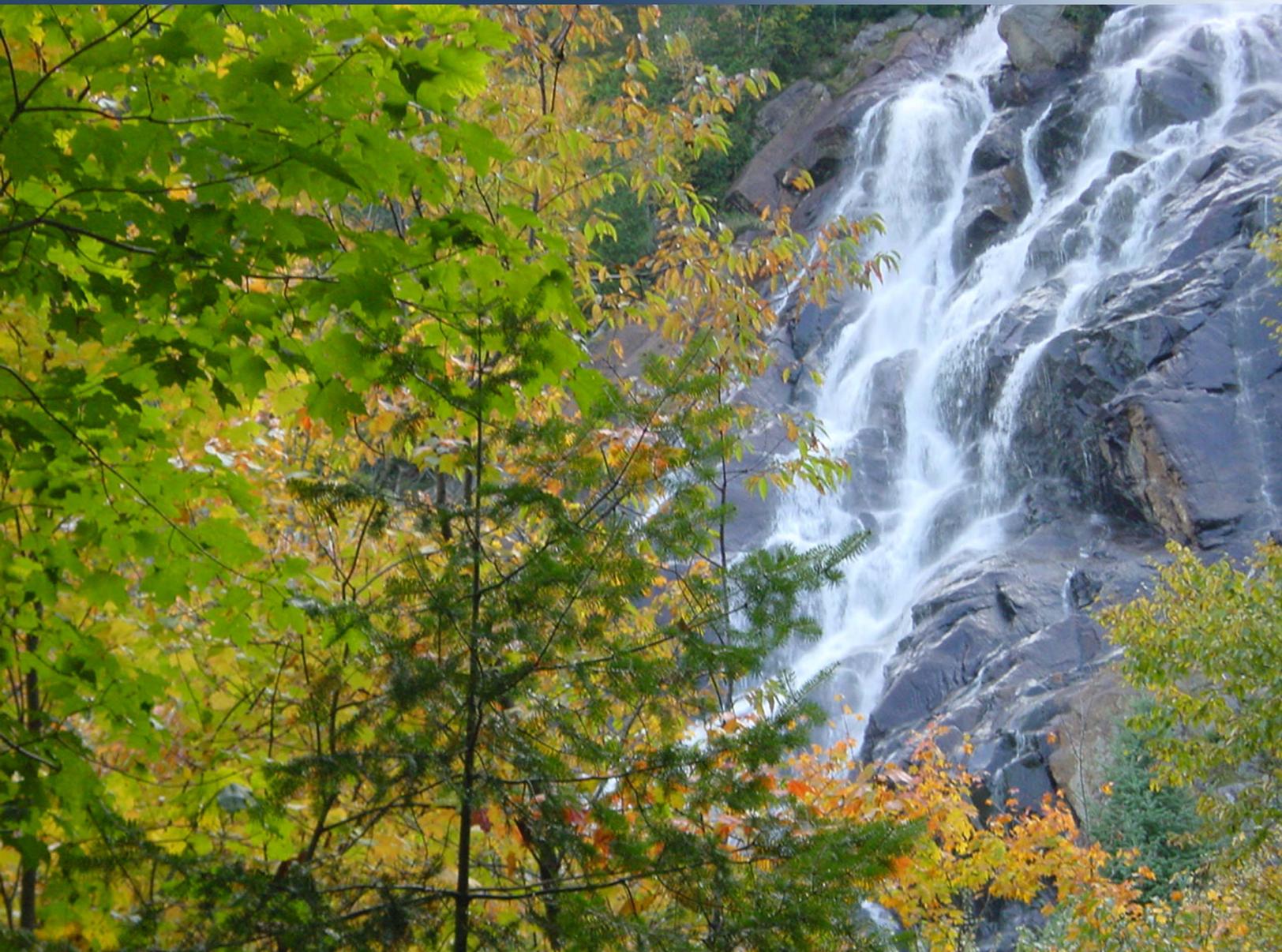


**Institut national de la recherche scientifique
Centre Eau, Terre et Environnement**

Rapport annuel

2003-2004



Université du Québec
Institut national de la recherche scientifique
Eau, Terre et Environnement

Table des matières

PARTIE 1	PARTIE 6
RAPPORT DU DIRECTEUR 3	SÉMINAIRES ET COLLOQUES 93
PARTIE 2	PARTIE 7
RESSOURCES HUMAINES 7	SERVICES 95
PARTIE 3	PARTIE 8
ENSEIGNEMENT	RAPPORT FINANCIER 99
Maîtrises en sciences de l'eau 13	
Maîtrises en sciences de la terre 14	
Doctorat en sciences de l'eau 16	
Doctorat en sciences de la terre 16	
PARTIE 4	
RECHERCHE 19	
PARTIE 5	
PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS	
Brevet..... 71	
Articles publiés dans des revues scientifiques..... 71	
Communications ou publications avec arbitrage..... 75	
Communications ou publications sans arbitrage..... 79	
Livres ou ouvrages collectifs 86	
Rapports de recherche 86	
Thèses de doctorat ou mémoires de maîtrise..... 90	
Carte 91	
Autres publications 91	
Tableau des statistiques 92	



Carrefour Molson, 2800 Einstein

Le générique masculin est utilisé sans aucune discrimination et uniquement pour alléger le texte.

3^E ANNÉE

RAPPORT ANNUEL 2003 2004



Édifice Boisfontaine, 880 chemin Ste-Foy

Le générique masculin est utilisé sans aucune discrimination et uniquement dans le but d'alléger le texte
© INRS-ETE, 2005

Rapport du directeur

Faits saillants

Au-delà des préoccupations liées à la réalisation de nos activités scientifiques, de formation et de rayonnement, l'année 2003-2004 a été parsemée d'interventions liées à la réalisation de l'édifice Québec, où seront logés l'ensemble des chercheurs du Centre ETE. Au niveau des distinctions personnelles, soulignons qu'au cours de l'année le professeur **Jean-François Blais** a été promu professeur titulaire et le professeur **Alain N. Rousseau** a été promu professeur agrégé. De plus, différents honneurs ont été décernés à des membres du Centre, dont entre autres le Prix d'excellence en recherche de l'INRS décerné conjointement aux professeurs **René Lefebvre** et **Richard Martel**. Les travaux de recherche du professeur **Charles Gobeil** ont également été cités par la sous-ministre adjointe aux sciences de Pêches et Océans Canada, en reconnaissance d'une contribution exceptionnelle en tant qu'équipe interrégionale à la recherche en océanographie chimique.

En 2003-2004, les activités d'enseignement se sont poursuivies au même rythme que l'année dernière. 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 : *Support à la caractérisation hydrogéologique de sites d'entraînement sur les bases militaires de Wainwright et Suffield* (**R. Martel**); *Pilotage semi-industriel d'un procédé d'enrichissement de la chromite et d'extraction de métaux du groupe du platine - Phase 2* (**M. Bergeron/Richer-Lafleche M.**); *Potentiel en hydrocarbures des bassins frontières appalachiens du Paléozoïque inférieur et moyen - Géologie marine* (**B. Long**); *Potentiel en hydrocarbures des bassins frontières - Traitement et intégration des données* (**M. Malo**).

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, près de 250 projets de recherche étaient actifs cette année dont, entre autres, les suivants : *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 (**M. Bernier**); *Utilisation de l'information historique et paléohydrologique pour l'estimation des crues extrêmes* (**B. Bobée**); *Stabilisation, traitement et décontamination de biosolides* (**J.-F. Blais**); *Système d'évaluation et de gestion des risques d'inondation en milieu fluvial* SEGRI (**Y. Secretan**); *Géosalar : utilisation de la géomatique pour la caractérisation de l'habitat fluvial et la modélisation de la production de saumonneaux en rivière* (**N. Bergeron**); *Développement d'un modèle hydrologique visant l'estimation des débits d'étiage pour le Québec habité* (**T.B.M.J. Ouarda**); *Modèles mathématiques appliqués, gestion optimale de la ressource en eau d'un bassin* (**J.-P. Villeneuve**); *Critères de qualité de l'environnement : contribution à la base scientifique* (**A. Tessier**); *Accumulation des métaux chez les invertébrés à partir des sédiments, de l'eau et de leur nourriture* (**L. Hare**); *Création d'un réseau de recherche en écotoxicologie du Saint-Laurent, approche multidisciplinaire* (**M. Leclerc**).

Au cours de l'année, ces activités de recherche se sont traduites par 92 publications avec comité de lecture, 172 communications, 28 rapports de recherche et 26 mémoires et thèses (Figure 1).

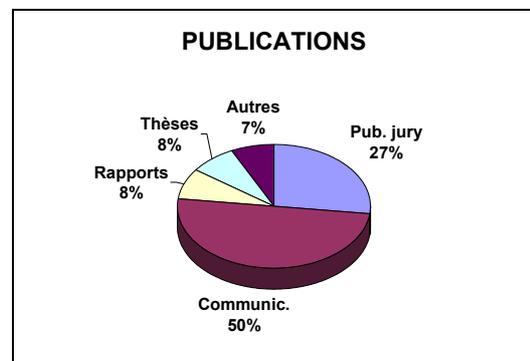


Figure 1

Pour réaliser ces activités, le Centre comptait sur 38 professeurs, 37 chercheurs, 24 techniciens de recherche, 15 employés de bureau, 186 étudiants, 49 stagiaires (12,7 stagiaires temps complet) et 6 chargés de cours (Figure 2). De plus, notons qu'il y avait 21 professeurs associés et 43 professeurs invités collaborant aux activités du Centre.

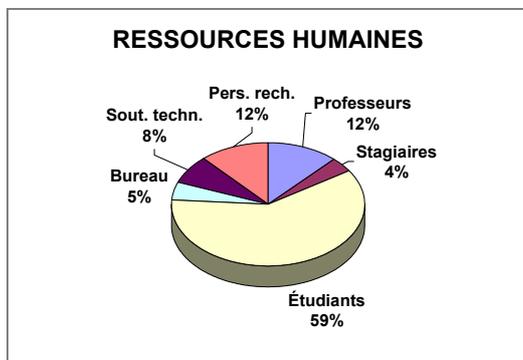


Figure 2

Les études avancées et l'encadrement des étudiants ont aussi constitué une partie importante des tâches réalisées au Centre. En effet, nous avons accueilli 9 stagiaires postdoctoraux, 82 étudiants au doctorat (52 en Sc. de l'Eau et 30 en Sc. de la Terre), 91 à la maîtrise de recherche (49 en Sc. de l'Eau et 42 en Sc. de la Terre) et 49 stagiaires de recherche. De ce nombre, 23 étaient nouvellement inscrits à la maîtrise de recherche et 21 au doctorat. Le programme de maîtrise professionnelle a accueilli 13 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. Vingt-et-un (21) 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 25 mémoires de recherche et 12 thèses.

Les chercheurs du Centre ETE ont été impliqués au cours de l'année dans plus de 37 ententes de partenariat et de coopération à travers le monde.

L'année 2003-2004 a encore été fructueuse en ce qui a trait à l'autofinancement des activités de recherche. Les revenus extérieurs dépensés ont totalisé plus de 8 824 000 \$. Ces sommes sont équivalentes à 56 % des dépenses de fonctionnement du Centre (Figure 3).

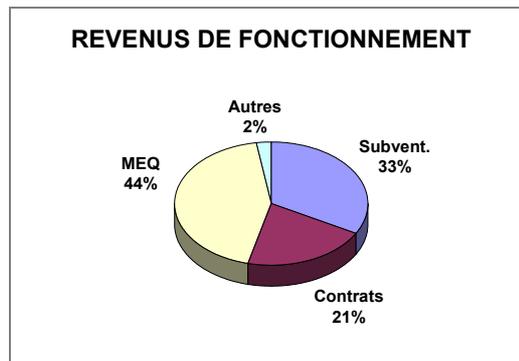


Figure 3

Ces revenus extérieurs sont constitués, entre autres, de subventions pour un montant de 5 153 500 \$ et de contrats de recherche pour un montant de 3 287 100 \$. Les revenus de subvention ont été obtenus du CRSNG (1 910 500 \$), du FQRNT (326 100 \$) et d'autres sources (2 916 900 \$) (Figure 4). Les contrats de recherche viennent de différentes sources, notons entre autres : la Commission Géologique du Canada (743 068 \$), Ressources minières Pro-Or (697 093 \$), le ministère de la Défense Nationale (645 219 \$) et Hydro-Québec (313 237 \$).

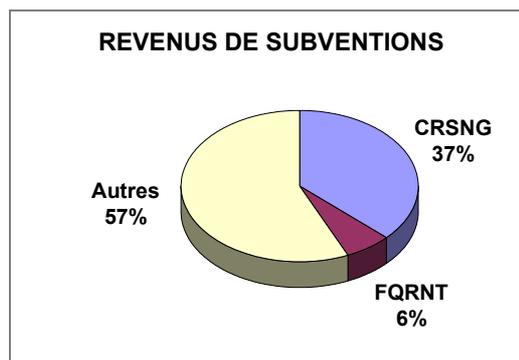


Figure 4

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 56 % 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.

En ce qui a trait à la problématique des locaux, il est assuré maintenant que ce problème sera résolu à l'automne 2004 puisque la construction de l'édifice INRS Québec est déjà en cours et que cet édifice permettra de réunir tous les chercheurs du Centre sous un même toit.

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 suspensions 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'aménagements 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

Encore cette année, nous avons 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. L'intégration réussie des nouveaux professeurs dans la programmation du Centre et leur succès auprès des organismes subventionnaires nous assurent d'une poursuite fructueuse de nos activités tant scientifiques que de formation. C'est avec beaucoup de satisfaction que j'ai pris connaissance du bilan de cette année 2003-2004 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 HÉROUX
 Marius LACHANCE
 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 SASSEVILLE
 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
 Guy MORIN
 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)
 José BÉCHARA, Universidad Nacional des Nordeste (Argentine)
 Nelson BELZILE, Université Laurentienne
 Ridha BEN CHEIKH, ENIT (Tunisie)
 Hamel BENMOUSSA, Centre de Recherche Industrielle du Québec
 Jacques BERNIER, retraité, EDF (France)
 Ferdinand BONN, Université de Sherbrooke
 Jacques BUFFLE, Université de Genève (Suisse)
 Stéphane CAMPEAU, UQTR
 Alin A. CÂRSTEANU, Institut polytechnique national de Mexico
 Bernard CHOCAT, INSA Lyon (France)
 Bruno CÔTÉ, COREM
 Yves COUILLARD, Université de Montréal
 Simon Charles COURTENAY, Université de Moncton

¹ Départ au cours de l'année

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
 Stuart A. HAMILTON, Environnement Canada
 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)
 Pierre LAVALLÉE, BPR-CSO
 Marc LAVERDIÈRE, Université Laval
 Yvon MARANDA, Ministère de l'Environnement
 Éric MARTIN, Centre national de recherches météorologiques (France)
 Dan R.D. MOORE, University of British Columbia
 Brian MORSE, Université Laval
 Subba K. NARASIAH, Université de Sherbrooke
 Rock OUIMET, Ressources naturelles Québec
 Trinback PARCHURE, Waterway Experimental Station (U.S. Army)
 Serge PARENT, Biodôme de Montréal
 Peter F. RASMUSSEN, University of Manitoba
 John F.V. RIVA, Consultant
 Jose D. SALAS, Colorado State University (États-Unis)
 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
 Kevin J. WILKINSON, Université de Genève
 Norman D. YAN, Ministère de l'Environnement et de l'Énergie (Ontario)
 Xuebin ZHANG, Meteorological Service of Canada
 Fatiha ZIDANE, Université Hassan II

Chargés de cours

Michel BEAULIEU, Min. Env.
 Louis FONTAINE, BPR
 Bernard GABOURY, Min. Env.
 Lorne GIROUX, Univ. Laval
 Yvon MARANDA, Min. Env.
 Luc VALIQUETTE, M. Env.

Associés de recherche

Patrick DROGUI
 Sophie DUCHESNE
 Salaheddine EL-ADLOUNI
 Uta GABRIEL
 Mustapha LOUNES
 Sabary-Omer NDZANGOU
 Nicole PINET
 Shaobo SHEN

Boursiers postdoctoraux

Behrouz AHMADI-NEDUSHAN
 Patrice CARBONNEAU
 Karem CHOKMANI
 Housseini COULIBALY
 Jean-François CREMER
 Bocar H. DIAGANA
 Salaheddine EL ADLOUNI
 Virginie GARNIER
 Massoud HESSAMI
 Stéphane MASSON¹
 Mohammed Abou NIANG
 Hubert G. ONIBON
 Renaud QUILBE
 Eva-Maria RESTLE
 Franck SELVA
 Guillaume ST-ONGE

Personnel de recherche

Jean-Marc BALLARD
 Rudolf BERTRAND
 Francis BÉRUBÉ
 Paul BOUDREAU
 Myriam CHARTIER
 Yves GAUTHIER
 Jonathan GILBERT
 Hugo GINGRAS
 Alexandre HÉBERT
 Christiane JACQUES
 Véronique JOURDAIN
 Jacques LABRIE
 Éric LAROUCHE
 Marc-André LAVIGNE
 Patrice LAVOIE¹
 Danielle LEBLANC¹
 Joëlle MARION
 Francis MOORE¹
 Marc-André POULIOT
 Lise RANCOURT
 Étienne RINGUET
 Zeljka RISTIC-RUDOLF
 Alain ROYER
 Stéphane SAVARY
 Sébastien TREMBLAY
 Luc TRÉPANIÉ
 Harold VIGNEAULT
 Sébastien VIGNOLA

¹ Départ au cours de l'année

**SERVICE À LA RECHERCHE ET À
L'ENSEIGNEMENT**

Administration

Fabienne BOUTIN
Dominique CANTIN
Jean-Léon DOYON
Nicole LAFLAMME²
Diane LORTIE
Mylène PARADIS
Jacques RAYMOND

Cartographie

Marco BOUTIN
Luce DUBÉ

Secrétariat

Martyne CHARBONNEAU
Johanne DESROSIERS
Suzanne DUSSAULT
Julie JULIEN
Manon POITRAS
Josée POSADZKI
Lise RAYMOND
Diane TREMBLAY

Laboratoire

Jean-Claude BÉRUBÉ
André CHAGNON
Sébastien DUVAL
Pauline FOURNIER
Michelle GEOFFROY-BORDELEAU
Réal GOSSELIN
Marc GREENDALE
André HÉBERT
Pierre MARCOUX
Stéfane PRÉMONT²
René RODRIGUE
Sylvie ST-PIERRE

Documentation

Jean-Daniel BOURGAULT
Pascale DION
Chantal PAQUIN
Sophie RENAUD²
Jocelyne ROBERGE
Anne ROBITAILLE
Geneviève RUEST

Informatique

Claude BLANCHETTE²
Claude CHAMPAGNE
Lyne DESAULNIERS
Jean LACROIX
Patrick LAFORTE
Alain POIRIER
Lise RAYMOND

Stagiaires

Sébastien ARGUIN¹
Claudie BEAULIEU¹
Véronique BEAULIEU¹
Nicolas BEAUCHAMP¹
Sébastien BÉDARD¹
Benjamin BEHAGHEL¹
Alexandre BÉLANGER
Jean-François BISAILLON¹
Véronique BLAIS¹
Lise BONNEAU¹
Emmanuelle BONNERIS¹
Hocine BOUHERAOUA¹
Cédric CARON¹
Emmanuelle CARON¹
Sarah CHABOT¹
Jean-Sébastien CHAUME¹
Guillaume CLAIRET¹
Guillaume COMEAU¹
Raoul-Marie COUTURE¹
Maxime DERENNE¹
Catherine DION¹
Deborah DRAI¹
Maitée DUBOIS¹
Véronique DUFORT¹
Mathieu DUMAS¹
Caroline DURAND¹
Delphine DURIEUX¹
Philippe DUVAL¹
Bénédicte ELBOUDALI¹
Mélanie FILION¹
Érika FISET¹
Hubert GAGNÉ¹
Patrick GAGNON¹
Maude GIASSON
Mathieu GINGRAS¹
Pierre-Luc GRÉGOIRE¹
Dave GUÉRIN¹
Florence GUILLOT¹
Karl GUILLOTTE
Viviane D. HARMEGNIES¹
Frédéric HENRY
Guillaume KENNY¹
Caroline LAFORME¹
Julien LAFRENIÈRE¹
Frédéric LANTEIGNE¹
Olivier LAPOINTE
Renaud LE BOULEUR¹
Sonia LECHASSEUR¹
Louis LEFEBVRE¹
Amélie MARQUIS¹
Doug MCDONALD¹
Annick MICHAUD¹
Mohammed MOHAIR¹
Valérie MURAT¹
Ève NANTEL¹
Jord ORVOINE¹
Samuel OUELLET¹
Bronwyn PAVEY¹
Marc PHILIPPIN
Michelle PICARD-AITKEN¹
Dominic PONTON¹
Édith POULIN¹
Éva RENDEK¹
Étienne RINGUET¹
Tim ROBERTSON¹
Nicolas ROLLAND
Laurie SAINT-ONGE¹
Marie-Hélène SAMSON¹

¹ Départ au cours de l'année

² Responsable de service

Édith SÉNÉCHAL¹
Andréanne SIMARD¹
Julie SMITH¹
François TANGUAY
Michel TARDIF¹
Laurent THÉVENET¹
Pierrette TREMBLAY¹
Luc TRÉPANIÉ¹
Anouk UTZSCHNEIDER¹
Érik VERHAGEN¹
Giselle WAGNER¹

COMMUNAUTÉ ÉTUDIANTE

Étudiants à la maîtrise professionnelle en sciences de l'eau

Auger, Isabelle
Durand, Maude
Fortin, Louis-Guillaume
Grandmont, Laurence
Hernandez, Armando
Hotton, Julien
Kessab, Mounia
Marakovic, Gregory
Milat, Hicham¹
Ouellet, Annie
Proteau, Karine
Saghir, Ilham
Stashenko, Artem
Turgeon, Steve
Zaakar, Jamila
Zimmerman, Claudia¹

Étudiants à la maîtrise (Sc. de l'Eau)

Beauchesne, Isabel¹¹
Beaulieu, Claudie
Bérubé, Luc
Bilodeau, François¹
Boily, Frédéric
Bonnifait, Laurent
Bureau, Marc-André
Carluer, Ingrid
Chenel, Jean-philippe
Chouinard, Sébastien
Cooper, Sophie¹
Corriveau, Julie
Côté, Steve¹
Côté, Gérald
Deault, Julie
Djedidi, Zied
Dolbec, Jean-François
Drouin, Mathieu
Dufresne, Guillaume
Faout, Naziha
Gignac, Nicolas
Gosselin, Anne
Goulet, Marianne
Joseph, Gonel
Kouider, Aziz¹
Laforte, Lucie
Lamontagne, Eve¹
Lanos, Romain
Laroulandie, Jérôme Robert
Leblanc, Marie-Eve¹
L'heureux, Julie
Maloney, Frédéric
Michaud, Annick

Moreno, Alicia¹
Nantel, Eve
Orvoine, Jord
Ouellet, Valérie
Pavey, Bronwen
Perron, Alain
Porcher, Céline
Poulin, Édith
Poulin, Annie¹
Quirion, Renée
Racine, Marie-josée
Rail, Marie Emmanuelle
Ricard, Benoît

Étudiants à la maîtrise (Sc. de la Terre)

Arel, Nathalie¹
Aubert, Maxime¹
Ballard, Jean-Marc
Beausoleil, Christine
Bécu, Valérie
Bisaillon, Jean-François
Blais, Véronique
Blanchette, Daniel
Boisvert, Vincent
Boucher, Maude
Boutin, Alexandre¹
Cagnat, Emmanuel¹
Caron, Yves
Collin, Pascale
Croteau, Anne
Fauveau, Éric
Gauthier, Catherine
Gervais, Félix¹
Haberman, Michael
Hoffmann, Eric¹
Hou, Xiao
Langlais, Alain
Lavigne, Marc-André
Levasseur, Magalie¹
Ménard, Annie
Montreuil, Stéphane
Moore, Francis
Morin, Claude¹
Ouellon, Thomas
Paradis, Nicolas
Parsons, Sharon
Pontlevoy, Olivier
Racine, Cintia
Riverin, Marie-Noëlle
Roberge, Caroline
Robert, Thomas¹
Roy, Stéphanie¹
Scherrer, Guy¹
Smith, Julie
St-Laurent, Christine¹
Vallières, Julie
Ouellon, Thomas
Wagner, Giselle

¹ Départ au cours de l'année

**Étudiants au doctorat
en sciences de l'eau**

Alamgir, Md. Shah
Auriol, Muriel
Barnabé, Simon
Barraoui, Driss
Beauchesne, Isabel
Benyahya, Loubna
Boullemant, Amiel
Bongo, Ghislain
Brar, Satinder Kaur
Caplanne, Sophie
Cavalcante Blanco, Claudio José
Chappaz, Anthony
Cooper, Sophie
Croisetière, Louis
Doukouré, Cédile
Dridi, Leila
El Battay, Ali
El-haji, Kamal
Filali Meknassi, Mohammed Youssef¹
Fortin, Guillaume¹
François, Laura
Gallon, Céline
Gaume, Éric¹
Gauthier, Charles
Gherboudj, Imen
Giguère, Anik
Hammy, Fatima
Herrera-Guzman, Edgar
Huard, David
Imbeault, Sandra
Johnston, Patricia
Kashem, Md. Abul
Khaldoune, Jalal
Kraemer, Lisa
Lacasse, Benoît
Lachhab, Kanza
Laridi, Rachid
Le Page, Alain
Levasseur, Béatrice
Meunier, Nathalie¹
Mohammedi, Sadek¹
Poulin, Annie
Royer, Isabelle
Salvano, Esther¹
Sarica, José
Tremblay, Patrice
Trinh, Nguyen Bao
Turcotte, Richard
Verma, Mausam
Yagouti, Abderrahmane
Yan, Song
Yezza, Abdessalem

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

Aubert, Maxime
Aznar, Jean-Christophe
Bonnet, Anne-Laure
Calderhead, Angus
Carbonneau, Patrice¹
Carrier, Alain¹
Cloutier, Vincent
Dermont, Gérald
Duchesne, Mathieu
Fu, Weimin
Hardy, François
Kone, Macoura¹
Lahmira, Belkacem
Leclerc, François
Levasseur, Mylène
Lewis, Jeffrey Keith
Medina-Lopez, Jorge Enrique
Mercier-Langevin, Patrick
Moorhead, James¹
Ndzangou, Sabary Omer¹
Pagé, Philippe
Pincivy, ,Alix¹
Ross, Martin
Roy, Stéphanie
Schroetter, Jean-Michel¹
Séjourné, Stephan
Soufiane, Azzedine¹
Ulmann, Maud¹
Williamson, Kenneth
Xhardé, Régis

¹ Départ au cours de l'année

Enseignement

Maîtrise en sciences de l'eau

Responsables :

Charles GOBEIL (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, 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, 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 bassin-versant, 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 2003-2004, dix (10) étudiants se sont inscrits au programme de deuxième cycle en sciences de l'eau avec mémoire et treize (13) étudiants au profil sans mémoire ce qui porte le nombre total d'étudiants inscrits entre le 1er juin 2003 et le 31 mai 2004 à soixante-deux (62). Durant la même période, dix (10) étudiants ont obtenu leur diplôme de maîtrise en sciences de l'eau de l'Université du Québec, soit sept (7) avec mémoire et trois (3) 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 2003-2004, (13) 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 2003 et le 31 mai 2004 à (42). Durant la même période, (11) étudiants ont obtenu leur diplôme de maîtrise en sciences de la terre de l'Université du Québec.

Doctorat en sciences de l'eau

Responsable :

Jean-François BLAIS

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 hydrogéologique, 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 2003-2004, (15) 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 2003 et le 31 mai 2004 à (52). Durant la même période, (5) 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 support 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 « Géoringénierie 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 2003-2004, (6) 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 2003 et le 31 mai 2004 à (30). Durant la même période, (5) 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"

Le système d'acquisition d'images et de gestion de données géographiques, stratigraphiques et biométriques relatives aux chitinozoaires a été amélioré. Les modifications apportées rendent plus aisée l'entrée de données ce qui permettra de répondre de manière plus efficace aux problématiques de différents projets.

Biostratigraphie et Biodiversité des chitinozoaires de l'Ordovicien

Les travaux réalisés dans le cadre du projet NATMAP ont permis de préciser et de raffiner la biozonation des chitinozoaires de l'Ordovicien de Laurentia. Parallèlement, les données sur la diversité des chitinozoaires de Laurentia recueillies dans le cadre du projet IGCP 410 ont été intégrées et comparées à celles obtenues pour Gondwana et Baltica. Les courbes de diversité de ces trois paléocontinents ont clairement mis en évidence la radiation des chitinozoaires durant l'Ordovicien inférieur et moyen. Elles ont de plus permis d'établir des relations entre les principales phases d'apparition et d'extinction des chitinozoaires et les conditions paléogéographiques, paléotectoniques et paléoenvironnementales à l'échelle régionale ou globale.

