benmoussa, H. et Auclair, J. C. (2004). Enlèvement de nutriments (P&N) du lisier de porc par précipitation contrôlée de la struvite. Dans: *8^e colloque annuel du chapitre Saint-Laurent (SRA-SETAC). Nouvelles préoccupations environnementales : Quelles sont vos priorités?*, (3 - 4 juin 2004, Québec, Canada).
- Laridi, R., Benmoussa, H. et Auclair, J. C. (2004). [Conférencier invité]. Pilot-scale phosphate and ammonium removal by controlled struvite precipitation from pre-treated swine waste water. Dans: *International Conference on Struvite: Its Role in Phosphorus Recovery and Reuse*, (17 - 18 juin 2004, Bedfordshire, Royaume Uni).
- Laridi, R., Benmoussa, H., Drogui, P. et Blais, J. F. (2004). Removal of refractory organic compound in liquid swine manure provided from a bio-filtration process using electrochemical treatment. Dans: *International Water Association (IWA) 4th World Water Congress*, (19 - 24 septembre 2004, Marrakech, Maroc).
- Laridi, R., Drogui, P., Benmoussa, H., Blais, J. F. et Auclair, J. C. (2004). Removal of refractory organic compounds in liquid swine manure provided from biofiltration process using electrochemical treatment. Dans: *International Water Association (IWA) 4th World Water Congress*, (19 - 24 septembre 2004, Marrakech, Maroc).
- Lavigne, M. A. et Rousseau, A. N. (2005). Utilisation du modèle hydrologique HYDROTEL pour simuler l'écoulement sur un petit bassin versant forestier. Dans: *CONFOR2005 - Conférence des étudiants gradués en recherche forestière*, (7 février 2005, Québec, Canada).
- Lavigne, M. P., Rogel, G., Rousseau, A. N., Quilbé, R., Grenier, M., Tremblay, S., Mailhot, A. et Villeneuve, J. P. (2005). GIBSI : Gestion intégrée des bassins versants à l'aide d'un système informatisé. Dans: *Association canadienne des ressources hydriques (ACRH) -*

Atelier sur les ressources en eau: Analyse et cartographie des débits extrêmes pour le Québec habité, (31 mars 2005, Québec, Canada).

Lavigne, M. P. et Rousseau, A. N. (2004). Modélisation hydrologique d'un petit bassin versant forestier. Dans: *Colloque Écohydrologie, Colloque polaire d'étudiants-chercheurs du pôle écohydrologie du regroupement HYMAP, INRS-ETE*, (22 octobre 2004, Québec, Canada).

Lefebvre, R., Boutin, A., Blais, V., Parent, M., Martel, R., Ouellon, T., Therrien, R., Roy, N. et Lapointe, M. (2004). Hydrogeological context and dissolved TCE plume characterization in the Valcartier area, Québec, Canada. Dans: *57^e congrès canadien de géotechnique - 5^e congrès conjoint IAH-CNC / SCG. GéoQuébec 2004*, (24 - 27 octobre 2004, Québec, Canada). D. Demers, D. Leahy, R. Lefebvre, S. Leroueil et R. Martel, (Éds), pp. 28-35.

Lefebvre, R., Boutin, A., Blais, V., Parent, M., Ouellon, T., Martel, R., Therrien, R., Roy, N. et Lapointe, M. (2004). Hydrogeological context and dissolved TCE plume characterization in the Valcartier area, Québec, Canada. Dans: *57^e congrès canadien de géotechnique - 5^e congrès conjoint IAH-CNC / SCG. GéoQuébec 2004*, (24 - 27 octobre 2004, Québec, Canada). D. Demers, D. Leahy, R. Lefebvre, S. Leroueil et R. Martel, (Éds), pp. 28-35.

Levasseur, B., Mercier, G. et Blais, J. F. (2004). Treatment of metal-rich leachates from fly ashes by precipitation techniques. Dans: *International Water Association (IWA) 4th World Water Congress*, (19 - 24 septembre 2004, Marrakech, Maroc).

Long, B., Duchesne, M. J., Moore, F. et Montreuil, S. (2004). The multidisciplinary scanographic laboratory of Québec : a new non-medical scanographic laboratory. Dans: *32nd International Geological Congress*, (20 au 28 août 2004, Florence, Italie). Florence, Italie, IUGS.

Mailhot, A. et Duchesne, S. (2004). Impacts et enjeux liés aux changements climatiques en matière de gestion des eaux en milieu urbain. Dans: *L'eau en Amérique du Nord : facteur de coopération, outil de développement ou enjeu de conflit ?* (14 - 15 octobre 2004, Québec, Canada). F. Laserre et I. Jetté, (Éds).

Mailhot, A., Rousseau, A. N., Nantel, E., Lacroix-Vachon, B. et Villeneuve, J. P. (2004). Approvisionnement en eau potable au Québec : Bilan des volumes prélevés et des volumes disponibles. Dans: *1^{er} symposium annuel d'Ouranos sur les changements climatiques*, (9 - 10 juin 2004, Montréal, Canada).

Mailhot, A., Rousseau, A. N., Nantel, E., Lacroix-Vachon, B. et Villeneuve, J. P. (2004). Approvisionnement en eau potable au Québec : bilan des volumes prélevés et analyse historique des volumes disponibles / Québec's Supply of Drinking Water: An Overview of the Amounts Withdrawn and a Historical Analysis of the Amounts Available. Dans: *57^e congrès annuel de l'Association canadienne des ressources hydriques (ACRH) : Eau et changement climatique : comprendre pour mieux s'adapter*, (16 - 18 juin 2004, Montréal, Canada). pp. 95. Montréal, Canada, Ouranos.

Martel, L., Bastien, C., Vigneault, B., Masson, S., Olsen, C., Lepage, N. et Campbell, P. G. C. (2004). Étude de la toxicité de l'eau de rivières recevant des apports anthropiques de métaux à l'aide du test de toxicité algale avec *pseudokirchneriella subcapitata*. Dans: *8^e colloque annuel du chapitre Saint-Laurent (SRA-SETAC). Nouvelles préoccupations environnementales : Quelles sont vos priorités?*, (3 - 4 juin 2004, Québec, Canada).

Martel, R., Robertson, T., Minh Doan, Q., Thiboutot, S., Ampleman, G., Provatas, A. et Jenkins, T. (2004). Energetic materials contaminated site characterization at the former explosives factory maribyrnong (EFM). Dans: *57^e congrès canadien de géotechnique - 5^e congrès conjoint IAH-CNC / SCG. GéoQuébec 2004*, (24 - 27 octobre 2004, Québec, Canada). D. Demers, D. Leahy, R. Lefebvre, S. Leroueil et R. Martel, (Éds), pp. 1-8.

Masson, S., Campbell, P. G. C., Hare, L., Olsen, C., Martel, L., Pinel-Alloul, B., Méthot, G. et Hontela, A. (2004). Influence des caractéristiques physico-chimiques et toxicologiques sur la structure des communautés benthiques de deux rivières de l'Abitibi. Dans: *8^e colloque annuel du chapitre Saint-Laurent (SRA-SETAC). Nouvelles préoccupations environnementales : Quelles sont vos priorités?*, (3 - 4 juin 2004, Québec, Canada).

Masson, S., Campbell, P. G. C., Hare, L., Olsen, C., Martel, L., Pinel-Alloul, B., Méthot, G. et Hontela, A. (2004). Influence des métaux traces sur la structure de communautés benthiques de deux rivières du nord du Québec. Dans: *8^e colloque annuel du chapitre Saint-Laurent (SRA-SETAC). Nouvelles préoccupations environnementales : Quelles sont vos priorités?*, (3 - 4 juin 2004, Québec, Canada).

Masson, S., Campbell, P. G. C., Olsen, C., Martel, L., Hare, L., Pinel-Alloul, B., Méthot, G., Hontela, A., Couillard, Y., Vigneault, B. et Parent, L. (2004). Étude écotoxicologique des métaux traces en milieu de rivières, aspects méthodologiques, toxicologiques et biologiques. Dans: *8^e colloque annuel du chapitre Saint-Laurent (SRA-SETAC). Nouvelles préoccupations environnementales :*

Quelles sont vos priorités?, (3 - 4 juin 2004, Québec, Canada).

Meunier, N., Drogui, P., Gourvence, C., Hausler, R., Mercier, G. et Blais, J. F. (2004). Electrochemical removal of metals during the decontamination of municipal wastewater sludge. Dans: *International Water Association (IWA) 4th World Water Congress*, (19 - 24 septembre 2004, Marrakech, Maroc).

Michaud, A., Hare, L. et Campbell, P. G. C. (2004). Dynamique d'échange de cadmium entre le biomoniteur *hexagenia* et son milieu : expérience dans la nature. Dans: *8^e colloque annuel du chapitre Saint-Laurent (SRA-SETAC). Nouvelles préoccupations environnementales : Quelles sont vos priorités?*, (3 - 4 juin 2004, Québec, Canada).

Michaud, Y., Rivard, C., Marion, J., Rivera, A. et Lefebvre, R. (2005). Les tendances du niveau de l'eau souterraine dans l'est du Canada. Dans: *Comptes rendus de la conférence S'adapter aux changements climatiques au Canada en 2005 : Comprendre les risques et renforcer nos capacités*, (4 - 7 mai 2005, Montréal, Canada). Ottawa, Canada, Ressources Naturelles Canada.

Moreno, A., Lafrance, P., Côté, D. et Blais, J. F. (2004). Réponse des lysimètres drainants installés sous une culture d'orge fertilisée avec des co-produits de lisier de porc. La recherche en sol : où en sommes-nous? Dans: *18^e Congrès de l'Association québécoise des spécialistes en sciences du sol (AQSSS): La recherche en sol : où en sommes nous*, (7 - 9 juin 2004, Baie Saint-Paul, Canada).

Morin, J., Champoux, O., Mingelbier, M., Martin, S., Turgeon, K., Fortin, P., Rioux, D., Leclerc, M., Secretan, Y., Boudreau, P., Jean, M., Lehoux, D., Desgranges, J. L., Frenette, J. J., Bechara, J. et Cantin, J. F. (2004). Modelling a large fluvial system : an overview of objectives, data sets and results from the St-Lawrence river. Dans: *Proceedings of 5th International Symposium on Ecohydraulics. Aquatic Habitats : Analysis and Restoration*, (12 - 17 septembre 2004, Madrid, Espagne). D. Garcia de Jalon Lastra et P. Vizcaino Martinez, (Eds).

Morlon, H., Fortin, C., Floriani, M., Adam, C. et Garnier-Laplace, J. (2004). Prise en charge et effets induits du sélénite chez l'algue verte *chlamydomonas reinhardtii*. Apports de la microscopie électronique à transmission. Dans: *8^e colloque annuel du chapitre Saint-Laurent (SRA-SETAC). Nouvelles préoccupations environnementales : Quelles sont vos priorités?*, (3 - 4 juin 2004, Québec, Canada).

Morlon, H., Fortin, C., Pradines, C., Floriani, M., Grasset, G., Adam, C. et Garnier-Laplace, J. (2004). Uptake of selenium by the unicellular green alga *Chlamydomonas reinhardtii* - Effects induced by chronic exposure. Dans: *ECORAD 2004 : The scientific basis for environment protection against radioactivity*, (6 - 10 septembre 2004, Aix en Provence, France). Fontenay-aux-Roses, France, s.n.

Murat, V., Martel, R., Michaud, Y., Savard, M., Paradis, D. et Nastev, M. (2004). Comparing Various Vulnerability Evaluation Methods in Two Canadian Hydrogeological Settings. Dans: *57th Canadian Geotechnical Conference and 5th Joint CGS/IAH-CNC Conference. Geo-Engineering for the Society and its Environment*, (24 - 27 octobre 2004, Québec, Canada).

Murat, V., Martel, R., Savard, M. M., Nastev, M., Paradis, D., Michaud, Y., Lefebvre, R. et Therrien, R. (2004). Comparing vulnerability mapping methods in two canadian hydrogeological settings. Dans: *57^e congrès canadien de géotechnique - 5^e congrès conjoint IAH-CNC / SCG. GéoQuébec 2004*, (24 - 27 octobre 2004, Québec, Canada). D. Demers, D. Leahy, R. Lefebvre, S. Leroueil et R. Martel, (Éds), pp. 1-5.

Nantel, E., Mailhot, A., Rousseau, A. N. et Villeneuve, J. P. (2005). Élaboration d'une méthode d'estimation des vulnérabilités historique des approvisionnements en eau potable au Québec. Dans: *Association canadienne des ressources hydriques (ACRH) - Atelier sur les ressources en eau: Analyse et cartographie des débits extrêmes pour le Québec habité*, (31 mars 2005, Québec, Canada).

Nastev, M., Lamontagne, C., Morin, R., Tremblay, T., Hardy, F., Lamothe, M., Croteau, A., Blanchette, D., Lavigne, M. A., Roy, N., Lavoie, D., Benoît, N., Lefebvre, R., Marcotte, D., Gaudin, R. et Rouleau, A. (2004). Hydrogeology of transboundary aquifers in the Châteauguay river basin, Canada-United States. Dans: *2004 US EPA/NGWA Fractured Rock Conference : State of the Science and Measuring Success in Remediation*, (13 - 15 septembre 2004, Portland, États-Unis). pp. 483-486. Westerville, États-Unis, National Ground Water Association.

Nastev, M., Lamontagne, C., Tremblay, T., Lavoie, D., Hardy, F., Lamothe, M., Croteau, A., Blanchette, D., Lavigne, M. A., Roy, N., Morin, R., Corland, B., Paradis, D., Benoît, N., Gaudin, R., Dagenais, M. P., Lefebvre, R., Marcotte, D., Rouleau, A., Chapuis, R. et Guay, L. (2004). Hydrogeological overview of the transboundary aquifers in the Châteauguay river basin, Canada-United States. Dans: *57^e congrès canadien de géotechnique - 5^e congrès conjoint IAH-CNC / SCG. GéoQuébec 2004*, (24 - 27 octobre 2004,

Québec, Canada). D. Demers, D. Leahy, R. Lefebvre, S. Leroueil et R. Martel, (Éds), pp. 25-32.

Olsen, C., Dufour, M., Campbell, P. G. C., Vigneault, B., Fortin, C. et Masson, S. (2004). Adaptation d'une technique d'échange ionique pour la mesure d'ions libres dans les eaux réceptrices d'effluents miniers. Dans: *8^e colloque annuel du chapitre Saint-Laurent (SRA-SETAC). Nouvelles préoccupations environnementales : Quelles sont vos priorités?*, (3 - 4 juin 2004, Québec, Canada).

Olsen, C., Masson, S., Campbell, P. G. C., Martel, L. et Vigneault, B. (2004). Caractérisation chimique et spéciation des métaux dans une rivière recevant un effluent minier : évaluation spatiale et temporelle de la qualité des eaux réceptrices. Dans: *8^e colloque annuel du chapitre Saint-Laurent (SRA-SETAC). Nouvelles préoccupations environnementales : Quelles sont vos priorités?*, (3 - 4 juin 2004, Québec, Canada).

Ouarda, T. B. M. J., Chokmani, K., Ghedira, H. et Gingras, H. (2005). Correction of winter streamflow under ice. Dans: *3rd International Symposium on Flood Defence (ISFD3): Floods, from Defence to Management*, (25 - 27 mai 2005, Nijmegen, Pays-bas).

Ouarda, T. B. M. J., Chokmani, K., Ghedira, H. et Gingras, H. (2005). Correction of winter streamflow under ice. Dans: *Proceeding of the IAHR International Symposium on Stochastic Hydraulics*, (23 - 24 mai 2005, Nijmegen, Netherlands). J. Vrijling et C. J. Ruijgh, (Eds), pp. 120-122.

Ouarda, T. B. M. J., Gignac, N., Chokmani, K., Gingras, H., Hoang, V. D. et Bobée, B. (2005). Estimation régionale des débits d'étiage au Québec, logiciel ARIDE. Dans: *Association canadienne des ressources hydriques (ACRH) - Atelier sur les ressources en eau: Analyse et cartographie des débits extrêmes pour le Québec habité*, (31 mars 2005, Québec, Canada).

Ouarda, T. B. M. J., Gignac, N., Chokmani, K., Gingras, H., Hoang, V. D. et Bobée, B. (2005). Modèle hydrologique-statistique-géomatique pour estimer les débits de crue du Québec. Dans: *Association canadienne des ressources hydriques (ACRH) - Atelier sur les ressources en eau: Analyse et cartographie des débits extrêmes pour le Québec habité*, (31 mars 2005, Québec, Canada).

Ouarda, T. B. M. J., Gignac, N., Gingras, H., Hoang, V. D. et Bobée, B. (2005). General model for flood flow estimation in ungauged basins for Québec, Canada. Dans: *Water Resources Management 2005. Third International Conference*

on Water Resources Management, (11 - 13 avril 2005, Algarve, Portugal). M. De Conceicao Cunha et C. A. Breebbia, (Eds). Ashurst, Grande-Bretagne, WIT Press.

Ouarda, T. B. M. J., Jourdain, V., Gingras, H., Herrera, E. et Bobée, B. (2005). Development of the neighbourhood approach for the regional estimation of low flows at ungauged basins. Dans: *3rd International Symposium on Flood Defence (ISFD3): Floods, from Defence to Management*, (25 - 27 mai 2005, Nijmegen, Pays-Bas).

Ouarda, T. B. M. J., Jourdain, V., Gingras, H., Herrera, E. et Bobée, B. (2005). Development of the neighbourhood approach for the regional estimation of low flows at ungauged basins. Dans: *Proceeding of the IAHR International Symposium on Stochastic Hydraulics*, (23 - 24 mai 2005, Nijmegen, Netherlands). J. Vrijling et C. J. Ruijgh, (Eds), pp. 123-124.

Ouarda, T. B. M. J., Roy, R., El Adlouni, S. et Bobée, B. (2004). Distribution GEV avec covariables pour modéliser l'impact des changements climatiques. Dans: *Colloque Approche Bayésienne*, (26 novembre 2004, Montréal, Canada).

Parent, L., Martel, L., Olsen, C., Masson, S., Campbell, P. G. C., Hare, L., Pinel-Alloul, B., Méthot, G., Hontela, A. et Couillard, Y. (2004). Ecological risk assessment of metal contamination : ecological significance of exposure parameters and effects measurements. Dans: *25th Annual Meeting Society of Environmental Toxicology and Chemistry*, (Novembre 2004, Seattle, États-Unis).

Parsons, S. M., Nadeau, L., Keating, P. et Chung, C. J. (2005). New Approaches to Geological Interpretation of Magnetic Data: A Case Example from the Mingan Region, Grenville Province, Québec. Dans: *GAC-MAC-CSPG-CSSS Joint Annual Meeting. Halifax 2005: Building Bridges - across sciences, through time, around the world*, (16 - 18 mai 2005, Halifax, Canada). pp. 148.

Parsons, S. M., Nadeau, L. et Malo, M. (2005). Production of Second-Generation Geological Maps through Analysis of Multi-source Data in a GIS Environment : An Example from the Grenville Province, Québec. Dans: *GAC-MAC-CSPG-CSSS Joint Annual Meeting. Halifax 2005 : Building Bridges - across sciences, through time, around the world*, (16 - 18 mai 2005, Halifax, Canada). pp. 149.

Pavey, B., St-Hilaire, A., Courtenay, S., Ouarda, T. B. M. J. et Bobée, B. (2005). Hydrological study of the effectiveness of sedimentation ponds in harvested peat bogs. Dans : *Association canadienne des ressources hydriques (ACRH) -*

Atelier sur les ressources en eau: Analyse et cartographie des débits extrêmes pour le Québec habité, (31 mars 2005, Québec, Canada).

Pavey, B., St-Hilaire, A., Courtenay, S., Ouarda, T. B. M. J. et Bobée, B. (2005). Hydrological study of the effectiveness of sedimentation ponds in harvested peat bogs. Dans : *41st American Water Resources Association 2005 Annual Conference*, (7 - 10 novembre 2005, Seattle, États-Unis).

Payette, S., Garneau, M., Bernier, M. et St-Hilaire, A. (2004). Aqualyse des tourbières du complexe LaGande et changements climatiques. Dans: *1^{er} Symposium Ouranos sur les changements climatiques*, (9-10 juin 2004, Montréal, Canada).

Pelletier, M. et Laflèche, M. R. (2004). Les terres rares et les BPC comme indicateurs environnementaux des processus régissant la dynamique sédimentaire du Saint-Laurent. Dans: *8^e colloque annuel du chapitre Saint-Laurent (SRA-SETAC). Nouvelles préoccupations environnementales : Quelles sont vos priorités?*, (3 - 4 juin 2004, Québec, Canada).

Perreault, L., Parent, É., Bernier, J., Bobée, B. et Fortin, V. (2004). L'analyse multisite d'une rupture dans des séquences de variables aléatoires hydrologiques à partir d'un modèle hiérarchique bayésien / Multi-site Analysis of Discontinuities in Sequences of Random Hydrological Variables using a Hierarchical Bayesian Model. Dans: *57^e congrès annuel de l'Association canadienne des ressources hydriques (ACRH) : Eau et changement climatique : comprendre pour mieux s'adapter*, (16 - 18 juin 2004, Montréal, Canada). pp. 55. Montréal, Canada, Ouranos.

Perron, A., Tessier, A. et Gobeil, C. (2004). Mobilité du zinc dans un lac du bouclier canadien. Dans: *8^e colloque annuel du chapitre Saint-Laurent (SRA-SETAC). Nouvelles préoccupations environnementales : Quelles sont vos priorités*, (3 - 4 juin 2004, Québec, Canada).

Perron, A., Tessier, A. et Gobeil, C. (2004). Le zinc et les HAP dans un lac du bouclier canadien. Dans: *8^e colloque annuel du chapitre Saint-Laurent (SRA-SETAC). Nouvelles préoccupations environnementales : Quelles sont vos priorités?*, (3 - 4 juin 2004, Québec, Canada).

Pinet, N., Lavoie, D., Brouillette, P., Keating, P., Brisebois, D., Malo, M. et Castonguay, S. (2005). Structural Style of the Gaspé Belt, Québec Appalachians : New Insights from High-resolution Aeromagnetic Data. Dans: *GAC-MAC-CSPG-CSSS Joint Annual Meeting. Halifax 2005: Building Bridges - across sciences, through time, around the world*, (16 - 18 mai 2005, Halifax, Canada). pp. 156.

Pontlevoy, O., Lefebvre, R., Therrien, R., Martel, R., Ouellet, M., Lamontagne, M. et Racine, C. (2004). Numerical modeling of groundwater flow in interconnected granular and rock aquifers at the ville Mercier DNSPL-contaminated site, Québec, Canada. Dans: *57^e congrès canadien de géotechnique - 5^e congrès conjoint IAH-CNC / SCG. GéoQuébec 2004*, (24 - 27 octobre 2004, Québec, Canada). D. Demers, D. Leahy, R. Lefebvre, S. Leroueil et R. Martel, (Éds), pp. 25-32.

Poulin, É., Mercier, G. et Blais, J. F. (2004). Transformation et valorisation des boues rouges d'aluminerie par production d'un agent déphosphatant pour le traitement des eaux usées. Dans: *20^e congrès de l'est du Canada sur la qualité de l'eau de l'Association canadienne sur la qualité de l'eau (ACQE)*, (29 octobre 2004, Ottawa, Canada). Burlington, Canada, Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE).

Putti, M. et Paniconi, C. (2004). Time step and stability control for a coupled model of surface and subsurface flow. Dans: *Proceedings of the 15th International Conference on Computational Methods in Water Resources (CMWR XV)*, (13 - 17 juin 2004, Chapel Hill, États-Unis). C. T. Miller, M. W. Farthing, W. G. Gray et G. F. Pinder, (Eds), pp. 1391-1402. Amsterdam, Pays-Bas, Elsevier.

Quilbé, R. et Rousseau, A. N. (2004). Modélisation de la pollution diffuse d'origine agricole - développement et application du logiciel GIBSI. Dans: *Colloque Écohydrologie, Colloque polaire d'étudiants-chercheurs du pôle écohydrologie du regroupement HYMAP, INRS-ETE*, (22 octobre 2004, Québec, Canada).

Quilbé, R., Rousseau, A. N., Guillot, F. et Villeneuve, J. P. (2004). Étude de la vulnérabilité climatique passée et future de l'agriculture en fonction de l'évolution de l'occupation agricole du territoire, à l'aide du système de modélisation intégrée GIBSI / A Study of Past and Future Vulnerability of Farming to Climate as a Function of the Evolution of the Agricultural Occupation of the Land, using the Integrated GIBSI Model. Dans: *57^e congrès annuel de l'Association canadienne des ressources hydriques (ACRH) : Eau et changement climatique : comprendre pour mieux s'adapter*, (16 - 18 juin 2004, Montréal, Canada). pp. 134. Montréal, Canada, Ouranos.

Quilbé, R., Trinh, N. B. et Rousseau, A. N. (2005). Définition de chroniques météorologiques destinées à être utilisées par un modèle hydrologique pour simuler l'effet des changements climatiques sur les apports hydrologiques. Dans: *Comptes rendus de la conférence S'adapter aux changements climatiques au Canada en 2005*:

Comprendre les risques et renforcer nos capacités, (4 - 7 mai 2005, Montréal, Canada). Ottawa, Canada, Ressources Naturelles Canada.

Quirion, R., Tessier, A. et Gobeil, C. (2004). Mobilité diagénétique, géochronologie et sources de Ag dans des sédiments lacustres. Dans: 8^e colloque annuel du chapitre Saint-Laurent (SRA-SETAC). *Nouvelles préoccupations environnementales : Quelles sont vos priorités?*, (3 - 4 juin 2004, Montréal, Canada).

Quirion, R., Tessier, A. et Gobeil, C. (2004). Silver deposition and mobility in sediments of two Canadian shield lakes. Dans: 9th FECS Conference on Chemistry and the Environment: Behaviour of Chemicals in the Environment and 2nd SFC Meeting on Environmental Chemistry, (29 août - 1^{er} septembre 2004, Bordeaux, France).

Racine, M. J., Bernier, M. et Ouarda, T. B. M. J. (2004). Evaluation of RADARSAT-1 images acquired in fine-beam mode for boreal peatlands : a study in the La Grande River watershed, James Bay, Quebec, Canada. *Remote Sensing for Environmental Monitoring, GIS Applications, and Geology IV*, (14 - 16 septembre 2004, Maspalomas, Espagne). M. Ehlers, F. Posa, H. J. Kaufmann, U. Michel et G. De Carolis, (Eds), pp. 160-171. Bellingham, États-Unis, The International Society for Optical Engineering.

Restle, E. M., Chavez-Demoulin, V. et Ouarda, T. B. M. J. (2004). Generalized additive models for extremes in hydrology. Dans: 3^d International Symposium on Extreme Value Analysis : Theory and Practice, (19 - 23 juillet 2004, Aveiro, Portugal).

Rhéault, M., Brisebois, D., Thériault, R. et Pinet, N. (2005). Space View of the Gaspé Peninsula Structural Framework Incorporating Radarsat, Envisat and Geoscience Data: New Insights for Oil and Gas Exploration in Québec. Dans: GAC-MAC-CSPG-CSSS Joint Annual Meeting. *Halifax 2005 : Building Bridges - across sciences, through time, around the world*, (16 - 18 mai 2005, Halifax, Canada). pp. 165.

Rivard, C., Ross, M., Michaud, Y., Hamblin, T., Drage, J., Blackmore, A., Webster, T., Paniconi, C. et Deblonde, C. (2004). Preliminary hydrogeological characterization of the Annapolis valley, Nova Scotia. Dans: 57^e congrès canadien de géotechnique - 5^e congrès conjoint IAH-CNC / SCG. *GéoQuébec 2004*, (24 - 27 octobre 2004, Québec, Canada). D. Demers, D. Leahy, R. Lefebvre, S. Leroueil et R. Martel, (Éds), pp. 5-12.

Ross, M., Martel, R., Parent, M., Lefebvre, R. et Savard, M. (2004). Assessing rock aquifer vulnerability using download time-of-travel from a 3D model of surficial geology. Dans: 57^e congrès

canadien de géotechnique - 5^e congrès conjoint IAH-CNC / SCG. *GéoQuébec 2004*, (24 - 27 octobre 2004, Québec, Canada). D. Demers, D. Leahy, R. Lefebvre, S. Leroueil et R. Martel, (Éds), pp. 1-8.

Rousseau, A. N., Duchesne, S. et Villeneuve, J. P. (2004). L'eau : situation mondiale, problématiques émergentes, exemples d'outils de gestion et défis scientifiques et techniques. Dans: *Centre international de gestion de projets (Centre GP): Programme international d'échanges et de perfectionnement, session 36 : la gestion stratégique du développement et des projets*, (26 septembre - 8 octobre 2004, Montréal, Canada).

Rousseau, A. N., Duchesne, S. et Villeneuve, J. P. (2004). État des lieux en matière d'eau potable à l'échelle mondiale. Dans: 17^e entretiens Jacques-Cartier - Eau potable et technologies environnementales : *Enjeux internationaux*, (4 - 5 octobre 2004, Québec, Canada). Québec, Canada, INRS Eau, Terre & Environnement.

Rousseau, A. N., Fortin, J. P., Fortin, V., Turcotte, R., Paniconi, C., Slivitzky, M. et Villeneuve, J. P. (2004). Modélisation hydrologique semi-distribuée d'un bassin versant nordique. Dans: 1^{er} symposium annuel d'Ouranos sur les changements climatiques, (9 - 10 juin 2004, Montréal, Canada).

Rousseau, A. N., Paniconi, C., Larocque, M., Turcotte, R., Nastev, M., Lefebvre, M., Slivitzky, M. et Villeneuve, J. P. (2004). Modélisation de l'écoulement des eaux de surfaces et souterraines du bassin versant de la rivière Châteauguay à l'aide de modèles hydrologiques couplés. Dans: 1^{er} symposium annuel d'Ouranos sur les changements climatiques, (9 - 10 juin 2004, Montréal, Canada).

Rousseau, A. N., Quilbé, R., Guillot, F. et Villeneuve, J. P. (2004). Vulnérabilité de l'agriculture en réponse aux changements climatiques : Étude de l'influence passée et future de l'occupation agricole du territoire sur le régime hydrologique et la qualité de l'eau d'un bassin versant, à l'aide d'un système de modélisation intégrée. Dans: 1^{er} symposium annuel d'Ouranos sur les changements climatiques, (9 - 10 juin 2004, Montréal, Canada).

Roy, S., Bertrand, R., Malo, M., Lavoie, D. et Laliberté, J. Y. (2005). Thermal Maturation and Hydrocarbon Potential in Paleozoic Successions on the Gaspé Peninsula Central Area and Lac Matapedia Area, Québec. Dans: GAC-MAC-CSPG-CSSS Joint Annual Meeting. *Halifax 2005: Building Bridges - across sciences, through time, around the world*, (16 - 18 mai 2005, Halifax, Canada). pp. 169.