Paléogéographie et Paléoclimat du Paléozoïque inférieur

Ce nouveau projet (IGCP 503) a pour objectif d'améliorer la compréhension de la paleobiogéographie et du paléoclimat durant le Paléozoïque inférieur. L'évolution des assemblages de chitinozoaires de Laurentia et de leur biodiversité durant l'Ordovicien permettra de contribuer à cette problématique.

***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

Origine et contexte structural et stratigraphique de l'ophiolite de Thetford Mines et des gîtes de chromite dans les Appalaches du Sud du Québec

L'étude génétique, structurale et stratigraphique des gîtes de chromite dans les Appalaches du Sud du Québec a conduit à plusieurs conclusions intéressantes. La cartographie de détail a permis de mieux apprécier le rôle des failles intra-océaniques dans la mise en place des complexes et les processus minéralisateurs. La découverte d'un essaim filonien a permis d'expliquer l'évolution de l'ophiolite de Thetford Mines en invoquant des scénarios génétiques conventionnels. Enfin, la classification des chromitites a fait ressortir deux types de minéralisation enrichie en éléments du groupe du platine. Les travaux stratigraphiques et de corrélation suggèrent que l'Ophiolite de Thetford serait corrélative avec celle d'Asbestos, et peut-être aussi avec les fragments ophiolitiques que l'on trouve en fenêtre tectonique dans le St. Daniel jusqu'au Mt Chagnon, délimitant ainsi une province métallogénique considérable. Nous soupçonnons que ces ophiolites faisaient jadis partie d'une seule plaque intra-océanique qui a été obductée en même temps/ CGC, CRSNG/ Coll. : É. Boisvert (CGC-Q), K. Lauzière (CGC-Q), A. Tremblay, V. Bécu, P. Pagé, J-M Schroetter, Ressources Allican inc.

Le Volcanisme Mafique sur la Marge Laurentienne

A : Les Laves et Intrusions Associés avec l'Ouverture d'Iapétus. Des études pétrogénétiques détaillées permettent de comprendre l'histoire du fractionnement, de la contamination, et de la fusion de chacune de ces suites. Le but est de comparer ces résultats afin de reconstruire l'évolution de la composition du manteau sub-Laurentien avec le temps. L'étude inclut des études détaillées des Groupes de Maquereau et de Caldwell, et une comparaison avec les autres laves reliées à l'ouverture du paléo-Atlantique (Iapétus). Travaux de datation et de comparaison en cours. Coll.: V.McNicoll, CGC-Ottawa.

B : Magmatisme Siluro-Dévonien en Gaspésie, Québec. Suites transitionnelles à alcalines contaminées reliées à des domaines transtentonnaires. Coll. : M.Malo (INRS-ETE) et M. Villeneuve (CGC-Ottawa).

C : Magmatisme Mésozoïque Associé avec l'Ouverture de l'Atlantique. Le Mt Mégantic appartient à la série des Montagnes Blanches, non des Montérégiennes. Il contient des évidences de mélanges entre des basaltes alcalins, la source de chaleur, et un granite anatectique. Les gabbros préservent des évidences de fractionnement par réaction-percolation. Les dykes lamprophyriques

montérégiens, nourriciers des plutons, ont des traits minéralogiques impliquant la cristallisation polybarique, l'hybridation, et l'élutration des phénocristaux. La géochimie indique la fusion localisée d'une source mantellique contenant une distribution hétérogène de phases traces (mica, apatite, ilménite, zircon...). Les plutons sont des mélanges de ces magmas hétérogènes. Les études sur les dykes d'alnoïte ont des implications pour l'exploration des diamants. Des travaux isotopiques en cours et des modélisations inverses permettront de reconstruire l'origine, l'échelle et la longévité des hétérogénéités intra-mantelliques. L'étude et la comparaison d'équivalents au Portugal permettront des corrélations à plus grande échelle. Coll.: W. Minarik (U.Maryland), P. Janney (Mus. Nat. Hist. Chicago).

Genèse de la Croûte Archéenne

La découverte d'épidotes ignés dans la plupart des tonalites et granodiorites du Minto (Supérieur Nord) implique une origine comme intrusions magmatiques polybariques, extraits d'une source plus profonde que 6 kbar, et ayant monté comme bouillies magmatiques. Les micro- et macro- textures impliquent une déformation syn-magmatique réfutant le modèle existant pour l'origine du métamorphisme et des fabriques dans le Minto. L'interprétation structurale pour le domaine de Douglas Harbour suggère un modèle de tectonique verticale. La géochimie implique que l'évolution tonalite-B-trondhjémite ne reflète pas une variation du degré de fusion, mais le fractionnement de la hornblende. Les modélisations en cours fourniront des contraintes pour le développement d'un modèle intégré reliant la stabilisation du manteau lithosphérique et la génération de tholéiites et komatiites avec la cratonisation et la génération des granitoïdes. Collaborateurs : S.Cadéron, L.Madore; A.Leclair; A. Berclaz; C.Gosselin (MRNFPQ). R Stevenson, N.Goulet (UQAM).

Travaux Théoriques : Paramétrisation du lien entre D, An et T dans les plagioclases, pyroxènes et olivin.

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 d'un procédé de traitement de chromites platinifères

Ce projet vise le développement d'une nouvelle technologie d'enrichissement de la chromite et d'extraction des métaux du groupe du platine par une approche employant la carbochloruration à sec. La mise au point de cette technologie apparaît essentielle à l'exploitation d'un gîte de chromite platinifère, le gîte Ménarik, qui est détenu à 100 % par Pro-Or. 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 FeCl₃ 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 le support 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 ont pour but d'identifier les matériaux les plus propices à être utilisés lors de la construction du réacteur pilote. Le design envisagé implique un réacteur rotatif opérant en continu et dont une section serait 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 permettra de doser le chlore à la sortie du réacteur et, si nécessaire, celui-ci sera redirigé en début de procédé. Le procédé sera fortement automatisé en regard de la prise de données sur la consommation en énergie et en réactifs chimiques. Co-responsable : Marc Richer-Lafèche.

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 type 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 par des techniques de flottation en colonne agitée.

Normand BERGERON, professeur Géodynamique

Développement et démonstration de techniques pour la restauration de la qualité du substrat de fraie des salmonidés

Le projet a pour objectif général de développer un ensemble de techniques simples et pratiques permettant d'évacuer efficacement les sédiments fins de la couche superficielle du substrat afin d'en restaurer la qualité pour la fraie des salmonidés. Plus spécifiquement, le projet a pour objectifs de : i) développer des techniques de nettoyage "hydromotrices", c'est-à-dire qui utilisent l'énergie hydraulique de la rivière pour fonctionner; ii) développer les limites et critères d'applicabilité de chacune de ces techniques; et iii) démontrer l'efficacité de ces techniques pour l'évacuation des sédiments fins de la couche superficielle du substrat des frayères. Les techniques développées ont pour objectifs de remobiliser les sédiments fins du substrat et de les évacuer de la frayère en agissant sur l'une ou l'autre des deux variables hydrauliques qui régissent le transport de sédiments en rivière, soit la vitesse moyenne de l'écoulement près du lit (force tractrice) et l'intensité turbulente. Trois techniques principales seront développées et testées en laboratoire et sur le terrain, soit le "ruban d'entretien", le "tapis flottant" et le "caisson déflecteur"/ Fonds priorités gouv. en science tech., Hydro-Québec, Société de restauration du saumon de la rivière Betsiamites.

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, relativement 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 saumon 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 saumon atlantique (*Salmo salar*)

Plusieurs rivières à saumon de la Gaspésie (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 permixsifs.

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.

Évaluation et aménagement du substrat des frayères de la rivière Betsiamites

Le projet a pour objectifs principaux : i) d'évaluer la qualité des principales frayères à saumon de la rivière Betsiamites, en déterminant la survie à l'émergence des alevins au moyen de nids artificiels contenant chacun une quantité connue d'œufs fertilisés; ii) de mesurer l'ampleur du phénomène d'infiltration des sédiments fins dans les nids de saumon au cours de la période d'incubation, en mesurant la quantité de sédiments fins infiltrés dans les nids artificiels; iii) d'effectuer des essais de nettoyage du substrat des frayères, et de déterminer la rapidité d'infiltration et de consolidation des sédiments fins dans les parcelles de substrat nettoyées/ Société pour la restauration du saumon de la rivière Betsiamites.

Géosalar: utilisation de la géomatique pour la caractérisation de l'habitat fluvial et la modélisation de la production de saumon 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'image 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.

Réponse des rivières aux changements environnementaux

Le projet a pour objectif de promouvoir l'avancement et le transfert des connaissances scientifiques portant sur la réponse des rivières aux changements environnementaux, et de contribuer à la formation de spécialistes qui pourront intervenir dans ce domaine. L'accent de la recherche est mis sur la géomorphologie et la sédimentologie. Les objectifs du programme de recherche sont : i) de comprendre la variabilité naturelle de la dynamique fluviale à diverses échelles; ii) d'identifier, de quantifier et de modéliser les processus d'ajustement des cours d'eau suite à des changements environnementaux et à des interventions anthropiques; iii) d'évaluer l'efficacité de mesures de réhabilitation des habitats du poisson, et développer une approche mieux adaptée aux cours d'eau du Québec à l'aide de la modélisation numérique.

La poursuite de ces objectifs se fera par l'intermédiaire de cinq projets interreliés qui couvrent une gamme d'échelles spatiales et temporelles et un large spectre de techniques et d'applications. Ces projets portent sur : i) les impacts des variations du niveau d'eau du St-Laurent, suite aux changements anticipés du climat sur les tributaires et l'apport sédimentaire au fleuve; ii) l'application de la luminescence optique à l'étude des processus fluviaux et à la quantification de la stabilité des lits de rivière; iii) l'amélioration des stratégies d'implantation et de suivi des structures de réhabilitation en rivière; iv) la variabilité de l'habitat et du succès reproducteur des salmonidés, selon la morpho-sédimentologie des rivières en Gaspésie; v) les variables géomorphologiques affectant la qualité de l'habitat d'hiver des salmonidés/ FCAR-Équipe/ Coll. A. Roy (responsable), P. Biron, M. Lamothe, 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 sera installé à la porte 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 préservée 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'algorithmes et d'outils pour le suivi du couvert nival par télédétection

Ce projet vise la mise au point d'algorithmes et d'outils pour le suivi du couvert nival à partir de capteurs satellitaires opérant dans les micro-ondes comme celui du satellite canadien RADARSAT-1. Récemment, des algorithmes ont été développés pour l'estimation de l'équivalent en eau de la neige (EQeau) ou la détection de la neige humide dans les régions de taïga et de prairies. Cependant, ces algorithmes doivent être adaptés à d'autres milieux écologiques. Pour ce faire, nous proposons de : i) modéliser l'interaction des micro-ondes avec les épinettes noires, le couvert nival et le sol, afin de mieux comprendre l'impact de la densité de la forêt sur le signal détecté et ainsi faciliter l'adaptation d'EQeau à d'autres milieux écologiques au Canada; ii) modéliser la création et l'évolution des croûtes de glace en adaptant un modèle français de simulation du couvert nival; iii) (en collaboration avec des chercheurs européens) évaluer un nouveau capteur in situ permettant de mesurer la densité de la neige au sol de façon continue, vérifier son applicabilité dans des conditions canadiennes et comment ces données pourraient être intégrées au logiciel EQeau pour améliorer la détermination de l'équivalent en eau de la neige; iv) développer des algorithmes adaptés aux régions montagneuses pour le suivi de la couverture neigeuse, avec des collaborateurs libanais (J. Somma et coll., USJ) et français (Dedieu et coll., LAMA-TEO); et v) évaluer le potentiel des capteurs RSO polarimétriques qui seront installés à bord de RADARSAT-2 et Envisat (Europe) pour le suivi des paramètres du couvert nival, tant au Canada que dans les Alpes françaises/ CRSNG/ Coll. : Y. Gauthier.

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 Nordique (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-Kuujuarpik. 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 paléohydrologie dans les complexes hydro-électriques du nord, l'hydro-climatologie 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 6 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, Gauthier, Y 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 géoréférencés; 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; iii) 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: la 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 aviseurs 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), R. Roy (Ouranos), Gauthier Y., Savary S , Chokmani K. et Niang M. (INRS-ETE).

Validation du cycle hydrologique simulé par le modèle régional canadien du climat (MRCC)/ Volet télédétection

Ce projet de télédétection se situe dans le cadre d'un projet plus vaste, visant à valider les éléments importants du cycle hydrologique dans les simulations du modèle régional canadien du climat (MRCC) sur le Québec, et à évaluer les effets estimés par le MRCC dans ses projections de changement climatique. La majeure partie des analyses sera effectuée sur une douzaine de bassins hydrographiques québécois et utilisera des données d'observation d'écoulements obtenues grâce à la collaboration des organismes suivants : Hydro-Québec, Churchill Falls and Labrador Corporation (CFLCo), Alcan, Ministère de l'Environnement du Québec (MENV) et le Great Lakes Environmental Research Laboratory (GLERL). Les bilans hydrologiques annuels et inter annuels issus des résultats de diverses simulations du MRCC effectuées sur des fenêtres de 25 années seront principalement examinés.

Le premier objectif est d'évaluer l'impact potentiel de l'hétérogénéité du sol sur l'hydrologie d'un bassin. En effet, pour certains bassins, le pourcentage couvert par des lacs et des milieux humides peut dépasser 20% alors que le MRCC considère ce territoire comme forestier avec un sol très humide. Pour ce faire, le pourcentage de la surface de chaque bassin et de chaque tuile (45 km) couverte par une occupation du sol donnée sera d'abord établi à partir d'une cartographie dérivée des données NOAA ou VÉGÉTATION. Le deuxième objectif est d'évaluer la possibilité de valider des variables du MRCC impossibles à valider à partir des observations conventionnelles (i.e. couverture de neige, gel du sol, équivalent en eau de la neige), à partir de données des capteurs SSM/I (micro-ondes passives) et NOAA (visible et proche infra-rouge). Finalement, les données satellites traitées et analysées dans ce projet, d'une durée prévue de deux ans, ainsi que les connaissances hydrologiques acquises, pourront servir à valider d'autres simulations du MRCC/ OURANOS/Coll. : Slivitzky M. (Ouranos), Rousseau A., Chokmani, K. Gauthier ,Y (INRS-ETE), Frigon A. (UQAM), De Sève, D. (IREQ), Royer A., Université de Sherbrooke.

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 des caractéristiques du couvert nival, du sol et de la glace de rivière à l'aide des techniques de télédétection et de modélisation

Les trois activités de recherche proposées cette année font suite aux activités de 2002-2003 et s'inscrivent dans le cadre de trois thèses de doctorat: Volet 1) Mesurer l'importance relative de différents facteurs physiques et environnementaux affectant la présence des croûtes et des lentilles de glace dans le couvert nival au Québec ainsi que les échanges liquides et gazeux entre le sol et l'atmosphère. Cet objectif passe par le développement de méthodes de suivi, en milieu naturel, des stades de formation et d'évolution des croûtes et lentilles de glace sur toute la période hivernale. Volet 2) Développer une approche contextuelle pour la caractérisation et le suivi du couvert de glace de rivière à partir d'images RADARSAT-1 et RADARSAT-2. 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». Pour ce faire, les images polarimétriques (aéroportées) et RADARSAT acquises à l'hiver 2002 seront utilisées. Volet 3) Évaluer l'efficacité des capteurs RSO multipolarisations (SAR-CV580, ENVISAT-1, RADARSAT-2) pour le suivi du gel du sol en milieu agricole, en tenant compte des impacts du couvert de neige et dans un contexte d'émission des gaz à effet de serre. Il s'agit de traiter et d'analyser les données de terrain acquises à l'hiver 2002-2003, d'initier le traitement et l'analyse des données polarimétriques acquises en novembre 2002 et février 2003 (logiciel PWS) et des images RADARSAT-1 acquises en janvier et février 2003, ainsi que d'acquérir de nouvelles données à l'hiver 2003-2004/ Environnement Canada, Service météorologique du Canada/ Coll. : Ouarda, T. et Gauthier Y. (INRS-ETE), Van Bochove, E. (Agriculture Canada).

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. iii) 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).

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 lixivante 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.

Stabilisation et séparation physico-chimique du lisier de porc avec polissage sur filtre à tourbe dopée aux boues rouges

Au Québec et au Canada, il se produit sur une base annuelle respectivement 5 et 15 millions de porcs. Cette production porcine, effectuée dans environ 10 000 fermes canadiennes,

s'accompagne d'une génération de 30 millions de mètres cubes de lisier. L'épandage aux fins agricoles peut répondre partiellement au problème mais les sols deviennent vite saturés en azote et phosphore et les surplus ruissellent vers les cours d'eau environnants. Ce projet vise donc à établir une filière de traitement du lisier simple, peu mécanisée, facile d'entretien, efficace et économique, qui pourrait être implantée à la ferme avec un investissement minimal. Le procédé proposé est composé de trois étapes principales, soit : i) la stabilisation et le conditionnement chimique du lisier (enlèvement des odeurs, aseptisation et floculation par l'ajout de produits chimiques); ii) la séparation solide-liquide du lisier brut par flottation et lit de séchage/gel-dégel; et iii) l'épuration (principalement l'enlèvement du phosphore) de la fraction liquide du lisier sur filtre à base de tourbe dopée aux boues rouges. Ce projet, d'une durée de trois ans, vise donc à étudier et à optimiser, dans un premier temps, à l'échelle du laboratoire, cette filière de traitement. Dans un deuxième temps, le projet sera dédié à l'évaluation de la performance de cette technologie, et les caractéristiques agronomiques et environnementales des sous-produits de traitement à l'échelle pilote, à la ferme expérimentale de l'IRDA à Saint-Lambert. Les protocoles expérimentaux, en laboratoire et à la ferme, seront conçus de manière à s'assurer de pouvoir réaliser des bilans massiques complets (ex. : bilans des solides, de l'azote et du phosphore) de la chaîne de traitement du lisier et, ainsi, de pouvoir définir les critères de conception et d'exploitation optimaux des différentes variantes envisageables de cette chaîne de traitement/ FCAR-IRDA/ Coll. : G. Mercier, M. Chartier, D. Leblanc, P. Lafrance, R.D. Tyagi, D. Côté (MAPAQ-IRDA).

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.

Optimisation et validation environne-mentale du procédé METIX-AC pour la décontamination et la valorisation des boues d'épuration municipales

Le présent projet vise l'amélioration de certaines étapes de traitement et l'étude des impacts environnementaux (agronomiques et écotoxicologiques) d'une technologie 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 ce, afin d'accroître le potentiel de valorisation de cette biomasse pour la fertilisation des sols. La performance de cette technologie a été évaluée dans le cadre d'un projet pilote; il reste toutefois certains aspects du procédé à étudier avant de pouvoir passer à une commercialisation intensive. Dans le cadre de ce projet, les travaux porteront sur les objectifs de recherche suivants : i) l'étude des propriétés agronomiques des boues décontaminées; ii) l'évaluation des effets écotoxicologiques associés à la valorisation des boues décontaminées; iii) l'optimisation du conditionnement et de la déshydratation des boues décontaminées; iv) l'étude de la performance du procédé METIX-AC pour la décontamination des divers types de boues d'épuration produits dans les stations d'épuration des eaux usées; et v) l'optimisation du traitement des effluents et de la récupération des métaux toxiques/ CRSNG-RDC, Biolix inc/ Coll. : G. Mercier, P. Drogui, M. Chartier, J.-L. Sasseville, R.D. Tyagi, A. Renoux (IRB), M. Labrecque (IRBV), P. Boudreault (Biolix).

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, Alex Environnement / Coll. : M. Bergeron, R.D. Tyagi, G. Mercier, P. Drogui.

Évaluation technico-économique préliminaire de valorisation de déchets de l'industrie de l'aluminium

Le mandat consiste à réaliser une évaluation technico-économique préliminaire, en utilisant le logiciel SUPERPRO DESIGNER, d'un procédé de transformation et de valorisation de déchets d'aluminerie, en développement au CRIQ / Coll.: Guy Mercier, Olga Solomatnikova (CRIQ)

Élaboration d'un projet de recherche sur l'amélioration du procédé de biotraitement des effluents de Agnico-Eagle

Ce projet vise à étudier les conditions d'exploitation et les performances du système de biotraitement des effluents de l'usine Agnico-Eagle et à définir, en collaboration avec COREM, un projet de recherche pour l'amélioration de ce système de traitement. Le mandat proposé couvre les quatre points décrits ci-dessous. i) Analyser les trois brevets de Whitlock et al. Faire les recommandations quant aux risques encourus par COREM à travailler dans ce secteur et à la possibilité de breveter dans la suite de ces brevets. Fournir une appréciation de la valeur scientifique de ces brevets. ii) Examiner les données d'usine. Faire des recommandations sur leur valeur scientifique et sur les possibilités d'identifier des paramètres sensibles. iii) Examiner des pistes de recherche fondées sur les observations empiriques fournies par l'usine membre et faire des recommandations. iv) Participer à l'élaboration du projet de recherche sur l'amélioration du procédé de biotraitement/ COREM/ Coll.: Guy Mercier, Bruno Côté (Corem).

Corem et le biotraitement

Le but recherché par la présente étude est d'évaluer dans quelle mesure la constitution d'une force en biotraitement permettrait de mieux soutenir les efforts et développement technologiques des entreprises minières membres de COREM, en traitement et transformation des substances minérales, de manière à améliorer leur compétitivité par le développement et le transfert d'innovations technologiques conformes aux objectifs du développement durable/ COREM /Coll. : R. Poulin (Université Laval), B. Côté (COREM), J.A. Boivin (COREM).

Étude de l'enlèvement du baryum à partir de la saumure de Junex

La compagnie Junex désire exploiter commercialement un gisement de saumure naturelle d'au moins 4 000 000 m³, lequel est situé dans un aquifère à près de 1 200 m de la surface dans la région de Bécancour et ce, à raison d'une production quotidienne de 80 m³ par jour. (La saumure sera vendue sous le nom

commercial de Solnat. Les propriétés physiques de ce produit en font un abat-poussière et un déglacant efficace. Les autres producteurs importants de saumure dans le monde sont General Chemicals et Dow Chemicals.) Cette saumure contient cependant une concentration élevée de baryum (environ 500 mg Ba/L), laquelle doit être réduite à moins de 100 mg Ba/L. Le but de cette étude est d'évaluer, à l'échelle du pilote de laboratoire, les possibilités d'éliminer économiquement le baryum présent dans la saumure de Junex par précipitation sélective/ COREM/ Coll.: Guy Mercier.

*Bernard BOBÉE, professeur
Hydrologie*

CHAIRE INDUSTRIELLE EN HYDROLOGIE STATISTIQUE - PHASE II (1998-2003)

Titulaire : Bernard Bobée

Responsables administratifs :

Jean-Pierre Villeneuve (INRS-ETE)

Hugues St-Onge, directeur (Hydro-Québec)

Comité avisé :

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

THEME 1 : ACQUISITION ET VALIDATION DES DONNEES HYDROMETEOROLOGIQUES

Les données hydrométriques et météorologiques 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).

THEME 2 : PREVISION 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).

THEME 3 : ANALYSE STATISTIQUE ET MODELISATION STOCHASTIQUE DES SERIES 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 liées 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).

THEME 4 : ANALYSE DE DECISION 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 variates 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 (2001-2004)

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 (2002-2004)

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 micro-hydraulique 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)

Organisation d'un colloque dans le cadre des "Seizièmes Entretiens du Centre Jacques-Cartier" (Rhône-Alpes, France; 1-2 décembre 2003) portant sur l'estimation locale et régionale des événements hydrologiques extrêmes

L'estimation locale et régionale des événements hydrologiques extrêmes a fait l'objet de nombreux développements au cours des trois dernières décennies. Ce colloque rejoint deux objectifs: i) faire le point, en particulier sur les approches de régionalisation (détermination de zones homogènes et estimation régionale) pour des sites où l'on dispose de peu, voire d'aucune d'information, et sur l'amélioration de l'estimation locale du débit de projet pour des périodes de retour élevées, tant par la prise en compte d'informations historiques que par le développement d'outils d'aide à la décision pour le choix des modèles les plus adéquats; et ii) proposer des approches pour la prise en compte, dans la modélisation de possibles changements climatiques, et l'évaluation de leurs impacts en ce qui concerne la conception et la gestion des structures hydrauliques/ Hydro-Québec/ Centre Jacques Cartier/ Coll.: T.B.M.J. Ouarda, G. Jones; M. Lang (Cemagref Lyon).

*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 (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 (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 D^{re} 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 Chibougamou, Québec

La communauté Cree d'Oujé-Bougoumou s'inquiète des effets cumulatifs des opérations minières que 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.

*Louise CORRIVEAU, professeure
associée
Géodynamique*

Altérations hydrothermales en milieu de haut-grade métamorphique.

La recherche de dépôts métallifères non traditionnels, émergente dans les terrains gneissiques du Bouclier canadien, nécessite des stratégies et des outils d'exploration adaptés aux environnements de haut grade métamorphique. Encore aujourd'hui, leurs ceintures volcaniques et auréoles d'altérations hydrothermales passent souvent inaperçues lors des levés régionaux et des programmes d'exploration, freinant ainsi la découverte des dépôts de métaux de base et précieux qui pourraient y être encaissés. Des stratégies d'analyse de terrain, des clés d'observation et des cas-types font présentement l'objet d'un projet DIVEX, financé par le programme VRQ du gouvernement québécois, en vue de DIVERsifier l'EXploration au Québec. Le guide pratique *Atlas et outils de reconnaissance des systèmes hydrothermaux à haut grade métamorphique dans les complexes de gneiss felsiques* qui découle de ce projet devrait permettre aux géologues et aux prospecteurs de mieux cibler les régions fertiles dès la définition d'un projet puis, une fois sur le terrain, d'identifier des cibles d'exploration et d'émettre des hypothèses de travail quant au contexte métallifère potentiel/ DIVEX/ Coll. : A.-L. Bonnet, M. LaFlèche, S. Parsons, K. Williamson (INRS-ETE).

Les gîtes d'oxydes de fer à Cu-Au-U

La recherche de gîtes d'oxydes de fer à Cu-Au-U-P-Terres rares, tels qu'Olympic Dam en Australie, demande à la géoscience publique d'étudier les terrains géologiques gneissiques et granitiques sous un tout nouvel angle. L'exemple de l'Australie démontre que ces gîtes sont un élément important pour renouveler les ressources et les réserves métallifères d'un pays en métaux de base, en métaux précieux, en terres rares, en U, P, Th, Zr, Nb, etc. La période géologique à la limite entre le Paléo- et le Méso-protérozoïque (1.8-1.5 milliards d'années) est particulièrement fertile. Or, de tels terrains abondent au Canada mais demeurent des terrains géoscientifiques frontières. Une synthèse sur ce type de gîtes métallifères non conventionnels et les contextes géologiques propices à leur formation est en cours dans le cadre des projets Synthèses minérales et Métallotectes de l'orogène du Trans-Hudson et de la marge du Supérieur, de la Commission géologique du Canada/ Coll. : W. Goodfellow, D. Corrigan (CGC).

*Patrice COUTURE, professeur
Biogéochimie*

Laboratoire mobile pour le travail de terrain en recherche aquatique

Le laboratoire mobile est un campeur modifié, installé sur un camion de type pick-up. Le campeur est équipé d'une isolation 3 saisons (pour permettre de travailler du début du printemps à la fin de l'automne), éclairage et chauffage 12V, d'une table pour deux, d'un réfrigérateur avec congélateur au propane, d'un lavabo avec robinet d'eau froide et réservoir de 20 gallons, et d'une hotte pour évacuer les produits chimiques. Le reste de l'espace est occupé par des comptoirs et de l'espace de rangement, et comprend plusieurs prises de 110V. Le courant 110V est fourni par une génératrice. Le camion a quatre portes et peut transporter 6 personnes. Il est équipé d'un système de remorquage (pour remorquer un bateau ou un VTT). Le campeur peut être détaché du véhicule et mis à niveau grâce à quatre crics. Ceci permet de stabiliser le laboratoire et libère le camion pour échantillonnage. Le laboratoire mobile est utilisé par les chercheurs de l'INRS-ETE pour conserver des échantillons de poissons, de plancton, d'invertébrés benthiques, d'eau et de sédiments, ainsi que pour mener une large gamme d'expériences, comme des mesures de réponses métaboliques d'organismes aquatiques aux polluants, ou pour examiner le transfert trophique de polluants/ CRSNG.