- Sarica, J., Amyot, M., Hare, L., Blanchefield, P., Bodaly, R. A., Hintelmann, H. et Lucotte, M. (2004). Les transferts de mercure des carcasses de poisson vers les organismes nécrophages en milieu lacustre : utilisation des isotopes stables de mercure. Dans: *8^e colloque annuel du chapitre Saint-Laurent (SRA-SETAC). Nouvelles préoccupations environnementales : Quelles sont vos priorités?*, (3 - 4 juin 2004, Québec, Canada).
- Secretan, Y., Leclerc, M. et Boudreau, P. (2004). Modélisation de la température de l'eau dans le fleuve Saint-Laurent et sur sa plaine inondable. Dans: *Proceedings of 5th International Symposium on Ecohydraulics. Aquatic Habitats: Analysis and Restoration*, (12 - 17 septembre 2004, Madrid, Espagne). D. Garcia de Jalon Lastra et P. Vizcaino Martinez.
- Secretan, Y., Morin, J., Leclerc, M. et Boudreau, P. (2004). Modelling water temperature as abiotic factor for habitat analysis in the St-Lawrence river (Canada). Dans: *Proceedings of 5th International Symposium on Ecohydraulics. Aquatic Habitats: Analysis and Restoration*, (12 - 17 septembre 2004, Madrid, Espagne). D. Garcia de Jalon Lastra et P. Vizcaino Martinez, (Eds).
- Slivitzky, M., Frigon, A. et Caya, D. (2004). Impact du changement climatique sur le régime hydrologique des rivières du nord du Québec et du Labrador / The Impact of Climate Change on the Hydrological Regime of Rivers in Northern Québec and Labrador. Dans: *57^e congrès annuel de l'Association canadienne des ressources hydriques (ACRH) : Eau et changement climatique : comprendre pour mieux s'adapter*, (16 - 18 juin 2004, Montréal, Canada). pp. 72. Montréal, Canada, Ouranos.
- St-Onge, G., De Vernal, A., Hillaire-Marcel, C., Long, B. F. et Duchesne, M. J. (2004). Multiproxy evidence of late glacial to holocene and of sanguamonian millennial to seasonal-scale climatic oscillations in the St-Lawrence estuary, eastern Canada. Dans: *International Geological Correlation Program Conference : IGCP 464 Continental Shelves during the last Glacial Cycle*, (Août - Septembre 2004, Rome, Italie).
- St-Onge, G., Long, B. et Rochon, A. (2004). Cat-Scan analysis of sedimentary sequences : a quantitative and qualitative paleoclimatic tool for low sedimentation rate environment such as the arctic. Dans: *32nd International Geological Congress*, (20 - 28 août 2004, Florence, Italie). Florence, Italie, IUGS.
- St-Onge, G., Long, B. F., De Vernal, A., Hillaire-Marcel, C. et Rochon, A. (2005). Cat-Scan Analysis of Sedimentary Sequences : A Tool to Identify Millennial- to Seasonal-Scale Climatic Oscillations. Dans: *GAC-MAC-CSPG-CSSS Joint Annual Meeting. Halifax 2005 : Building Bridges - across sciences, through time, around the world*, (16 au 18 mai 2005, Halifax, Canada). pp. 188-189.
- St-Onge, L., Bonn, F., Rousseau, A. N., Van, C. P. et Quang, M. N. (2005). Determination of the water balance of the Ba Bê lake watershed, Ba Bê national park, Vietnam. Dans: *VIIth IAHS Scientific Assembly / VII^e Assemblée Scientifique de l'AIHS. Symposium 7.2*, (3 - 9 avril 2005, Foz do Ijuçu, Brésil).
- Sulis, M., Badas, M. G., Deidda, R., Piga, E., Marrocu, M. et Paniconi, C. (2004). Applicazione del modello SWAT al bacino dell'Araxisi. Dans: *XXIX Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche (IDR@Trento)*, (7 - 10 septembre 2004, Trento, Italie). pp. 677-683.
- Sulis, M., Marrocu, M. et Paniconi, C. (2004). Conjunctive use of a model and decision support tool for water resources planning in the Caia river catchment, Portugal. Dans: *57^e congrès canadien de géotechnique - 5^e congrès conjoint IAH-CNC / SCG. GéoQuébec 2004*, (24 - 27 octobre 2004, Québec, Canada). D. Demers, D. Leahy, R. Lefebvre, S. Leroueil et R. Martel, (Éds), pp. 1-8.
- Sushama, L., Laprise, R., Caya, D. et Slivitzky, M. (2004). Analyse de l'hydrologie des eaux de surface dans le modèle climatique régional canadien / Analysis of the Surface Hydrology in the Canadian Regional Climate Model. Dans: *57^e congrès annuel de l'Association canadienne des ressources hydriques (ACRH) : Eau et changement climatique : comprendre pour mieux s'adapter*, (16 - 18 juin 2004, Montréal, Canada). pp. 73. Montréal, Canada, Ouranos.
- Tardif, M. C., Hontela, A., Campbell, P. G. C. et Olsen, C. (2004). Réponse des antioxydants (glutathion et catalase) chez le grand brochet (*Esox lucius*) et le doré jaune (*Stizostedion vitreum*) exposés chroniquement aux métaux traces. Dans: *8^e colloque annuel du chapitre Saint-Laurent (SRA-SETAC). Nouvelles préoccupations environnementales : Quelles sont vos priorités?*, (3 - 4 juin 2004, Québec, Canada).
- Tassé, N. et Germain, D. (2004). The East-Sullivan mine site : from abandonment to restoration. Dans: *57^e congrès canadien de géotechnique - 5^e congrès conjoint IAH-CNC / SCG. GéoQuébec 2004*, (24 - 27 octobre 2004, Québec, Canada). D. Demers, D. Leahy, R. Lefebvre, S. Leroueil et R. Martel, (Éds), pp. 1-7.
- Tremblay, A. et Pinet, N. (2005). Diachronous supracrustal extension in an intraplate setting and the origin of the Connecticut Valley-Gaspé and Merrimack troughs, northern Appalachians. *Geol. Mag.*, 142 (1): 7-22.

Tremblay, Y., Rousseau, A. N. et Plamondon, A. P. (2004). Étude de l'impact des coupes forestières sur les débits de pointe et le bilan des substances chimiques. Dans: *Colloque Écohydrologie, Colloque polaire d'étudiants-chercheurs du pôle écohydrologie du regroupement HYMAP, INRS-ETE*, (22 octobre 2004, Québec, Canada).

Tremblay, Y., Rousseau, A. N. et Plamondon, A. P. (2005). Impact des coupes forestières sur les débits de pointe des cours d'eau et la qualité de l'eau. Dans: *CONFOR2005 - Conférence des étudiants gradués en recherche forestière*, (7 février 2005, Québec, Canada).

Van Bochove, E., Thériault, G., Dechmi, F., Rousseau, A. N., Quilbé, R., Leclerc, M. L. et Goussard, N. (2004). Indicator of Risk of Water Contamination by Phosphorus from Canadian Agricultural Land. Dans: *Proceedings of the 8th International Conference on Diffuse / Nonpoint Pollution*, (24 - 29 octobre 2004, Kyoto, Japon).

Van Bochove, E., Thériault, G., Dechmi, F., Rousseau, A. N., Quilbé, R., Leclerc, M. L. et Goussard, N. (2005). Indicator of Risk of Water Contamination by Phosphorus: Temporal Trends for Quebec Province and Calculation Developments for Canada. Dans : *40th Central Canadian Symposium on Water Quality Research (CAWQ): Four Decades of Science and Technology in Water Quality*, (14 - 15 février 2005, Burlington, Canada). Association Canadienne de la Qualité de l'Eau (ACQE),

Van Bochove, E., Thériault, G., Delchmi, F., Rousseau, A. N., Quilbé, R., Leclerc, M. L. et Goussard, N. (2004). Élaboration d'un indicateur de phosphore pour évaluer l'impact des pratiques de gestion agricoles favorables sur la qualité de l'eau à l'échelle nationale. Dans: *Journées scientifiques nationales 2004 : La durabilité des collectivités, des villes et des bassins hydrographiques : surveillance et évaluation*, (30 novembre - 4 décembre 2004, Québec, Canada).

Verma, M., Brar, S. K., Tyagi, R. D., Valéro, J. R. et Surampalli, R. Y. (2004). Enzyme production by antagonistic fungi *Trichoderma* spp. : Municipal sludge as potential raw material. Dans: *20^e congrès de l'est du Canada sur la qualité de l'eau de l'Association canadienne sur la qualité de l'eau (ACQE)*, (29 octobre 2004, Ottawa, Canada). pp. 56. Burlington, Canada, Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE).

Verma, M., Brar, S. K., Tyagi, R. D., Valéro, J. R. et Surampalli, R. Y. (2005). Production of antagonistic fungus *Trichoderma* sp. conidia on wastewater sludge : effect of sludge pre-treatment and sludge solids concentration. Dans: *40th Central Canadian Symposium on Water Quality Research (CAWQ): Four Decades of Science and*

Technology in Water Quality, (14 - 15 février 2005, Burlington, Canada). Association Canadienne de la Qualité de l'Eau (ACQE),

Xhardé, R., Boucher, M. et Long, B. (2004). Laser radar technique (LIDAR) applied to geohazards detection and monitoring. Dans: *32nd International Geological Congress*, (20 au 28 août 2004, Florence, Italie). Florence, Italie, IUGS

Communications ou publications sans arbitrage

Bakhtiari, M., Pyle, G. et Couture, P. (2005). Physiological changes associated with tissue metal variations in wild yellow perch (*Perca flavescens*) under laboratory conditions : a comparative study. Dans: *44th Annual Canadian Society of Zoologists Conference*, (10 - 14 mai 2005, Kingston, Canada).

Ballard, J. M. et Lefebvre, R. (2005). Évaluation de l'impact des eaux usées provenant des installations septiques individuelles sur l'aquifère de roc fracturé du Mont-Cervin, Lac-Beauport, Québec. Dans: *73^e Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS)*, (9 - 13 mai 2005, Chicoutimi, Canada).

Ballard, J. M. et Lefebvre, R. (2005). Évaluation de l'impact des eaux usées provenant des installations septiques individuelles sur l'aquifère de roc fracturé de Mont-Cervin, Lac-Beauport, Québec. Dans: *73^e Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS)*, (9 - 13 mai 2005, Chicoutimi, Canada).

Beaudoin, G., Bernard, J., Simard, M., Pilote, P., Malo, M., Hupé, A. et Ross, A. (2004). Le gîte du Mont-de-l'Aigle : un exemple de Cu-Au-oxydes de fer paléozoïque dans les appalaches. Dans: *Québec Exploration 2004*, (22 - 25 novembre 2004, Québec, Canada).

Benoit, P., Gratton, Y. et Mucci, A. (2004). Modeling the development of hypoxic waters in the lower St. Lawrence estuary. Dans: *Estuarine and Coastal Sciences Association (ECSA) and Estuarine Research Federation (ERF) International Conference*, (21 - 23 juin 2004, Ballina, Australie).

Bernier, M. (2005). [[Conférencière invitée]]. Innovation approach to characterize river ice from SAR data. Dans: *Centre des glaces (Environnement Canada)*, (16 mai 2005, Ottawa, Canada).

Bernier, M. et Chokmani, K. (2005). [[Conférenciers invités]]. Potentiel des données de télédétection pour la vérification des modèles

climatiques. Dans: *Atelier annuel Ouranos sur l'hydrologie nordique*, (30 mars 2005, Montréal, Canada).

Bernier, M. et Lafrance, G. (2005). [[Conférenciers invités]]. La télédétection appliquée au secteur énergétique. Dans : *IREQ, midi-conférence*, (19 avril 2005, Montréal, Canada).

Bertrand, R., Roy, S., Malo, M., Lavoie, D. et Laliberté, J. Y. (2004). Potentiel pétrologène des successions sédimentaires paléozoïques gaspésiennes et du nord-ouest du Nouveau-Brunswick : un guide pour l'exploration. *Québec Exploration 2004*, (22 - 25 novembre 2004, Québec, Canada).

Bérubé, J., Mailhot, A. et Rousseau, A. N. (2005). Approvisionnements en eau potable et changements climatiques : documentation de cas historiques et vulnérabilité face aux scénarios climatiques proposés. Dans: *Colloque HYMAP, pôle Eaux de consommation*, (24 mars 2005, Sainte-Foy, Canada).

Bisaillon, J. F., Bergeron, N. et Caron, F. (2005). L'effet des conditions hivernales sur la survie interstade du saumon atlantique juvénile. Dans: *8^e Rencontre annuelle du Centre interuniversitaire de recherche sur le saumon Atlantique : CIRSA: Dix ans déjà !*, (17 - 18 mars 2005, Québec, Canada). pp. 18. Université Laval.

Blais, J. F. (2004). Decontamination of industrial and urban waste polluted by toxic metals. *Université Concordia*, (3 - 4 juin 2004, Montréal, Canada).

Blais, J. F. (2004). État actuelle du traitement et de la gestion des boues d'épuration. *Faculté des sciences Ain Chock, Université Hassan II*, (27 septembre 2004, Casablanca, Maroc).

Blais, J. F., Mercier, G. et Tyagi, R. D. (2004). Tendances actuelles des modes de gestion et de valorisation des boues d'épuration. Dans: *17^e Entretiens Jacques-Cartier. Eau potable et technologies environnementales : enjeux internationaux*, (4 - 5 octobre 2004, Québec, Canada).

Blanchette, D., Lefebvre, R., Nastev, M. et Lamontagne, C. (2005). Caractérisation hydrogéochimique des eaux souterraines du bassin versant de la rivière Châteauguay. Dans: *73^e Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS)*, (9 - 13 mai 2005, Chicoutimi, Canada).

Boullemant, A., Gagné, J. P., Fortin, C. et Campbell, P. G. C. (2005). Fluorescence Excitation-emission Matrix (EEM) of Humic Acid in the Presence of a Pesticide (duetgk-

diothiocarbamate) and a metal (cadmium). Dans: *Environmental Science and Engineering Research Conference*, (4 - 6 février 2005, Gananoque, Canada).

Boullemant, A., Vigneault, B., Fortin, C. et Campbell, P. G. C. (2004). Prise en charge d'un complexe métallique neutre par des algues vertes : influence du pH et des substances humiques. Dans: *Colloque annuel du TOXEN*, (3 décembre 2004, Montréal, Canada).

Bourret, V., Bernatchez, L., Campbell, P. G. C. et Couture, P. (2005). Ecotoxicology of wild yellow perch (*Perca flavescens*) populations chronically exposed to polymetallic gradients : a genetic approach. Dans: *44th Annual Canadian Society of Zoologists Conference*, (10 - 14 mai 2005, Kingston, Canada).

Carbonneau, P. et Bergeron, N. (2005). Cartographie de l'habitat du saumon à l'échelle du bassin versant par méthodes intégrées de télédétection et de SIG. Dans: *8^e Rencontre annuelle du Centre interuniversitaire de recherche sur le saumon Atlantique : CIRSA: Dix ans déjà !*, (17 - 18 mars 2005, Québec, Canada). pp. 7. Université Laval.

Carbonneau, P. E., Bergeron, N. E. et Lane, S. N. (2005). [[Conférenciers invités]]. Basin scale mapping of salmonid habitat and fluvial characteristics with integrated remote sensing and GIS methods. Dans: *University of British Columbia, Geography Department Seminar Series*, (Mars 2005, Vancouver, Canada).

Carbonneau, P. E., Bergeron, N. E. et Lane, S. N. (2005). The development of a fluvial information for mapping and managing salmonid habitat. Dans: *7th Annual Scientific Conference of the GEOIDE Network*, (29 - 31 mai 2005, Québec, Canada).

Castonguay, S., Brisebois, D., Desrochers, A., Wilson, R., Malo, M. et Lavoie, D. (2004). Compilation géologique du transect IV du projet CARTNAT : Anticosti-Gaspé-Campbelton : de la plateforme d'Anticosti à la ceinture de Gaspé du nord du Nouveau-Brunswick. Dans: *Québec Exploration 2004*, (22 - 25 novembre 2004, Québec, Canada).

Chaillou, G., Sundby, B., Gobeil, C., Mucci, A. et Nagen, C. (2004). Hypoxia in the lower St. Lawrence estuary : has it happened? Dans: *8th International Estuarine Biogeochemistry Symposium*, (9 décembre 2004, Solomons, États-Unis).

Choisnard, J., Bernier, M. et Lafrance, G. (2004). RADARSAT-1 sensitivity for wind potential mapping in coastal area. Dans: *IGARSS 2004*.

IEEE International Geosciences and Remote Sensing Symposium Proceedings. Science for Society: Exploring and Managing a Changing Planet, (20 - 24 septembre 2004, Anchorage, États-Unis).

Chouteau, M. et Malo, M. (2004). Divex : les environnements sédimentaires et métamorphiques. *Québec Exploration 2004*, (22 - 25 novembre 2004, Québec, Canada).

Cloutier, V., Lefebvre, R. et Savard, M. M. (2005). Évaluation de la qualité des eaux souterraines dans la région agricole des Basses-Laurentides, sud-ouest du Québec. Dans: *73^e Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS)*, (9 - 13 mai 2005, Chicoutimi, Canada).

Couture, P. et Pyle, G. G. (2005). [Conférencier invité]. Biochemical and morphometric effects of industrial metal contamination on wild yellow perch. Dans: *Metals in the Environment Research Network Year 5 Symposium*, (11 - 13 mai 2005, Aylmer, Canada).

Couture, P. et Pyle, G. G. (2005). [Conférencier invité]. Environmental contamination results in complex responses of population, morphometric and physiological indicators in wild yellow perch. Dans: *Symposium 2005 sur l'environnement et les mines*, (15 - 18 mai 2005, Rouyn-Noranda, Canada).

Cuven, S. (2005). Spatial and temporal variability in sedimentation in an high Arctic lake. Dans: *35th Annual International Arctic Workshop 2005*, (9 - 12 mars 2005, Edmonton, Canada).

D'Hulst, A., Beaudoin, G. et Malo, M. (2005). Minéralisations épithermales et orogéniques dans la ceinture siluro-dévonienne de Gaspé, Québec. Dans: *73^e Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS)*, (9 - 13 mai 2005, Chicoutimi, Canada).

De Corta, H., Malo, M., Jébrak, M. et Simard, R. (2005). Partenariat DIVEX et TJCM: résultats pour le Moyen Nord du Québec. Dans: *73^e Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS)*, (9 - 13 mai 2005, Chicoutimi, Canada).

Debret, M., Desmet, M., Balsam, W., Francus, P. et Laj C. (2005). Spectrophotometer analysis of holocene sediment from an anoxic fjord : Saanich Inlet, British Columbia, Canada. Dans: *European Geosciences Union General Assembly 2005*, (24 - 29 avril 2005, Vienne, Autriche).

Dermont, G., Bergeron, M., Richer-Lafèche, M. et Mercier, G. (2005). Sols urbains contaminés par les métaux : caractérisation par une approche

multidisciplinaire dans le cadre d'une stratégie de décontamination. Dans: *73^e Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS)*, (9 - 13 mai 2005, Chicoutimi, Canada).

Dolbec, J. F., Cluis, D. et Bonn, F. (2005). La télédétection comme source de données pour le modèle de simulation agroenvironnemental ANNAGNPS. Dans: *73^e Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS)*, (9 - 13 mai 2005, Chicoutimi, Canada).

Dubé, B., McNicoll, V., Skulski, T., Sanborn Barrie, M., Williamson, K., Malo, M. et Twomey, T. (2004). Géologie et géochronologie U-Pb de la « zone à haute teneur » à la mine Red Lake, Balmertown, Ontario. Dans: *Québec Exploration 2004*, (22 - 25 novembre 2004, Québec, Canada).

Dubé, B., Williamson, K., McNicoll, V., Malo, M., Skulski, T., Twomey, T. et Sanborn-Barrie, M. (2005). Géochronologie U-Pb de l'or dans le district de Red Lake, Ontario : implications pour l'exploration. Dans: *73^e Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS)*, (9 - 13 mai 2005, Chicoutimi, Canada).

Duchesne, M. J., Long, B. F. et Pinet, N. (2004). Présence de gaz dans les sédiments quaternaires de l'estuaire du Saint-Laurent observée à partir de données géophysiques de haute résolution. Dans: *Québec Exploration 2004*, (22 - 25 novembre 2004, Québec, Canada).

Duchesne, S., Mailhot, A. et Lévesque, E. (2005). Impacts et adaptations liés aux changements climatiques en matière de drainage urbain au Québec : évaluation de la performance historique des réseaux / Climate change impacts and adaptation for urban drainage in Québec. Dans: *Comptes rendus de la conférence S'adapter aux changements climatiques au Canada en 2005: Comprendre les risques et renforcer nos capacités*, (4 - 7 mai 2005, Montréal, Canada). Ottawa, Canada, Ressources Naturelles Canada.

Favre, A. C., El Adlouni, S., Perreault, L. et Fortin, V. (2004). Contrôle de la convergence de l'échantillonnage de Gibbs pour l'estimation du modèle shifting-level. Dans: *Colloque du projet CRSNG recherche et développement coopérative (RDC) - Risque et décision en hydrologie dans une perspective bayésienne*, (26 novembre 2004, Québec, Canada).

Fortin, C., Lee, D. Y., Hiriart, V. P., Porcher, C. et Campbell, P. G. C. (2004). [[Conférenciers invités]]. Liens entre spéciation chimique et accumulation / toxicité : exemple Ag / algues. Dans: *UQAM, Département des sciences*

biologiques, Centre TOXEN, (21 octobre 2004, Montréal, Canada).

Fortin, C., Lee, D. Y., Hiriart, V. P., Porcher, C. et Campbell, P. G. C. (2004). [[Conférenciers invités]]. Links between silver speciation and its bioavailability toward green algae. Dans: *Université McMaster. School of Geography and Geology*, (23 septembre 2004, Hamilton, Canada).

Fortin, V. et Favre, A. C. (2004). Quelques défis liés à la modélisation et à la prévision de séries hydroclimatiques présentant plusieurs changements de régime. Dans: *Colloque du projet CRSNG recherche et développement coopérative (RDC) - Risque et décision en hydrologie dans une perspective bayésienne*, (26 novembre 2004, Québec, Canada).

François, L., Campbell, P. G. C. et Fortin, C. (2005). The influence of pH on metal bioavailability in phytoplankton. Dans: *Environmental Science and Engineering Research Conference*, (4 - 6 février 2005, Gananoque, Canada).

Garnier, V., Malo, M. et Dubé, B. (2005). Les indices d'or du sud de la Gaspésie: contexte géologique et modèles génétiques. Dans: *73^e Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS)*, (9 - 13 mai 2005, Chicoutimi, Canada).

Gauthier, C., Lefebvre, R., Martel, R., Ampleman, G., Thiboutot, S., Lewis, J. et Parent, M. (2005). Assessment of the impacts of live training on soil and groundwater at Canadian forces base Shilo, Manitoba. Dans: *Présenté au MDN et membre de DGA française à RDDC-Valcartier*, (10 mars 2005, Valcartier, Canada).

Gauthier, Y., Bernier, M., Hardy, S., Chokmani, K. et Carignan, M. (2004). Comparison of ASAR Data and RADARSAT-1 Data for Cryospheric Applications in Canada - The Case of Snow Water Equivalent. Dans: *Proceedings of the 2004 Envisat & ERS Symposium*, (6 - 10 septembre 2004, Salzburg, Autriche).

Gauthier, Y., Savary, S., Carbonneau, Y., Fortin, D., Bernier, M. et Leclerc, M. (2005). Cartographie radar du couvert de glace de la rivière des Prairies lors des crues hivernales. Dans: *73^e Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS)*, (9 - 13 mai 2005, Chicoutimi, Canada).

Ghedira, H. et Bernier, M. (2004). The effect of some internal neural network parameters on SAR texture classification performance. Dans: *IGARSS 2004. IEEE International Geosciences and Remote Sensing Symposium Proceedings*.

Science for Society : Exploring and Managing a Changing Planet, (20 - 24 septembre 2004, Anchorage, États-Unis). pp. 3845-3848.

Gherboudj, I., Bernier, M. et Gauthier, Y. (2005). Standardisation du signal radar de la glace de rivière acquis avec les capteurs RADARSAT-1 et Envisat. Dans: *73^e Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS)*, (9 - 13 mai 2005, Chicoutimi, Canada).

Guderley, H., Dutil, J. D. et Couture, P. (2005). [Conférencier invité]. Biochemical indicators, condition and performance in fish : studies with cod and yellow perch. Dans: *47th Annual Conference of the International Association for Great Lakes Research: Great Lakes Need Great Watersheds*, (24 - 28 mai 2005, Waterloo, Canada).

Hardy, F. et Parent, M. (2004). Le processus et conditions sous-glaciaires et les traînées de dispersion de minéraux indicateurs de kimberlite. *Québec Exploration 2004*, (22 - 25 novembre 2004, Québec, Canada).

Hare, L., Couture, P., Campbell, P. G. C. et Fortin, C. (2005). Metal transfer along aquatic food chains. Dans: *Metals in the Human Environment Research Network Annual Symposium*, (1^{er} - 2 mars 2005, Gatineau, Canada).

Harris, L., Byrne, D. R., Wetherly, S. et Beeson, J. (2004). Analogue modelling of structures developed above single and multiple mantle plumes : applications to brittle crustal deformation on Earth and Venus. Dans: *GeoMod 2004 International Conference From Mountains to Sedimentary Basins : Modelling and Testing Geological Processes*, (9 - 11 juin 2004, Emmetten - Lucerne, Suisse). G. Bertotti, S. Buiter, P. Ruffo et G. Schreurs, (Eds), pp. 301-303.

Harris, L. B. (2005). La modélisation des processus tectoniques en centrifugeuse et la visualisation de modèles avec un scanner CT. Dans: *Carrefour des sciences de la terre / 16^e Colloque du REDIST*, (1 - 4 mars 2005, Chicoutimi, Canada). ., pp. 44-45.

Hedger, R., Bergeron, N., Carbonneau, P. et Dodson, J. J. (2005). Relations entre la densité des juvéniles de saumon atlantique et les caractéristiques de l'habitat de la rivière Sainte-Marguerite déterminées par télédétection et mesures directes de terrain. Dans: *8^e Rencontre annuelle du Centre interuniversitaire de recherche sur le saumon Atlantique : CIRSA: Dix ans déjà !*, (17 - 18 mars 2005, Québec, Canada). pp. 11. Université Laval.

Hedger, R. D., Dodson, J. J., Bourque, J. F., Bergeron, N. E. et Carbonneau, P. E. (2005). Modelling spatial patterns of juvenile atlantic salmon habitat use. Dans: *7th Annual Scientific Conference of the GEOIDE Network*, (29 - 31 mai 2005, Québec, Canada).

Hilberts, A. G. J., Troch, P.A. et Paniconi, C. (2004). Hillslope-storage dependent drainable porosity to account for capillarity effects on dynamic response of complex hillslopes. *Geophysical Research Abstracts (European Geosciences Union 1st General Assembly)*, vol.6, abs. 02592.

Huard, D. et Mailhot, A. (2005). Calage de modèle hydrologique : traitement des incertitudes par analyse bayésienne. Dans: *Atelier de l'Association canadienne des ressources hydriques (ACRH) sur les ressources en eau: Analyse et cartographie des débits extrêmes pour le Québec habité*, (31 mars 2005, Québec, Canada).

Jébrak, M. et Malo, M. (2004). DIVEX : Un réseau pour la diversification de l'exploration minérale au Québec. *Québec Exploration 2004*, (22 - 25 novembre 2004, Québec, Canada).

Johnston, P. et Bergeron, N. (2005). Sélection d'interstices chez les saumons atlantiques juvéniles. Dans: *8^e Rencontre annuelle du Centre interuniversitaire de recherche sur le saumon Atlantique : CIRSA: Dix ans déjà !*, (17 - 18 mars 2005, Québec, Canada). pp. 17. Université Laval.

Khaldoune, J., Bernier, M., van Bochove, E. et Nolin, M. C. (2004). Soil freezing monitoring in agriculture region using synthetic aperture radar. Dans: *18^e Congrès de l'Association québécoise des spécialistes en sciences du sol (AQSSS). La recherche en sol : où en sommes nous*, (7 - 9 juin 2004, Baie Saint-Paul, Canada).

Khaldoune, J., Bernier, M., Van Bochove, E. et Nolin, M. (2005). Suivi du gel au sol dans un milieu agricole par la polarimétrie RSO. Dans: *73^e Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS)*, (9 - 13 mai 2005, Chicoutimi, Canada).

Kouane, F. K., Bernier, M., Fortin, J. P., Lefebvre, R. et Biemi, J. (2005). Application du modèle hydrologique distribué « Hydrotel » à la simulation des écoulements des eaux en milieu tropical humide : cas du bassin versant du N'ZO (Côte-d'Ivoire). Dans: *73^e Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS)*, (9 - 13 mai 2005, Chicoutimi, Canada).

Kouane, F. K., Bernier, M., Fortin, J. P., Lefebvre, R. et Biemi, J. (2005). Application du modèle hydrologique distribué «hydrotel» à la simulation

des écoulements des eaux en milieu tropical humide : cas du bassin versant de N'Zo (Côte-d'Ivoire). Dans: *73^e Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS)*, (9 - 13 mai 2005, Chicoutimi, Canada).

Lane, S., Bergeron, N. et Carbonneau, P. (2005). Scales of grain-size variability in 80 km of salmon river : a new approach based upon wavelet analysis. Dans: *8^e Rencontre annuelle du Centre interuniversitaire de recherche sur le saumon Atlantique : CIRSA: Dix ans déjà !*, (17 - 18 mars 2005, Québec, Canada). Université Laval.

Lapointe, M., Boisclair, D., Bergeron, N. et Rasmussen, J. (2005). La segmentation d'une rivière en liens sédimentaires distincts et son utilité pour caractériser l'habitat des salmonidés : le cas du tronçon principal de la rivière Sainte-Marguerite. Dans: *8^e Rencontre annuelle du Centre interuniversitaire de recherche sur le saumon Atlantique : CIRSA: Dix ans déjà !*, (17 - 18 mars 2005, Québec, Canada). pp. 6. Université Laval.

Larocque, I. (2004). Inférences climatiques utilisant les chironomides : comparaison entre la Suède, la Suisse et le Québec. Dans: *Centre d'études Nordiques*, (Sainte-Foy, Canada).

Laurion, I. (2005). Les changements climatiques globaux, les changements dans l'Arctique et les stratégies de réduction. Dans: *École secondaire Rochebelle & Club Rotary de Ste-Foy*, (2005, Sainte-Foy, Québec).

Lavoie, D., Pinet, N., Duchesne, M., Keating, P., Brisebois, D. et Dion, D. J. (2004). Le projet Énergie des Appalaches de l'initiative géoscientifique ciblée : multipartenariat et multidisciplines pour cerner le potentiel en hydrocarbures des bassins frontières appalachiens. *Québec Exploration 2004*, (22 - 25 novembre 2004, Québec, Canada).

Lewis, J., Martel, R., Trépanier, L., Thiboutot, S., Ampleman, G. et Brousseau, P. (2004). Energetic materials fate and transport in the Vadose zone. Dans: *Strategic Environmental Research and Development Program (SERDP) Symposium 2004. Partners in Environmental Technology Technical Symposium Workshop: Meeting DoD's Environmental Challenges*, (30 novembre - 2 décembre 2004, Washington, États-Unis).

Long, B., Forbes, D. et Ulmann, M. (2004). Evolution and stability of gravel to mixed sand-gravel beaches, southwest gulf of St. Lawrence, Canada. *29th International Conference of Coastal Engineering*, (Septembre 2004, Lisbon, France).

Long, B., Xhardé, R., Boucher, M., Tao, V. et Forbes, D. (2004). Applications géomatiques adaptées à la gestion de l'érosion littorale. Dans: *88^e journées nationales Génie Côtier*, (Septembre 2004).

Mailhot, A. (2005). Le b.a.-ba de la publication scientifique : ce qu'il faut savoir, ce qu'il convient de faire et surtout... ce qu'il est impératif de ne pas faire! Dans: *Atelier national du Réseau canadien de l'eau portant sur les communications*, (23 - 25 février 2005, Montréal, Canada).

Mailhot, A. (2005). Nos villes face aux changements climatiques : y a-t-il péril en la demeure? Dans: *Conférence publique pour le Programme d'étude internationale (PEI)*, (15 février 2005, Québec, Canada).

Mailhot, A., Coulibaly, H. D. et Villeneuve, J. P. (2004). Présentation du rapport sur l'étude intégrée de la problématique de la mise à niveau des infrastructures d'eau de sept localités de la Côte-Nord. Dans: *Présentation devant des représentants du Ministère des affaires municipales, du sport et du loisir et du Ministère de l'environnement*, (13 décembre 2004, Québec, Canada).

Malo, M., Jébrak, M., De Corta, H. et Simard, R. (2005). DIVEX (Diversification de l'exploration minière au Québec) et TJCM (Table jamésienne de concertation minière) : partenaires pour la valorisation des ressources minières en Abitibi. Dans: *73^e Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS)*, (9 - 13 mai 2005, Chicoutimi, Canada).

Martel, R. (2005). L'hydrogéologie à Québec : la force d'une équipe. Dans: *Colloque scientifique de l'INRS*, (5 mai 2005, Québec, Canada).

Ménard, A., Bérubé, F. et Bergeron, N. E. (2004). Influence de la proximité spatiale des habitats jour/nuit sur les déplacements journaliers du saumon atlantique (*Salmo salar*) juvénile en période hivernale. Dans: *7^e rencontre annuelle du Centre Interuniversitaire de Recherche sur le saumon atlantique*, (10 - 11 mars 2004, Sainte-Foy, Canada).

Ménard, A., Bérubé, F., Bergeron, N. E., Lapointe, M. et Francus, P. (2004). Historique de la relation entre les coupes forestières et la production de sédiments fins dans le bassin versant du lac Huard, rivière Cascapédia. Dans: *7^e rencontre annuelle du Centre Interuniversitaire de Recherche sur le saumon atlantique*, (10 - 11 mars 2004, Sainte-Foy, Canada).

Mercier, G., Drouin, A., Blais, J. F. et Bergeron, M. (2005). [Conférenciers invités]. Caractérisation de la serpentine de la mine Nationale et valorisation

poly-métallique. Dans: *Semaine des mines au CEGEP de Thetford Mines*, (18 avril 2005, Thetford Mines, Canada).