*Benoît DUBÉ, professeur associé
Géodynamique*

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

En collaboration avec Goldcorp et le service géologique de l'Ontario, des activités ont été menées à la mine de Red Lake en Ontario, le principal producteur d'or au Canada et le camp minier qui attire le plus l'attention à l'heure actuelle. Le gisement Campbell-Red Lake, exploité par Placer Dome Inc. (Mine Campbell) et Goldcorp Inc. (Mine Red Lake), représente un des plus importants gisements aurifères de l'Archéen de la province du Supérieur (>20 M oz Au). La « Zone à Haute teneur » (High-grade Zone) de la compagnie Goldcorp à la mine Red Lake a produit 1.5M oz à une teneur impressionnante de 88 g/t Au depuis le début de son exploitation en 2001. Elle constitue la zone aurifère la plus riche, actuellement en production, dans le monde. De nouvelles datations U-Pb, combinées à des travaux de cartographie détaillés, fournissent de nouvelles contraintes relatives à la formation de cette zone exceptionnelle. Les résultats indiquent que la phase principale de minéralisation à haute teneur s'est formée avant 2712Ma et qu'une deuxième phase de minéralisation, plus petite en terme de volume mais spectaculaire en terme de teneur, s'est formée après 2702 Ma. Elle souligne ainsi que les gisements aurifères

majeurs de la province du Supérieur ne sont pas tous restreints à l'Abitibi ni à la fin de l'Archéen et illustre clairement le potentiel des ceintures de roches vertes des parties centres et nord de la province du Supérieur/ Goldcorp inc., Service géologique de l'Ontario/ Coll. : P. Brouillette (CGC-Q), M. Malo, K. Williamson.

Métallogénie du district Doyon-Bousquet-LaRonde, Abitibi (Programme de l'Initiative géoscientifique ciblée de la CGC)

Les travaux menés dans le secteur Doyon-Bousquet-Laronde, en Abitibi, le camp aurifère le plus important au Québec, ont pour objectif de comprendre la formation de ce gisement qui constitue l'un des plus importants complexes de sulfures massifs aurifères volcanogènes connus dans le monde. Parmi les paramètres géologiques clés qui contrôlent la formation du camp minier de Doyon-Bousquet-Laronde, l'étude des assemblages de minéraux d'altération a permis d'identifier plusieurs stades d'altération, et de métamorphisme dynamothermal et d'assemblages métamorphiques synchrones ou postérieurs à la principale déformation régionale. Deux rapports, publiés par le MRNFP, présentent plusieurs des résultats et leurs implications pour l'exploration/ CGC, Agnico-Eagle, Ministère des Ressources naturelles du Québec/ Coll. : P. Mercier Langevin, Mark Hannington (CGC-Ottawa), M.R. Lafleche, Cambior, Barrick Gold, Ressources Yorbeau, Musée Royal de l'Ontario, UQAC,

*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 débitométriques 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 (par exp. 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.

Estimation des pointes de crues de printemps de la rivière Péribonka

L'objectif de ce projet est la modélisation des risques combinés, c'est-à-dire l'évaluation du débit, pour une récurrence donnée, à la confluence de deux rivières. Le cas d'étude intéressant Hydro-Québec est le bassin-versant de la rivière Péribonka. Les pointes de crues, à Péribonka (PER-3D), sont la combinaison du débit sortant du site amont Chute-des-Passes, propriété d'Alcan, et des pointes du bassin intermédiaire de PER-3D, d'une superficie de 3133 km². Les apports naturels disponibles dans la région sont : i) ceux de la rivière Serpent, jaugée de 1979 à 1984, puis de 1991 à 2002; et ii) ceux de la rivière Manouane, à la sortie du lac Duhamel, de 1979 à 2002. La rivière Manouane se jette dans la rivière Péribonka immédiatement en aval de l'aménagement PER-3D.

Ce projet va se développer autour de 3 axes principaux : i) estimation des débits maximums sortants (non homogènes); ii) reconstitution des données des apports intermédiaires à la rivière du Serpent par une approche régionale. Il sera tenu compte des débits autres par un facteur de proportionnalité entre les tailles des bassins-versants; et iii) développement d'un modèle permettant d'évaluer les débits de crues printanières, au lac Péribonka, qui tiennent compte de la dépendance des apports des 2 bassins intermédiaires.

Pour le point iii) modélisation des risques combinés, la complexité de loi marginale des débits sortant à Chute-des-Passes (mélange de lois normales) ne permet pas d'utiliser une approche bivariée classique, telle que le modèle gamma bivarié ou gumbel bivarié. La seule approche réaliste, dans notre cas, est l'utilisation de copules. Le mot «copule» est issu du latin *copula* et possède ainsi la même origine que le mot «couple». Les copules sont des fonctions qui relient ou couplent les fonctions de répartition multivariées avec les fonctions de répartition à une dimension (marginale). Alternativement, une copule est une fonction de répartition dont les marges sont uniformes. Les copules permettent de modéliser la structure de dépendance indépendamment des distributions marginales. On peut donc former des distributions multidimensionnelles avec différentes lois

marginales et la structure de dépendance est donnée par la copule./Hydro-Québec/ Coll.: S. El Adlouni, L. Perreault (IREQ/Hydro-Québec), N. Thiémonge (Hydro-Québec).

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. Afin de tenir compte de l'incertitude sur les données météorologiques, il est possible d'utiliser les prévisions d'ensemble mises à disposition depuis peu par Environnement Canada.

Chaque jour, 16 prévisions "perturbées" de 10 jours et une prévision non perturbée 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 (par exemple, 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.

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)

*Claude FORTIN, professeur
Biogéochimie*

Étude sur les échanges sédiments-eaux en aval d'alumineries

En aval d'alumineries, les sédiments contiennent des concentrations de contaminants inorganiques qui sont susceptibles de diffuser verticalement à travers l'interface sédiment-eau et entrer dans la colonne d'eau. Le projet actuel consiste à quantifier le gradient vertical des concentrations de ces contaminants, ainsi que le gradient en calcium et en protons. Pour y arriver, nous laissons équilibrer des dialyseurs à l'interface sédiment-eau, quitte à échantillonner l'eau à différentes strates au-dessus et au-dessous de l'interface. À partir de ces gradients de concentration et des mesures de porosité des sédiments à chaque station, nous comptons calculer les flux de contaminants à travers l'interface sédiment-eau/ Coll.: P.G.C. Campbell, L. Rancourt, S. Prémont.

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 particulaire 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 (bio) disponibilité 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, FQRNT.

*Jean-Pierre FORTIN, professeur
honoraire
Hydrologie*

Implantation du modèle hydrologique HYDROTEL dans le système de prévision des apports naturels à court et moyen termes sur les systèmes au fil de l'eau d'Hydro-Québec

Le mandat confié à l'INRS-ETE par Hydro-Québec consiste à apporter au modèle HYDROTEL toutes les modifications nécessaires pour permettre son intégration dans le système de prévision des apports naturels sur les systèmes au fil de l'eau gérés par la compagnie. Cet objectif implique en particulier diverses modifications et ajouts aux logiciels HYDROTEL et PHYSITEL.

On procédera à une révision majeure du logiciel PHYSITEL. Plus précisément, on reverra le modèle «objet» portant sur le traitement et sur la structure interne de stockage des données en cours de traitement, ce qui amènera la révision de diverses procédures de traitement de l'information. En complément, l'interface sera

aussi revue en profondeur et l'aide contextuelle ne sera pas oubliée.

Quant au logiciel HYDROTEL, on continuera les améliorations déjà amorcées précédemment en ce qui a trait à l'utilisation du modèle pour la prévision des apports naturels sur les systèmes au fil de l'eau de la compagnie. Le logiciel sera aussi intégré à l'ensemble des autres logiciels de gestion de l'eau en temps réel. En outre, on suivra l'implantation en cours du logiciel sur les bassins du lac Kénogami et de la rivière Gatineau. L'implantation du modèle sur quatre autres bassins est aussi prévue/ Centre de recherche d'Hydro-Québec(IREQ)/ Coll. : J.-P. Villeneuve, M. Bernier.

*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.

*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. : B. Sundby, A. Chappaz, R. Couture, S. Feyte.

Estuaire du Saint-Laurent

L'estuaire du Saint-Laurent compte parmi les plus grands. Il s'étire sur plus de 400 km en aval de Québec, sa profondeur atteint plus de 350 m et il reçoit plus de 1% de toutes les eaux douces déversées à l'océan mondial. Les processus estuariens qui contrôlent la distribution des éléments et de la matière organique dans la colonne d'eau et à l'interface eau-sédiment furent abondamment étudiés dans cet estuaire au cours des dernières décennies, mais les connaissances acquises sont réparties dans plus de 50 titres de la littérature scientifique internationale. Ce projet a pour but de faire une synthèse des connaissances sur la sédimentation, la réactivité des métaux traces, les sources et la composition de la matière organique, la diagénèse des sédiments et la contamination par les polluants organochlorés et métalliques, dans l'estuaire du Saint-Laurent. Cet ouvrage sollicité sera publié sous la forme d'un chapitre dans un livre sur les grands estuaires du monde/ Coll. : P. Wangersky (Springer Verlag).

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 à 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 (Pêches et Océans).

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'exerce 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 1000 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/Coll. : Y. Gratton, D. Gilbert (Pêches et Océans), B. Sundby (UQAR), A. Mucci (McGill).

*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 (3 ans), nos objectifs sont : i) de raffiner les modèles existants simulant l'effet de la variabilité saisonnière et inter annuelle 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 biosentelle. 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 bioaccumulation 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 réalisés en laboratoire et sur le terrain/ CRSNG/ Coll. : L. Croisetière, A. Michaud, J. Orvoine.

Accumulation des métaux chez les invertébrés à partir des sédiments, de l'eau et de leur nourriture

L'objectif de ce projet est de développer des modèles qui relient les concentrations de métaux dans les animaux benthiques à celles dans leur environnement, et de les vérifier sur le terrain. Pour appuyer les modèles de bioaccumulation sur des bases théoriques, il faut bien comprendre les processus chimiques et biologiques impliqués dans l'accumulation des métaux par les organismes. Si on voit un système aquatique comme étant composé de deux compartiments, soit la colonne d'eau et les sédiments (chacun comprenant des métaux dissous et particulaires), la première question fondamentale est de déterminer si les animaux obtiennent les métaux de ces deux compartiments. Des expériences suggèrent que plusieurs animaux benthiques obtiennent la majorité de leurs métaux de la colonne d'eau parce qu'ils maintiennent leurs galeries oxygénées en les irriguant avec l'eau surnageante 'oxique'. Nous voulons augmenter notre connaissance de leur comportement pour construire et irriguer leurs galeries. Une fois que nous aurons déterminé le compartiment majeur

d'où les animaux benthiques obtiennent leurs métaux, nous voulons déterminer de quelle source (nourriture ou eau) ils les obtiennent/ Réseau de recherche Metals In The Environment (CRSNG, Association minière du Canada, Ontario Power Generation)/ Coll. : L. Croisetière, A. Gosselin, A. Tessier.

Lyal HARRIS, professeur
Géodynamique

Mécanismes, géométries et expressions sismiques 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 sismique synthétique, et la modélisation numérique. Les résultats seront intégrés à des travaux de terrain. Ce projet propose que beaucoup de structures géologiques (telles que 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. : B. Hart (McGill); P. Rey, Université de Sydney, AUstralie (modélisation numérique), D. Hollingsworth (Tectonics Special Research Centre, Australia), J. Bédard (CGC).

Yvon HÉROUX, professeur
Géodynamique

Caractérisation des lithologies et de la porosité du champ gazéifère de Saint-Flavien : étude des puits Saint-Flavien n° 15, 16 et 17

L'objectif de ce projet est de décrire les divers types de lithologie et de porosité (intercristalline, vacuolaire et de fracture) et, s'il y a lieu, les phénomènes de dissolution qui contrôlent la porosité de ce réservoir pour stockage des gaz/ Intragaz/ Coll.: A. Chagnon

Nouvelle stratégie d'exploration pour les sulfures de métaux de base (Cu, Pb, Zn) du Bassin de Mistassini

Projet d'une durée de deux années, qui a pour but l'évaluation des ressources minérales du Bassin de Mistassini et l'élaboration d'une nouvelle méthodologie d'exploration minérale. Le bassin 'paléoprotozoïque' de Mistassini, situé à environ 70 km au nord de Chibougamau,

couvre une superficie de près de 6 000 km². L'exploration minière de ce bassin sédimentaire peu métamorphisé est difficile car les affleurements minéralisés ne montrent pas d'altération identifiable à l'oeil nu. L'objectif des travaux est de développer une nouvelle méthode d'exploration minière qui s'appuie sur des outils empruntés à l'exploration pétrolière. Ces outils, très sensibles aux sollicitations thermiques et chimiques de faible amplitude, permettent de discerner entre les contraintes thermiques et chimiques qui reflètent celles du dépôt initial, de celles résultant des fluides hydrothermaux métallifères et du métamorphisme. Ces données, essentielles à la formulation des modèles métallogéniques et à l'exploration minière, sont comparées aux résultats obtenus à partir des analyses géochimiques conventionnelles et des inclusions fluides/Ministère des ressources naturelles du Québec, Mistissini geological centre, DIVEX/ Coll.: B. Diagona, A. Chagnon, M. Richer-Lafleche, R. Moar.

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 culturales 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 culturales sur l'exportation vers les eaux de surface. Les retombées escomptées sont : i) la préservation de la qualité de la ressource (ex. identification des zones à risques); ii) la protection des usages (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 LAURION, professeure
Biogéochimie*

Influence des changements climatiques sur le réseau alimentaire microbien en milieu lacustre

Les changements environnementaux liés au climat et leur impact sur le milieu aquatique sont encore peu connus. Ils peuvent causer des modifications dans le régime hydrique et thermique des lacs et ainsi affecter la structure et la productivité de ces écosystèmes. Le réseau alimentaire microbien joue un rôle important dans les transferts d'énergie vers les maillons supérieurs de la chaîne alimentaire aquatique. Afin d'évaluer les effets des changements climatiques sur le réseau alimentaire microbien, nous devons identifier les facteurs sensibles au climat pouvant affecter l'environnement dans lequel ces organismes évoluent. La température, la concentration en matière organique dissoute et en nutriments et l'exposition au rayonnement solaire dans la

colonne d'eau, intimement liées au climat, sont des facteurs clés qui influencent la productivité des écosystèmes aquatiques. L'objectif général de ce programme de recherche est d'évaluer de quelle façon les changements dans les régimes thermiques et lumineux affectent la productivité à la base de la chaîne alimentaire aquatique. Pour répondre à cet objectif, le programme comporte à la fois des études sur le terrain et des manipulations expérimentales en laboratoire. L'emphase sera donnée sur l'étude du milieu nordique, là où les changements climatiques pourraient se manifester le plus rapidement/ FQRNT, Programme stratégique de professeurs-chercheurs, volet établissement de nouveaux chercheurs/ Coll.: P. Campbell, W. Vincent (Laval).

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

Les objectifs de ce projet de recherche sont la détection précoce de l'influence du réchauffement climatique sur les premiers maillons de la chaîne alimentaire 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 en milieu aquatique, le développement d'indicateurs 'biooptiques' (ex. détection de floraisons d'algues toxiques), l'évaluation du stress physiologique (ex. rayonnement ultraviolet et contaminants), 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/ Chercheurs principaux : I. Laurion et C. Gobeil/ Coll.: P. Campbell, A. Tessier, L. Hare.

Les mares 'thermokarstiques': un réacteur de carbone en milieu nordique

Le milieu nordique est largement influencé par les processus liés à la couche active du pergélisol. 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 thermokarstiques. Ces mares reposent sur un sol tourbeux ou argileux affectant la 'physico-chimie' de l'eau et les communautés qui y vivent. Malgré leur omniprésence dans le paysage nordique, très peu de données sont disponibles. L'objectif de cette étude est de décrire la limnologie de base de ces mares, puis d'examiner leur rôle dans l'exportation de carbone vers l'atmosphère

(CO₂, CH₄) et vers le milieu aquatique (matière organique dissoute et particulaire). Les rejets de carbone à partir des zones à pergélisol contribueraient à augmenter la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. 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./ CRSNG individuelle, CRSNG supplément nordique, CRSNG Arctic Net. Chercheurs principaux : Isabelle Laurion/ Coll. Centre d'études nordiques, W. F. Vincent (Laval).

*Denis LAVOIE, professeur associé
Géodynamique*

Évolution de la marge laurentienne au Paléozoïque : les ponts géologiques de l'Est du Canada (Programme CARTNAT de la CGC)

Les diverses activités menées dans le cadre de ce projet ont permis de générer de nouvelles connaissances sur la géométrie et l'évolution de l'ensemble de la marge paléozoïque et sa couverture quaternaire. De plus, l'acquisition de nouveaux profils sismiques et le retrait d'anciennes données, de même que de nouvelles données litho et biostratigraphiques, structurales, géochronologiques et géochimiques, ont permis de mieux apprécier le potentiel en hydrocarbures de l'Est canadien. Ce projet vise à reconstruire l'évolution de la marge continentale orientale de Laurentia au Paléozoïque, pour le secteur allant de Terre-Neuve jusqu'à l'extrémité sud de l'Ontario, et à proposer un modèle régional basé sur de nouvelles données et celles récemment générées par divers intervenants privés et/ou gouvernementaux. Le produit final (Géo-Atlas du Saint-Laurent ou GASL) synthétisera les connaissances de ce secteur de la plate-forme et du domaine appalachien. Ce produit, sur Internet, sera un document de travail et d'évaluation critique pour l'industrie des ressources naturelles dans l'Est du Canada. Depuis sa mise en marche, le programme CARTNAT a généré trois (3) volumes spéciaux sur la géologie et le potentiel en hydrocarbures de l'Est canadien, plus de cinquante (50) articles scientifiques, et deux cent cinquante (250) communications orales ou par affiches. Les nouveaux modèles géoscientifiques générés par ce projet sont définitivement un élément déclencheur de l'actuelle frénésie d'exploration des hydrocarbures dans l'Est canadien et à la base du nouveau projet 'multi-organisations' et 'multi-disciplines' « Énergie dans les Appalaches » financé par le programme de l'Initiative Géoscientifique Ciblée du secteur des sciences de la Terre de Ressources Naturelles du Canada/ Coll. : Université Laval, UQAC, UQAM, Université d'Ottawa, Memorial University of Newfoundland, University of Alberta, Dalhousie University, Ministère des Ressources naturelles du

Québec, New Brunswick Department of Natural Resources and Energy, Newfoundland Department of Mines and Energy/ CGC/ Coll.: E. Asselin (CGC-Q), J.H. Bédard (CGC-Q), A. Bolduc (CGC-Q), S. Castonguay (CGC-Q), K. Lauzière (CGC-Q), D. Lebel (CGC-Q), L. Nadeau (CGC-Q), S.J. Paradis (CGC-Q), M. Parent (CGC-Q), M. Savard (CGC-Q), C. Deblonde (CGC-Q), M. Luzincourt (CGC-Q), A. Smirnov (CGC-Q), J. Dietrich (CGC-C), G. Nowlan (CGC-C), M. Fowler (CGC-C), A. Okulitch (CGC-P), A. Achab, R. Bertrand, Y. Héroux, M. Malo, A. Tremblay, J. Riva, C. Beausoleil, J. Gagnon, S. Roy, S. Séjourne, A. Pinciv, M. Ross.

*Daniel LEBEL, professeur associé
Géodynamique*

Coordination de l'Entente INRS-CGC du Centre géoscientifique de Québec

L'année 2003-2004 s'inscrit comme une année charnière dans la poursuite de la nouvelle entente du Centre géoscientifique de Québec entre l'INRS-ETE et la CGC-Québec. Les équipes de recherche CGC-INRS ont complété plusieurs projets importants qui sont mentionnés dans le présent rapport. De plus, ces équipes ont généré et obtenu le financement de nouveaux projets conjoints, avec le support de la direction des deux organisations. Ces nouveaux projets de recherche concrétisent la volonté des deux partenaires de poursuivre leur collaboration à l'intérieur de domaines géoscientifiques d'intérêt commun. Parmi les faits saillants, mentionnons: a) la participation de la CGC-Québec à l'intérieur de plusieurs thématiques du projet DIVEX, financé par Valorisation Recherche Québec (VRQ); b) la prestation d'une expertise multidisciplinaire par une équipe de l'INRS-ETE dans le cadre d'un projet sur le potentiel en hydrocarbures des bassins frontières appalachiens du Paléozoïque inférieur et moyen, financé par la phase 2 de l'Initiative géoscientifique ciblée de la CGC; c) l'étroite collaboration, dans le domaine du changement climatique, qui a généré des résultats innovateurs sur l'impact des polluants atmosphériques sur la consommation du CO₂ par la forêt canadienne. Ceux-ci ont suscité l'intérêt de la communauté scientifique nationale et internationale et ont continué à rejoindre le grand public; et enfin, d) le rôle vital joué par les hydrogéologues de l'INRS-ETE dans l'avancement et le positionnement du programme sur les eaux souterraines de la CGC, dont la direction est basée à la CGC-Québec. Durant la dernière année, le projet d'hydrogéologie régionale des aquifères fracturés du sud-ouest du Québec a livré ses derniers résultats. L'équipe qui a travaillé à cet ambitieux projet a fourni des outils de gestion qui ont été utilisés par quatre municipalités, au nord de Montréal, pour concevoir leurs plans d'aménagement du territoire et de protection des aquifères. Quant à lui, le projet de cartographie hydrogéologique des aquifères transfrontaliers du bassin versant de la rivière

Châteauguay, réalisé en collaboration (CGC, INRS et ministère de l'Environnement du Québec), a pris son envol et a déjà réalisé des produits intéressants. Enfin, le 11 mars 2004, le programme sur les eaux souterraines organisait à Québec la revue annuelle de ses activités, dont le compte-rendu a été rapporté dans le bulletin d'information du programme, accessible à :

http://cgcq.rncan.gc.ca/cqsi/doc/NewsletterGWP_4A.pdf.

Le CGQ a participé à diverses initiatives pour promouvoir le rayonnement des géosciences au sein de la communauté régionale. Ainsi, le Centre a poursuivi sa contribution à la promotion de Géosciences Québec, le programme de maîtrise et de doctorat en sciences de la terre étant offert conjointement par l'Université Laval et l'INRS depuis 1993. En 2003-2004, plusieurs thèses de maîtrise et de doctorat ont été complétées sous la supervision de chercheurs de la CGC-Québec. Le CGQ a également supporté activement la tenue du congrès Québec Exploration 2003, organisé conjointement par le ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec et l'Association de l'exploration minière du Québec. Les chercheurs ont aussi collaboré étroitement à l'organisation du congrès conjoint du chapitre canadien de l'Association internationale des hydrogéologues et de la Société canadienne de géotechnique (octobre 2004), et à celle du congrès de l'Association québécoise pour l'étude du Quaternaire (mai 2004). Les efforts du comité organisateur du programme de conférences CGQ-Laval-MRN ont permis à la communauté géoscientifique de Québec de bénéficier d'une série de conférences d'intérêt. Le CGQ a aussi poursuivi ses objectifs de sensibilisation des enseignants aux sciences de la terre en offrant des excursions géologiques pédagogiques et en participant au congrès annuel de l'Association des professeurs de science.

Sur le plan de la gestion, les services partagés par les deux organismes ont été maintenus et élargis et attestent de la vitalité du partenariat. Des arrangements ont d'ailleurs été prévus pour que cette synergie soit maintenue et même accrue à l'intérieur du nouvel immeuble de l'INRS.

Le rapport annuel 2003-2004 du CGQ sera disponible en ligne en novembre 2004, au site web du CGQ (<http://www.cgq-qgc.ca>).

*Michel LECLERC, professeur
Hydrologie*

Cartographie du risque unitaire de dommage d'inondation

La cartographie des risques d'inondation représente un outil essentiel de prévention dans le cadre de la planification de l'aménagement du territoire, et chaque pays a sa propre méthode de cartographie élaborée en fonction des

pratiques particulières de gestion. À l'eau libre, l'évaluation du risque comprend une estimation des dommages potentiels résultant de la submersion et la caractérisation hydraulique des événements de crue ou d'embâcle en terme de niveau d'eau et de profondeur de submersion, ce qui sous-tend la disponibilité d'un modèle d'élévation assez précis et préférablement non biaisé du cours d'eau et de sa plaine de débordement, ainsi qu'une bonne estimation de la probabilité des événements problématiques. Si l'hydraulique à l'eau libre des cours d'eau peut être assez facilement obtenue par des méthodes traditionnelles de modélisation en 1D ou en 2D, il n'en est pas de même des embâcles, lesquels surviennent de façon très aléatoire dans le réseau hydrographique, avec des attributs de submersion tout aussi imprévisibles. Pourtant, plus de la moitié des dommages d'inondation au Canada est associé à ce type d'événement. Il est proposé de développer une méthode de cartographie intégrée et unitaire des risques d'inondation à l'eau libre et par embâcles, dont le résultat permettrait de prédire à l'avance, et en fonction du type d'implantation et de l'altitude du premier plancher des résidences à construire (ou pas), le pourcentage de dommages qu'une telle implantation subirait en un lieu particulier. Cette cartographie, dite unitaire, serait une représentation continue (2D) dans l'espace de l'espérance mathématique du pourcentage de dommages annuels potentiels subits par une résidence théorique/ CRSNG – Dépenses courantes.

Atelier sur l'état de l'art en matière de débits réservés écologiques et modélisation d'habitats piscicoles

L'atelier a pour but de faire le point sur l'état de l'art en modélisation des habitats fluviaux lotiques et lentiques, pour la détermination de débits réservés écologiques dans le contexte du développement hydroélectrique du Nord. Des conférenciers de réputation internationale seront invités à venir exprimer leur opinion sur un certain nombre de sujets, sélectionnées pour leur pertinence par rapport à la dérivation de cours d'eau à des fins hydroélectriques et au maintien de la disponibilité d'habitats en qualité et en quantité suffisantes pour en assurer la pérennité.

Expertise sur la modélisation d'habitats et les débits réservés écologiques - Projet Eastmain-Rupert

Le projet s'inscrit dans le cadre du développement hydroélectrique de la Baie James, plus précisément à la dérivation de la rivière Rupert vers la Eastmain. Un enjeu environnemental du projet est le débit réservé écologique des rivières Rupert, Lemare et Nemiscau. À l'heure actuelle, le débit réservé de la Rupert est fixé à au moins 20%, dans l'entente Boumouhnan. Toutefois, la valeur exacte de ce débit doit être déterminée, ainsi que les modulations que l'on devra y apporter selon les saisons. Pour ce qui est de la

Lemare, le débit reste entièrement à déterminer. Pour la Nemiscau, le débit est restitué à 100%, avec des modulations correspondant à un hydrogramme moyen. La simulation des habitats de poisson et la détermination des débits réservés selon la méthode de Modélisation des microhabitats (MMH) constituent l'approche méthodologique privilégiée pour les rivières Rupert et Lemare. La rivière Némiscau, quant à elle, ne fera pas l'objet de simulations d'habitats, puisque le volume d'eau total annuel sera restitué en aval du point de coupure. Le consultant Génivar inc. a été engagé pour réaliser les simulations d'habitat et proposer des scénarios de débit réservé écologique. Toutefois, comme le domaine des simulations évolue rapidement, il est essentiel que cette équipe soit appuyée par l'expertise de l'INRS, qui est un leader dans ce domaine. Le projet vise également à mesurer la performance des logiciels développés à l'INRS-ETE (HYDROSIM/MODELEUR/HYDROSIM) pour répondre à ce genre de besoin/Groupe-Conseil Génivar Inc/Coll.: Y. Secretan, P. Boudreau.

*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 points 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 pratiques agro-environnementales

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 labo, 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 entreposées 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. Bussièrre.

Bernard LONG, professeur
Géodynamique

Étude de l'évolution des littoraux des sites de Maria, de Bonaventure-St-Siméon, de Newport et de Cap-d'Espoir

Cette étude vise à documenter quatre sites, soit ceux de Maria, Bonaventure-Saint-Siméon, Newport et Cap- d'Espoir, afin de déterminer l'état sédimentologique et écologique actuel de chaque site, son cadre hydrodynamique (contrôlant la dynamique sédimentaire, entre le haut de plage et la limite sous-marine, de l'action des houles) et le potentiel actuel de remobilisation sédimentaire, dans le but de connaître le devenir du site et la possibilité de le réhabiliter dans un avenir rapproché. Ce travail a permis de connaître le potentiel de remaniement des matériaux, les axes de transport associés et les solutions de réhabilitation à entreprendre. Le travail effectué, durant la campagne de géophysique, a permis de déterminer la géométrie en trois dimensions des dépôts sous forme de cartes, la morphologie de surface et, en particulier, les répartitions des champs de rides et dunes sédimentaires sous forme de cartes de répartition des différents faciès sédimentaires de surface et des axes de transport, les structures sédimentaires, la nature des sédiments, le degré de compaction, et la porosité des sédiments. Les mesures hydrodynamiques ont, quant à elles, conduit à la détermination de la quantité de sédiments transportés par charriage et en suspension, du bilan sédimentaire général, de la vitesse d'érosion et de l'épaisseur de remobilisation/ Ministère des Transports du Québec/ Coll. : G. Desrosiers (ISMER), M. Ulmann (INRS).

COSTA-CANADA : Une contribution canadienne à l'étude de la stabilité de la pente continentale

L'objectif de ce projet est d'estimer la stabilité de la pente continentale le long de la marge continentale canadienne, des estuaires et des fjords, en regard des processus naturels et de l'activité humaine. Sur une période de quatre ans, nous comparerons des sites bien documentés de l'Atlantique et du Pacifique et nous développerons de nouvelles approches analytiques basées sur des données de terrain

et de laboratoire et sur une modélisation numérique des glissements de terrain sous-marins. Ceci nécessitera la mise en place d'une base de données précise et l'intégration de données de terrain (sondages sismiques) et de laboratoire (ex. essais de résistance) dans un modèle tridimensionnel représentant le domaine entier des risques de glissements de terrain sous-marins. Certains aspects reliés à la transition de légères coulées vers des mouvements catastrophiques seront aussi évalués avec des modèles physiques à échelle réduite. Cette visualisation sera incorporée à une nouvelle approche permettant de définir le danger, pour ensuite intégrer ce dernier à une méthodologie d'estimation du risque qui nous aidera à évaluer les risques de tremblements de terre, de glissements de terrains et de tsunamis dans un environnement marin donné/ Université Laval/ Coll. : J. Locat, J.-M. Konrad, S. Leroueil, B. H. (McGill) et D. Piper (CGC-Atlantic).

Étude de la courantométrie au site du futur port de Kuujuaq

Le site de la future installation portuaire de Kuujuaq sera construit sur une batture sableuse protégée par un lagg grossier de surface. Cette étude a comme objectif de mesurer les courants et les hauteurs d'eau en deux points sur la zone sableuse située en avant de la future installation portuaire de Kuujuaq. Ce travail consiste à : i) placer des courantomètres programmés pour enregistrer les courants et la hauteur d'eau (valeur moyenne sur une minute, relevée à chaque 10 minutes) pendant 15 jours; ii) effectuer une campagne de mesure de verticales des courants sur un cycle de marée, en cinq points, à raison d'une mesure chaque heure; et iii) faire le dépouillement et l'interprétation des données pour déterminer les variations temporelles des courants en relation avec les niveaux d'eau. Le travail effectué durant la campagne de mesure des courants a permis d'en déterminer la distribution temporelle au cours des cycles lunaires, les relations entre les vitesses des courants et les hauteurs d'eau, les distributions verticales des vitesses des courants au cours des cycles de marée, ainsi que le potentiel de transport sédimentaire relié aux courants sur le futur site portuaire/ Genium Consultants inc/ Coll. : Y. Ouellet (U. Laval), J.-F. Crémer (INRS).

Tailored geomatics application for geohazards and georesource exploration

Ce projet a pour objectifs : i) l'étude de l'érosion du littoral de la Gaspésie et de la morphologie de Moose MT (Alberta) par analyse de données LIDAR (Laser aéroporté) et photogrammétrie verticale et oblique; ii) la détermination de la validation des données en fonction des morphologie et géologie des affleurements (pendages horizontal et oblique, niveaux résistants, littoraux sableux, etc.); et iii) l'étude de la relation entre les zones d'érosion et l'avant-côte, pour déterminer le type de protection du littoral qu'il faut envisager. Ce projet est couplé avec celui de Transport

Québec, qui est en cours de réalisation/ GEOIDE Centre d'excellence/ Coll. : D. Kikwood (Laval), J. Pouliot(Laval), V. Tao (York), D. Perret (RNCAN-Qué), D. Forbes (RNCAN- Halifax).

Étude d'impact des élevages de mollusques sur l'habitat benthique lagunaire (Lagune de Grande-Entrée, Îles- de-la-Madeleine)

L'élevage de mollusques, aux Îles-de-la-Madeleine, représente une activité économique en pleine expansion. Cependant, un impact mesurable sur l'environnement marin pourrait être associé aux bénéfices économiques dérivant de cette activité 'maricole'. Aux Îles-de-la-Madeleine, les élevages de mollusques, qui ont débuté durant les années 1980 avec l'implantation de l'élevage des moules bleues dans les lagunes, ont pu avoir un impact sur la sédimentologie et sur les communautés benthiques des substrats sous-jacents aux élevages. Projet : Analyse de carottes par scanographie pour étudier les structures biogéniques dans le sédiment, afin d'évaluer l'espace d'occupation biologique de l'endofaune. Dans le cas d'une étude d'impact, la comparaison du EOB entre zones témoins et zones affectées peut alors fournir un indice de perturbation environnementale/ MAPAQ-UQAR/ Coll. J.-F. Crémer.

Étude bibliographique des impacts potentiels relatifs à l'exploration et à la production de gaz et pétrole dans le golfe et l'estuaire du Saint-Laurent

Ce projet fait suite à une volonté d'Hydro-Québec de lancer une vaste campagne de prospection de gaz et pétrole dans l'estuaire et le golfe Saint-Laurent au cours des dix prochaines années. Cette exploration devra comprendre une étude d'impacts de ces opérations sur les relevés de géophysique. Ce projet doit produire une étude bibliographique de ces impacts au niveau : i) des opérations de relevés de géophysique sur les mammifères marins et la faune marine en général; ii) des opérations d'exploration de l'environnement marin; iii) des opérations de production dans l'environnement marin; et iv) des opérations de transport dans l'environnement marin. Ce travail va permettre d'établir les conditions à remplir pour définir les études d'impacts futures. La phase 1, présentée ici, s'intéresse surtout aux expériences menées dans l'Est canadien et la phase 2 (à venir), à l'expérience mondiale/ Hydro-Québec, Vice-Présidence gaz et pétrole/ Coll. : J.-F. Crémer, Y. Gratton.

Étude des données existantes sur les dépôts quaternaires et sur le substratum rocheux de l'ouest d'Anticosti

Ce projet a pour but d'établir l'état des connaissances géologiques et sédimentologiques du secteur de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent situé à l'ouest d'Anticosti, afin de pouvoir planifier les recherches futures dans le cadre de la campagne de prospection de gaz

et pétrole au cours des dix prochaines années. Ce projet comprend: i) l'analyse du substratum rocheux à travers les données géophysiques existantes (SOQUIP, RNCAN et INRS); ii) l'analyse des relations terre-mer; et iii) l'analyse des données sur les sédiments quaternaires de l'estuaire et du golfe, et déterminant les différentes séquences quaternaires qui devraient correspondre aux différents stades inter-glaciers/ Hydro-Québec-Vice-Présidence Gaz et Pétrole/ Coll. J.-F. Crémer, N. Pinet et B. Hart.

Laboratoire multidisciplinaire de scanographie de Québec

Dans le cadre du programme « fond d'innovation » du FCI, l'INRS-Géoressources, en association avec l'Université Laval (Départements de géologie, génie civil et foresterie) et Forintek Canada, Division de l'Est, propose d'acquérir un CAT-Scan pour développer un Centre Multidisciplinaire de Recherche et Développement en Tomodensitométrie dans les domaines des sciences naturelles et génie. Cet outil, utilisé depuis 1985 par les compagnies pétrolières, sera le premier du genre à être installé dans une université canadienne. Les axes de recherche qui sont développés comprennent tant des mesures sur modèles de laboratoire que des développements de modèles mathématiques; ils seront orientés principalement dans les champs de recherche suivant:

-En géologie, cette infrastructure majeure permet des études tant sur les roches dures que sur les sédiments non consolidés à partir de carottes ou d'échantillons isolés pour déterminer les architectures internes des dépôts (lamines, surfaces de réactivation, fossiles et fracturations), les séries chronologiques de dépôts (analyse des dépôts cycliques), la porosité du milieu (porosité, teneur en eau ou autre composé), le degré de compaction des sols, des concentrations minérales, des structures des pergélisols, des glaces arctiques et échantillons paléogéologiques... -De plus, cette infrastructure est utilisée en foresterie où elle permet des analyses en 3D des structures internes, physiques, du bois (densité, humidité), la nature et l'extension des défauts internes.

Potentiel en Hydrocarbures des Bassins Frontières Appalachiens du Paléozoïque inférieur et moyen

Dans le cadre du programme IGC, RNCAN, en association avec Hydro-Québec, a mandaté l'INRS-ETE pour effectuer une levée sismique de haute résolution dans l'estuaire du Saint-Laurent, entre Matane et Godbout, en aval, et Les Escoumins, dans le but d'imager les séquences quaternaires pour préciser : i) l'évolution du remplissage quaternaire dans l'estuaire, en fonction des variations marines associées aux rebonds 'glacio-eustatiques' et des périodes de subsidences durant les glaciations. Ces séquences ont pu être partiellement ou totalement érodées durant les

épisodes glaciaires; ii) la superposition de séquences de remplissage de cônes de bas niveaux marins qui surmontent ou s'interdigent dans les séquences anciennes; iii) la présence de gaz naturel dans les successions sableuses, qui peuvent former d'excellents réservoirs pour un éventuel stockage de gaz naturel; iv) la présence d'hydrates de gaz, qui représentent une ressource gigantesque de combustible fossile; et v) le contact Quaternaire – Paléozoïque, ainsi que la structure épidermale du bassin pré-quaternaire en précisant la nature des contacts entre les diverses unités pré-quaternaires/CGC et HQ.

Comité d'experts sur les levées sismiques dans le golfe et l'estuaire du Saint-Laurent

Le comité d'experts identifiera les enjeux environnementaux associés aux campagnes proposées de levées sismiques dans le golfe et l'estuaire du Saint-Laurent. A cet effet, il fera état de la connaissance sur les techniques de levées sismiques, sur les impacts potentiels de ces activités sur le milieu naturel, sur les activités humaines et sur les modalités de réalisation aptes à atténuer leurs impacts. Le comité formulera ses recommandations sur l'opportunité d'un encadrement de ces activités aux plans technique et scientifique, et sur les conditions qui permettraient d'assurer le développement durable des ressources du golfe et de l'estuaire. Le comité produira un rapport qui sera rendu public et utilisé comme document de référence, pour la consultation qui sera conduite par le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement/ Ministère des Ressources Naturelle, de la Faune et des Parcs.

*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 sur les réseaux. 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. Concernant le volet Changements climatiques en milieu urbain, il s'agit, dans un premier temps, d'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.

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 Chartreuse 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 assemblés 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, quatre sous-projets sont réalisés à l'INRS-ETE au cours de la deuxième année, soit 2003-2004. Il s'agit des projets : i) Potentiel minéral du bassin de Mistassini : une réévaluation basée sur des outils empruntés à l'exploration pétrolière; ii) L'or de type Carlin, dans les Appalaches du Québec; iii) Atlas et stratégies de reconnaissance de systèmes hydrothermaux 'métamorphisés' aux faciès amphibolite supérieur et granulite; iv) 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, B. Diagona, V. Garnier, Y. Héroux, M. Richer-LaFlèche.

Maturation thermique, potentiel roche mère et géologie structurale des roches siluro-dévonniennes de la région des Monts Berry, Gaspésie

La compagnie Pétrolia a acquis des permis d'exploration pour les hydrocarbures dans la région des Monts Berry, dans le centre de la Gaspésie. Le potentiel en hydrocarbures de cette région est peu connu. Les travaux qui ont été réalisés en géochimie organique et en géologie structurale permettent d'orienter les travaux d'exploration futurs de la compagnie, pour l'implantation éventuelle d'un puits de forage/ Pétrolia/ Coll. : R. Bertrand.

Potentiel en hydrocarbures des bassins frontiers - Maturation thermique

Le projet s'est déroulé dans le bassin Ordovicien supérieur et Silurien du nord-ouest du Nouveau-Brunswick. Nous avons identifié les roches mères et leur niveau de maturation thermique par des études pétrographiques et géochimiques du kérogène (COT, Rock Eval). Les analyses de Rock Eval ont été faites sur tous les échantillons, précédemment analysés en pétrographie et réflectance, de la matière organique, afin d'homogénéiser la base de

données/ Commission géologique du Canada/ Coll. : R. Bertrand, D. Lavoie (CGC-Québec).

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.

Étude de la matière organique – Baie des Chaleurs et Île d'Anticosti

Divers contrats d'analyse de la matière organique ont été réalisés pour le compte de la division Pétrole et gaz d'Hydro-Québec. Un premier contrat a consisté à déterminer le type de matière organique et l'indice de maturation d'une série de roches provenant du bassin Ordovicien et Silurien de la région de la Baie des Chaleurs, en Gaspésie. Le deuxième contrat consistait à analyser de façon qualitative la distribution des hydrocarbures fluorescents dans la porosité de la roche réservoir du puits Chaloupe, à l'Île d'Anticosti/ Hydro-Québec/ Coll.: R. Bertrand.

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.

Richard MARTEL, professeur Géodynamique

Essais de lavage en bacs de sable pour la restauration in situ de sites contaminés par des liquides immiscibles

Les liquides immiscibles (LI), tels que les solvants chlorés, les BPC et les hydrocarbures lourds, ne peuvent être enlevés complètement des formations aquifères par les techniques conventionnelles (biodégradation, ventilation, pompage et traitement). La méthode de restauration in situ, dont nous voulons accélérer le développement, vise à nettoyer les sols avec des solutions de lavage contenant des tensioactifs, des alcools, ou un mélange de ces substances. Pour ce faire, les solutions de lavage sont injectées et pompées dans les sols à l'aide de puits. Un laboratoire, servant de banc d'essai des technologies de restauration, a été installé pour effectuer au préalable des essais de lavage de sols à une échelle intermédiaire. Les essais se déroulent dans des bacs de sable dont l'échelle est appropriée pour reproduire les conditions de terrain tout en permettant un contrôle expérimental rigoureux. Les essais en bacs diminuent les coûts et les temps de développement de la technologie puisque ces essais ne nécessitent pas de maintenir une équipe sur le terrain. Ce projet a pour objectifs de mettre au point les essais en bacs, de réaliser des essais de lavage de sols contaminés par des LI dans les bacs et de développer des capacités de modélisation numérique des processus de restauration/ FQRNT/ Coll. : R. Lefebvre.

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 hydro-géologique de sites d'entraînement sur les bases militaires de Wainwright

Les travaux de caractérisation sont requis dans les secteurs d'entraînement des bases militaires Wainwright et Suffield 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 seront en collaboration avec le RDDC-Val et CGC-Québec et complémentaire aux travaux qui seront effectués par des firmes spécialisées en environnement ou autres firmes qui seront engagées par l'INRS pour participer à l'étude de caractérisation. 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 cartes et rapport/Ministère de la Défense/ Coll. : Parent, M.CGC-Québec, Michaud, Y. CGC-Québec.

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 seront épandus à la surface de 6 colonnes contenant le sable du champs de tir Arnhem. Ces sols seront arrosés et l'eau interstitielle sera échantillonnée afin d'évaluer le transport des matériaux énergétiques et des métaux dans la zone non saturée. La contribution du fer et d'autres métaux lixiviés sera évaluée/ Ministère de la défense.

Support à la caractérisation hydro-géologique des champs de tir de Cold lake, Alberta

Support à la caractérisation environnementale des champs de tir de Cold Lake, Alberta pour évaluer le potentiel de contamination des eaux souterraines par des matériaux énergétiques et des métaux/ Ministère de la défense nationale/ 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 enfouis 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 la 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 donnée 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, Drogui, 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. Un 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, Drogui, 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 (engraissement, 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 plateforme 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.

Léopold NADEAU, professeur associé
Géodynamique

Cadre lithotectonique de la partie orientale de la province de Grenville : Transect Labrador-Québec (Programme de l'Initiative géoscientifique ciblée de la CGC)

Des travaux de géologie régionale et structurale ont été menés dans la séquence supracrustale du Groupe de Wakeham, entre Havre Saint-Pierre et Natashquan. Les levés menés à l'est de Natashquan ont révélé l'origine plutonique du domaine de La Romaine, qui renferme des roches volcano-sédimentaires et hydrothermales minéralisées en cuivre et au faciès des granulites. La découverte d'une intrusion litée à péridotite et troctolite minéralisée en cuivre, son potentiel en nickel, cuivre et platinoïdes et les évidences d'hydrothermalisme de métasédiments en milieu volcano-plutonique ont permis d'accroître la collaboration avec le MRN, afin de mieux cerner le potentiel économique régional. Ce projet est réalisé en partenariat avec les services géologiques du Québec et de Terre-Neuve et les universités. Il a pour but de dresser de nouvelles cartes et de mettre au point de nouveaux outils et modèles afin d'élargir les connaissances et d'établir de nouveaux cadres d'exploration pour l'est du Québec et le Labrador, connus pour leurs gisements de nickel-cuivre, de fer et de titane, de rang mondial/ CGC/ Coll. : L. Corriveau (CGC-Q), P. Brouillette (CGC-Q), F. Gervais, G. Scherrer, A-L Bonnet, S. Parsons, M. Malo.

Taha OUARDA, professeur
Hydrologie

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 fréquentiels 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, par exemple 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 (par 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, PARDE 02-3/ Coll. : B. Bobée, A.-C. Favre, A. St-Hilaire, V.-D. Hoang.

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

L'objectif du projet est d'étudier les scénarii 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 scénarii 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/réurrences (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 gestionnaires de l'eau au Québec concernant la correction du débit en présence d'un effet de glace; et iv) à 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 : pré-homogénéisation 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.

Expertise pour l'étude de la proposition pour le toit du Stade olympique

L'objectif du présent projet est de fournir l'expertise nécessaire, en terme d'analyse fréquentielle des variables climatiques, pour l'étude de la nouvelle proposition pour le toit du Stade olympique. M. Ouarda fera ainsi partie d'un groupe d'experts de différents domaines qui se pencheront sur l'évaluation de la nouvelle proposition. M. Ouarda sera chargé de fournir l'expertise concernant les fréquences d'occurrence de différents niveaux de dépôt et d'accumulation de neige sur le toit, ainsi que les charges en résultant. On rappelle que le présent toit, dont le dernier élément en fibre de verre fut installé en décembre 1998, s'est déchiré le 19 janvier 1999 à la suite d'une accumulation progressive d'eau (ponding), dans une dépression causée par le dépôt d'une quantité de neige au sol, des tempêtes maximales de 24 heures, des tempêtes continues ainsi que de toutes les tempêtes annuelles, par un modèle de dépassement. Il est également prévu de regarder l'impact des changements climatiques sur l'évolution de tel variables/Régie des installations olympiques.

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 Egyptiens les outils nécessaires pour pouvoir effectuer efficacement ces activités de conception et de suivi, et à appliquer ces outils aux données d'Egypte 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 REGIONS 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 et dont les retombées économiques sont importantes. L'objectif de ce projet de mettre à jour le logiciel Regions 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 de l'occurrence et de la récurrence des variables hydrométéorologiques extrêmes dans un cadre de changements climatiques – Avant Projet

Consortium Ouranos

*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 de 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 ledéveloppement, 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 (ex. humidité du sol, débits); iii) incorporer et analyser diverses algorithmes (ex. pour l'évolution temporelle) pour rendre les modèles plus robustes et efficaces; iv) comparer les modèles de Richards avec des modèles simplifiés (ex. équation de Boussinesq pour collines) pour évaluer les nouvelles hypothèses et formulations de processus hydrologiques; v) intégrer ces modèles simplifiés dans un système d'aide à la décision récemment développé, et générer des analyses de scénarios/ CRSNG.

*Michel PARENT, professeur associé
Géodynamique*

Exploration du diamant et dynamique glaciaire dans le nord du Québec (Programmes du Développement des ressources du Nord et de l'Initiative géoscientifique ciblée du SST, SOQUEM-Ashton)

Québec est à reconstituer les successions de systèmes d'écoulement glaciaire qui ont affecté ces régions. L'identification et la caractérisation de patrons de dispersion glaciaire polyphasée jouent un rôle déterminant sur les décisions relatives aux stratégies d'exploration de diverses substances, telles que des diamants, des métaux précieux ou de métaux de base. Les levés de sédiments d'esker effectués dans le corridor Saindon-Cambrien ont permis de confirmer le potentiel diamantifère d'une nouvelle région cible dans la partie est du corridor, là où de nombreux minéraux indicateurs kimberlitiques prometteurs ont été découverts. La publication de rapports promotionnels annonçant ces découvertes à l'occasion de la réunion du Prospectors and Developers Association of Canada a suscité beaucoup d'intérêt pour l'exploration du diamant dans cette région, lequel s'est manifesté par le jalonnement de plus de 500 titres miniers en quelques jours. L'intérêt engendré par ces travaux s'est aussi manifesté par des travaux de recherche en collaboration avec le tandem SOQUEM-Ashton sur leurs propriétés diamantifères Foxtrot-Renard dans la région des monts Otish/ CGC, SOQUEM-Ashton, de Beers Canada Exploration, Ministère des Ressources naturelles du Québec/ Coll. : M. Beaumier (Géologie Québec), S.J. Paradis (CGC-Q), R. Girard (IOS Services géoscientifiques inc.), N. Tassé.

Stratigraphie et architecture des formations quaternaires sur les bases militaires de Gagetown, Shilo, Wainwright et Valcartier (Programme Eaux souterraines du SST, Ministère de la Défense nationale)

Le projet fait partie d'un programme de caractérisation hydrogéologique de bases militaires canadiennes et vise à établir le cadre hydrostratigraphique des formations superficielles constituant le substrat de ces bases. Les modèles géologiques 2D ou 3D produits permettent non seulement d'établir l'architecture stratigraphique de ces formations mais elles servent aussi d'assise à l'identification, à la caractérisation et à la délimitation des aquifères granulaires locaux ou régionaux. L'intégration de ces données de sous-surface permet notamment d'évaluer les conditions de recharge des nappes souterraines ainsi que leur vulnérabilité à la contamination/ Ministère de la Défense nationale, CRDV/ Coll. R. Martel, R. Lefebvre, Y. Michaud (CGC), Cogéo Consultants Inc.

*Didier PERRET, professeur associé
Géodynamique*

Risques géologiques – Évaluation de l'aléa glissement de terrain dans les basses terres de l'est du Canada

Les dépôts argileux des basses terres de l'est du Canada peuvent être affectés par des glissements de terrain dont la fréquence et l'ampleur représentent un risque parfois important pour les personnes et les biens. La CGC-Québec a lancé différentes études visant, d'une part, à mieux connaître ces phénomènes naturels, et d'autre part, à développer des outils facilitant la prise de décision en matière d'aménagement et de gestion du territoire dans les régions exposées. Les travaux de recherche portent sur le rôle des précipitations dans le déclenchement des glissements de terrain superficiels. Le principal objectif est d'établir à terme un système d'alarme basé sur la définition de seuils hydro-météorologiques, afin d'émettre des avis de vigilance lorsque les conditions deviennent critiques pour la stabilité des talus argileux. Par ailleurs, des procédures d'évaluation semi-quantitative de l'aléa associé aux glissements de terrain ont été élaborées en construisant des arbres décisionnels d'événements et de défaillance. Nos principaux partenaires gouvernementaux sont le ministère des Transports du Québec, le ministère de la Sécurité Publique du Québec, et Sécurité Publique et Protection Civile Canada/CGC/ Coll. : C. Bégin (CGC-Q), M. Parent (CGC-Q).

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

Ce projet vise l'étude des minéralisations de Cr-ÉGP du Complexe intrusif de Ménarik. Des études géochimiques, pétrographiques et minéralogiques ont été réalisées afin de comprendre le mode de mise en place des minéralisations et d'en estimer le potentiel économique. Ces données permettent l'optimisation des procédés de séparation minéralurgique et métallurgique. Un volet géophysique a été réalisé afin d'évaluer l'extension latérale des zones minéralisées. Ainsi, des levés magnétométriques, gradiométriques et électromagnétiques ont été réalisés afin d'obtenir les informations et les modèles nécessaires au déroulement des futures campagnes de forage/Ressources minières Pro-Or inc./ Coll.: M. Bergeron.

Développement d'un procédé de traitement de chromites platinifères

Ce projet vise à développer une technologie de carbochloruration permettant l'extraction des ÉGP à partir de minerais de chromite platinifère. Simultanément, cette nouvelle technologie permet l'enrichissement du rapport Cr/Fe de la 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.

Géochimie des lanthanides dans les minéralisations polymétalliques

Des études récentes montrent que les terres rares peuvent être utilisées pour caractériser, a posteriori, la nature des fluides impliqués lors de la formation des gîtes de métaux de base. Cette approche pourrait s'avérer utile pour palier l'absence de données thermogéochimiques sur les fluides responsables de la formation des gîtes de sulfures massifs volcanogènes archéens. Compte tenu de la très faible mobilité des terres rares lors du métamorphisme régional, ces éléments pourraient être utilisés comme traceurs des processus hydrogéochimiques. Contrairement aux gîtes volcanogènes récents, nous connaissons peu la nature des fluides impliqués lors de la formation des gîtes volcanogènes archéens. Pour documenter la nature de ces fluides, nous utilisons une approche inverse basée sur la signature en terres rares et autres éléments traces (par ex. Th, Zr, Hf, Nb, Ta) des sulfures archéens. Ces données devraient permettre d'évaluer certaines caractéristiques physico-chimiques des fluides minéralisateurs. Pour l'industrie minière, les conclusions de nos travaux seront directement utilisables dans les phases tactiques des programmes d'exploration minière en terrains tectonisés et métamorphisés/ CRSNG, Cambior inc., Mines et Métallurgie Noranda, SOQUEM, Mines Aurizon inc.

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 à la maîtrise (INRS-ANU) et une codirection d'un étudiant au doctorat (U. Laval-INRS). Ces projets touchent 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). Des essais géophysiques, magnétométriques, gradiométriques et électromagnétiques ont été réalisés sur des sites de fouilles archéologiques dans la région de Québec (Limoilou / briqueterie, Cap-Santé / Fort-Jacques-Cartier) et à LaPrairie. 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 hydrogéochimique des eaux de la rivière St-Charles et de ses principaux tributaires

Ce projet vise la compréhension des processus impliqués dans le transport et le fractionnement des lanthanides, actinides et autres éléments à fort champ ionique dans l'eau et la matière en suspension de rivières drainant le bouclier canadien. Une application de ces études est de

définir des rapports d'éléments traces permettant d'identifier la provenance de la matière en suspension (fraction minérale silicatée) et de pouvoir quantifier le taux de mélange sédimentaire/ CRSNG, Ville de Québec.

Étude géochimique de sols forestiers de bassins-versants du TADPA

Le projet de recherche, vise à caractériser et calculer les bilans d'accumulation et de lessivage des cations basiques des sols forestiers en réponse aux processus pédogéniques naturels et anthropiques affectant les stations du réseau TADPA. Ces données vont permettre de mieux comprendre les effets des précipitations acides sur les sols reposant sur le bouclier canadien/ Environnement Canada (Centre-St-Laurent), Direction de la recherche forestière (MRNQ).

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/ Environnement Canada, 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. (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 (2100 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, A. Mailhot, M. Bernier.

Planification pour gestion intégrée par 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 s'attarde aux données sur la qualité de l'eau. Quant à la deuxième mission, l'accent porte 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 support technique continu, les principaux livrables de ce projet incluent: i) la rédaction d'un devis de numérisation de données géoréférencées au 1/25000; 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 agricoles 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, S. Tremblay, S. Campeau (UQTR et professeur invité à l'INRS-ETE), A. Mailhot, Villeneuve, J.-P.

Développement d'un outil géomatique d'aide à la protection des milieux humides forestiers en terres publiques

Ce projet porte sur le développement d'un outil géomatique pour l'analyse et le traitement de données nécessaires à la caractérisation et à la classification cartographique des milieux humides. L'ensemble des tâches consiste à: (i) identifier sur les cartes écoforestières numériques les milieux humides présents sur le territoire à l'étude; (ii) déterminer à l'aide de fonctions SIG (Arc View) les informations quantitatives requises par la méthode de classification des milieux humides, (iii) identifier les manipulations SIG pour le traitement des données numériques nécessaires au calcul de la cote attribuée à chacun des milieux humides (i.e., valeur numérique caractérisant l'importance du milieu au maintien de la qualité de l'eau en milieu forestier à l'échelle d'un bassin versant); (iv) définir les étapes de manipulations SIG pouvant être programmées dans une procédure informatique pour automatiser la classification numérique des milieux humides par les différents intervenants visés et ce afin de rendre exportable cette classification à d'autres bassins versants ou zones écoforestières et (v) cartographier les cotes de tous les milieux humides du territoire à l'étude/ Corporation d'Aménagement et de Protection de la rivière Sainte-Anne (CAPSA), Saint-Raymond, Portneuf/ Coll. : L. François, S. Tremblay, Villeneuve, J.-P.