Nadeau, L., Brouillette, P. et Parsons, S. (2004). Géologie de la Minganie et du Groupe de Wakeham : la coupe Havre-Saint-Pierre-Natashquan. *Québec Exploration 2004*, (22 - 25 novembre 2004, Québec, Canada).

Nantel, A., Mailhot, A. et Rousseau, A. N. (2005). Élaboration d'une méthode d'estimation des vulnérabilités historiques des approvisionnements en eau potable au Québec. Dans: *Colloque HYMAP, pôle Eaux de consommation*, (24 mars 2005, Sainte-Foy, Canada).

Nastev, M., Lamontagne, C., Tremblay, T., Lamothe, M., Lamontagne, L., Lavoie, D., Croteau, A., Blanchette, D., Lavigne, M. A., Benoît, N., Godin, R., Dagenais, M. P., Peron, R., Roy, N., Morin, R., Lefebvre, R., Marcotte, D., Rouleau, A., Chapuis, R., Guay, L., Fernandez, R., Latifovic, R. et Chichagov, S. (2005). Hydrogeology of the Châteauguay river transboundary aquifers, Canada-USA. Dans: *Carrefour des sciences de la terre*, (1 - 4 mars 2005, Chicoutimi, Canada).

Nastev, M., Lamontagne, C., Tremblay, T., Lamothe, M., Lamontagne, L., Lavoie, D., Croteau, A., Blanchette, D., Lavigne, M. A., Benoît, N., Godin, R., Dagenais, M. P., Peron, R., Roy, N., Morin, R., Lefebvre, R., Marcotte, D., Rouleau, A., Chapuis, R., Guay, L., Fernandez, R., Latifovic, R. et Chichagov, S. (2005). Hydrogeology of the Châteauguay river transboundary aquifers, Canada-États-Unis. Dans: *Agriculture et environnement*, (Mars 2005, Sallabery de Valleyfield, Canada).

Niang, M., Durand, Y., Bernier, M. et Dedieu, J. P. (2005). L'apport de la sonde SNOWPOWER dans l'estimation de l'équivalent en eau de la neige et sa mise en relation avec les données radar. Dans: *Réunion de la Société hydrotechnique de France, Section de glaciologie-nivologie: Glaciers, Neige, avalanches et hydrologie de montagne*, (9 - 10 mars 2005, Grenoble, France).

Nolin, M. C., Martin, A., van Bochove, E., Lamontagne, L., Laflamme, G., Cambouris, A., Leclerc, M. L., Perron, I., Michaud, A., Deslandes, J., Cossette, J. M., Grenon, L., Gauthier, Y., Bernier, M., Cluis, D., McNairn, H. et Pattey, E. (2004). Mise à jour et à niveau de la carte des sols du bassin versant du Bras d'Henri par télédétection et capteurs au sol. Dans: *18^e Congrès de l'Association québécoise des spécialistes en sciences du sol (AQSSS). La recherche en sol : où en sommes nous*, (7 - 9 juin 2004, Baie Saint-Paul, Canada).

- Ouarda, T. B. M. J. (2004). Utilisation des réseaux de neurones artificiels pour la correction du débits dans les conditions hivernales. Dans: *Séminaire annuel du Laboratoire de modélisation en hydraulique et environnement*, (18 - 19 juin 2004, Tunis, Tunisie).
- Ousmane, S., Ouarda, T. B. M. J., Bilodeau, L., Hessami, M., St-Hilaire, A., Bruneau, P. et Bobée, B. (2005). Modélisation de la croissance de la glace de lac par réseaux de neurones artificiels et évaluation de la perte de réserve utile due au gel dans les réservoirs hydroélectriques. Dans: *25^e Colloque annuel du Centre d'études nordiques*, (3 - 4 février 2005, Québec, Canada).
- Pagé, P., Bécu, V., Bédard, J. H., Tremblay, A., Schroetter, J. M. et Minarik, W. (2004). Distribution des éléments du groupe du platine (EGP) dans l'ophiolite de Thetford Mines, du manteau à la croûte. Nouvelles cibles et stratégies pour l'exploration. *Québec Exploration 2004*, (22 - 25 novembre 2004, Québec, Canada).
- Pinet, N., Brouillette, P., Dion, D. J., Keating, P., Brisebois, D., Lavoie, D., Castonguay, S. et Malo, M. (2004). Nouvelles données aéromagnétiques et gravimétriques dans l'est de la Gaspésie : pertinence pour la connaissance de l'architecture de sous-surface. *Québec Exploration 2004*, (22 - 25 novembre 2004, Québec, Canada).
- Pinet, N., Duchesne, M., Long, B. F., Lavoie, D. et Brouillette, P. (2004). Apports des données de sismique réflexion à haute résolution dans l'estuaire du Saint-Laurent sur la géométrie et la tectonique récente de l'avant-pays appalachien. *Québec Exploration 2004*, (22 - 25 novembre 2004, Québec, Canada).
- Putti, M. et Paniconi, C. (2005). Coupled surface-subsurface flow model for catchment simulations. Dans: *European Geosciences Union General Assembly 2005*, (24 - 29 avril 2005, Vienne, Autriche).
- Racine, M. J., Bernier, M. et Ouarda, T. B. M. J. (2004). Evaluation of RADARSAT-1 images acquired in fine-beam mode for boreal peatlands: a study in the La Grande River watershed, James Bay, Quebec, Canada. Dans: *11th SPIE International Symposium on Remote Sensing: Remote Sensing for Environmental Monitoring, GIS Applications, and Geology IV*, (13 - 16 septembre 2004, Maspalomas, Espagne). M. Ehlers, F. Posa, H. J. Kaufmann, U. Michel et G. De Carolis, (Eds).
- Riverin, M. N., Bolduc, A., Lefebvre, R. et Paradis, D. (2005). Caractérisation géologique et hydrogéologique du système aquifère de l'esker Saint-Mathieu/Berry, Abitibi, Québec. Dans: *73^e Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS)*, (9 - 13 mai 2005, Chicoutimi, Canada).
- Ross, M., Parent, M., Martel, R. et Lefebvre, R. (2004). Towards seamless interactions between geologic models and hydrogeologic applications. *Geological Models for Groundwater Flow Modeling Workshop Extended Abstracts*, (15 mai 2004, St. Catharines, Canada). R. C. Berg, H. Russell et L. H. Thorleifson, (Eds). Champaign, États-Unis, Illinois State Geological Survey.
- Rousseau, A. N. (2005). Hydroinformatics for integrated watershed management. Dans: *Institut national de la recherche scientifique - séminaire midi*, (2 août 2005, Québec, Canada).
- Rousseau, A. N. (2004). Transport and delivery - Physical scales of hydrologic connectivity to surface waters. Dans: *Manitoba P Expert Committee Session on Influence of Hydrology on Delivery of P to Surface Water*, (9 décembre 2004, Winnipeg, Canada).
- Rousseau, A. N., Quilbé, R., Lafrance, P. et villeneuve, J. P. (2005). Comparative study of watershed models of pesticide fate. Dans: *NAES/ Pesticide A.M.M. Workshop*, (9 - 10 février 2005, Montréal, Canada).
- Rousseau, A. N., Yang, W. et Boxall, P. (2005). [Conférencier invité]. An integrated economic/hydrological modelling framework for watershed evaluation of BMPs - Watershed modelling. Dans: *WEBs, Integrated Modelling/Economics Workshop, a Facilitated Discussion. Agriculture and Agri-food Canada, Prairie Farm Rehabilitation Administration*, (22 février 2005, Régina, Canada).
- Smith, J., Bérubé, F. et Bergeron, N. E. (2005). Limites et applicabilité de la vélocimétrie par analyse d'image pour la caractérisation de l'habitat du saumon atlantique juvénile. Dans: *8^e Rencontre annuelle du Centre interuniversitaire de recherche sur le saumon Atlantique : CIRSA: Dix ans déjà !*, (17 - 18 mars 2005, Québec, Canada). pp. 9. Université Laval.
- Smith, J. C., Bérubé, F. et Bergeron, N. E. (2005). A field application of particle image velocimetry (PIV) for the measurement of surface flow velocities in aquatic habitat studies. Dans: *7th Annual Scientific Conference of the GEOIDE Network*, (29 - 31 mai 2005, Québec, Canada).
- St-Hilaire, A., Payette, S., Bernier, M., Garneau, M., Roy, R. et Chartier, I. (2005). [[Conférenciers invités]]. Aqualyse des tourbières dans le complexe La Grande. Une indication de forte hydraulicité. Dans: *Atelier annuel Ouranos sur l'hydrologie nordique*, (23 mars 2005, Montréal, Canada).

Surampalli, R. Y., Banerji, S. K. et Tyagi, R. D. (2005). Integrated Advanced Natural Wastewater Treatment System for Small Communities. Dans: *Proceedings of the International Water Association (IWA) Conference on Small Treatment Systems*, (Mars 2005, Mexico, Mexique).

Wagner, G., Bergeron, N. E., Francus, P. et Lapointe, M. (2005). Historique de la relation entre les activités forestières et la production de sédiments fins dans le bassin versant du lac Huard, rivière Cascapédia, Gaspésie. Dans: *7th Annual Scientific Conference of the GEOIDE Network*, (29 - 31 mai 2005, Québec, Canada).

Wingate, M. T. D., Pisarevsky, S. A. et Harris, L. B. (2004). Palaeomagnetism of the Albany-Fraser orogen indicates that Australia and Laurentia were not connected at 1.2 Ga. Dans: *17th Australian Geological Convention - Dynamic Earth : Past, Present and Future*, (8 - 13 février 2004, Hobart, Australie). .. Sydney, Australie, Geological Society of Australia.

Livres ou ouvrages collectifs

Bastien, J. (2005). Impacts of Ultraviolet Radiation on Aquatic Ecosystems: Greenhouse Gas Emissions and Implications for Hydroelectric Reservoirs. Dans: Tremblay, A., Varfalvy, L., Roehm, C. et Garneau, M., (Eds). *Greenhouse Gas Emissions - Fluxes and Processes*. pp. 510-527. (Hydroelectric Reservoirs and Natural Environments Series). New-York, États-Unis, Springer.

Batley, G. E., Stahl, R. G., Babut, M. P., Bott, T. L., Field, J. R., Ho, K. T., Mount, D. R., Swartz, R. C. et Tessier, A. (2004). Scientific underpinnings of sediment quality guidelines. Dans: Wenning, R. J., Batley, G. E., Ingersoll, G. E. et Moore, C. G., (Eds). *Use of Sediment Quality Guidelines and Related Tools for the Assessment of Contaminated Sediments*. Pensacola, États-Unis, SETAC Press.

Blein, O., Corriveau, L. et Lafleche, M. R. (2004). Cordierite-orthopyroxene white gneiss: A key to unveiling premetamorphic hydrothermal activity in the Bondy gneiss complex, Grenville Province, Quebec. Tollo, R. P., (Ed). *Proterozoic Tectonic Evolution of the Grenville Orogen in North America*. pp. 19-34. (Geological Society of America, Memoirs: 197). Boulder, États-Unis, Geological Society of America. (2004). *57^e congrès canadien de géotechnique - 5^e congrès conjoint IAH-CNC / SCG. GéoQuébec 2004*, (24 au 27 octobre 2004, Québec, Canada). D. Demers, D. Leahy, R. Lefebvre, S. Leroueil et R. Martel, (Éds).

Francus, P. (2004). *Image analysis, sediments and paleoenvironments*. Dordrecht, Pays-Bas,

Kluwer/Springer, 330 pages (Developments in Paleoenvironmental Research; 7). ISBN : 1402020619

Francus, P., Bradley, R. S. et Thurow, J. (2004). An introduction to image analyse, sediments and paleoenvironments. Dans: Francus, P., (Ed). *Image analysis, sediments and paleoenvironments*. pp. 1-7. (Developments in Paleoenvironmental Research: 7). Dordrecht, Pays-Bas, Kluwer/Springer.

Francus, P. et Pirard, É. (2004). Testing for sources of errors in quantitative image analysis. Dans: Francus, P., (Ed). *Image analysis, sediments and paleoenvironments*. pp. 87-102. (Developments in Paleoenvironmental Research: 7). Dordrecht, Pays-Bas, Kluwer/Springer.

Gervais, F., Nadeau, L. et Malo, M. (2004). Migmatitic structures and solid-state diapirism in orthogneiss domes, eastern Grenville province, Canada. Dans: Whitney, D. L., Teyssier, C. et Siddoway, C. S., (Eds). *Gneiss domes in orogeny*. pp. 359-378. (Geological Society of America, Special Papers: 380). Boulder, États-Unis, Geological society of America.

Nederbragt, A. J., Francus, P., Bollmann, J. et Soreghan, M. J. (2004). Image calibration, filtering, and processing. Dans: Francus, P., (Ed). *Image analysis, sediments and paleoenvironments*. Springer. pp. 35-58. (Developments in Paleoenvironmental Research: 7). Dordrecht, Pays-Bas, Kluwer/Springer.

Pelletier, E., Campbell, P. G. C. et Denizeau, F. (2004). *Écotoxicologie moléculaire - Principes fondamentaux et perspectives de développement*. Sainte-Foy, Canada, Presses de l'Université du Québec, 462 pages. ISBN : 2760512584

Pinel-Alloul, B., Perceval, O., Giguère, A., Couillard, Y., Campbell, P. G. C. et Hare, L. (2004). La métallothionéine : un biomarqueur d'exposition au cadmium pour les invertébrés d'eau douce. Dans: Pelletier, E., Campbell, P. G. C. et Denizeau, F., (Éds). *Écotoxicologie moléculaire - Principes fondamentaux et perspectives de développement*. pp. 63-108. Sainte-Foy, Canada, Presses de l'Université du Québec.

Rousseau, A. N. (2004). Gestion de l'eau dans la région sud du Québec - Impacts appréhendés et stratégies d'adaptation. Dans: *Ouranos 2004, S'adapter aux changements climatiques*. Ouranos. pp. 43-45. Montréal, Canada,

Soreghan, M. J. et Francus, P. (2004). Processing backscattered electron digital images of thin section. Dans: Francus, P., (Ed). *Image analysis, sediments and paleoenvironments*. pp. 203-225.

(Developments in Paleoenvironmental Research: 7). Dordrecht, Pays-Bas, Kluwer/Springer.

Surampalli, R. K. et Tyagi, R. D. (2004). *Advances in Water and Wastewater Treatment*. New York, American Society of Civil Engineering (ASCE), 592 pages. ISBN: 078440741X

Rapports de recherche

Ballard, J. M., Gabriel, U., Martel, R., Lefebvre, R., Thiboutot, S. et Ampleman, G. (2004). *Recherche sur les conditions environnementales de l'eau souterraine et de l'eau de surface existantes sur trois sites de l'USS Valcartier, Québec*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, xiv pagination multiple et 7 annexes (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 750).

Bernier, M., Gauthier, Y., Gherboudj, I., Khaldoune, J., El Battay, A., Ouarda, T. B. M. J. et Van Bochove, E. (2005). *Suivi du couvert de glace en rivière et du gel du sol à l'aide du radar, des SIG et de la modélisation. [Rapport d'étape 6]*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, v, 31 pages (INRS-Eau, Terre & Environnement, Rapport de recherche; 617 e6).

Bernier, M., Gauthier, Y., Gherboudj, I., Khaldoune, J., El Battay, A., Ouarda, T. B. M. J. et Van Bochove, E. (2005). *Suivi du couvert de glace en rivière et du gel du sol à l'aide du radar, des SIG et de la modélisation. [Rapport d'étape 7]*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, iii, 23 pages (INRS-Eau, Terre & Environnement, Rapport de recherche; 617 e7).

Bernier, M., Gauthier, Y., Khaldoune, J., Gherboudj, I., El Battay, A., Ouarda, T. B. M. J. et van Bochove, E. (2004). *Suivi du couvert de glace en rivière et du gel du sol à l'aide du radar, des SIG et de la modélisation. [Rapport d'étape 5]*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, iii, 16 pages (INRS-Eau, Terre & Environnement, Rapport de recherche; 617 e5).

Bernier, M., Gauthier, Y., Savary, S., Pâquet, L. M., Jasek, M., Gherboudj, I. et Philippin, M. (2005). *River ice monitoring with synthetic aperture radar (SAR)*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, ix, 25 pages (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 810).

Blais, J. F., Rousseau, A. N. et Quilbé, R. (2005). *Développement d'un processus de classification d'images satellitaires afin de détecter les changements d'occupation du sol sur le bassin versant de la rivière Chaudière pour la période 1970 à 2000 : exemple de l'image Landsat-5 du 6 août 1987*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, viii, 73 pages (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 802).