Utilisation d'un indice topographique de la tendance naturelle au ruissellement de surface : faisabilité de l'approche dans le contexte de la dérivation d'un indice de risque de perte de phosphore à l'environnement

Pour les versants de pente faible à modérée recouverts de sols peu profonds sur assise de rocs ou dépôts meubles imperméables, le ruissellement de surface peut être fortement corrélé à un indice de similitude hydrologique basé sur des considérations topographiques, du moins sous des conditions climatiques tempérées où le ruissellement par saturation domine. Suivant ce concept, toutes les mailles topographiques d'un bassin ayant une valeur similaire d'indice ont une tendance naturelle à

développer des conditions similaires de saturation et d'écoulements de surface en zone saturée. Dans un contexte de sols riches en phosphore (P), et propice au ruissellement de surface par saturation, la connaissance des valeurs d'un indice topographique pourrait ainsi illustrer la distribution spatiale des zones à risque de perte de P à l'environnement aquatique d'un bassin versant. L'objectif de cette étude d'avant-projet est d'investiguer la faisabilité d'intégrer à la composante hydrologique de l'indice de risque de pertes de P d'Agriculture et Alimentation Canada (IROWC-P) un indice topographique de similitude hydrologique/ Agriculture et Alimentation Canada, Sainte-Foy/ Coll. : R. Quilbé, Villeneuve, J.-P.

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, A.P. Plamondon (Responsable), C. Camiré (Université Laval)

*Martine M. SAVARD, professeure associée
Géodynamique*

Cartographie des aquifères fracturés du sud-ouest du Québec (AFSOQ)-(Basses-Terres du Saint-Laurent)

Cette collaboration multidisciplinaire et multiinstitutionnelle a été réalisée dans le but d'aider les autorités locales à prendre des décisions rationnelles relatives à l'aménagement de leur territoire ainsi qu'à la gestion et à la protection de leurs ressources en eaux souterraines dans une perspective de développement durable. Le projet a permis, plus

spécifiquement, de développer une méthodologie pour la caractérisation, à l'échelle régionale, des aquifères dans les roches sédimentaires fracturées, de caractériser le système aquifère du sud-ouest québécois, ses propriétés hydrauliques et la qualité de ses eaux souterraines et de quantifier la disponibilité des ressources en eau souterraine dans quatre municipalités régionales de comté. L'excellente collaboration entre les divers participants aura permis de développer les assises d'une approche nouvelle qui sera citée en exemple aux fins d'inventaires des eaux souterraines à travers le Canada, et le projet s'avérera déterminant dans la mise en œuvre de stratégies de développement durable pour de nombreuses communautés au Québec et au Canada, en particulier en milieu rural et semi-urbain/ CGC, Développement Économique Canada, ministère de l'Environnement du Québec, Conseil régional de développement des Laurentides, municipalités d'Argenteuil, de Deux-Montagnes, de Mirabel et de Thérèse-de-Blainville/ Coll. : É. Boisvert (CGC-Q), A. Bolduc, É. Bourque (CGC-Q), S. Castonguay (CGC-Q), N. Fagnan, K. Lauzière (CGC-Q), D. Lavoie, M. Luzincourt (CGC-Q), Y. Michaud (CGC-Q), M. Nastev (CGC-Q), D. Paradis (CGC-Q), M. Parent (CGC-Q), A. Rivera (CGC-Q), A. Smirnoff (CGC-Q), R. Lefebvre, R. Martel, V. Murat, G. Karanta, V. Cloutier, M. Ross, Université Laval, Université Queen's, Environnement Canada, ministère des Transports du Québec, USGS.

Étude du cycle de l'azote dans le système aquifère de l'Île-du-Prince-Édouard

Les aquifères de l'Île-du-Prince-Édouard (IPE) constituent la seule source d'eau douce pour les usages privés, industriels et agricoles. Dans de nombreux secteurs de l'île, les concentrations en nitrates des eaux souterraines excèdent le niveau naturel attendu. Les eaux souterraines jouent un rôle actif dans le cycle d'azote en agissant comme moyen de transport des diverses molécules azotées dissoutes, et comme médium de transformations chimiques et biogéochimiques des formes nitrées. On suppose que l'épanchement d'engrais chimiques pour la culture de la pomme de terre constitue la source principale des nitrates. Ces derniers, en excès dans les sols, seraient amenés avec les eaux souterraines jusqu'aux puits privés et aux principales rivières, sans dénitrification microbienne parce que le niveau d'oxygénation des aquifères ne favorise pas ce processus. Une meilleure compréhension de cette dynamique est nécessaire pour réduire les effets néfastes des nitrates sur IPE. Est-il possible de mieux comprendre la provenance des nitrates des eaux souterraines? Peut-on quantifier le cycle annuel de l'azote à l'échelle d'un bassin versant? À l'échelle de l'île entière? Est-ce que les changements climatiques auront un impact majeur sur la qualité des eaux souterraines à l'IPE?

Le projet IPE cycle N vise à suivre les molécules du cycle de l'azote en utilisant des isotopes de l'azote et de l'oxygène aussi bien que leurs concentrations, depuis les sols, à la nappe aquifère, jusqu'aux cours d'eau, et ce, à l'échelle d'un bassin versant. Une extension de ce projet permettra de modéliser les effets de changements climatiques sur les concentrations en nitrates des eaux souterraines pour l'ensemble de l'Île-du-Prince-Édouard/ CGC, Fonds d'Action sur les Changements Climatiques, Agriculture et Agroalimentaire Canada, PEI Energy & Environment, PEI Agriculture & Forestry/Coll. D. Paradis, A. Smirnov, M. Luzincourt, C. Rivard.

Étude dendrogéochimique de la contamination de l'environnement par les métaux

Au cours de sa dernière année, le projet visait à : i) analyser la composition chimique des cernes de croissance d'arbres situés à proximité de fonderies et la comparer avec celle d'arbres provenant de régions non contaminées; ii) produire une courbe continue des variations temporelles permettant de distinguer les contributions anthropiques des niveaux naturels; et iii) développer un nouvel outil de biomonitoring environnemental de haute résolution temporelle combinant la géochimie isotopique et élémentaire de même que la dendrochronologie. Les résultats de la dernière année du projet ont permis de renforcer les tendances spatiales et temporelles déjà présentées. En effet, les analyses dendrogéochimiques d'un troisième arbre pour chacun des sept sites sélectionnés confirment les interprétations de cause à effet entre l'intensité des émissions de la fonderie Horne et l'accroissement des concentrations en Cd, Pb et 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/ CGC/ Coll. : C. Bégin (CGC-Q), M. Parent (CGC-Q), A. Smirnov (CGC-Q), M. Luzincourt (CGC-Q), J. Marion, X. Hou, N. Tassé; Université du Nouveau-Mexique.

Étude de l'impact de la pollution atmosphérique sur la séquestration du carbone par la forêt

La forêt assure le transfert du carbone de l'atmosphère à la biosphère continentale et constitue aussi un puits de carbone important au Canada. Les études géochimiques récentes suggèrent une augmentation de la production photosynthétique forestière due aux concentrations plus élevées de fertilisants tels que le CO₂ de l'atmosphère. Cependant, il a récemment été démontré que l'efficacité photosynthétique des arbres est amoindrie en présence de polluants potentiellement toxiques (SO₂ et O₃). Si la forêt polluée diminue sa consommation de CO₂, quel en est l'impact sur le bilan annuel canadien du CO₂? La forêt boréale non-polluée compense-t-elle pour la mauvaise performance de la forêt exposée aux

polluants? Pouvons-nous évaluer la prise nette de carbone des forêts en zones péri-urbaines en employant les isotopes de l'oxygène et du carbone?

Ce projet de trois ans vise à contribuer à la quantification du stockage du carbone dans les forêts canadiennes dans les dernières décennies. L'approche scientifique préconisée compare le bagage isotopique de cernes de croissance produits en zones exposées (péri-urbaines) et en zones théoriquement non-exposées (rurales)/ CGC, Service canadien des Forêts, Centre canadien de télédétection/ Coll. : C. Bégin, J. Marion, A. Smirnov, M. Luzincourt;

Développement analytique - «Spectrométrie de masse de rapports isotopiques à débit continu en mode d'extraction membranaire»

L'objectif du projet de recherche est de développer une interface à flux continu qui permette d'extraire, d'isoler et de concentrer des composés chimiques organiques de matrices liquides pour l'analyse isotopique du carbone et de l'hydrogène. Puisque l'analyse isotopique de ces matrices exige une extraction souvent à partir de faibles concentrations, sans modifier chimiquement la molécule, et qu'elle requiert de minimiser et connaître la discrimination isotopique engendrée par les procédés physico-chimiques d'extraction, l'utilisation de membranes s'avère une avenue prometteuse et innovatrice de l'approche expérimentale. Ces travaux expérimentaux échelonnés de 2002 à 2005 s'effectuent en partie au Delta-Lab de la CGC et dans les laboratoires de firmes partenaires/ CRSNG, Agriculture et agroalimentaire Canada, Industrie (Phytronix, Citadelle)/ Coll.: A. Tessier, P. Tremblay, A. Smirnov, MAPAQ, Université Laval, Centre ACER.

*Yves SECRETAN, professeur
Hydrologie*

Système d'évaluation et de gestion des risques d'inondation en milieu fluvial (SEGRI)

Le projet vise la problématique des risques actuels d'inondation, ceux reliés aux éléments vulnérables existants. Nous espérons en effet, par une approche curative complémentaire prenant acte de la situation présente, contribuer à mieux diagnostiquer la nature et le coût récurrent des risques actuels, et à les résoudre. Puisqu'elle contribuera à réduire à long terme les dommages, elle a également les qualités d'une approche préventive. Le projet vise à développer une méthodologie intégrée qui cherche d'abord à : i) établir le bilan des risques actuels d'inondations sur un cours d'eau; ii) élaborer une stratégie intégrée de réduction des risques qui se justifie par sa rentabilité économique, tout en respectant des critères de durabilité, de respect du milieu naturel et d'équité entre les divers intervenants; et iii) gérer le risque résiduel par une concertation des

intervenants et une mise à niveau continue des plans de mesures d'urgence. De nouveaux instruments de calculs informatisés faisant appel à la géomatique et à la modélisation numérique seront élaborés. Le projet global vise aussi à démontrer la faisabilité et la pertinence de l'approche par une application à un tronçon de la rivière Chaudière/ FAQDD/ Coll. : M. Leclerc, P. Boudreau, Ville de Sainte-Marie.

Estimation du débit d'un cours d'eau par l'utilisation de la modélisation hydro-dynamique : étude de faisabilité

Environnement Canada désire évaluer de nouvelles méthodes d'estimation du débit comme alternatives aux relations niveau-débit classiques utilisées actuellement et qui nécessitent normalement la présence d'un seuil. L'objectif du travail proposé est d'évaluer la faisabilité d'appliquer différentes méthodes numériques pour estimer le débit d'un cours d'eau. L'accent sera mis principalement sur l'évaluation du potentiel de la modélisation hydraulique unidimensionnelle, mais n'exclura pas les formes plus simples de modélisation hydraulique, telles que les modèles de type Manning ou Chézy, lorsque applicables. Les formes plus élaborées (bidimensionnelle et plus) ne feront pas l'objet d'analyses approfondies. Seules les expériences passées de cette nature, rencontrées dans le cadre de la recherche bibliographique, seront consignées au rapport/ Environnement Canada/ Coll. : M. Leclerc, P. Boudreau.

Simulation de la température de l'eau du fleuve dans la région des îles de Boucherville

Environnement Canada veut étudier la possibilité d'utiliser la simulation numérique des températures du fleuve afin d'étudier les habitats de fraye du brochet. En effet, l'éclosion des oeufs est contrôlée par le nombre de degrés*jours accumulés ainsi que par des bornes minimales et maximales permises. À cette fin, nous allons simuler l'évolution de la température du milieu en fonction des paramètres météorologiques, dans la région des îles de Boucherville. La simulation sera faite pour une période de deux mois, avec un pas de temps horaire. Les résultats seront comparés avec des mesures de températures/ Environnement Canada/ Coll. : P. Boudreau.

Prototypage de la trousse de travail interactive pour estimer le débit d'un cours d'eau

Environnement Canada désire se doter d'un nouvel outil pour estimer le débit d'un cours d'eau. Cet outil devra être simple à utiliser, fiable et être adapté aux différents types de cours d'eau qu'on retrouve au Canada. Cette nouvelle approche permettra de choisir des tronçons de rivières moins dangereux pour les personnes devant effectuer des mesures sur le terrain pour en établir le débit. Cette souplesse accrue dans le choix des sites de mesure

permettra également de les localiser à des endroits mieux situés par rapport aux besoins des clients et des bureaux locaux d'Environnement Canada. L'outil à prototyper prendra la forme d'une trousse de travail interactive destinée à être utilisée par le personnel technique d'Environnement Canada. Cette trousse guidera son usager dans le choix et le déploiement de l'approche numérique (modèles) la plus appropriée en fonction des conditions physiques propres à chaque cours d'eau. L'objectif du travail proposé est de procéder au prototypage de cette trousse de travail interactive et de préciser les besoins en matériel, en données ainsi que la précision requise pour ces données/ Environnement Canada/ Coll. : M. Leclerc, P. Boudreau.

Modélisation de la baie de Guajara

L'IESAM (Instituto de Estudo Superiores da Amazônia, Brésil) et l'UFPA (Universidade Federal do Para, Brésil), en partenariat avec l'INRS-ETE, veulent construire un modèle de la baie de Guajara, située dans l'estuaire de la Guajara, dans la région délimitée par la baie de Marajo et les rivières Para et Guama (État du Para, Brésil) afin d'en analyser les risques environnementaux. Ceux-ci sont principalement associés aux rejets de la ville de Belém et au transport d'hydrocarbures. Le modèle doit permettre d'analyser la dynamique des courants dans la baie qui est soumise à la marée ainsi que le transport-diffusion des divers polluants. Notre contribution comprend la mise à disposition de licences académiques pour les logiciels Modeleur/Hydrosim/Dispersim, la formation des chercheurs brésiliens et l'aide au démarrage du projet. Ce projet est subventionné par le CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), l'équivalent du CRSNG au Brésil/ CNPq/ Coll. : P. Boudreau.

Modélisation bidimensionnelle des cotes de crues de la rivière des Mille-Îles

Le centre d'expertise hydrique veut modéliser à l'aide des logiciels Modeleur/Hydrosim les cotes de crues de la rivière des Mille-Îles pour lesquels ils demandent du support à la modélisation et à l'utilisation des logiciels. Coll. : M. Leclerc, P. Boudreau.

*André ST-HILAIRE, professeur
Hydrologie*

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 durant la crue printanière de 2003, à l'exutoire des bassins de sédimentation sur des tourbières du Nouveau-Brunswick exploitées par Premier Horticulture Ltée; ii) utiliser une approche d'analyse fréquentielle régionale pour

l'estimation des quantiles (débits avec période de retour de T années, où T = 10, 20, 50, 100 ans) et faire une étude de l'adéquation des bassins de rétention en fonction de cette analyse régionale; et iii) 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. Bobée, T.B.M.J. Ouarda.

Estimation du contenu en information des séries chronologiques d'apport

Cette étude traite de l'application de méthodes d'évaluation du contenu en information du réseau hydrométrique. Les mesures de débits sur les bassins et sous-bassins-versants situés à proximité des ouvrages d'Hydro-Québec sont importantes parce qu'elles permettent de valider et d'ajuster les prévisions en fonction de la variation réelle des débits observés. Hydro-Québec continue à investir des ressources importantes dans la densification du réseau hydrométrique. Cet investissement doit être basé sur une analyse quantitative de l'information ajoutée par l'augmentation du nombre de stations de jaugeage. L'objectif général de la présente étude est donc de tester une méthodologie permettant d'évaluer le contenu en information supplémentaire associé à l'ajout de stations hydrométriques. Les objectifs spécifiques des travaux résumés dans ce document sont: i) d'adapter les méthodes d'évaluation du contenu en information à l'étude de l'adéquation du réseau hydrométrique pour la validation des apports; et ii) d'appliquer les méthodes adaptées à deux études de cas (régions des Cascades et de La Grande)/ Hydro-Québec/ Coll.: B. Bobée, T.B.M.J. Ouarda, M. Lachance.

Modélisation statistique de variables abiotiques d'habitat aquatique (2003-2007)

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

Ce projet est un complément au projet «Étude hydrologique et statistique sur la conception et l'efficacité de bassins de sédimentation pour les tourbières exploitées» et consiste à faire la comparaison des concentrations de solides en suspension mesurées en continu dans les cours d'eau situés en aval de trois tourbières exploitées et d'un site contrôle, non exploité. La modélisation statistique de ces séries chronologiques permet d'établir quelles sont les variables hydrologiques importantes qui déclenchent le dépassement des normes provinciales de turbidité. Les recherches en cours concernent: i) le suivi de la turbidité au printemps et à l'automne en aval de trois tourbières; ii) la modélisation statistique des séries chronologiques à l'aide de la régression logistique et d'autres méthodes multivariées. / Entente de coopération Québec-Nouveau-Brunswick/ coll. S. Courtenay, A. Boghen, T.B.M.J. Ouarda, B. Bobée, C. Diaz Delgado.

Normand TASSÉ, professeur Géodynamique

Site minier Manitou : caractérisation du milieu et des processus en vue d'une restauration

Après plusieurs années d'essais de revalorisation des résidus miniers, les propriétaires du site minier Manitou, non loin de Val-d'Or, ont dû déclarer faillite. Le site est donc maintenant sous la responsabilité de la Couronne, qui doit procéder à sa restauration. Près de 6.7 millions de tonnes (Mt) de résidus sulfureux libérant de l'acide et des métaux lourds se retrouvent dans deux parcs aux marges instables, entourés d'un autre 3.3 Mt répandus sur une superficie de 91 ha. De plus, 0.7 Mt de résidus jalonnent près de 6 km de ruisseau sur un total de 51 ha et y entretiennent le niveau de contamination. La restauration pose donc un défi important, tant au point de vue technique que financier. Après identification précise de tous les besoins d'intervention, le projet vise à recueillir toute l'information requise pour planifier une restauration permettant une démarche véritablement intégrée. Il est en effet certain que plusieurs technologies de restauration devront être mises en oeuvre, et le projet entend réunir tous les éléments requis pour faire un choix éclairé de techniques complémentaires et efficaces au meilleur coût possible/ MRNQ.

Restauration des sols contaminés par le sel

Les sols contaminés par des sels communs, suite à des activités agricoles ou industrielles, acquièrent des propriétés physiques extrêmement nuisibles au rendement des cultures. Les civilisations mésopotamiennes leur doivent leur disparition, il y a plus de 5 000 ans, et ce problème affecte de nos jours une grande proportion des régions sub-tropicales,

souvent déjà affligées de sous-développement. Le projet vise dans un premier temps à identifier les technologies de décontamination éprouvées et potentielles, à déterminer leur impact observé ou potentiel sur les propriétés pédologiques des sols et à circonscrire les avantages et désavantages techniques et financiers associés à leur mise en oeuvre/ Biogénie.

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.

Mobilité géochimique des métaux dans les sédiments : influence de la diagenèse

Les réactions chimiques et biologiques dans les sédiments peuvent influencer la distribution verticale de métaux traces et compromettre l'utilisation des profils de métaux sédimentaires comme enregistrements historiques. Dans cette étude, nous examinons le comportement géochimique et nous déterminons la mobilité post-dépôt de métaux traces (Hg, Cd, Zn, Ni, Pb) dans des sédiments de lacs. Nous étudions aussi les possibilités d'utiliser des techniques *in situ* (micro-électrodes voltamétriques d'iridium, DET, DGT) pour améliorer la résolution verticale des profils d'eau interstitielle et mieux comprendre les processus diagénétiques/ CRSNG, Association Minière et Hydro-Ontario/ Coll. : R. Carignan, L. Rancourt, C. Gallon, L. Beaudin, C. Gobeil, R. Quirion, L. Bérubé, L. Laforte, A. Perron.

Importance du soufre réduit dans le contrôle de la spéciation des métaux traces dans les eaux de surface du bouclier canadien

Les espèces de soufre réduit comme les sulfures et polysulfures peuvent influencer fortement la spéciation des métaux dits de classe B. Des études récentes ont montré la présence de sulfures dissous dans des eaux oxiques qui résistent à l'oxydation. Si ces sulfures sont importants dans les eaux oxygénées, il faudra en tenir compte dans les études de bioaccumulation des métaux par les organismes aquatiques. Par ailleurs, on a montré la présence de sulfures et de polysulfures dans des eaux interstitielles lacustres anoxiques et on soupçonne qu'ils contrôlent la spéciation de métaux comme le Cu et le Hg. Actuellement, les modèles de spéciation ne tiennent pas compte des complexes des métaux avec les polysulfures. Dans ce projet, nous visons à : i) déterminer si les eaux oxiques des lacs du bouclier canadien contiennent des concentrations mesurables de soufre réduit; et ii) mesurer la solubilité du soufre élémentaire dans l'eau de façon à pouvoir inclure les constantes de stabilité des complexes des métaux avec les polysulfures dans les modèles de spéciation/ CRSNG, Association Minière et Hydro Ontario/ Coll. : F. Wang, L. Rancourt.

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-Alloul, F. Denizeau, C. Jumarie, L. Poissant, M. Twiss, F. Wang.

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 classer 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 Allican 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*

Développement de technologies d'enlèvement et de récupération des métaux présents dans les rejets industriels et urbains

Ce projet de recherche s'inscrit dans les efforts conduits, depuis plusieurs années, par les chercheurs impliqués dans cette demande du développement de technologies de décontamination, de récupération et de recyclage de métaux toxiques de divers rejets urbains et industriels. Les boues d'épuration municipales et industrielles, les sols et les sédiments, les

terris miniers sulfureux constituent des sous-produits souvent contaminés par les métaux et peuvent représenter un risque pour les écosystèmes. Un premier projet consiste à tester et à mettre au point des procédés performants permettant une récupération sélective de certains métaux et/ou une réduction significative de la quantité de déchets métalliques produits lors de l'exploitation des procédés de décontamination de ces divers rejets. Un deuxième projet vise à déterminer l'applicabilité de la biolixiviation comme technique de préoxydation des concentrés de sulfures réfractaires, pour la libération des métaux précieux (Au et Ag) ainsi que pour la dissolution de certains métaux valorisables (Co, Cu, Ni, Zn) présents dans les résidus miniers (productions de DMA). Enfin, un troisième projet porte sur le développement de procédés de récupération et de recyclage du chrome, contaminant fortement les boues industrielles de tanneries/ FCAR/ Coll. : J.F. Blais.

Couplage de procédés chimiques, biologiques, électrochimiques et membranaires à la décontamination et au traitement de rejets industriels et urbains

Le présent projet vise à combiner l'expertise des membres de l'équipe pour l'exploration de nouveaux concepts de procédés voués à des fins environnementales. Un premier projet visera à étudier l'applicabilité et le potentiel d'un procédé électrolytique, en substitution et/ou en complément à des oxydants chimiques déjà employés, dans un procédé chimique permettant la stabilisation microbiologique de boues d'épuration municipales et industrielles et l'amélioration de la déshydratabilité de ces rejets. Un deuxième projet sera consacré à l'évaluation de la performance de procédés membranaires, de type nanofiltration, pour la récupération de métaux toxiques solubilisés à partir de divers types d'effluents acides générés lors de la décontamination chimique de sols, de boues d'épuration, ainsi que de cendres volantes. La réutilisation des effluents traités sera également étudiée, afin de diminuer les volumes des effluents et d'améliorer la performance des procédés de décontamination. Un troisième projet portera sur l'étude, à l'échelle laboratoire et pilote, de nouveaux procédés de décontamination de sols contaminés en métaux, combinant l'extraction des métaux par l'utilisation d'acides, d'agents chélatants et de fortes concentrations de chlorure de sodium, ainsi que la lixiviation microbienne. La récupération des métaux extraits sera évaluée par diverses techniques, dont les procédés membranaires. Le recyclage des lixiviats sera examiné afin de recycler au maximum les agents chélatants et le chlorure de sodium et ce, afin de réduire les coûts de décontamination des sols. Enfin, un quatrième projet sera dédié à l'étude de l'utilisation conjointe de procédés chimiques (lessivages et précipitations sélectifs) et de la lixiviation microbienne, pour la récupération et la réutilisation du chrome trivalent présent dans les

boues de tanneries. L'emploi de procédés membranaires sera aussi exploré pour la récupération et la concentration du chrome/FCAR - soutien aux équipes de recherche/ Coll. : J.-F. Blais, R. Hausler (UQAM), R. Lebrun (UQTR), B. Côté (COREM) P. Drogui, G. Mercier.

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. Nous avons développé un procédé biologique de décontamination des boues d'épuration. 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. L'objectif spécifique de ce projet multidisciplinaire est d'étudier la biolixiviation et la récupération des métaux de la boue d'industrie; l'hydrolyse de la boue vise à augmenter la biodégradation de la matière organique pour l'accroissement des micro-organismes désirés; production de Bt), les enzymes alcalines utilisant différentes souches standard de *Bacillus* (incluant *Pisolation*, la caractérisation de souches à partir de boues, l'optimisation du procédé, la récupération de l'enzyme) et la production de rhizobium. Ce projet nous permettra de concevoir des nouveaux procédés de décontamination des boues, de production de biopesticides de hautes entomotoxicité, et d'enzyme protéase et d'utiliser des boues d'épuration (une approche pour convertir des déchets en ressources) qui de toute manière, sont destinées vers les terres agricoles et/ou forestières. CRSNG-dépense courant.

Production des biopesticides utilisant des boues d'épuration comme un substrat

La connaissance de l'augmentation des problèmes environnementaux provoqués par l'utilisation de pesticides chimiques a amené une limitation de l'utilisation de produits chimiques dangereux pour le contrôle des insectes nuisibles. Par conséquent, il y a une urgence de développer de nouveaux produits acceptables au niveau environnemental. *Bacillus thuringiensis* (Bt) est un biopesticide bien connu et employé dans l'agriculture et la forêt pour le contrôle des insectes nuisibles. Malgré les nombreux avantages des biopesticides à base de Bt, leur application est limitée due aux coûts de production élevés. Les coûts de production du biopesticide dépendent

de beaucoup de facteurs. Parmi ceux-ci, le coût de la matière première est un des plus important. Les boues d'épuration provenant du traitement des eaux usées peuvent être une très bonne source de carbone, d'azote, de phosphore et de d'autres nutriments pour beaucoup de processus microbiens, ce qui pourrait permettre d'apporter une valeur ajoutée aux boues en y produisant certains métabolites d'intérêts (endotoxine, par ex.). Par conséquent, l'objectif global de cette recherche est d'utiliser les boues d'épuration comme matière première pour la production de biopesticide. Les objectifs spécifiques sont: caractérisation des boues d'épuration; études de processus d'optimisation; prétraitement des boues pour augmenter l'entomotoxicité; différentes stratégies de fermentation en bioréacteur pour augmenter le pouvoir du biopesticide; développement de critères de mise à l'échelle; étude de la stabilité du biopesticide produit à partir des boues; essai d'application accompagnés de tests de production à l'échelle pilote. Université Missouri Columbia/ Coll: J.R. Valéro.

Jean-Pierre VILLENEUVE, professeur Hydrologie

Modèles mathématiques appliqués

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 - Dépenses courantes/ Coll.: A. Mailhot, A.N. Rousseau, C. Blanchette, Duchesne, S.

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 service. 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 service offert, 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 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

Brevet

Blais J.F., Mercier, G. et Drogui, P. 5 juin 2003. "Procédé de stabilisation et conditionnement des boues d'épuration municipales et industrielles / Method Stabilizing and Conditioning Urban and Industrial Wastewater Sludge." Corporation Biolix. Brevet international, WO 03/045851A1.

Articles publiés dans des revues scientifiques

- Abi-Zeid, I., Parent, É. et Bobée, B. (2004). The stochastic modeling of low flows by the alternating point processes approach methodology and application. *J. Hydrol.*, 285 (1-4): 41-61.
- Asselin, E., Achab, A. et Soufiane, A. (2004). Biostratigraphic significance of lower paleozoic microfaunas from eastern Canada. *Can. J. Earth Sci.*, 41 (5): 489-505.
- Benito, G., Lang, M., Barriendos, M., Llasat, M. C., Francés, F., Ouarda, T. B. M. J., Thorndycraft, V. R., Enzel, Y., Bardossy, A., Coeur, D. et Bobée, B. (2004). Use of Systematic, Palaeoflood and Historical Data for the Improvement of Flood Risk Estimation. Review of Scientific Methods. *Nat. Hazards*, 31 (3): 623-643.
- Bertrand, R., Chagnon, A., Malo, M., Duchaine, Y., Lavoie, D. et Savard, M. M. (2003). Sedimentologic, diagenetic and tectonic evolution of the Saint-Flavien gas reservoir at the structural front of the Québec Appalachians. *Bull. Can. Petrol. Geol.*, 51 (2): 126-154.
- Bertrand, R., Lavoie, D. et Fowler, M. (2003). Cambrian-ordovician shales in the humber zone: thermal maturation and source rock potential. *Bull. Can. Petrol. Geol.*, 51 (3): 213-233.
- Blais, J. F., Leblanc, D., Durand, A., Vachon, T. et Vachon, E. (2003). Matières résiduelles - Comparaison de l'efficacité du camion Juggler et du camion conventionnel à doubles chambres pour la vidange des boues de fosses septiques. *Vecteur Environ.*, 36 (5): 57-67.
- Blais, J. F., Meunier, N., Mercier, G., Drogui, P. et Tyagi, R. D. (2004). Pilot Plant Study of Simultaneous Sewage Sludge Digestion and Metal Leaching. *J. Environ. Eng. ASCE*, 130 (5): 516-525.
- Boullemant, A., Vigneault, B., Fortin, C. et Campbell, P. G. C. (2004). Uptake of neutral metal complexes by green alga : influence of pH and humic substances. *Aust. J. Chem.*, 57 (10): 931-936.
- Campbell, P. G. C., Hontela, A., Rasmussen, J. B., Giguère, A., Gravel, A., Kraemer, L., Kovescs, J., Lacroix, A., Levesque, H. et Sherwood, G. (2003). Differentiating between direct (Physiological) and food-chain mediated (Bioenergetic) effects on fish in metal-impacted lakes. *Hum. Ecol. Risk Assess.*, 9 (4): 847-866.
- Carbonneau, P., Lane, S. N. et Bergeron, N. (2003). Cost effective non-metric close-range digital photogrammetry and its application to a study of coarse gravel river beds. *Int. J. Remote Sens.*, 24 (14): 2837-2854.
- Chi, G., Giles, P. S., Williamson, M. A., Lavoie, D. et Bertrand, R. (2003). Diagenetic history and porosity evolution of Upper Carboniferous sandstones from the Spring Valley #1 well, Maritimes Basin, Canada - implications for reservoir development. *J. Geochem. Explor.*, 80 (2-3): 171-191.
- Choisnard, J., Lafrance, G. et Bernier, M. (2004). Développement des techniques spatiales de cartographie du potentiel éolien offshore et côtier : cas du Golfe du St-Laurent par imagerie RADARSAT. *Vertigo*, 5 (1): 32-45.
- Corbane, C., Somma, J., Bernier, M., Fortin, J. P., Dedieu, J. P. et Gauthier, Y. (2004). Application d'un modèle d'estimation de l'équivalent en eau du couvert nival à partir d'images RSO de Radarsat-1 en montagne libanaise. *Télé-détection*, 4 (1): 481-498.
- Croteau, M. N., Hare, L. et Marcoux, P. (2003). Feeding patterns of migratory and non-migratory fourth instar larvae of two coexisting *Chaoborus* species in an acidic and metal contaminated lake : importance of prey ingestion rate in predicting metal bioaccumulation. *Arch. Hydrobiol.*, 158 (1): 57-74.
- Croteau, M. N., Hare, L. et Tessier, A. (2003). Difficulties in relating Cd concentrations in the predatory insect *Chaoborus* to those of its prey in nature. *Can. J. Fish. Aquat. Sci./J. Can. Sci. Halieut. Aquat.*, 60 (7): 800-808.

- Crowe, W. A., Nash, C. R., Leeming, P. M., Rankin, L. R. et Harris, L. B. (2003). The geology of the Rengali province : implications for the tectonic development of northern Orissa, India. *J. Asian Earth Science*, 21 : 697-710.
- Cunderlik, J. M., Ouarda, T. B. M. J. et Bobée, B. (2004). Determination of flood seasonality from hydrological records. *Hydrol. Sci. J.*, 49 (3): 511-526.
- Cunderlik, J. M., Ouarda, T. B. M. J. et Bobée, B. (2004). On the objective identification of flood seasons. *Water Resour. Res.*, 40 : W01520.
- De Montety, L., Long, B., Desrosiers, G., Cremer, J. F., Locat, J. et Stora, G. (2003). Utilisation de la scanographie pour l'étude des sédiments : influence des paramètres physiques, chimiques et biologiques sur la mesure des intensités tomographiques. *Rev. Can. Sci. Terre/Can. J. Earth Sci.*, 40 (7): 937-948.
- Drogui, P., Picher, S., Blais, J. F. et Mercier, G. (2003). Cinétique de biolixiviation d'un résidu minier de pyrite en présence d'effluents organiques utilisés comme milieu de culture pour *Acidithiobacillus ferrooxidans*. *Environ. Technol.*, 24 (11): 1413-1423.
- Duchesne, J. et Mercier, G. (2003). Établissement d'une méthode de caractérisation minérologique décrivant les sols contaminés par le plomb. *Rev. Can. Geotech./Can. J. Geotech.*, 40 (4): 731-741 .
- Duchesne, S., Mailhot, A. et Villeneuve, J. P. (2004). Global predictive real-time control of sewers allowing surcharged flows. *J. Environ. Eng. ASCE*, 130 (5): 526-534.
- Fatin-Rouge, N., Milon, A., Buffle, J., Goulet, R. R. et Tessier, A. (2003). Diffusion and partitioning of solutes in agarose hydrogels : the relative influence of electrostatic and specific interactions. *J. Phys. Chem. B*, 107 (44): 12126-12137.
- Faure, S., Tremblay, A. et Malo, M. (2004). Reconstruction of Taconian and Acadian paleostress regimes in the Quebec and northern New Brunswick Appalachians. *Can. J. Earth Sci./Rev. Can. Sci. Terre*, 41 (5): 619-634 .
- Favre, A. C., El Adlouni, S., Perreault, L., Thiémondge, N. et Bobée, B. (2004). Multivariate hydrological frequency analysis using copulas. *Water Resour. Res.*, 40 (1) : W01101.
- Favre, A. C., Matee, A. et Tillé, Y. (2004). A variant of the Cox algorithm for the imputation of non-response of qualitative data. *Comput. Stat. Data Anal.* 45 (4): 709-719.
- Favre, A. C., Musy, A. et Morgenthaler, S. (2004). Unbiased parameter estimation of the Neyman-Scott model for rainfall simulation with related confidence interval. *J. Hydrol.*, 286 (1-4): 168-178.
- Filali Meknassi, M. Y., Auriel, M., Tyagi, R. D. et Surampalli, R. Y. (2004). Treatment of slaughterhouse wastewater in a sequencing batch reactor : simulation vs experimental studies. *Environ. Technol.*, 25 (1): 23-38.
- Fortin, C., Dutel, L. et Garnier Laplace, J. (2004). Uranium complexation and uptake by a green alga in relation to chemical speciation : the importance of the free uranyl ion. *Environ. Toxicol. Chem.*, 23 (4): 974-981.
- Gallon, C., Munger, C., Prémont, S. et Campbell, P. G. C. (2004). Hydroponic study of aluminum accumulation by aquatic plants : effects of fluoride and pH. *Water Air Soil Pollut.*, 153 (1-4): 135-155.
- Gallon, C., Tessier, A., Gobeil, C. et Alfaro de la Torre, C. (2004). Modeling diagenesis of lead in sediments of a Canadian Shield lake. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 68 (17): 3531-3545.
- Giguère, A., Couillard, Y., Campbell, P. G. C., Perceval, O., Hare, L., Pinel-Alloul, B. et Pellerin, J. (2003). Steady-state distribution of metals among metallothionein and other cytosolic ligands and links to cytotoxicity in bivalves living along a polymetallic gradient. *Aquat. Toxicol.*, 64 (2): 185-200.
- Girard, C., Ouarda, T. B. M. J. et Bobée, B. (2004). Étude du biais dans le modèle log-linéaire d'estimation régionale. *Can. J. Civil Eng.*, 31 (2): 361-368.
- Girard, P., Boisclair, D. et Leclerc, M. (2003). The effect of cloud cover on the development of habitat quality indices for juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci./J. Can. Sci. Halieut. Aquat.*, 60 (11): 1386-1397.
- Gosselin, A. et Hare, L. (2003). Burrowing behavior of *Chaoborus flavicans* larvae and its ecological significance. *J. N. Am. Benthol. Soc.*, 22 (4): 575-581.
- Gosselin, A. et Hare, L. (2004). Effect of sedimentary cadmium on the behavior of a burrowing mayfly (ephemeroptera, hexagenia limbata). *Environ. Toxicol. Chem.*, 23 (2): 383-387.
- Guay, J. C., Boisclair, D., Leclerc, M. et Lapointe, M. (2003). Assessment of the transferability of biological habitat models for juveniles of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci./J. Can. Sci. Halieut. Aquat.*, 60 (11): 1398-1408.

- Haché, M., Durocher, M. et Bobée, B. (2003). Modélisation non paramétrique de la relation entre les caractéristiques du vent et la différence de niveaux sur un grand réservoir. *Rev. Can. Génie Civ. / Can. J. Civ. Eng.*, 30 (4): 684-695.
- Hare, L., Tessier, A. et Borgmann, U. (2003). Metals sources for freshwater invertebrates : pertinence for risk assessment. *Hum. Ecol. Risk Assess.*, 9 (4): 779-793.
- Herrera, E. et Herrera, R. (2003). A note on the relation between period and energy of periodic orbits near equilibrium points. *Nonlinearity*, 16 (5): 1869-1874.
- Hilberts, A. G. J., Van Loon, E. E., Troch, P. A. et Paniconi, C. (2004). The hillslope-storage Boussinesq model for non-constant bedrock slope. *J. Hydrol.*, 291 (3/4): 160-173.
- Javelle, P., Ouarda, T. B. M. J. et Bobée, B. (2003). Spring flood analysis using the flood-duration-frequency approach : application to the provinces of Québec and Ontario, Canada. *Hydrol. Process.*, 17 (18): 3717-3736.
- Lalonde, J. D., Amyot, M., Orvoine, J., Morel, F. M. M., Auclair, J. C. et Ariya, P. A. (2004). Photoinduced Oxidation of $Hg^0(aq)$ in the Waters from the St. Lawrence Estuary. *Environ. Sci. Technol.*, 38 (2) : 508-514.
- Larocque, I., Bergeron, Y., Campbell, I. D. et Bradshaw, R. H. W. (2003). Fire-induced decrease in forest cover on a small rock outcrop in the Abitibi region of Québec, Canada. *Écoscience*, 10 (4): 515-524.
- Larocque, I. et Hall, I. R. (2003). Chironomids as quantitative indicators of mean July air temperature : validation by comparison with century-long meteorological records from northern Sweden. *J. Paleolimnol.*, 29 (4): 475-493.
- Lavigne, M. P., Rousseau, A. N., Turcotte, R., Laroche, A. M., Fortin, J. P. et Villeneuve, J. P. (2004). Validation and use of a semidistributed hydrological modeling system to predict short-term effects of clear-cutting on a watershed hydrological regime. *Earth Interact.*, 8 (3): 1-19.
- Lavoie, D. et Asselin, E. (2004). A new stratigraphic framework for the Gaspé belt in southern Québec : implications for the pre-Adian Appalachians of eastern Canada. *Can. J. Earth Sci./Rev. Can. Sci. Terre*, 41 (5): 507-525.
- Lavoie, D., Malo, M. et Tremblay, A. (2004). The Late Ordovician - Middle Devonian Gaspé Belt in eastern Canada - recent advances. *Can. J. Earth Sci./Rev. Can. Sci. Terre*, 41 (5): 483-487.
- Leclerc, M., Secretan, Y., Heniche, M., Ouarda, T. B. M. J. et Marion, J. (2003). Une méthode prédictive non biaisée et géoréférencée d'estimation des dommages résidentiels d'inondation. *Rev. Can. Génie Civ./Can. J. Civ. Eng.*, 30 (5): 914-922.
- Leclerc, M., St-Hilaire, A. et Bechara, J. A. (2003). État des connaissances et perspectives de la modélisation d'habitats pour la détermination des débits réservés / State-of-the-Art in Habitat Modelling and Conservation of Flows. *Can. Water Resour. J.*, 28 (2): 153-172 .
- Lee, D. Y., Fortin, C. et Campbell, P. G. C. (2004). Influence of chloride on silver uptake by two green algae, *Pseudokirchneriella subcapitata* and *Chlorella pyrenoidosa*. *Environ. Toxicol. Chem.*, 23 (4): 1012-1018.
- Levasseur, B., Blais, J. F. et Mercier, G. (2003). Optimisation d'un procédé de lixiviation en milieu basique et acide pour la décontamination (Cd, Pb) d'un mélange de cendres de chaudières et d'électrofiltres d'incinérateur de déchets municipaux. *Rev. gen. sci. env./J. Environ. Eng. Sci.*, 2 (5): 355-368.
- Levasseur, B., Blais, J. F. et Mercier, G. (2003). Optimization of the leaching procedure in alkaline and acid solutions for cadmium and lead extraction from fly ash of municipal incinerator boilers and electrofilters. *J. Environ. Eng. Sci.*, 2 (5): 355-368.
- Malo, M. (2004). Paleogeography of the Mata-pédia basin in the Gaspé Appalachians : initiation of the Gaspé belt successor basin. *Can. J. Earth Sci./Rev. Can. Sci. Terre*, 41 (5): 553-570.
- Martel, R., Hébert, S., Lefebvre, R., Gélinas, R. et Gabriel, U. (2004). Displacement and sweep efficiencies in a 5-spot pattern DNAPL recovery test using micellar and polymer solutions. *J. Contam. Hydrol.*, 75 (1-2): 1-29.
- Mei, Z. P., Legendre, L., Gratton, Y., Tremblay, J. E., LeBlanc, B., Klein, B. et Gosselin, M. (2003). Phytoplankton production in the North Water Polynya: size-fractions and carbon fluxes, April to July 1998. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 256 : 13-27 .
- Meunier, N., Blais, J. F. et Tyagi, R. D. (2004). Removal of heavy metals from acid soil leachate using cocoa shells in a batch counter-current sorption process. *Hydrometallurgy*, 73 (3-4): 225-235.
- Meunier, N., Blais, J. F. et Tyagi, R. D. (2003). Selectivity of cocoa shells for removal of metals from soil decontamination effluents. *Rev. gen. sci. env./J. Environ. Eng. Sci.*, 2 (1): 1-8.

- Meunier, N., Drogui, P., Gourvenec, C., Mercier, G., Hausler, R. et Blais, J. F. (2004). Removal of Metals in Leachate from Sewage Sludge using Electrochemical Technology. *Environ. Technol.*, 25 (2): 235-245.
- Meunier, N., Laroulandie, J., Blais, J. F. et Tyagi, R. D. (2003). Cocoa shells for heavy metal removal from acidic solutions. *Bioresour. Technol.*, 90 (3): 255-263.
- Meunier, N., Laroulandie, J., Blais, J. F. et Tyagi, R. D. (2003). Lead Removal from Acidic Solutions by Sorption on Cocoa Shells : Effect of Some Parameters. *J. Environ. Eng. Div. ASCE*, 129 (8): 693-698 .
- Moore, R. D., Beltaos, S., Ouarda, T. B. M. J. et Woo, M. K. (2003). Canadian Geophysical Union Hydrology Section Special Issue. *Hydrol. Process.*, 17 (18): 3546.
- Nastev, M., Lefebvre, R., Therrien, R. et Gélinas, P. (2003). Numerical modelling of lateral landfill gas migration. *J. Solid Waste Technol. Manage.*, 29 (4): 265-276.
- Nastev, M., Savard, M. M., Lapcevic, P., Lefebvre, R. et Martel, R. (2004). Hydraulic properties and scale effects investigation in regional rock aquifers, south-western Quebec, Canada. *Hydrogeol. J.*, 12 (3): 257-269.
- Naud, M. J., Long, B., Brethes, J. C. et Sears, R. (2003). Influences of underwater bottom topography and geomorphology on minke whale (*Balaenoptera acutorostrata*) distribution in the Mingan Islands (Canada). *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, 83 (4): 889-896.
- Nemati, M. R., Banton, O., Caron, J. et Delaporte, L. (2003). Contamination by slaked fragments with sorbed compounds in a structured soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 67 (3): 694-702.
- Ouellet, C., Boghen, A. D., Courtenay, S. C. et St-Hilaire, A. (2003). Influence of peat substrate on the distribution and behavior patterns of sand shrimp *Crangon septemspinosa* under experimental conditions. *J. Appl. Ichthyol.*, 19 (6): 359-365.
- Paniconi, C., Troch, P. A. et van Loon, E. E. (2003). Hillslope-storage Boussinesq model for subsurface flow and variable source areas along complex hillslopes : 1. Formulation and characteristic response . *Water Resour. Res.*, 39 (11): 1316.
- Paniconi, C., Troch, P. A., vanLoon, E. E. et Hilberts, A. G. J. (2003). Hillslope-storage Boussinesq model for subsurface flow and variable source areas along complex hillslopes : 2. Intercomparison with a three-dimensional Richards equation model. *Water Resour. Res.*, 39 (11): 1317.
- Perceval, O., Couillard, Y., Pinel Alloul, B., Giguère, A. et Campbell, P. G. C. (2004). Metal-induced stress in bivalves living along a gradient of Cd contamination: relating sub-cellular metal distribution to population-level responses. *Aquat. Toxicol.*, 69 (4): 327-345.
- Perren, B. B., Bradley, R. S. et Francus, P. (2003). Rapid lincustrine response to recent high arctic warming : a diatom record from Sawtooth lake, Ellesmere Island, Nunavut. *Arctic Antarctic Alpine Re*, 35 (3): 271-278.
- Pisarevsky, S. A., Wingate, M. T. D. et Harris, L. B. (2003). Late Mesoproterozoic (ca 1.2 Ga) palaeomagnetism of the Albany-Fraser orogen : no pre-Rodinia Australia-Laurentia connection. *Geophys. J. Int.*, 155 (1): F6-F11.
- Quilbe, R., Pieri, I., Wicherek, S., Dugas, N., Tasteyre, A., Thomas, Y. et Oudinet, J. P. (2004). Combinatory chemical and biological approaches to investigate metal elements in agricultural runoff water. *J. Environ. Qual.*, 33 (1): 149-153.
- Rocher, M., Tremblay, A., Lavoie, D. et Campeau, A. (2003). Brittle fault evolution of the Montréal area (St-Lawrence lowlands, Canada) : rift-related structural inheritance and tectonism approached by palaeostress analysis. *Geol. Mag.*, 140 (2) : 157-172.
- Rousseau, A. N., Mailhot, A., Slivitzky, M., Villeneuve, J. P., Rodriguez, M. J. et Bourque, A. (2004). Usages et approvisionnement en eau dans le sud du Québec : Niveau des connaissances et axes de recherche à privilégier dans une perspective de changements climatiques. *Can. Water Resour. J.*, 29 (2): 121-134.
- Royer, I., Simard, R. R., Barnett, G. M., Cluis, D. et Angers, D. A. (2003). Long-term effects of liquid hog manure on the phosphorus status of a silt loam cropped to corn. *Can. J. Soil Sci.*, 83 (5): 589-600 .
- Sacks, E. P., Malo, M., Trzcienski, E. W. Jr., Pincivy, A. et Gosselin, P. (2004). Taconian and Acadian transpression between the internal Humber Zone and the Gaspé Belt in the Gaspé Peninsula : tectonic history of the Shickshock Sud fault zone. *Can. J. Earth Sci./Rev. Can. Sci. Terre*, 41 (5): 635-653.
- Sarica, J., Amyot, M., Bey, J. et Hare, L. (2003). Mercury accumulation and loss by necrophagous Calliphoridae larvae (Diptera). *J. Phys. IV Proc.*, 107 (5): 1189-1191.
- Sarica, J., Amyot, M. et Hare, L. (2004). An easy method to measure total particulate Hg in water without chemical digestion. *Water Air Soil Pollut.*, 151 (1-4): 3-10.

- Sarica, J., Amyot, M., Hare, L., Doyon, M. R. et Stanfield, L. W. (2004). Salmon-derived mercury and nutrients in a Lake Ontario spawning stream. *Limnol. Oceanogr.*, 49 (4): 891-899.
- Shen, S. B., Tyagi, R. D., Blais, J. F. et Surampalli, R. Y. (2003). Bacterial leaching of metals from tannery sludge by indigenous sulfur-oxidizing bacteria - effect of sludge solids concentration. *J. Environ. Eng. ASCE*, 129 (6): 513-519.
- Sracek, O., Choquette, M., Gélinas, P., Levebvre, R. et Nicholson, R. V. (2003). Geochemical characterization of acid mine drainage from a waste rock pile, mine Doyon, Québec, Canada. *J. Contam. Hydrol.*, 69 (1-2): 45-71.
- St-Hilaire, A., Brun, G., Courtenay, S. C., Ouarda, T. B. M. J., Boghen, A. D. et Bobée, B. (2004). Multivariate analysis of water quality in the Richibucto (N.B.) Drainage Basin. *J. Am. Water Resour. Assoc.*, 40 (3): 691-703.
- St-Hilaire, A., Ouarda, T. B. M. J., Lachance, M., Gaudet, J., Bobée, B. et Gignac, C. (2003). Assessment of the impact of meteorological network density on the estimation of precipitation and runoff : a case of study. *Hydrol. Process.*, 17 (18): 3561-3580.
- St-Laurent, C., Lebel, D., Lavoie, D., Malo, M. et St-Hilaire, C. (2004). Integration and spatial analysis of high-resolution geophysical and geological data, eastern Gaspé peninsula. *Can. J. Earth Sci./Rev. Can. Sci. Terre*, 41 (5): 603-618.
- Sundby, B., Martinez, P. et Gobeil, C. (2004). Comparative geochemistry of cadmium, rhenium, uranium, and molybdenum in continental margin sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 68 (11): 2485-2493.
- Tapsoba, D., Haché, M., Perreault, L. et Bobée, B. (2004). Bayesian rainfall variability analysis in west Africa along cross sections in space-time grid boxes. *J. Climate*, 17 (5): 1069-1082.
- Traore, S. K., Mamadou, K., Dembele, A., Lafrance, P., Banton, O. et Houénou, P. (2003). Étude comparative du niveau de résidus de pesticides organochlorés chez trois espèces de poissons du lac de Buyo (sud-ouest de la Côte d'Ivoire) et estimation du potentiel de risques pour la santé humaine. *J. Soc. Ouest-Afr. Chim.*, 16
- Tremblay, A., Long, B. et Massé, M. (2003). Supracrustal faults of the St. Lawrence rift system, Québec : kinematics and geometry as revealed by field mapping and marine seismic reflection data. *Tectonophysics*, 369 (3-4): 231-252.
- Turcotte, R., Lacombe, P., Dimnik, C. et Villeneuve, J. P. (2004). Prévission hydrologique distribuée pour la gestion des barrages publics du Québec. *Rev. Can. Génie Civ./Can. J. Civ. Eng.*, 31 (2): 308-320.
- Wilson, R. A., Burden, E. T., Bertrand, R., Asselin, E. et McCracken, A. D. (2004). Stratigraphy and tectono-sedimentary evolution of the Late Ordovician to Middle Devonian Gaspé Belt in northern New Brunswick : evidence from the Restigouche area. *Can. J. Earth Sci./Rev. Can. Sci. Terre*, 41 (5): 527-551.
- Zakardjian, B. A., Sheng, J. Y., Runge, J. A., McLaren, I., Plourde, S., Thompson, K. R. et Gratton, Y. (2003). Effects of temperature and circulation on the population dynamics of *Calanus finmarchicus* in the Gulf of St. Lawrence and Scotian Shelf : Study with a coupled, three-dimensional hydrodynamic, stage-based life history model. *J. Geophys. Res. Oceans*, 108 (C11): 8016.

Communications ou publications avec arbitrage

Adamowski, K., Bobée, B., Ouarda, T. B. M. J., Pilon, P., Van-Nguyen, V. T., Stedinger, J. R. et Thomas, W. D. (2004). Extreme value analysis - WMO guide. Dans: *Canadian Geophysical Union (CGU), American Geophysical Union (AGU), Society of Exploration Geophysicists (SEG) & Environmental and Engineering Geophysical Society (EEGS) 2004 Joint Assembly*, (Montréal, Canada).

Adams, W., Chapman, P., Campbell, P. G. C., Doyle, P., Robertson, S., Schoeters, I., Smolders, E., Westall, J., Wood, W., Green, A. et Rio Tinto, M. (2003). Hazard Identification Approach For Metals And Inorganic Metal Substances. Dans: *Science Without Borders: Developing Solutions for Global Environmental Challenges. Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) 24th Annual Meeting in North America*, (Austin, États-Unis).

Amyot, M., Lalonde, J. D., Ariya, P. A. et Dastoor, A. (2003). Behavior of mercury in snow from different latitudes. Dans: *12th International conference on heavy metals in the environment*, (Grenoble, France). C. Boutron et C. Ferrari, (Eds), pp. 45-48.

Barbet, M., Roy, L., Ouarda, T. B. M. J., Gingras, H., Bruneau, P. et Weyman, S. (2003). Utilisation d'un modèle général pour une étude de régionalisation des pointes et des volumes de crues sur la rivière St-Maurice. Dans: *16^e Entretiens Jacques-Cartier - Colloque Estimation locale et régionale des événements hydrologiques extrêmes / Local and regional estimation of extreme hydrological events*, (Lyon, France).

- Benyahya, L., St-Hilaire, A., Bobée, B., Favre, A. C. et Slivitzky, M. (2004). Caractérisation statistique des redoux : application à quelques stations de la province de Québec. Dans: *72^e congrès de l'ACFAS - La société des savoirs*, (Montréal, Canada).
- Blais, J. F., Mercier, G., Meunier, N. et Beauchesne, I. (2004). Metix-AC process for metal removal and stabilization of sewage sludge. Dans: *Sustainable Land Application Conference*, (Lake Buena Vista, États-Unis). pp. 85. Gainesville, États-Unis, Institute of Food and Agricultural Sciences, IFAS, University of Florida.
- Bonneris, E., Giguère, A., Masson, S. et Campbell, P. G. C. (2003). Sub-cellular partitioning of essential and non-essential metals in a freshwater mollusc, *Pyganodon grandis*, collected in the field along a polymetallic environmental gradient. Dans: *12th international conference on heavy metals in the environment*, (Grenoble, France). C. Boutron et C. Ferrari, (Eds), pp. 197-200.
- Bonneris, E., Giguère, A., Perceval, O., Masson, S. et Campbell, P. G. C. (2003). Changes in sub-cellular partitioning of metals in a freshwater mollusc after transplantation from clean sites to a contaminated milieu. Dans: *Science Without Borders: Developing Solutions for Global Environmental Challenges. Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) 24th Annual Meeting in North America*, (Austin, États-Unis).
- Boullemant, A. et Campbell, P. G. C. (2003). Effects of pH and dissolved organic matter on the uptake of lipophilic Cd complexes by green algae. Dans: *Science Without Borders: Developing Solutions for Global Environmental Challenges. Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) 24th Annual Meeting in North America*, (Austin, États-Unis).
- Capra, H., Spinewine, B., Young, D. L., Zech, Y., Brooks, G. R., Leclerc, M. et Secretan, Y. (2003). The 1996 lake Ha! Ha! breakout flood, Québec : proposed test case for geomorphic flood models. Dans: *3rd IMPACT workshop (EU-funded research project on investigation of extreme flood processes and uncertainty)*, (Louvain-la-Neuve, Belgique).
- Carbonneau, P. E., Bergeron, N. E. et Lane, S. N. (2003). Predictive factors for the presence of concealment spaces in salomonid river gravels. Dans: *British Geomorphological Research Group Annual Conference*, (Oxford University, Grande-Bretagne).
- Cooper, S., Campbell, P. G. C. et Hare, L. (2003). Influence of gill ventilation on accumulation of dissolved Cd by the bivalve *Pyganodon grandis*. Dans: *Science Without Borders: Developing Solutions for Global Environmental Challenges. Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) 24th Annual Meeting in North America*, (Austin, États-Unis).
- Croisetiere, L., Hare, L. et Tessier, A. (2003). Rational development of a benthic trace metal biomonitor for freshwaters. Dans: *Science Without Borders: Developing Solutions for Global Environmental Challenges. Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) 24th Annual Meeting in North America*, (Austin, États-Unis).
- D'Haese, C., Putti, M., Paniconi, C., Verhoest, N. et De Troch, F. (2004). Behavior of adaptative time stepping in a numerical richards equation model. Dans: *Canadian Geophysical Union (CGU), American Geophysical Union (AGU), Society of Exploration Geophysicists (SEG) & Environmental and Engineering Geophysical Society (EEGS) 2004 Joint Assembly*, (Montréal, Canada).
- El Adlouni, S., Favre, A. C. et Bobée, B. (2004). Multivariate hydrological frequency analysis using copulas. Dans: *Dependence Modelling : Statistical Theory and Applications in Finance and Insurance (DeMoSTAFI) Conference*, (Québec, Canada).
- El Adlouni, S., Ouarda, T. B. M. J. et Bobée, B. (2003). Discussion des mérites et des faiblesses de la méthode des L-moments pour l'ajustement des lois statistiques. Dans: *16^e Entretiens Jacques-Cartier - Colloque Estimation locale et régionale des événements hydrologiques extrêmes / Local and regional estimation of extreme hydrological events*, (Lyon, France).
- El Adlouni, S., Ouarda, T. B. M. J. et Bobée, B. (2004). Generalized extreme values distribution with covariates in a bayesian framework. Dans: *Canadian Geophysical Union (CGU), American Geophysical Union (AGU), Society of Exploration Geophysicists (SEG) & Environmental and Engineering Geophysical Society (EEGS) 2004 Joint Assembly*, (Montréal, Canada).
- El Battay, A., Gauthier, Y., Philippin, M. et Bernier, M. (2004). Caractérisation de la glace d'une rivière moyenne à l'aide d'un système d'information géographique et des images du satellite RADARSAT. Dans: *Les X^{èmes} Journées Scientifiques du Réseau Télédétection de l'Agence Universitaire de la Francophonie (AUF): Géorisques et télédétection*, (Ottawa, Canada). A. Bannari et F. Blasco, (Dir.), pp. 117-120.
- Favre, A. C. (2004). Introduction à la théorie des copules. Dans: *Rencontres statistiques au sommet de Rochebrune : regards sur les applications de la statistique décisionnelle*, (Mégève, France).