Chokmani, K., Bernier, M., Beaulieu, V., Philippin, M. et Slivitzky, M. (2004). *Suivi spatio-temporel du couvert nival à l'aide des données NOAA-AVHRR. Rapport d'étape 1*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 74 pages (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 719 e1).

Fortin, C., Rancourt, L. et Campbell, P. G. C. (2004). *Metal fluxes at the water sediment interface of shallow mine tailings ponds, Heathe Steele mines, New Brunswick*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, xii, 23 pages (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 772).

FZK-Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, KTH-Kungliga Tekniska Högskolan, SLF-Swiss Fed. Inst. for Forest, Snowe, and Landscape Research, HQ-Hydro-Québec, Institut National de la Recherche Scientifique, Bernier, M. Coll. et SOM-Sommer GmbH & Co KG (2004). *Innovative in-situ snow parameter sensing system allowing accurate remotely sensed data calibration for improved forecasting of hydro power resources. Progress report III*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 29 pages et 4 tables. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche).

FZK-Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, KTH-Kungliga Tekniska Högskolan, SLF-Swiss Fed. Inst. for Forest, Snowe, and Landscape Research, HQ-Hydro-Québec, Institut National de la Recherche Scientifique, Bernier, M. Coll. et SOM-Sommer GmbH & Co KG (2004). *Innovative in-situ snow parameter sensing system allowing accurate remotely sensed data calibration for improved forecasting of hydro power resources. Final technical report*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 44 pages (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 782).

Khalik, M. N., St-Hilaire, A., Ouarda, T. B. M. J. et Bobée, B. (2004). *Frequency analysis of daily maximum temperature in Southern Québec with a view to interpret heat waves / Analyse fréquentielle des températures maximum journalières du sud du Québec pour des fins d'interprétation des canicules*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 34 pages et 3 appendices. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 747).

Laflèche, M. R., Bergeron, M. et Boussicault, B. (2004). *Géologie, géochimie et géophysique de la propriété lac Ewart de ressources minières Pro-Or inc*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 100 pages (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 702).

Laflèche, M. R., Bergeron, M., Bussièrès, Y. et Pelletier, Y. (2005). *Évaluation du potentiel minéral et études des propriétés physiques des zones minéralisées en chromitites planitiformes de la partie nord du Complexe de Ménarik*.

Campagne de sondages 2004, secteur des indices Cr-1 et Cr-16-18-19 du complexe ultramafique de Ménarik. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 136 pages (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 828).

Lafleche, M. R. et Pelletier, M. (2005). *Essai d'un levé d'induction électromagnétique en domaine de fréquence pour mesurer la conductivité électrique des sédiments du lac St-Pierre (Qc) et mesure de la susceptibilité magnétique des sédiments de fond du lac St-Pierre comme outil de caractérisation sédimentaire*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 26 pages (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 701).

Leclerc, M., Bérubé, F., Landry, J., Bergeron, N. et Pouliot, M. A. (2005). *Analyse des conditions d'écoulement hivernal dans le lac du Délaié (rivière Montmorency)*. Québec, Canada, INRS-Eau, Terre & Environnement, ix, 30 pages (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 799).

Leclerc, M., Secretan, Y., Larouche, É. et Boudreau, P. (2005). *Système d'évaluation et de gestion des risques d'inondation en milieu fluvial (SEGRI) : Spécifications - Modèleur 2.0*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 114 pages (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 720 b2).

Morin, J., Champoux, O. et Secretan, Y. (2004). *Simplified bidimensional water temperature modelling during spring time on the St-Lawrence river*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, ix, 35 pages (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 773).

Ouarda, T. B. M. J., Jourdain, V., Gignac, N., Gingras, H., Herrera, E. et Bobée, B. (2005). *Développement d'un modèle hydrologique visant l'estimation des débits d'étiage pour le Québec habité. Rapport final*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, xii, 121 pages et 2 annexes. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 684 f1).

Ousmane, S., St-Hilaire, A., El Adlouni, S., Favre, A. C., Fortin, V. et Bobée, B. (2004). *Estimation de l'équivalent en eau de la neige sur le bassin versant de la Gatineau par modélisation bayésienne hiérarchique*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, ii, 46 pages (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 740).

Paniconi, C., Racine, C., Lefebvre, R et Leclerc, M. (2005). *Mise aux normes de l'eau potable - Analyse numérique d'un concept de prise d'eau linéaire sous-fluviale dans le secteur des îlets de*

la rivière Montmorency. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, viii, 33 pages (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 765).

Pennington, J. C., Jenkins, T. F., Thiboutot, S., Ampleman, G., Clausen, J., Hewitt, A. D., Lewis, J., Walsh, M. R., Walsh, M. E., Ranney, T. A., Silverblatt, B., Marois, A., Gagnon, A., Brousseau, P., Zufelt, J. E., Poe, K., Bouchard, M., Martel, R., Walker, D. A., Ramsey, C. A., Hayes, C. A., Yost, S. L., Bjella, K. L., Trépanier, L., Berry, T. E., Lambert, D. J., Dubé, P. et Perron, N. M. (2005). *Distribution and fate of energetics on DoD test and training ranges : interim report 5*. Vicksburg, États-Unis, U.S. Army Engineer Research and Development Center, xv, 186 pages. (ERDC TR-05-2) (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 807).

Rousseau, A. N., Hentati, A., Tremblay, S., Quilbé, R. et Villeneuve, J. P. (2005). *Computation of the topographic index on 16 watersheds in Québec. Rapport final*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, x, 83 pages (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 800 f).

Rousseau, A. N., Lafrance, P., Quilbé, R. et Villeneuve, J. P. (2005). *Analyse comparative de modèles de devenir des pesticides à l'échelle des bassins versants*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 226 pages (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 791).

Rousseau, A. N., Lafrance, P., Quilbé, R. et Villeneuve, J. P. (2004). *Étude préliminaire de modèles de transport des pesticides à l'échelle des bassins versants*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 120 pages (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 774 e1).

Rousseau, A. N., Quilbé, R., Dolbec, J. F., Guillot, F. et Duchemin, M. (2005). *Vulnérabilité de l'agriculture en réponse aux changements climatiques: étude de l'influence passée et future de l'occupation agricole du territoire sur le régime hydrologique et la qualité de l'eau d'un bassin versant, à l'aide d'un système de modélisation intégrée*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 17 pages (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 796).

Secretan, Y. et Larouche, E. (2005). *Système d'évaluation et de gestion des risques d'inondation en milieu fluvial (SEGRI). Rapport de recherche*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, pagination multiple. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 720 b).

Secretan, Y. et Larouche, É. (2005). *Système d'évaluation et de gestion des risques d'inondation en milieu fluvial (SEGRI). Rapport d'étape no 2*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 41pages (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 720 e2).

Secretan, Y. et Larouche, É. (2006). *Système d'évaluation et de gestion des risques d'inondation en milieu fluvial (SEGRI)*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 136 pages (INRS-Eau, Terre & Environnement rapport de recherche.

Secretan, Y., Leclerc, M., Larouche, É., Boubreau, P. et Roy, N. (2006). *Système d'évaluation et de gestion des risques d'inondation en milieu fluvial (SEGRI). Rapport final*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, vii, 128 pages (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 720

Seidou, O., Ouarda, T. B. M. J., Barbet, M., Bruneau, P. et Bobée, B. (2005). *Une méthode bayésienne de combinaison de l'information locale et régionale en analyse fréquentielle des crues*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 62 pages (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 789).

Shankha, K. B. et Tyagi, R. D. (2005). *Production of biopesticide from wastewater treatment plant sludge*. Cincinnati, U.S. Environmental Protection Agency, 66 pages (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 803).

Tramblay, Y., Gachon, P., St-Hilaire, A. et Chaumont, D. (2005). *Variabilité et extrêmes de température et de précipitation entre 1941 et 2000 : le cas du golfe du fleuve Saint-Laurent*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 52 pages (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 805).

Thèses de doctorat ou mémoires de maîtrise

Ballard, J. M. (2004). *Impact des installations septiques sur l'aquifère de roc fracturé du secteur résidentiel du Mont-Cervin, Lac-Beauport, Québec*. [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès science (M.Sc.) en sciences de la Terre]. Lefebvre, R. (Directeur). Québec, Université du Québec, 221 pages.

Barnabé, S. (2004). *Hydrolyse et oxydation partielle des boues d'épuration comme substrat pour produire *Bacillus thuringiensis* hd-1*. [Thèse présentée pour l'obtention du grade de Doctorat ès sciences (D.Sc.) en sciences de l'eau]. Tyagi, R. D. (Directeur). Québec, Université du Québec, xxxv, 235 pages

Boily, F. (2004). *Mécanismes de prise en charge et toxicité du cadmium en présence de thiosulfate chez une algue verte, *Chlamydomonas reinhardtii**.

[Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en sciences de l'eau]. Campbell, P. G. C. (Directeur). Québec, Université du Québec, 128 pages

Boisvert, V. (2003). *Hydrogéologie des formations quaternaires et influence sur la recharge dans la région de Moncton, Nouveau-Brunswick*. [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès Sciences (M.Sc.) en Sciences de la Terre]. Parent, M. (Directeur). Québec, Université du Québec, 123 pages

Bureau, M. A. (2004). *Stabilisation et traitement électrochimique des boues d'épuration municipales et industrielles*. [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en sciences de l'eau]. Blais, J. F. (Directeur). Québec, Université du Québec, xvi, 107 pages

Cloutier, V. (2003). *Origine et évolution géochimique des eaux souterraines du système aquifère des Basses-Laurentides dans les roches sédimentaires paléozoïque des basses-terres du Saint-Laurent, Québec, Canada*. [Thèse présentée pour l'obtention du grade de Philosophiae doctor (Ph.D.) en Sciences de la terre]. Lefebvre, R. (Directeur). Québec, Université du Québec, 365 pages

Collin, P. (2004). *Caractérisation géochimique et hydrogéochimique de la matière en suspension de la rivière Saint-Charles, Québec, Canada*. [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès Sciences (M.Sc.) en sciences de la Terre]. Richer-Lafèche, M. (Directeur). Québec, Université du Québec, xvi, 132 pages

Côté, G. (2003). *Étude des effets de l'aluminium sur l'algue verte *Chlorella pyrenoidosa* dans des milieux d'exposition contenant des fluorures*. [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès Sciences (M.Sc.) en Sciences de l'eau]. Campbell, P. G. C. (Directeur). Québec, Université du Québec, 70 pages

Djedidi, Z. (2004). *Enlèvement du plomb de sol contaminé par lixiviation chimique en milieu salin et récupération par voie électrochimique*. [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.)]. Blais, J. F. (Directeur). Québec, Université du Québec, xii, 95 pages

Dolbec, J. F. (2005). *La télédétection comme source de données pour le modèle de simulation agroenvironnemental AnnAGNPS*. [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès Sciences (M.Sc.) en sciences de l'eau]. Cluis, D. (Directeur). Québec, Université du Québec, 197 pages.

- Dufresne, G. (2003). *Valorisation de matières résiduelles pour la production de biofertilisants à base de rhizobium : optimisation du procédé de fermentation avec Sinorhizobium meliloti*. [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès Sciences (M.Sc.) en Sciences de l'eau]. Tyagi, R. D. (Directeur). Québec, Université du Québec, 125 pages
- Gallon, C. (2005). *Diagenèse, chronologie et origine du plomb dans les sédiments de lacs du bouclier canadien*. [Thèse présentée pour l'obtention du grade de Philosophiae Doctor (Ph.D.) en sciences de l'eau]. Tessier, A. (Directeur). Québec, Université du Québec, xv, 184 pages
- Giguère, A. (2003). *Accumulation et répartition subcellulaire des métaux (Cd, Zn, Ni) chez deux organismes aquatiques exposés à un gradient métallique en milieu naturel : liens avec le stress oxydant*. [Thèse présentée pour l'obtention du grade de Philosophiae Doctor (Ph.D.) en sciences de l'eau et de l'environnement]. Campbell, P. G. C. (Directeur). Québec, Université du Québec, xv, 266 pages
- Gosselin, A. (2004). *Exposition aux métaux traces, toxicité et bioturbation chez les larves d'insectes aquatiques Chaoborus flavicans (diptera) et Hexagenia limbata (ephimeroptera) : Étude des aspects comportementaux*. [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès Sciences (M.Sc.) en Sciences de l'eau]. Hare, L. (Directeur). Québec, Université du Québec, xi, 110 pages
- Hou, X. (2004). *Signature isotopique du plomb pour le marquage de la contamination des sols à proximité d'une fonderie de métaux, nord-ouest du Québec, Canada*. [Mémoire présentée pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Sciences de la terre]. Parent, M. (Directeur). Québec, Université du Québec, 62 pages
- Kouider, A. (2003). *Analyse fréquentielle locale des crues au Québec*. [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en sciences de l'eau]. Ouarda, T. B. M. J. (Directeur). Québec, Université du Québec, iii, 256 pages
- Laforte, L. (2005). *Thallium et indium dans les sédiments de deux lacs du bouclier canadien : sources, géochimie et potentiel comme traceurs*. [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en sciences de l'eau]. Tessier, A. (Directeur). Québec, Université du Québec, xviii, 109 pages
- Laroulandie, J. (2004). *Influence des macrophytes sur la production du mercure gazeux dissous dans le marais de la baie St-François (lac St-Pierre, Québec, Canada)*. [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès Science (M.Sc.) en sciences de l'eau]. Amyot, M. (Directeur). Québec, Université du Québec, xiii, 99 pages
- Le Page, A. (2005). *Analyses de sensibilité et d'incertitude du modèle de qualité de l'eau, QUAL2E*. [Thèse présentée pour l'obtention du grade de Philosophiae Doctor (PhD) en Sciences de l'eau]. Villeneuve, J. P. (Directeur). Québec, Université du Québec, xii, 211 pages
- Levasseur, B. (2004). *Optimisation de l'enlèvement et de la récupération des métaux à partir de cendres volantes d'incinérateurs de déchets municipaux*. [Thèse présentée pour l'obtention du grade de Philosophiae Doctor (Ph.D.) en sciences de l'eau]. Blais, J. F. (Directeur). Québec, Université du Québec, xviii, 254 pages
- Michaud, A. L. (2004). *Dynamique d'échange de cadmium entre le biomoniteur Hexagenia et le milieu naturel*. [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en sciences de l'eau]. Hare, L. (Directeur). Québec, Université du Québec, xiii, 76 pages
- Paradis, N. (2004). *Modélisation gravimétrique et magnétique des intrusions gabbronoritiques de Lapeyrière et d'Édouard, région de Portneuf-Mauricie, province Grenville, Québec*. [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en sciences de la Terre]. Nadeau, L. et Fortier, R. (Directeurs). Québec, Université du Québec, viii, 103 pages
- Pontlevoy, O. (2004). *Modélisation hydrogéologique pour supporter la gestion du système aquifère de la région de Ville-Mercier*. [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès Sciences (M.Sc.) en Sciences de la terre]. Lefebvre, R. (Directeur). Québec, Université du Québec, xii, 158 pages
- Porcher, C. (2004). *Interactions de l'argent (Ag) avec les algues d'eau douce en présence de matière organique dissoute naturelle*. [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès Sciences (M.Sc.) en Sciences de l'eau]. Campbell, P. G. C. (Directeur). Québec, Université du Québec, 123 pages
- Quirion, R. (2004). *Déposition et mobilité de Ag dans les sédiments de lacs du bouclier canadien*. [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Sciences de l'eau]. Tessier, A. (Directeur). Québec, Université du Québec, xii, 78 pages
- Rail, M. E. (2005). *Polynie des eaux du Nord : estimation des bilans et de la circulation à partir d'un modèle inverse simple*. [Mémoire présenté

pour l'obtention du grade de Maître ès Sciences (M.Sc.) en sciences de l'eau]. Gratton, Y. (Directeur). Québec, Université du Québec, xi, 154 pages

Ross, M. (2004). *Stratigraphie et architecture des formations quaternaires au nord-ouest de Montréal - applications en hydrogéologie régionale*. [Thèse présentée pour l'obtention du grade de Philosophiae doctor (Ph.D.) en sciences de la Terre]. Parent, M. (Directeur). Québec, Université du Québec, xx, 319 pages

Royer, I. (2003). *Dynamique du phosphore, du cuivre et du carbone organique dissous dans le sol et dans l'eau : impact de l'apport à long terme de lisier de porc*. [Thèse présentée pour l'obtention du grade de Philosophiae doctor (Ph.D.) en Sciences de l'eau et de l'environnement]. Cluis, D. (Directeur). Québec, Université du Québec, xvii, 215 pages

Sarica, J. (2004). *Les transferts du mercure bioaccumulé dans les carcasses de poisson vers les organismes aquatiques et vers les invertébrés terrestres nécrophages*. [Thèse présentée pour l'obtention du grade de Philosophiae doctor (Ph.D.) en sciences de l'eau et de l'environnement]. Amyot, M. (Directeur). Québec, Université du Québec, xx, 125 pages

Yezza, A. (2005). *Conception d'une stratégie de production opérationnelle de biopesticide à base de Bacillus thuringiensis utilisant les boues d'épuration comme substrat de fermentation*. [Thèse présentée pour l'obtention du grade de Doctorat ès sciences (D.Sc.) en sciences de l'eau]. Tyagi, R. D. (Directeur). Québec, Université du Québec, xxi, 265 pages

Cartes

Castonguay, S., Wilson, R. A., Brisebois, D., Desrochers, A. et Malo, M. (2005). *Compilation géologique, Matane - Restigouche, les ponts géologiques de l'est du Canada, transect 3, Québec - Nouveau-Brunswick*. 1:125 000. (Dossier public, 4628). Québec : Commission géologique du Canada.