- Favre, A. C., El Adlouni, S. et Perreault, L. (2004). Étude statistique fréquentielle multivariée des extrêmes : une approche par copules. Dans: *Rencontres statistiques au sommet de Rochebrune : Regards actuels sur les applications de la statistique décisionnelle*, (Mégève, France).
- Favre, A. C., El Adlouni, S. et Perreault, L. (2004). Quel futur pour les copules en hydrologie? Dans: *32e congrès annuel de la Société statistique du Canada*, (Montréal, Canada).
- Favre, A. C., El Adlouni, S., Perreault, L. et Bobée, B. (2003). Modélisation du risque combiné à l'aide des copules. Dans: *16^e Entretiens Jacques-Cartier - Colloque Estimation locale et régionale des événements hydrologiques extrêmes / Local and regional estimation of extreme hydrological events*, (Lyon, France).
- Favre, A. C., Latraverse, M., Trinh, N. B., Evora, N., Perreault, L. et Fortin, V. (2004). Practical use of ensemble meteorological forecast for streamflow prediction : examining and correcting the bias in the ensemble meteorological forecast. Dans: *Canadian Geophysical Union (CGU), American Geophysical Union (AGU), Society of Exploration Geophysicists (SEG) & Environmental and Engineering Geophysical Society (EEGS) 2004 Joint Assembly*, (Montréal, Canada).
- Fortin, C., Denison, F. H. et Garnier-Laplace, J. (2003). Uranium bioavailability : Influence of calcium, magnesium and hydronium ions on uptake by a green alga. Dans: *7th International Conference on the Biogeochemistry of Trace Elements (ICOBTE)*, (Uppsala, Suède). G. R. Gobran et N. Lepp, (Eds), pp. 16-18.
- Fortin, J. P., Turcotte, R., Savary, S. et Bernier, M. (2004). Forecasting streamflow from snowmelt using the HYDROTEL model together with actual and simulated data from SNOWPOWER probes. Dans: *European union of geoscience, 1st general assembly*, (Nice, France).
- Fortin, V., Evora, N., Perreault, L., Trinh, N. B. et Favre, A. C. (2004). Ensemble streamflow predictions: from climate scenarios to probabilistic weather predictions. Dans: *Canadian Geophysical Union (CGU), American Geophysical Union (AGU), Society of Exploration Geophysicists (SEG) & Environmental and Engineering Geophysical Society (EEGS) 2004 Joint Assembly*, (Montréal, Ca).
- Gabet, S., Bordas, F. et Lafrance, P. (2004). Évaluation d'une méthode d'extraction d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans des sols. Dans: *Journée scientifique de la Société française de chimie, section centre-ouest : chimie et environnement*, (Poitiers, France).
- Gallon, C., Gobeil, C. et Tessier, A. (2003). Geochemistry of lead and its stable isotopes in an obligotrophic acidic lake. Dans: *Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) Asia/Pacific Annual Meeting & Australasian Society of Ecotoxicology (ASE) Symposium*, (Christchurch, Nouvelle-Zélande).
- Gallon, C., Gobeil, C., Tessier, A. et Carignan, R. (2003). Plomb dans les lacs autour du Rouyn-Noranda : sources et chronologie de déposition. Dans: *7e Conférence Internationale des Limnologues d'Expression Française (CILEF)*, (Montréal, Canada).
- Garcia, E., Laroulandie, J., Amyot, M. et Saint-Simon, X. R. (2003). Dissolved gaseous mercury distribution in a wetland : Influence of macrophyte beds. Dans: *12th international conference on heavy metals in the environment*, (Grenoble, France). C. Boutron et C. Ferrari, (Eds), pp. 509-512 .
- 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 envirohom programme. Dans: *Congrès ECORAD 2004*, (Aix-en-Provence, France).
- Germain, D., Tassé, N. et Cyr, J. (2003). Rehabilitation of mine tailings by simultaneous prevention of oxidation and treatment of acid effluents using a wood-waste cover. Dans: *Sixth International Conference on Acid Rock Drainage (ICARD): Application and sustainability and technology. Proceedings.*, (Cairns, Australie). T. Farrell et G. Taylor, (Eds), pp. 263-271 . Victoria, Australie, Australian Institute of Mining and Metallurgy (AusIMM).
- 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: *Canadian Geophysical Union (CGU), American Geophysical Union (AGU), Society of Exploration Geophysicists (SEG) & Environmental and Engineering Geophysical Society (EEGS) 2004 Joint Assembly*, (Montréal, Canada).
- Gignac, N., Ouarda, T. B. M. J., Chokmani, K., Gingras, H., Hoang, V. D. et Bobée, B. (2004). Régionalisation des crues extrêmes pour des bassins non jaugés, application au Québec habité. Dans: *Colloque Les risques en genie civil*, (Sfax, Tunisie).
- Giguère, A., Bonneris, E., Campbell, P. G. C., Hare, L., Cossu-Leguille, C., Couture, P., McDonald, D. G. et Rasmussen, J. B. (2003). [[conférencier invité]]. Metal detoxification and antioxidant defences in indigenous yellow perch exposed to Cd, Cu, Zn and Ni. Dans: *Science Without Borders: Developing Solutions for Global Environmental Challenges. Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) 24th Annual Meeting in North America*,

(Austin, États-Unis).

Giguère, A., Campbell, P. G. C., Hare, L., Cossu-Leguille, C., Couture, P., McDonald, D. G. et Rasmussen, J. B. (2003). Metal detoxification and antioxidant defences in indigenous yellow perch exposed to Cd, Cu, Zn and Ni. Dans: *30th Aquatic Toxicity Workshop*, (Ottawa, Canada).

Goulet, R., Tessier, A., Lean, D., Amyot, M., Siciliano, S. et Holmes, J. (2003). Mercury and sulfur speciation in the interstitial waters of a wetland during the growth and decay of macrophytes. Dans: *Science Without Borders: Developing Solutions for Global Environmental Challenges. Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) 24th Annual Meeting in North America*, (Austin, États-Unis).

Kraemer, L., Campbell, P. G. C. et Hare, L. (2003). Cadmium accumulation and subcellular partitioning in yellow perch (*Perca flavescens*). Dans: *42nd Annual Meeting, Society of environmental toxicology and chemistry*, (Austin, États-Unis).

Kraemer, L., Campbell, P. G. C. et Hare, L. (2003). Cd accumulation and subcellular partitioning in yellow perch (*Perca flavescens*). Dans: *Science Without Borders: Developing Solutions for Global Environmental Challenges. Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) 24th Annual Meeting in North America*, (Austin, États-Unis).

Lafrance, P. et Banton, O. (2004). The impact of corn-cropping systems on the herbicides transport from agricultural fields to streams in the St. Lawrence lowlands (Québec). Dans: *11th Annual International Conference on the St-Lawrence River Ecosystem : Managing Our Water : The Great Lakes / St. Lawrence River*, (Cornwall, Canada). St. Lawrence River Institute of Environmental Sciences, Cornwall, Canada.

Leclerc, M., Morin, J., Secretan, Y. et Boisclair, D. (2003). Review of 2D aquatic habitat modeling applications and methodological concerns in Quebec. Dans: *Proceedings of the International IFIM User's Workshop*, (Fort Collins, États-Unis).

Lee, D. Y., Fortin, C. et Campbell, P. G. C. (2003). Bioavailability and toxicity of silver to green algae. Dans: *Science Without Borders: Developing Solutions for Global Environmental Challenges. Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) 24th Annual Meeting in North America*, (Austin, États-Unis).

Mailhot, A. et Villeneuve, J. P. (2003). Cost analysis of alternatives scenarios for drinking water supply in remote Quebec communities. Dans: *Advances in Water Supply Management Conference*, (Londres, Grande-Bretagne). C. Maksimovic, D. Butler et F. A. Memon, (Eds), pp. 613-622. Lisse, Pays-Bas, A.A. Balkema.

Masson, S., Campbell, P. G. C., Hare, L., Olsen, C., Pinel-Alloul, B., Méthot, G., Hontela, A. et Martel, L. (2004). Benthic community structures in two river systems in northern Québec (Abitibi) influenced by metal inputs. Dans: *Symposium scientifique sur l'étude du suivi des effets sur l'environnement (ESEE)*, (Fredericton, Canada).

Michaud, A., Hare, L. et Campbell, P. G. C. (2003). Exchange rates of metals between a burrowing mayfly and its surroundings in nature. Dans: *Science Without Borders: Developing Solutions for Global Environmental Challenges. Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) 24th Annual Meeting in North America*, (Austin, États-Unis).

Michaud, Y., Rivard, C., Marion, J., Rivera, A. et Lefebvre, R. (2004). Groundwater resources and climate change : trends from eastern Canada. Dans: *Canadian Geophysical Union (CGU), American Geophysical Union (AGU), Society of Exploration Geophysicists (SEG) & Environmental and Engineering Geophysical Society (EEGS) 2004 Joint Assembly*, (Montréal, Canada).

Morlon, H., Adam, C., Garnier-Laplace, J. et Fortin, C. (2003). Oxyanion internalisation pathways : a case study of selenium uptake by *Chlamydomonas reinhardtii*. Dans: *3^e Symposium for European Freshwater Sciences (SEFS)*, (Edimbourg, Écosse).

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: *Congrès ECORAD 2004*, (Aix-en-Provence, France).

Orvoine, J., Hare, L. et Tessier, A. (2003). Competition between protons and cadmium ions along the food chain leading to the biomonitor *Chaoborus*. Dans: *Science Without Borders: Developing Solutions for Global Environmental Challenges. Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) 24th Annual Meeting in North America*, (Austin, États-Unis).

Ouarda, T. B. M. J., Cârsteanu, A., Gingras, H. et Bobée, B. (2003). Extreme-event modeling in ungauged basins by regional estimation. Dans: *International Union of Geophysics and Geodesy (IUGG) General Assembly*, (Sapporo, Japon).

Ouarda, T. B. M. J., Gignac, N., Kouider, A., Gingras, H., Chokmani, K., Hoang, V. D. et Bobée, B. (2003). Estimation régionale et cartographie des crues au Québec, Canada. Dans: *16^e Entretiens Jacques-Cartier - Colloque Estimation locale et régionale des événements hydrologiques extrêmes / Local and regional estimation of extreme hydrological events*, (Lyon, France).

Ouarda, T. B. M. J., Gingras, H., Hamilton, S., Ghedira, H. et Bobée, B. (2003). [[conférencier

invité]. Estimation of streamflow under ice. Dans: *12th Workshop on the Hydraulics of Ice Covered Rivers*, (Edmonton, Canada). Canadian Geophysical Union, Committee on River Ice Processes and the Environment.

Ouarda, T. B. M. J., Hamdi, Y. et Bobée, B. (2003). A general system for frequency estimation in hydrology (FRESH) with historical data. Dans: *Palaeoflood, historical data and climatic variability: Applications in flood risk assessment*, (Barcelone, Espagne). V. R. Thorndycraft, G. Benito, M. Barriendos et M. C. Lasat, (Eds), pp. 211-216. Madrid, Spain, CSIC Press.

Quirion, R., Tessier, A. et Gobeil, C. (2003). Historique de la déposition atmosphérique de Ag dans les sédiments du lacs du Bouclier canadien. Dans: *7^e Conférence Internationale des Limnologues d'Expression Française (CILEF)*, (Montréal, Canada).

Rail, M. E. et Gratton, Y. (2004). Seasonal Evolution of the Circulation, Heat and Salt Budgets in the North Water Polynya, Baffin Bay. Dans: *Canadian Geophysical Union (CGU), American Geophysical Union (AGU), Society of Exploration Geophysicists (SEG) & Environmental and Engineering Geophysical Society (EEGS) 2004 Joint Assembly*, (Montréal, Canada).

Ross, M., Martel, R., Parent, M., Lefebvre, R. et Savard, M. M. (2003). The use of a 3D geologic framework model of surficial sediments to define bedrock aquifer vulnerability in St. Lawrence Lowlands, Quebec, Canada. Dans: *Proceedings, 1st International Workshop on Aquifer Vulnerability and Risk*, (Salamanca, Mexique).

Salvano, E., Rousseau, A. N., Debailleuil, G. et Villeneuve, J. P. (2004). A benefit-cost framework to evaluate the impact of legislation supporting reduction of agricultural pollution at the watershed level. Dans: *Lake Champlain: Partnerships and Research in the New Millennium*, (T. Manley, P. Manley et T. B. Mihuc, (Eds.), pp. 1-20. Boston, Kluwer.

Stoner, J., Francus, P., Bradley, R., Patridge, W., Abbott, M. et Channell, J. (2004). Late Holocene Paleomagnetic Secular Variation From Ellesmere Island (Nunavut, Canada). Dans: *Canadian Geophysical Union (CGU), American Geophysical Union (AGU), Society of Exploration Geophysicists (SEG) & Environmental and Engineering Geophysical Society (EEGS) 2004 Joint Assembly*, (Montréal, Canada).

Svadlenkova, M., Gilbin, R., Fortin, C. et Garnier-Laplace, J. (2004). Uranium adsorption and uptake by the diatom *Cyclotella meneghiniana* : A comparison with the green alga *Chlamydomonas reinhardtii*. Dans: *14^e congrès Européen du Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC)*, (Prague, République Tchèque).

Tassé, N. (2003). Limnological processes in the development of acid lakes. *Sixth International Conference on Acid Rock Drainage (ICARD): Application and sustainability and technology. Proceedings.*, (Cairns, Australie). T. Farrell et G. Taylor, (Eds), pp. 559-570. Victoria, Australie, Australian Institute of Mining and Metallurgy (AusIMM).

Tessier, A., Croteau, M. N. et Hare, L. (2003). Cadmium concentrations in aquatic animals resulting from reduction in atmospheric emissions of cadmium and sulfur dioxide by smelters. Dans: *Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) Asia/Pacific Annual Meeting*, (Christchurch, Nouvelle-Zélande).

Tremblay, P., Paquin, R., Tessier, A. et Savard, M. (2004). Development and validation of a membrane extraction system for formaldehyde gas diffusion analysis by mass spectrometry. Dans: *52nd annual American Society for Mass Spectrometry Conference (ASMS)*, (Nashville, États-Unis).

Tremblay, P., Vermette, J., Savard, M. M. et Paquin, R. (2004). Investigation of the Diffusion of Gases and Formaldehyde in Polymeric Membranes. Dans: *52nd annual American Society for Mass Spectrometry Conference (ASMS)*, (Nashville, États-Unis).

Wels, C., Lefebvre, R. et Robertson, A. M. (2003). An overview of prediction and control of air flow in acid-generating waste rock dumps. Dans: *Sixth International Conference on Acid Rock Drainage (ICARD): Application and sustainability and technology. Proceedings.*, (Cairns, Australie). T. Farrell et G. Taylor, (Eds), pp. 639-650. Victoria, Australie, Australian Institute of Mining and Metallurgy (AusIMM).

Wels, C., Lefebvre, R. et Robertson, A. M. (2004). Prediction and Control of Air Flow in Acid-Generating Waste Rock Dumps. Dans: *Canadian Geophysical Union (CGU), American Geophysical Union (AGU), Society of Exploration Geophysicists (SEG) & Environmental and Engineering Geophysical Society (EEGS) 2004 Joint Assembly*, (Montréal, Canada).

Communications ou publications sans arbitrage

Badas, M. G., Sulis, M., Deidda, R., Piga, E., Marrocu, M. et Paniconi, C. (2003). Evaluation of SWAT streamflow components for the Araxisi catchment (Sardinia, Italy). Dans: *SWAT2003: 2nd International SWAT Conference*, (Bari, Italie). pp. 5-9. Water Research Institute (IRSA) - CNR.

Barnabé, S., Sasseville, J. L., Tyagi, R. D. et Valéro, J. R. (2003). Eaux usées et boues d'épuration : matières tertiaires à matières premières? Dans: *3^e congrès INRS-IAF*, (Lac Delage, Canada).

- Barnabé, S., Sasseville, J. L., Valéro, J. R. et Tyagi, R. D. (2004). Eaux usées, boues d'épuration et autres résiduelles, de matières tertiaires à matières premières : comment intégrer la bio-industrie émergente et connaître le succès? Dans: 5e Salon des technologies environnementales du Québec, (Québec, Canada).
- Barnabé, S., Tyagi, R. D. et Valéro, J. R. (2003). Bioconversion des boues d'épuration en bioinsecticide : solubiliser les boues pour une meilleure valeur ajoutée. Dans: 3^e congrès INRS-IAF, (Lac Delage, Canada).
- Barnabé, S., Tyagi, R. D. et Valéro, J. R. (2003). Production de biopesticides en utilisant les boues d'épuration comme matière première : effets des paramètres du procédé. Dans: 28^e congrès de l'Association des biologistes du Québec: Les biotechnologies, 50 ans après la découverte de l'ADN, (Montréal, Canada).
- Beauchesne, I., Drogui, P. et Blais, J. F. (2003). Récupération électrochimique du plomb d'effluents de décontamination de chaux usées. Dans: 19e congrès de l'est du Canada de l'ACQE / 19th EASTERN Regional Symposium on Water Quality Research (CAWQ), (Sherbrooke, Canada).
- Beaudoin, G., Bernard, J., Hupé, A., Malo, M., Ross, A. et Simard, M. (2004). Le gîte du Mont-de-l'Aigle, Gaspésie : un exemple de gîte de cuivre-or-oxydes de fer paléozoïque. 72^{ème} Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS): Premières journées de Launay, (Montréal, Canada).
- Bédard, J. H., Schroetter, J. M., Pagé, P., Tremblay, A. et Bécu, V. (2004). Le potentiel en Cr et en éléments du groupe du platine de la province ophiolitique ordovicienne du sud du Québec. 72^{ème} Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS): Premières journées de Launay, (Montréal, Canada).
- Bergeron, N. (2004). GEOSALAR : A riverscape approach to modelling Atlantic salmon fluvial habitat and smolt production using geomatics. Dans: Annual GEOIDE (Network Centre of Excellence - Geomatics for Informed Decisions) Meeting, (Gatineau, Canada).
- Bergeron, N. (2004). [[conférencier invité]]. GEOSALAR : une approche géomatique de la modélisation de l'habitat du saumon en rivière. Dans: Groupe Québec-Océan, (Université Laval, Canada).
- Bergeron, N. E., Bérubé, F., Boisclair, D., Carbonneau, P., Dodson, J. J., Hedger, R., Lane, S. N. et Lapointe, M. F. (2003). GEOSALAR : a landscape approach to modelling Atlantic salmon fluvial habitat and smolt production using geomatics. Dans: 133rd Annual Meeting of the American Fisheries Society, (Québec, Canada).
- Bergeron, N. E., Bérubé, F., Lapointe, M. F. et Pouliot, M. A. (2003). Interactive effects of hydraulic gradient and substrate silt fraction (under 0.063 mm) on Atlantic salmon (*Salmo salar*) embryo survival. Dans: 133rd Annual Meeting of the American Fisheries Society, (Québec, Canada).
- Bergeron, N. E., Dodson, J. J., Bérubé, F., Boisclair, D., Carbonneau, P., Hedger, R., Lane, S. N. et Lapointe, M. F. (2003). [[conférencier invité]]. GEOSALAR : A riverscape approach to modelling atlantic salmon fluvial habitat and smolt production using geomatics. Geography Department, University of Buffalo, (Buffalo, États-Unis).
- Bernier, M. (2004). [[conférencier invité]]. Développement d'un réseau ouvert sur la toile (Web) afin de relier divers types de capteurs in situ et de données de télédétection pour la distribution de données environnementales. Dans: Séminaire du Centre de recherche en géomatique (CRG) - Université Laval, (Québec, Canada).
- Bérubé, F. et Bergeron, N. (2003). GEOSALAR : développement d'une application PIV (particle image velocimetry) pour la mesure des champs de vitesses en rivière. Outil pour la caractérisation de l'habitat du poisson. (Université de Montréal, Canada).
- Boily, F., Campbell, P. G. C. et Fortin, C. (2004). Thiosulfate enhances cadmium uptake by a green alga : evidence for the involvement of anion transporters in metal uptake. Dans: Environmental Sciences and Engineering Research Conference, (Gatineau, Canada).
- Boisclair, D. et Bergeron, N. E. (2003). Multiscale assessment of the determinants of early-winter habitat selection by parrs of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Dans: 133rd Annual Meeting of the American Fisheries Society, (Québec, Canada).
- Bonnet, A. L., Corriveau, L., Richer-Lafleche, M. et Scherrer, G. (2004). La recherche de gisements métallifères dans les "ceintures de gneiss roses" : contextes, stratégies et outils. 72^{ème} Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS): Premières journées de Launay, (Montréal, Canada).
- Boucher, M., Xhardé, R. et Long, B. (2004). Laser radar technique (Lidar) applied to geohazards detection and monitoring. Dans: Annual GEOIDE (Network Centre of Excellence - Geomatics for Informed Decisions) Meeting, (Gatineau, Canada).

- Boullemant, A., Vigneault, B., Fortin, C. et Campbell, P. G. C. (2004). Uptake of neutral metal complexes by green algae influence of pH and humic substances. Dans: Metals in the Environment Research Network - Year 5 Symposium, (Aylmer, Canada).
- Brar, S., Verma, M., Tyagi, R. D. et Valéro, J. R. (2003). Development of stable aqueous flowable formulations of sludge based *Bacillus thuringiensis* biopesticides. Dans: 19e congrès de l'est du Canada de l'ACQE / 19th EASTERN Regional Symposium on Water Quality Research (CAWQ), (Sherbrooke, Canada).
- Brar, S., Verma, M., Tyagi, R. D. et Valéro, J. R. (2004). Screening of various anti-microbial agents (AMAs) for stability of sludge based *Bacillus thuringiensis* biopesticides. Dans: Environmental Sciences and Engineering Research Conference, (Gananoque, Canada).
- Bureau, M. A., Drogui, P., Mercier, G. et Blais, J. F. (2003). Stabilisation et traitement électrochimique des boues d'épuration municipales et industrielles. Dans: 19e congrès de l'est du Canada de l'ACQE / 19th EASTERN Regional Symposium on Water Quality Research (CAWQ), (Sherbrooke, Canada).
- Bérubé, L., Tessier, A. et Gobeil, C. (2004). Chronology of platinum and palladium deposition in two Canadian shield lakes : evidence of regional contamination by aerial transport. Dans : 2004 MITE-RN Annual Research Symposium , (Gatineau, Canada).
- Carignan, R., Tessier, A. et Rancourt, L. (2004). Historical records of metal loadings from the atmosphere in Canadian Shield lakes. Dans: 2004 MITE-RN Annual Research Symposium, (Gatineau, Canada).
- Caschili, A., Montaldo, N., Mancini, M., Albertson, J., Botti, P., Dessena, M. A., D'Urso, G., Minacapilli, M., Piga, E. et Paniconi, C. (2004). An operational approach to assimilate ASAR surface soil moisture maps for root zone moisture prediction applied to the Mulargia basin, Sardinia . Dans: European geosciences union 1st general assembly, (Nice, France). pp. abs. 06376.
- Chagnon, A. et Malo, M. (2004). Les minéraux argileux d'altération comme outil d'exploration : exemple des skarns cuprifères du sud de la Gaspésie. 72ème Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS): Premières journées de Launay, (Montréal, Canada).
- Choisnard, J., Lafrance, G. et Bernier, M. (2003). Radarsat-I SAR Scenes for wind power mapping in costal area: Gulf of St-Lawrence case. Dans: International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS) 2003: Learning Earth's Shapes and Colors, (Toulouse, France).
- Couture, P. et Pyle, G. (2004). Biochemical and morphometric effects of industrial metal contamination on wild yellow perch. Dans: 2004 MITE-RN Annual Research Symposium, (Gatineau, Canada).
- Croisetière, L., Hare, L. et Tessier, A. (2004). Rational development of the biomonitor *Sialis*. Dans: 2004 MITE-RN Annual Research Symposium, (Gatineau, Canada).
- Demers, A. M., Garneau, M., Bernier, M. et Pelletier, L. (2003). The use of RADARSAT-1 images for classification of boreal peatlands and non-peatlands environments in the La Grande River area, James Bay, Quebec. Dans: The XVI INQUA Congress: Shaping the Earth: A Quaternary Perspective, (Reno, États-Unis). pp. 185.
- Diagana, B. (2004). Remobilisation des métaux de base et évolution tectonométamorphique dans les amas sulfurés de la province pyrithéenne sud-ibérique. 72ème Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS): Premières journées de Launay, (Montréal, Canada).
- Diagana, B., Héroux, Y., Chagnon, A., Lafèche, M. R., Moar, R. et Houle, P. (2004). Potentiel minéral du bassin de Mistassini : une réévaluation basée sur des outils empruntés de l'exploration pétrolière. 72ème Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS): Premières journées de Launay, (Montréal, Canada).
- Djedidi, Z., Drogui, P., Ben Cheikh, R., Mercier, G. et Blais, J. F. (2003). Enlèvement et récupération du plomb de sol contaminé par un procédé combiné de lixiviation en milieu salin et d'électrodéposition. Dans: 19e congrès de l'est du Canada de l'ACQE / 19th EASTERN Regional Symposium on Water Quality Research (CAWQ), (Sherbrooke, Canada).
- Drouin, M. et Tyagi, R. D. (2003). Production de protéase alcaline par *Bacillus licheniformis* en utilisant les boues d'épuration comme substrat. Dans: 19e congrès de l'est du Canada de l'ACQE / 19th EASTERN Regional Symposium on Water Quality Research (CAWQ), (Sherbrooke, Canada).
- Dubé, B., Williamson, K., McNicoll, V., Malo, M., Skulski, T., Twomey, T. et Sanborn-Barrie, M. (2004). Géologie de la "goldcorp high-grade zone" Mine Red Lake, Balmertown, Ontario. 72ème Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS): Premières journées de Launay, (Montréal, Canada).
- Favre, A. C. (2004). La régression quantile bayésienne : application en hydrologie. Dans: Séminaire de statistiques de l'Université Laval, (Québec, Canada).