Castonguay, S., Wilson, R. A., Brisebois, D., Desrochers, A. et Malo, M. (2005). *Compilation géologique, Anticosti-Gaspé-Campbellton, Les ponts géologiques de l'est du Canada, Transect 4, Québec - Nouveau-Brunswick*. 1:125 000. (Dossier public, 4883). Québec : Commission géologique du Canada.

Rapports de stage

Auger, I. (2004). *Effets des interventions forestières sur les communautés de macroinvertébrés benthiques dans les lacs du*

bouclier canadien (Québec) : rétrospective de la littérature. [Stage en milieu professionnel pour Maîtrise professionnelle ès Sciences (Eau)]. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, Université du Québec, 105 pages

Carluer, I. (2004). *Analyse des apports saisonniers et annuels des systèmes hydriques nordiques*. [Stage en milieu professionnel pour Maîtrise professionnelle ès Sciences]. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, Université du Québec, 36 pages

Deault, M. M. J. (2005). *Stage en biologie au Ministère des Pêches et Océans : recherche sur le concombre de mer*. [Stage en milieu professionnel pour Maîtrise professionnelle ès Sciences]. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, Université du Québec, 40 pages

Durand, M. (2004). *Rapport de stage*. [Stage en milieu professionnel pour Maîtrise professionnelle ès Sciences (Eau)]. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, Université du Québec, 45 pages

Fortin, L. G. (2004). *Modélisation de la fonte de neige et des lames de ruissellement printanier au Québec : application du modèle utilisé par Hydrotel*. [Stage en milieu professionnel pour Maîtrise professionnelle ès Sciences (Eau)]. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, Université du Québec, 49 pages

Grandmont, L. (2004). *Évaluation environnementale d'une nouvelle méthode d'extraction de la tourbe*. [Stage en milieu professionnel pour Maîtrise professionnelle ès Sciences (Eau)]. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, Université du Québec, 38 pages

Hernandez, A. (2004). *Rapport de stage d'été : travaux de terrain dans le cadre des études des aquifères de la vallée Annapolis - Cornwallis, Nouvelle Écosse*. [Stage en milieu professionnel pour Maîtrise professionnelle ès Sciences (Eau)]. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, Université du Québec, 69 pages

Hotton, J. (2004). *Mesure de la précipitation avec le pluviomètre à auget basculeur : problème des données biaisée par des comptes superflus enregistrés par le Scout*. [Stage en milieu professionnel pour Maîtrise professionnelle ès Sciences (Eau)]. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, Université du Québec, 43 pages

Kessab, M. (2004). *État de l'assainissement des eaux usées municipales et évaluation du rejet de phosphore d'origine urbaine pour certains bassins versants prioritaires*. [Stage en milieu professionnel pour Maîtrise professionnelle ès Sciences (Eau)]. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, Université du Québec, 171 pages

Marakovic, G. (2004). *[Rapport de stage de maîtrise professionnelle]*. [Stage en milieu professionnel pour Maîtrise professionnelle ès Sciences (Eau)]. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, Université du Québec,

Proteau, K. (2004). *Les impacts de l'exploitation forestière sur le régime hydrique d'un bassin versant*. [Stage en milieu professionnel pour Maîtrise professionnelle ès Sciences (Eau)]. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, Université du Québec, 62 pages

Saghir, I. (2004). *Analyse des eaux de puits des préfectures*. [Stage en milieu professionnel pour Maîtrise professionnelle ès Sciences (Eau)]. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, Université du Québec, 111 pages

Turgeon, S. (2004). *Guide sur l'élaboration des contrats de bassin*. [Stage en milieu professionnel pour Maîtrise professionnelle ès Sciences (Eau)]. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, Université du Québec, 40 pages

Zaakar, J. (2004). *Évaluation des méthodes d'échantillonnage et de dosage isotopique des formes d'azote dans les eaux souterraines*. [Stage en milieu professionnel pour Maîtrise professionnelle ès Sciences (Eau)]. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, Université du Québec, 50 pages

Autres publications

Bernier, M. et Suomen Akatemia (2004). *Research programme for space research Antares 2001-2004 : evaluation report*. Helsinki, Finlande, Suomen Akatemia / Academy of Finland, 37 pages (Publications of the Academy of Finland; 6/04).

Bertrand, R. et Malo, M. (2005). *Maturation thermique, potentiel roche mère des roches ordoviciennes à dévoniennes du nord-ouest du Nouveau-Brunswick*. 109 pages, 13 figures (Geological Survey of Canada, Dossier public; 4886).

Filion, M., Rogel, G. et Rousseau, A. N. (2004). *Revue de littérature des modèles de transport des*

agents pathogènes d'origine animale en milieu rural. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 106 pages (INRS-Eau, Terre & Environnement, Rapport interne; 137).

Garnier, V., Chagnon, A., Malo, M. et Dubé, B. (2005). *L'or de type carlin dans les Appalaches de la Gaspésie : l'analyse de l'indice de Saint-André-de-Ristigouche. Rapport final, année 3*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 24 pages (rapport réalisé pour DIVEX).

Guillot, F., Quilbé, R. et Rousseau, A. N. (2004). *Étude préliminaire de l'impact du changement climatique sur le régime d'écoulement du bassin versant de la rivière Chaudière, à l'aide du système de modélisation intégrée GIBSI*. Québec, INRS-Eau, Terre et Environnement (INRS-Eau, Terre et Environnement, Rapport interne; 150).

Huard, D., Favre, A. C., Poulin, A. et Evin, G. (2004). *Faisabilité de l'analyse fréquentielle trivariée des pointes, volumes et durées de crue à l'aide de copules archimédiennes*. Québec, INRS-Eau, Terre et Environnement, 37 pages (INRS-Eau, Terre et Environnement, Rapport interne; 151).

Lafrance, P., Caron, E. et Fournier, P. (2005). *Efficacité des bandes enherbées et arborées à réduire la pollution diffuse provenant de parcelles en culture de maïs-grain fertilisées avec du lisier de porcs*. Québec, INRS Eau, Terre & Environnement, 43 pages (INRS-Eau, Terre & Environnement, Rapport interne; 172).

Lafrance, P., Caron, E. et Fournier, P. (2005). *Suivi d'herbicides dans l'eau et les sédiments traversant des dispositifs tampon (bandes végétales). Volet : Suivi des herbicides*. Québec, INRS Eau, Terre & Environnement, 15 pages (INRS-Eau, Terre & Environnement, Rapport interne; 172b).

Poulin, A., Favre, A. C., Huard, D. et Evin, G. (2004). *Estimation non-paramétrique de la dépendance de queue de séries de données hydrologiques en vue de déterminer la copule la plus appropriée pour la modélisation bivariable*. Québec, INRS-Eau, Terre et Environnement, xi, 64 pages (INRS-Eau, Terre et Environnement, Rapport interne; 156)

***Statistiques des publications et communications de l'INRS-ETE
pour l'année 2004-2005***

Rapport annuel	1
Brevets	7
Articles publiées dans des revues scientifiques	60
Communications ou publications avec arbitrage	179
Communications ou publications sans arbitrage	104
Livres ou ouvrages collectifs	14
Rapports de recherche publics	30
Rapports de recherche confidentiels	18
Thèses de doctorat ou mémoires de maîtrise	30
Cartes	2
Rapports de stage	14
Autres publications	10

Séminaires et colloques

En 2004-2005, le professeur Lyal Harris s'est occupé de l'organisation des conférences. Ces activités comprenaient les séminaires présentés par les étudiants de deuxième et troisième cycles dans le cadre des programmes de maîtrise et de doctorat, ainsi qu'un programme de conférenciers invités.

La liste des communications sur invitation tenues à l'INRS-ETE ainsi que dans le cadre du programme conjoint des conférences "Commission géologique du Canada (Québec) - Université Laval, département de géologie et génie géologique ainsi que le ministère des Ressources naturelles et de la Faune (Québec) apparaît ci-dessous.

2 septembre 2004

G.A. Osborne, Principal Geoscientist, Exploration, WMC Resources Ltd., Perth, Western Australia. *Geotectonics and Mineralization in the Ophiolite Assemblages of the Araguaia Marginal Basin, Para and Tocantins States, Central Brazil.*

10 septembre 2004

R. CHAPUIS, Département Génie Civil, géologie et des mines, École Polytechnique Montréal, Canada. *Essais de pompage dans un aurifère granulaire à nappe libre : interprétation, modélisation et effet d'échelle.*

1 octobre 2004

B. NDIAYE, École Supérieure Polytechnique BP A10 THIES, Senegal. *Étude expérimentale et modélisation du comportement hydrodynamique des sols cultivés : Application au bassin de Thyse Kaymor (Sénégal).*

21 octobre 2004

F. ROBERT, Barrick Gold, conférencier invité par l'Association Étudiante, section Québec, du « Society of Economic Geologists » (Thayer Lindsley Lecturer). *Le gisements aurifères de type « greenstone ».*

21 octobre 2004

F. ROBERT, Barrick Gold, conférencier invité par l'Association Étudiante, section Québec, du « Society of Economic Geologists » (Thayer Lindsley Lecturer). *Les gisements aurifères de type « Carlin ».*

22 octobre 2004

R. MORIN, U.S. Geological Survey, Denver, Colorado, USA. *Application des diagraphies*

géophysiques en sondage à la hydrogéologie : étude de cas.

28 octobre 2004

A. MARTIN-GARIN, Chercheur, Laboratoire de Radioécologie et d'Ecotoxicologie (LRE) Institut de Radioprotection et Sûreté Nucléaire (INRSN), France. *Etude expérimentales du comportement biogéochimique des radionucléides dans les sols : bilan et perspectives des dernières études menées au Laboratoire de Radioécologie et d'Ecotoxicologie de l'Institut de Radioprotection et Sûreté Nucléaire.*

5 novembre 2004

T. ENDRES, Associate Professor, Department of Earth Sciences, University of Waterloo, Canada. *Geophysical monitoring of unconfined aquifer response during pumping and recovery test.*

12 novembre 2004

A. DESROCHERS, Département of Earth Sciences, University of Ottawa. *Dynamique sédimentaire le long d'une rampe ouverte à carbonates au Silurien inférieur : La Formation de Chicotte, Île d'Anticosti, Québec.*

26 novembre 2004

G. WACH, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia. *Baffles and Barriers-Reservoir Heterogeneity and Characterization.*

2 décembre 2004

B. BEN KABBOUR, Université Cadi Ayyad, Faculté des Sciences et Techniques, Béni Mellal, Maroc. *Exploration, évaluation et gestion des nappes d'eau souterraine en zones côtières sous climat semi-aride : Étude de cas marocain.*

3 décembre 2004

L. CORRIVEAU, Commission Géologique du Canada, Québec. *La découverte de gisements fer-oxydes (Cu-Au-U-Ag-ETR) : une perspective canadienne.*

9 décembre 2004

L. RICHARD, Commission Géologique du Canada, Québec. *La base de données géochronologique canadienne.*

21 décembre 2004

R. FLEGAL, Earth Science Board, University of California Santa Cruz, USA. *Parallels in contaminant metal fluxes in Quebec, San Francisco Bay, and the Pacific Ocean.*

13 janvier 2005

A. Rencz, Commission géologique du Canada. *Amélioration du problème de l'arsenic dans l'eau potable, West Bengal, India.*

14 janvier 2005

D. GILBERT, Institut Maurice-Lamontagne, Ministère des pêches et des océans. *Raréfaction de l'oxygène dans les eaux profondes de l'estuaire maritime du Saint-Laurent.*

19 janvier 2005

R. THERRIEN, Géologie et génie géologique, Université Laval. *Simulation numérique de l'écoulement des eaux de surface et l'eau souterraine.*

28 janvier 2005

F. AULAGNIER, Chercheur scientifique, Environnement Canada – Région du Québec, Montréal. *Étude des aérosols et des transformations dans la région de Marseillaise. Stratégies de réduction de la pollution particulaire.*

3 février 2005

C. DALPE, RCMP (conférencier DIVEX) *Quantitative analysis of ultra-trace impurities in carbon based materials by LA-ICP-MS : application to diamond profiling.*

11 février 2005

A. CABRAL, Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec. *The palladium gold of Brazil (Or palladifère du Brésil).*

17 février 2005

M. GAUTHIER, Université du Québec à Montréal, Montréal. *Les gîtes de zinc non-sulfurés métamorphiques du Supergroupe de Grenville, un potentiel minéral exceptionnel conforme au besoin du développement durable. (Projet VRQ-DIVEX volet métamorphique).*

25 février 2005

V. Garnier, INRS-ETE, *Genèse des gisements de rubis associés aux marbres de l'Asie Centrale et du sud-est.*

25 février 2005

L. Poissant, Chercheur scientifique, Chef Processus atmosphériques des toxiques, Service météorologique du Canada, Environnement Canada – Région du Québec, Montréal. *Le mercure : nature complexe d'un élément chimique dans l'environnement.*

11 mars 2005

M. LAPOINTE, Département de géographie de l'Université McGill et Centre Interuniversitaire de recherche sur le saumon atlantique (CIRSA). *Vers une segmentation écosystémique des rivières du Québec : application du concept de « lien sédimentaire » à l'habitat des salmonidés.*

14 mars 2005

L. WARREN, School of Geography and Earth Sciences, McMaster University, Hamilton, Ontario. *Bionergetics : Dynamics of Biofilm Metal geochemistry.*

18 mars 2005

E. ADAM, Hydro-Québec, *Exploration profonde pour les métaux de base dans la région de Val-d'Or : l'apport de la sismique 3-D.*

21 mars 2005

Y. ALILA, P. Eng. Associate Professor Faculty of Forestry University Of British Columbia, Vancouver, Canada. *Does size rally matter in flood hydrology?*

22 mars 2005

M. CAMPORESE, University of Padova, Italy. *Peat subsidence in the Zenmare Basin, Italy.*

23 mars 2005

N. Boucher, LAB_BELL Inc. (Shawinigan, Québec, Canada). *Le LumixoTox : un biocapteur pour l'évaluation rapide du potentiel toxique de l'eau.*

23 mars 2005

S.FRADETTE, I. CASTRO, CO2 Solution Inc., Québec. *Catalyse enzymatique pour lutter contre l'effet de serre.*

1 avril 2005

T. B.M.J. OUARDA, INRS-ETE, *Analyse fréquentielle des extrêmes hydroclimatiques dans un cadre non-stationnaire (changements et variabilité climatique).*

8 avril 2005

F. KOUOMÉ, CURAT, Université de Cocody, Côte d'Ivoire. *La Télédétection Satellitaire : un outil pour la Gestion des Ressources en Eau en Côte d'Ivoire.*

15 avril 2005

M. ROSS, INRS-ETE. *Apparts de la géomodélisation à l'étude du Quaternaire et aux applications environnementales.*

6 mai 2005

T. GRAF, Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec. *Modelling variable density thermo-hyaline flow and reactive solute transport in discretely fractured porous media.*

20 mai 2005

N. GREGOIRE, Les Conseillers NGI inc., *Matières premières minérales et minéraux industriels – Un peu de perspective.*

31 mai 2005

T. ARBETTER, CIRES/National Snow and Ice Data Center University of Colorado at Boulder Boulder, Colorado, USA. *Modeling and Analysis of Polar Polynyas : Case studies in the Artic.*

Services

L'administration

Au cours de l'année 2004-2005, nous avons déménagé dans de nouveaux locaux vastes et spacieux et nous avons procédé à l'aménagement et à l'installation de toutes les équipes de recherche et du personnel administratif. La gestion de l'édifice Québec a apporté un surplus de travail à l'équipe administrative. Les employés ont dû traiter de nombreuses demandes d'achat afin de compléter l'installation et la finition de la bâtisse tout en continuant d'assurer les services habituels. Nous avons remanié quelque peu les tâches du personnel affecté aux comptes à payer afin de mieux répondre aux nombreuses demandes de toutes les équipes de recherche.

De plus, suite au départ de notre technicienne en administration, nous avons procédé à l'embauche d'une agente de gestion financière. Ce nouveau poste dédié en grande partie à la gestion des projets de recherche a été créé dans le but de répondre plus efficacement aux directives et aux exigences de plus en plus grandes des divers organismes et des paliers de gouvernement. Nous avons apporté une attention toute spéciale aux subventions accordées par la Fondation canadienne à l'innovation (FCI) qui exige un suivi rigoureux de toutes les dépenses. Nous avons implanté un système qui nous permet d'assurer un meilleur suivi des dépenses et d'apporter le meilleur soutien possible aux professeurs impliqués par ces subventions.

Nous avons consacré beaucoup de temps à la production des divers rapports financiers dans le respect des règles de l'INRS et des organismes subventionnaires ou commanditaires. Nous avons maintenu un contrôle serré des revenus et dépenses et apporté comme il se doit une attention particulière aux comptes à recevoir.

L'installation de nos locaux étant pratiquement terminée, nous allons pouvoir reprendre le cours normal de nos activités. Nous continuerons, comme par le passé, à tout mettre en œuvre afin de vous apporter tout le soutien et le support que vous êtes en droit d'exiger.

La documentation

Le Service de documentation et d'information spécialisées (SDIS)

La première partie de l'année 2004-2005 a été dévolue aux travaux liés au déménagement des collections et des équipements dans nos nouveaux locaux du 490 de la Couronne, le défi principal étant non seulement de limiter au maximum la fermeture de la bibliothèque, mais également d'intégrer de façon transparente et cohérente les collections du centre Eau, Terre & Environnement, celles du centre Urbanisation, Culture & Société et celles de la Commission géologique du Canada.

La seconde partie de l'année a été placée sous le sceau de l'harmonisation des politiques internes et des services, principalement avec les bibliothèques des sciences de la Terre de la Commission géologique dont les objectifs et besoins en données de gestion étaient différents des centres INRS, déjà intégrés depuis quelques années.

Notre équipe a également poursuivi et amélioré le projet de numérisation des archives des publications scientifiques du centre, rendant désormais disponibles sur demande les thèses en format électronique des étudiants depuis 1970. Les autres types de publications sont en cours de traitement.

Sous l'impulsion du Comité Web, la nouvelle version du site Web du centre a été lancée à l'automne et sera améliorée au fil du temps. De même, l'intranet du centre, largement sous la responsabilité de l'équipe du SDIS du centre, a également vu son développement atteindre un niveau qui le positionne dorénavant comme un outil incontournable.

Enfin, tout comme par les années passées, le service de documentation et d'information spécialisées a apporté un concours actif à de nombreuses activités académiques des chercheurs du centre : organisation de colloques, publications électroniques, support technique pour la Revue des sciences de l'eau, etc.

L'informatique

Le Service informatique a pour mandat la gestion des télécommunications du Centre, le support des plates-formes informatiques communes, la gestion centralisée des achats de matériel informatique et de logiciels communs, ainsi que le support informatique et bureautique auprès des équipes de recherche, des étudiants et des services à la recherche.

L'équipe informatique comprend sept membres auxquels s'ajoutent, ponctuellement, des stagiaires. On y retrouve le responsable du service, un analyste en informatique, trois techniciens, une agente de bureau et la participation d'un professionnel externe, en prêt de service. Plusieurs stagiaires ont participé en cours d'année au développement de différents projets tels que la préparation du déménagement, l'inventaire, l'intranet, la restructuration du réseau, etc. L'équipe doit maintenant répondre aux demandes de près de 500 personnes.

Le service informatique assure notamment le développement et le support du réseau de télécommunications, la sécurité d'accès au réseau informatique, le contrôle du courrier électronique et du branchement Internet, la gestion des plates-formes informatiques communes, la gestion et le support des laboratoires informatiques des étudiants et aussi la gestion du système téléphonique et de vidéoconférence. Il offre le support informatique aux différents services du Centre; il s'implique aussi dans l'implantation, la mise à jour et le support de différents logiciels auprès des usagers, dans l'achat des postes de travail et des logiciels communs, dans l'installation et l'entretien de l'équipement.

Au bilan des réalisations, l'année écoulée peut être considérée comme une année de restructuration et de consolidation des infrastructures et des méthodes de gestion, influencée par le regroupement des infrastructures dans le nouvel édifice. Notons simplement :

Sur le plan de l'infrastructure réseau : i) le renouvellement complet des équipements supportant l'infrastructure réseau; ii) le renouvellement complet des équipements supportant l'infrastructure téléphonique (téléphonie IP); iii) l'ajout d'une couverture réseau sans-fil pour tout l'édifice du 490 de la Couronne.

Sur le plan des services réseau : i) remplacement des serveurs de courrier, ftp et Web; ii) le rôle prépondérant de l'intranet dans l'organisation du centre et l'ajout de services sur l'intranet : réservation de voitures et commande de produit de laboratoire.

Sur le plan du support aux usagers : i) l'amélioration du système de gestion des appels de service intégré à l'intranet; ii) le service supporte maintenant les usagers de l'administration de l'INRS.

Sur le plan des achats : i) le service à effectuer des tests sur une plate-forme standard, performante et silencieuse qui est proposée aux usagers; ii) amélioration du service conseil, le service prend en main la majorité des achats de matériel et logiciels informatiques.

Le déménagement a été le fait marquant de l'année : i) au mois de septembre et octobre déménagement des 4 sites de l'INRS à Québec vers le nouvel édifice du centre ville, ii) suivi de l'installation du système téléphonique et l'infrastructure réseau pour le respect des conditions de l'appel d'offres; iv) révision des méthodes et services offerts pour résoudre les problèmes rencontrés suite au déménagement.

Étant donné la nouveauté et la complexité des équipements supportant le système téléphonique et l'infrastructure réseau, l'installation n'a pas encore été complétée par le fournisseur, le travail se poursuivra au cours de la prochaine année.

Deux dessinateurs se greffent aussi au service informatique. Ces deux professionnels travaillent principalement pour le «laboratoire de cartographie numérique et de photogrammétrie (LCNP)» et se spécialisent dans les domaines de l'infographie (CorelDraw, Photopaint, Photoshop et PowerPoint), dans la numérisation de documents (photos 400 dpi et diapositives 4000 dpi), dans la cartographie numérique, l'analyse spatiale (ArcGIS, Spatial Analyst, 3D Analyst, Mapinfo, Vertical Mapper, Idrisi, Gocad, Downhole Explorer, Autocad, MicroStation, Descartes, etc.) et la photogrammétrie (DVP)

Les laboratoires

Les laboratoires constituent un service à la recherche pour le Centre. Un personnel expérimenté et une organisation matérielle particulière assurent la bonne marche de ce service. En effet, la mise en commun des appareils et du matériel de laboratoire, acquis par les professeurs grâce à des subventions, permet une utilisation optimale de toutes les ressources du laboratoire. Une gamme complète d'appareils et d'instruments de haute qualité est ainsi à la disposition de toutes les personnes impliquées dans la recherche expérimentale. Ce service assure au personnel de recherche un soutien matériel et technique, un environnement sécuritaire et un encadrement permanent.

Le responsable du laboratoire voit à la formation et à la supervision du personnel. Il répartit les tâches demandées par les professeurs et les chercheurs de manière à optimiser l'utilisation des ressources humaines. Il assure aussi la coordination professeurs - étudiants - techniciens - assistants - stagiaires et chercheurs postdoctoraux. Il tient à jour la documentation technique concernant les méthodes d'analyse et de traitement d'échantillons. Il voit à l'application des règles de travail et de sécurité au laboratoire et des procédures de contrôle de la qualité.

Les techniciens participent au développement des méthodes d'analyse, ainsi qu'à l'entraînement des étudiants gradués et effectuent la plupart des travaux d'analyses chimiques et biologiques requis par les projets de recherche. Nous avons un service de préparation de lames minces qui est assuré à plein temps par un technicien, et ce service répond aux besoins des chercheurs du Centre, des chercheurs de la Commission géologique du Canada, ainsi qu'à une clientèle externe toujours de plus en plus importante.

Le personnel du laboratoire utilise différents outils pour assurer la qualité des résultats; le laboratoire du Centre participe, entre autres, à des études interlaboratoires et à des tests de contrôle internes. Il possède une banque d'échantillons certifiés correspondant aux différents matériaux qu'il doit analyser.

Pour répondre aux besoins de ses chercheurs, le Centre met à leur disposition un laboratoire général et plusieurs laboratoires spécialisés de microbiologie, de radio-isotopes, de granulométrie, de microscopie, de spectrophotométrie, d'essais biologiques, d'analyses chimiques, lames minces etc.

Le laboratoire est aussi impliqué dans la communauté scientifique gouvernementale et dans l'entreprise privée, car plusieurs échanges de renseignements en chimie analytique se réalisent avec ces deux types d'intervenants. Le Centre ETE possède une expertise importante en chimie analytique et celle-ci est très bien reconnue, non seulement dans le milieu universitaire et gouvernemental, mais aussi de plus en plus dans le secteur privé. Cela se caractérise par une augmentation constante du nombre de contrats d'analyse que le laboratoire obtient à chaque année.

Rapport financier

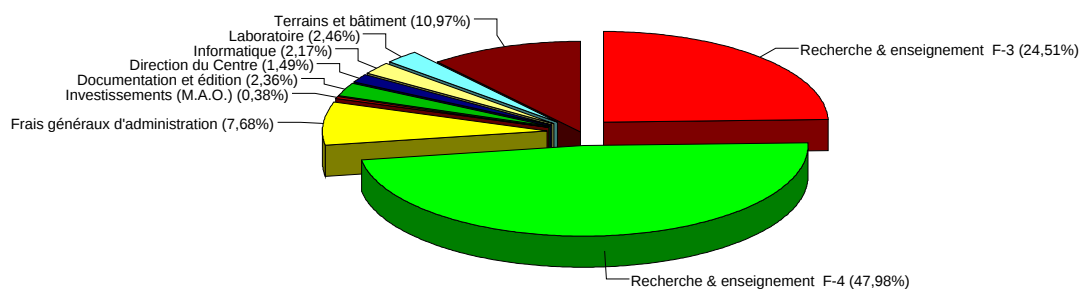
Revenus et dépenses du fonds de fonctionnement (x 1000 \$)
Pour l'exercice terminé le 31 mai 2005

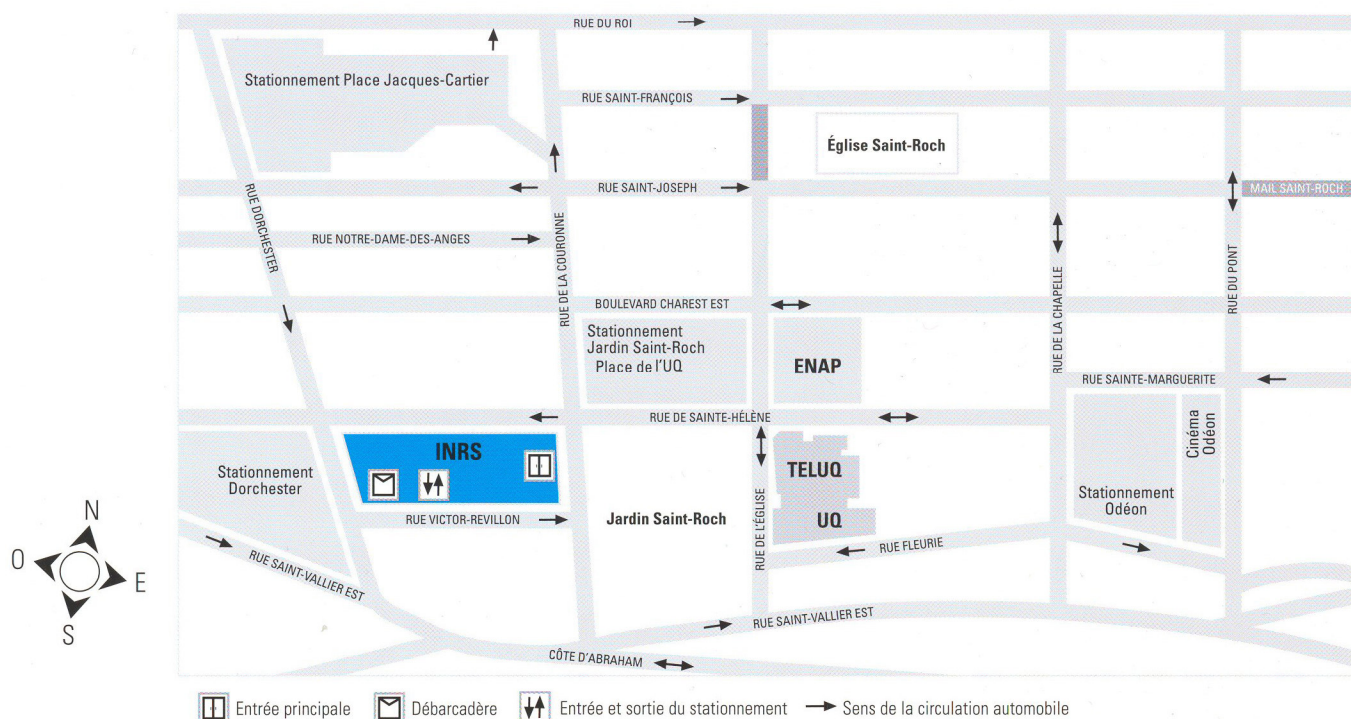
REVENUS	\$	\$
Total des revenus institutionnels		8 614
Autres revenus		2 036,60
Subventions de recherche		
CRSNG	2 409,50	
FQRNT	458,90	
Autres sources	3 359,80	
Total des subventions		6 228,20
Contrats de recherche		3 150,90
TOTAL DES REVENUS		20 029,70
DÉPENSES		
Recherche et enseignement		14 171,30
Soutien à la recherche et à l'enseignement		
Frais généraux d'administration	1 502,00	
Investissement M.A.O.	73,70	
Documentation et édition	460,40	
Direction du Centre	291,20	
Informatique	424,70	
Laboratoire	481,50	
Terrains et bâtiment	2 144,90	
Total du soutien à la recherche et à l'enseignement		5 378,40
TOTAL DES DÉPENSES		19 549,70
Excédent des revenus sur les dépenses		480,00

Dépenses par fonction universitaire (x 1000 \$)
Pour l'exercice terminé le 31 mai 2005

	Salaires, avantages sociaux et bourses	Frais de terrains, voyages, fournitures et matériel	Services professionnels, contractuels et publics; loyer	TOTAL
Recherche & enseignement F-3	4 583	178	32	4 792
Recherche & enseignement F-4	4 241	966	4 171	9 379
Frais généraux d'administration	1 029	294	179	1 502
Investissements (M.A.O.)	0	74	0	74
Documentation et édition	331	128	2	460
Direction du Centre	255	28	8	291
Informatique	346	36	42	425
Laboratoires	389	61	32	481
Terrains et bâtiments	167	52	1 926	2 145
GRAND TOTAL	11 342	1 816	6 392	19 550

Dépenses par fonction universitaire





Supervision de production
Isabelle St-Jacques

Mise en page
Louise Robitaille

Maquette de couverture
Jean-Daniel Bourgault

Révision linguistique
Martine Matte
Josée Posadzki
Isabelle St-Jacques

Photo page couverture
« Montmonnency en hiver »
Amiel Boullemant, 2004

Photo intérieure
Martyne Charbonneau

Centre Eau, Terre et Environnement
INRS
490, de la Couronne
Québec (Québec) G1K 9A9
Téléphone : (418) 654-2524
Télécopieur : (418) 654-2600
info@ete.inrs.ca
www.ete.inrs.ca

© INRS Eau, Terre et Environnement, 2006
Dépôt légal, Bibliothèque nationale du Québec
Dépôt légal, Bibliothèque nationale du Canada