- Favre, A. C., Onibon, H., Perreault, L. et Slivitzky, M. (2003). Risk Analysis in Reservoir Management : an Experiment in Elicitation of Subjective Knowledge of an Expert Hydrologist. Dans: *Practical Bayesian Statistics 5*, (Milton Keynes, Grande-Bretagne).
- Fortin, C. (2003). [[Conférencier invité]]. Interactions uranium - phytoplancton : Liens entre spéciation chimique, ions inhibiteurs (Ca^{2+} , Mg^{2+} et H^+) et accumulation / toxicité. Dans: (Montréal, Canada).
- Fortin, C., Denison, F. H. et Garnier-Laplace, J. (2003). Uranium bioavailability toward phytoplankton. Dans: *Conseil scientifique « ENVIRHOM »*, (St-Paul-lez-Durance, France).
- Fortin, G. et Bernier, M. (2004). Permeability and diffusion of gases within the snowpack. Dans: *5th Circumpolar Ecosystems conference (CE5): Snow Sampling Methodology and Instrumentation Workshop*, (Churchill, Canada).
- Fortin, G., van Bochove, E., Bernier, M., Thériault, G. et Jones, H. G. (2004). Greenhouse gas emission from an agricultural soil impacted by ice layers in a temperate snow. Dans: *60th Eastern Snow Conference: Remote Sensing of Snow and Ice - the State of the Art*, (Sherbrooke, Canada).
- Fortin, G., van Bochove, E., Jones, H. G., Thériault, G. et Bernier, M. (2004). In-situ measurements of air permeability and gas diffusion through intra-pack ice layers in a seasonal snowpack. Dans: *5th Circumpolar Ecosystems conference (CE5): Snow Sampling Methodology and Instrumentation Workshop*, (Churchill, Canada).
- Fortin, J. P., Bernier, M., Mathieu, C., El Battay, A. et Turcote, R. (2004). Updating of snowpack SWE and areal distribution in the HYDROTEL hydrological model from RADARSAT and VEGETATION data. Dans: *60th Eastern Snow Conference: Remote Sensing of Snow and Ice - the State of the Art*, (Sherbrooke, Canada).
- Francus, P. (2004). Designing a semi-automated and remote system of retrieve varved images from thin-sections at the scanning electron microscope. Dans: *Abstracts of the 34th International Arctic Workshop*, (Boulder, États-Unis). Boulder, Colorado., Institute of Arctic and Alpine Research.
- Gagnon A., Jumarie, C., Campbell, P. G. C. et Hontela, A. (2004). Effect of Cu on stress-induced physiological responses in rainbow trout. Dans: *2004 MITE-RN Annual Research Symposium*, (Gatineau, Canada).
- Gallon, C., Tessier, A. et Gobeil, C. (2004). Geochemistry of lead and historical variation of its sources in an oligotrophic acidic lake. Dans: *14e Symposium annuel du Groupe de Recherche Interuniversitaire en Limnologie et en Environnement Aquatique (GRIL)*, (Saint-Hippolyte, Canada).
- Gallon, C., Tessier, A., Gobeil, C. et Carignan, R. (2004). A century of atmospheric lead deposition around Rouyn-Noranda : What can lake sediments can tell us? Dans: *2004 MITE-RN Annual Research Symposium*, (Gatineau, Canada).
- Garneau, M., Bernier, M., Moore, T., Ouarda, T. M. B. J., Richard, P. et Roulet, N. (2003). Carbon Dynamics in Boreal Peatlands, la Grande Rivière, James Bay Lowlands, Québec, Canada. Dans: *The XVI INQUA Congress: Shaping the Earth: A Quaternary Perspective*, (Reno, États-Unis). pp. 185.
- Garnier-Laplace, J., Adam, C., Gilbin, R., Simon, O., Tran, D., Massabuau, J. C., Fortin, C., Denison, F. H., Buet, A., Fournier, E., Pradines, C., Floriani, M., Henner, P. et Laroche, L. (2003). Exposition chronique à des radionucléides, bioaccumulation et effets : le volet «environnement» du programme «ENVIRHOM». Dans: *Journée « Éléments en traces » de la Société Française de Radioprotection*, (Paris, France).
- Garnier, V., Giuliani, G. et Ohnenstetter, D. (2004). Genèse des gisements de rubis associés aux marbres de l'Asie centrale et du sud-est. 72^{ème} Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS): Premières journées de Launay, (Montréal, Canada).
- Gauthier, C., Lefebvre, M., Martel, R., Ampleman, G., Thiboutot, S., Lewis, J. et Parent, M. (2003). Assessment of the impacts of live training on soil and groundwater at canadian forces base Shilo, Manitoba. Dans: *56th Canadian geotechnical conference - 4th joint IAHCNC/CGS conference*, (Winnipeg, Canada).
- Gauthier, Y., Bernier, M., Ouarda, T. B. M. J., Hicks, F., Leconte, R. et Leclerc, M. (2004). The frazil project : integrated expertise towards the development of an ice jam related flood warning system. Dans: *Annual GEOIDE (Network Centre of Excellence - Geomatics for Informed Decisions) Meeting*, (Gatineau, Canada).
- Gauthier, Y., Bernier, M., Philippin, M., Weber, F., Gherboudj, I. et Jasek, M. (2004). River ice monitoring with synthetic aperture radar. Dans: *Annual GEOIDE (Network Centre of Excellence - Geomatics for Informed Decisions) Meeting*, (Gatineau, Canada).
- Gauthier, Y., El Battay, A., Bernier, M. et Ouarda, T. B. M. J. (2003). Using contextual analysis to monitor river ice from RADARSAT data. Dans: *60th Eastern Snow Conference: Remote Sensing of Snow and Ice - the State of the Art*, (Sherbrooke, Canada). pp. 151-158.

- Hare, L., Croisetière, L., Croteau, M. N., Gallon, C., Gosselin, A., Orvoine, J. et Tessier, A. (2004). Development of rational methods for relating metal accumulation by aquatic organisms to metal concentration in their environment. Dans: 2004 MITE-RN Annual Research Symposium, (Gatineau, Canada).
- Hilberts, A., Troch, P. et Paniconi, C. (2003). Hillslope-storage dependent drainable porosity to account for capillarity effects on the dynamic response of complex hillslopes. Dans: 2003 AGU Fall Meeting, (San Francisco, USA). pp. abs. H31G-04. New York, American Geophysical Union.
- Hilberts, A., Troch, P. A., Van Loon, E. E. et Paniconi, C. (2004). The hillslope-storage Boussinesq model for variable bedrock slope. Dans: NRC-days 2003 : Dealing with Floods within Constraints, (Roermond, Pays-Bas). pp. 98-100. Delft, Pays-Bas, Netherlands Centre for River Studies.
- Imbeault, S., Blais, J. F., Parent, S., Lagacé, M. et Uhland, C. (2003). Étude du potentiel thérapeutique des bactériophages dans le but de prévenir la furonculose engendrée par *Aeromonas salmonicida* chez des salmonidés d'élevage. Dans: 5e Congrès international du GRUTTEE: Micropolluants et microorganismes dans l'environnement : analyse, devenir et élimination, (Paris, France).
- Imbeault, S., Blais, J. F., Parent, S., Lagacé, M. et Uhland, C. (2003). Utilisation de bactériophages pour la prévention de la furonculose causée par *Aeromonas salmonicida* chez l'omble de Fontaine (truite). Dans: 19e congrès de l'est du Canada de l'ACQE / 19th EASTERN Regional Symposium on Water Quality Research (CAWQ), (Sherbrooke, Canada).
- Kraemer, L., Campbell, P. G. C. et Hare, L. (2004). A field study examining metal depuration kinetics in juvenile yellow perch (*Perca flavescens*). Dans: 2004 MITE-RN Annual Research Symposium, (Gatineau, Canada).
- Kraemer, L., Campbell, P. G. C. et Hare, L. (2004). A field study examining the relative importance of food and water as sources of Cd for juvenile yellow perch. Dans: 2004 MITE-RN Annual Research Symposium, (Gatineau, Canada).
- Laforte, L., Tessier, A. et Gobeil, C. (2004). Indium and thallium in two Canadian Shield Lakes: Sources, Geochemistry, and Implications for Contaminant Monitoring. Dans: 2004 MITE-RN Annual Research Symposium, (Gatineau, Canada).
- Laforte, L., Tessier, A. et Gobeil, C. (2004). Sources and geochemistry of indium and thallium in two Canadian shield lakes. Dans: 14e Symposium annuel du Groupe de Recherche Interuniversitaire en Limnologie et en Environnement Aquatique (GRIL), (Saint-Hippolyte, Canada).
- Laforte, L., Tessier, A. et Gobeil, C. (2004). Thallium sources and geochemistry in two Canadian shield lakes. Dans: Environmental Sciences and Engineering Research Conference, (Gatineau, Canada).
- Lamoureux, S., Cockburn, J., Stewart, K., Forbes, A. et Francus, P. (2004). The Cape Bounty integrated paleoclimate experiment : calibrating the sedimentary and subfossil record contained in varves. Dans: 34th International Arctic Workshop, (Boulder, États-Unis).
- Langlois, A., Royer, A. et Frigon, A. (2004). Validation of the snow cover variation of the Canadian Regional Climate Model (CRCM) using passive microwave satellite data. Dans: 60th Eastern Snow Conference: Remote Sensing of Snow and Ice - the State of the Art, (Sherbrooke, Canada).
- Lapointe, M. F. et Bergeron, N. E. (2003). Geomorphic controls on salmon spawning habitat in drainage basin underlain by friable shale bedrock, Gaspé Peninsula, Quebec. Dans: 133rd Annual Meeting of the American Fisheries Society, (Québec, Canada).
- Laridi, R., Auclair, J. C. et Benmoussa, H. (2003). Enlèvement de nutriments (P&N) du lisier de porc par précipitation contrôlée de la struvite. Dans: 19e congrès de l'est du Canada de l'ACQE / 19th EASTERN Regional Symposium on Water Quality Research (CAWQ), (Sherbrooke, Canada).
- Lebel, D. (2004). Stratégies coopératives de cartographie géoscientifique au Canada : perspectives et progrès. 72^{ème} Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS): Premières journées de Launay, (Montréal, Canada).
- Lefebvre, R. (2004). [[conférencier invité]]. Revue du contexte de la contamination en TCE dans l'eau souterraine du secteur Valcartier, Québec, Canada. Dans: 5e Salon des technologies environnementales du Québec, (Québec, Canada).
- Levasseur, B., Blais, J. F. et Mercier, G. (2003). Optimisation d'un procédé combinant la lixiviation et la précipitation pour la décontamination d'un mélange de cendres de chaudières et d'électrofiltres d'incinérateur de déchets municipaux. Dans: 5e Congrès international du GRUTTEE: Micropolluants et microorganismes dans l'environnement : analyse, devenir et élimination, (Paris, France).
- Levasseur, B., Mercier, G. et Blais, J. F. (2003). Optimisation d'un procédé hydrométallurgique de décontamination des cendres volantes d'incinérateur de déchets municipaux. Dans:

19e congrès de l'est du Canada de l'ACQE / 19th EASTERN Regional Symposium on Water Quality Research (CAWQ), (Sherbrooke, Canada).

Levasseur, M., Bergeron, N. E., Bérubé, F. et Lapointe, M. F. (2003). Temporal dynamics of fine sediment infiltration within artificial Atlantic salmon redds : effects on embryo survival. Dans: 133rd Annual Meeting of the American Fisheries Society, (Québec, Canada).

Long, B. (2004). Le projet Fudoteram, un outils de mesures côtière. Dans: Annual GEOIDE (Network Centre of Excellence - Geomatics for Informed Decisions) Meeting, (Gatineau, Canada).

Long, B. (2004). Tailored geomatics application for geohazard and georesources exploration : one integrated approach. Dans: Annual GEOIDE (Network Centre of Excellence - Geomatics for Informed Decisions) Meeting, (Gatineau, Canada).

Meunier, N., Gourvenec, C., Drogui, P., Hausler, R. et Blais, J. F. (2003). Récupération électrochimique des métaux lors de la décontamination des boues d'épuration municipales. Dans: 19e congrès de l'est du Canada de l'ACQE / 19th EASTERN Regional Symposium on Water Quality Research (CAWQ), (Sherbrooke, Canada).

Michaud, Y., Rivard, C., Lefebvre, R., Rivera, A. et Pupek, D. (2004). Preliminary assesment of groundwater resources in southern New Brunswick in the context of climate change. Dans: Atelier sur les Changements climatiques, leurs impacts et adaptations: ressources hydriques et halieutiques au Nouveau-Brunswick, (Moncton, Canada).

Niang, M., Bernier, M. et Gauthier, Y. (2004). L'apport de la sonde SNOWPOWER dans l'estimation de l'équivalent en eau de la neige (EEN) avec les données radar. Dans: 25^e symposium canadien sur la télédétection & 11^e congrès de l'association québécoise de télédétection, (Montréal, Canada).

Niang, M., Fortin, G., Gauthier, Y., Martel, L., Bernier, M., van Bochove, E., Stacheder, M. et Brandelik, A. (2003). Validation of the SNOWPOWER probe in a temperate snow cover in eastern Canada: preliminary results. Dans: 60th Eastern Snow Conference: Remote Sensing of Snow and Ice - the State of the Art, (Sherbrooke, Canada).

Nolin, M. C., Martin, A., van Bochove, E., Lamontagne, L., Laflamme, G., Cambouris, A., Leclerc, M. L., Perron, I., Michaud, J., 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 - Approche expérimentale. 18^e Congrès de l'Association québécoise des spécialistes en

sciences du sol (AQSSS), (Bais Saint-Paul, Canada).

Ouarda, T. B. M. J. (2004). Modélisation statistique des débits prévisionnels. Dans: Atelier sur la prévision hydrologique, (Rabat, Maroc).

Pagé, P., Bédard, J. H. et Minarik, W. (2004). Étude du comportement des éléments du groupe du platine (EGP) : exemple du complexe ophiolitique de Thetford Mines (COTM). 72^{ème} Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS): Premières journées de Launay, (Montréal, Canada).

Perron, A., Tessier, A. et Gobeil, C. (2004). Zinc and PAHs in the sediment of a Canadian shield lake. Dans: 2004 MITE-RN Annual Research Symposium, (Gatineau, Canada).

Perron, A., Tessier, A. et Gobeil, C. (2004). Zinc mobility in a Canadian shield lake. Dans: Environmental Sciences and Engineering Research Conference, (Gananoque, Canada).

Perron, I., Cluis, D. et Nolin, M. C. (2003). Effet de la microtopographie sur la qualité des sols et le rendement des cultures. Approche stratifiée utilisant l'algorithme des K-moyennes. Dans: 17^e Congrès de l'Association québécoise des spécialistes en sciences du sol (AQSSS), (Sherbrooke, Canada).

Riverin, M. N., Lefebvre, R., Paradis, S. et Bolduc, A. (2004). Caractérisation et modélisation de la dynamique d'écoulement dans le système aquifère de l'esker Saint-Mathieu - Berry dans la région d'Amos, Abitibi. Dans: Journée des sciences de la terre 2004, (Québec, Canada).

Ross, M., Parent, M., Lefebvre, R. et Martel, R. (2003). Modeling the regional stratigraphic architecture of complex glacial and glaciomarine settings using GOCAD: a new perspective for the study of Quaternary basins and for hydrogeology applications. Dans: Canadian Quaternary Association Meetings (CANQUA 2003), (Halifax, Canada).

Ross, M., Parent, M., Martel, R. et Lefebvre, R. (2004). Towards a closer integration between stratigraphic reconstruction and hydrogeologic applications. Dans: Geological Association of Canada-Mineralogical Association of Canada (GAC-MAC) Annual meeting. Workshop on three-dimensional geological mapping for groundwater applications, (Ste. Catherines, Canada).

Rousseau, A. N., Mailhot, A. et Villeneuve, J. P. (2003). Connaissons-nous bien la capacité des bassins versants et aquifères régionaux à fournir de l'eau potable à la population du Québec sous de nouvelles conditions climatiques ? Dans: 26^e symposium sur les eaux usées et 15^e atelier sur l'eau potable,

(Laval, Canada). pp. 6. Montréal, RESEAU environnement.

Slivitzky, M. et Rousseau, A. N. (2003). Relationships Between Annual Runoff Variability and the Arctic Oscillation Index in the Northern Québec/Labrador Peninsula. Dans: Proceedings of the 18th Stanstead Seminar: Climate Variability and Predictability from Seasons to Decades, (Lennoxville, Canada). J. Derome, G. J. Boer, J. C. Fyfe et R. J. Greatbatch, (Eds).

Spacek, O., Nicholson, R. V., Gélinas, P. et Lefebvre, R. (2004). Comparison of different methods for determination of pyrite oxidation rate in waste rock pile at mine Doyon, Québec, Canada. Dans: Canadian Geophysical Union (CGU), American Geophysical Union (AGU), Society of Exploration Geophysicists (SEG) & Environmental and Engineering Geophysical Society (EEGS) 2004 Joint Assembly, (Montréal, Canada).

Stacheder, M., Schlaeger, S., Brandelik, A., Staehli, M. et Bernier, M. (2004). Large-scale Sensing of Snow Pack Properties. Dans: Canadian Geophysical Union (CGU), American Geophysical Union (AGU), Society of Exploration Geophysicists (SEG) & Environmental and Engineering Geophysical Society (EEGS) 2004 Joint Assembly, (Montréal, Canada).

Sukola, K., Wang, F. et Tessier, A. (2004). Metal-sulfide species in oxic waters : complexes, clusters or colloids? Dans: 2004 MITE-RN Annual Research Symposium, (Gatineau, Canada).

Sulis, M., Rodrigues, L., Paniconi, C. et Lourenco, N. (2003). Application of the SWAT Model in a decisional framework for the Caia catchment, Portugal. Dans: SWAT2003: 2nd International SWAT Conference, (Bari, Italie). pp. 123-126. Water Research Institute (IRSA) - CNR.

Tassé, N., Germain, D., Isabel, D. et Cyr, J. (2004). [[conférencier invité]]. Treatment of near neutral effluents released from abandoned gold-mine tailings and contaminated with arsenic. Dans: 2004 Ontario MEND workshop : Sludge Management and Treatment of Weak Acid or Neutral pH Drainage, (Sudbury, Canada).

Verma, M., Brar, S., Tyagi, R. D. et Valéro, J. R. (2003). A novel strategy for the production of potential antagonistic fungi *Trichoderma* spp. using wastes as raw material. Dans: 19e congrès de l'est du Canada de l'ACQE / 19th EASTERN Regional Symposium on Water Quality Research (CAWQ), (Sherbrooke, Canada).

Verma, M., Brar, S., Tyagi, R. D. et Valéro, J. R. (2004). Municipal and industrial wastes and raw material for production of potential antagonistic fungi *Trichoderma* spp. Dans: Environmental Sciences and Engineering Research

Conference, (Gananoque, Canada).

Williamson, K., Dubé, B., Malo, M., Richer-Lafleche, M. et Kovala, J. (2004). Géométrie et structure de la zone aurifère à fortes teneurs de la mine Goldcorp Red lake, Balmertown, Ontario. 72^e Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS) : Premières journées de Launay, (Montréal, Canada).

Xhardé, R., Boucher, M. et Long, B. (2004). Lidar application for coastal erosion and mapping : an exemple of the northwest of the gulf of St-Lawrence, Québec, Canada. Dans: Annual GEOIDE (Network Centre of Excellence - Geomatics for Informed Decisions) Meeting, (Gatineau, Canada).

Yan, S., Tyagi, R. D. et Surampalli, R. Y. (2003). Activated sludge and wastewater as possible sources of biodegradable plastics . Dans: 19e congrès de l'est du Canada de l'ACQE / 19th EASTERN Regional Symposium on Water Quality Research (CAWQ), (Sherbrooke, Canada).

Yeza, A., Tyagi, R. D. et Valéro, J. R. (2003). Incertitudes scientifiques et maîtrise des risques technologiques dans la mise à l'échelle du procédé de production de biopesticide à partir de boues d'épuration comme substrat. Dans: 19e congrès de l'est du Canada de l'ACQE / 19th EASTERN Regional Symposium on Water Quality Research (CAWQ), (Sherbrooke, Canada).

Yeza, A., Tyagi, R. D. et Valéro, J. R. (2003). Incertitudes scientifiques et maîtrise des risques technologiques dans la mise à l'échelle du procédé de production de biopesticide à partir de boues d'épuration comme substrat. Dans: 19^e congrès de l'est du Canada de l'ACQE, (Sherbrooke, Québec).

Yeza, A., Tyagi, R. D. et Valéro, J. R. (2003). Production de biopesticide à base de *Bacillus thuringiensis* en utilisant les boues d'épuration comme substrat de fermentation. Dans: 3^e congrès INRS-IAF, (Lac Delage, Canada).

Zhang, J., Wang, F. et Tessier, A. (2004). Thiols in wetland interstitial waters and their role in mercury and methylmercury speciation. Dans: 2004 MITE-RN Annual Research Symposium, (Gatineau, Canada).

Zidane, F., Lekhlif, B., Blais, J. F., Bensaid, J., Belcadi, S., El Kacemi, K. et Drogui, P. (2003). Enlèvement par électrocoagulation de divers polluants présents dans des solutions contaminées. Dans: Journée d'électrochimie 2003, (Poitiers, France).

Zidane, F., Lekhlif, B., Blais, J. F. et Oudrhiri, L. (2003). Étude d'épuration et réutilisation des rejets liquides d'une industrie de traitement de surface à Casablanca. Dans: Journée d'électrochimie 2003, (Poitiers, France).

Livres ou ouvrages collectifs

Ben Rebah, F., Yan, S., Filali Meknassi, Y., Tyagi, R. D. et Surampalli, R. Y. (2004). Bacterial production of bioplastics. Dans : Surampalli, R. Y. et Tyagi, K. D., (Eds). *Advances in water & wastewater treatment*. pp. 42-71. New York, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Benito, G., Thorndycraft, V. R., Bordossy, A., Barriendos, M., Coeur, D., Enzel' Y., Fernandez Bono, J. F., Francès, F., Lang, M., Llasat, M. C., Ouarda, T. B. M. J., Berrera, A., Botero, Y., Casas, A., Davoine, P., Filiz, F., Grau Gimeno, P., Rico, M., Sheffer, N. A., Sanchez-Moya, Y. et Sopena, A. (2004). Conclusions of the sphere project and flood policy implications. Dans: Benito, G. et Thorndycraft, V. R., (Eds). *Systematic, palaeoflood and historical data for the improvement of flood risk estimation : Method guidelines*. pp. 109-115. Serrano, Espagne, European Commission Environment and Sustainable Development.

Favre, A. C. (2004). Contrôle et organisation des données. Dans: Musy, A. et Higy, C., (Eds). *Hydrologie, Une science de la nature*. pp. 233-256. (Gérer l'environnement). Lausanne, Suisse, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.

Macdonald, R. W., Naidu, A. S., Yunker, M. B. et Gobeil, C. (2003). The Beaufort sea : Distribution, sources, variability and burial of carbon. Dans: Stein, R. et Macdonald, R. W., (Eds). *The organic carbon cycle in the Arctic ocean*. pp. 177-193. New York, Springer.

Ouarda, T. B. M. J., Hamdi, Y. et Bobée, B. (2004). A general system for frequency estimation in hydrology (fresh) with historical data. Dans: Benito, G. et Thorndycraft, V. R., (Eds). *Systematic, palaeoflood and historical data for the improvement of flood risk estimation: Method guidelines*. pp. 71-74. Madrid, Espagne, CSIC - Centro de ciencias medioambientales.

Paris, F., Achab, A., Asselin, E., Chen, X., Grahn, Y., Nolvak, J., Verniers, J., Samuelsson, J., Vecoli, M., Wang, X. et Winchester-Seeto, T. (2004). Chitinozoans. Dans: Webby, B., Droser, M., Paris, F. et Percival, I. G., (Eds). *The Great Ordovician Biodiversification Event (Critical Moments and Perspectives in Earth History and Paleobiology)*. pp. 294-311. (International Geological Correlation Program (IGCP) - Project: 72). New York, Columbia University Press.

Tyagi, R. D. et Surampalli, R. Y. (2004). *Simultaneous sewage sludge digestion and*

metal leaching. Dans: Surampalli, R. Y. et Tyagi, K. D., (Eds). *Advances in Water & Wastewater Treatment*. pp. 261-272. New York, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Whitfield, P., Pilon, P., Burn, D., Arora, V., Lins, H.F., Ouarda, T. B. M. J., Sellards, D. et Spence, C. (2004). Variabilité et changements climatiques - cours d'eau. Dans: *Menaces pour la disponibilité de l'eau au Canada*. pp. 85-90. (Série de rapports d'évaluation scientifique de l'INRE: 3). Burlington, Canada, Environnement Canada.

Yan, S., Filali Meknassi, M. Y., Tyagi, R. D. et Surampalli, R. Y. (2004). Recent advances in wastewater treatment in sequencing batch reactor. Dans: Surampalli, R. K. et Tyagi, K. D., (Eds). *Advances in Water & Wastewater Treatment*. pp. 148-177. New York, American Society of Civil Engineers (ASCE).

Rapports de recherche

Aznar, J. C., Richer-Lafèche, M. et Ouimet, R. (2003). [*Rapport confidentiel*]. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 23 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 744).

Benyahya, L., St-Hilaire, A., Courtenay, S. C., Bogen, A. D., Ouarda, T. B. M. J., Bobée, B. et Lachance, M. (2003). *Analyse de l'efficacité des bassins de sédimentation d'une tourbière exploitée : étude de cas de la plaine de Saint-Charles (Nouveau-Brunswick)*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 38 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 686).

Benyahya, L., St-Hilaire, A., Favre, A. C., Bobée, B. et Slivitzky, M. (2004). *Caractérisation statistique des redoux : application à quatre stations de la province de Québec*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 56 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 722).

Bergeron, M., Richer-Lafèche, M. et Shen, S. (2004). [*Rapport confidentiel*]. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 108 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 735).

Bergeron, N., Lapointe, M., Bérubé, F., Pouliot, M. A., Johnston, P., Wagner, G. et Levasseur, M. (2003). *Études des impacts des pratiques forestières sur la conservation de la ressource saumon dans le bassin-versant de la rivière Cascapédia : développement de nouveaux critères sédimentologiques de qualité du substrat de fraie du saumon atlantique*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 46 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 705).

- Bernier, M., Gauthier, Y. et Chokmani, K. (2003). *Validation à moyen terme de l'approche EQeau*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 57 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 618 f1).
- Bernier, M., Gauthier, Y., Fortin, G., El Battay, A., Khaldoune, J., Ouarda, T. B. M. J. et van Bochove, E. (2004). *Suivi des caractéristiques du couvert nival, du sol et de la glace de rivière à l'aide des techniques de télédétection et de modélisation. Rapport d'étape no 4*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 15 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 617 e4).
- Bertrand, R. et Malo, M. (2004). *[Rapport confidentiel]*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 10 pages, 16 figures. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 726).
- Bertrand, R. et Malo, M. (2004). *[Rapport confidentiel]*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, iii, 15 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 731).
- Bertrand, R. et Malo, M. (2003). *[Rapport confidentiel]*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 74 pages, 18 figures. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 721).
- Bérubé, F., Levasseur, M., Bergeron, N. et Pouliot, M. A. (2003). *Développement et démonstration de techniques pour la restauration de la qualité du substrat de fraie des salmonidés. Rapport final*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 84 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 707).
- Bérubé, F., Levasseur, M., Pouliot, M. A. et Bergeron, N. (2003). *Développement et démonstration de techniques pour la restauration de la qualité du substrat de fraie des salmonidés. Rapport d'étape 2*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 21 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 706).
- Bonnifait, L. et Leclerc, M. (2004). *Construction de courbes de niveau-dommages pour l'habitat québécois*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, iv, 15 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 728).
- Boudreau, P., Leclerc, M. et Secretan, Y. (2004). *Centrale Eastmain-1-A et dérivation Rupert. Simulation des habitats de reproduction piscicole de la rivière Rupert avec hydrosim/modeleur. Rapport sectoriel*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 60 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 732).
- Chartier, M., Blais, J. F. et Mercier, G. (2004). *[Rapport confidentiel]*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 22 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 733).
- Chokmani, K., Ghedira, H., Gingras, H., Ouarda, T. B. M. J., Hamilton, S. et Bobée, B. (2003). *Correction du débit en présence d'un effet de glace : développement du logiciel UNICCO*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 125 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 687).
- Cooper, S., Campbell, P. G. C. et Hare, L. (2004). *L'influence de la ventilation branchiale sur la prise en charge du cadmium chez la bivalve d'eau douce *Pyganodon grandis**. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, v, 26 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 771).
- Croteau, A., Murat, V. et Lefebvre, R. (2003). *[Rapport confidentiel]*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 33 pages et un annexe. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 690).
- Drogué, P., Blais, J. F. et Mercier, G. (2004). *[Rapport confidentiel]*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 36 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 736).
- El Adlouni, S., Ouarda, T. B. M. J. et Bobée, B. (2003). *Estimation des paramètres des distributions statistiques par les L-moments*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, iii, 17 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 682).
- El Adlouni, S., St-Hilaire, A., Bobée, B. et Ouarda, T. B. M. J. (2004). *Guide pratique pour l'emploi des L-moments en hydrologie*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, iii, 17 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 725).
- Favre, A. C., El Adlouni, S., Thiémondge, N. et Perreault, L. (2003). *[Rapport confidentiel]*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 34 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 683).
- Fortin, C., Rancourt, L. et Campbell, P. G. C. (2004). *[Rapport confidentiel]*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 40 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 704).
- Fortin, J. P., Royer, A. et Lavoie, P. (2003). *[Rapport confidentiel]*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 15 pages, 7 annexes. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 624 c).
- Gagnon, P., St-Hilaire, A., Plamondon, A., Seto, M. et Bobée, B. (2004). *Analyse statistique comparative des températures de l'eau sur les bassins versants de la région de Charlevoix*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, iv, 71 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 723).

- Herrera, E., Ouarda, T. B. M. J., Gingras, H. et Bobée, B. (2003). *[Rapport confidentiel]*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 508 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 684 e1).
- Herrera, E., Ouarda, T. B. M. J., Jourdain, V., Gingras, H. et Bobée, B. (2003). *[Rapport confidentiel]*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 50 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 684 e2).
- Hessami, M., Ouarda, T. B. M. J., Gingras, H. et Bobée, B. (2003). *[Rapport confidentiel]*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 12 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 685).
- Hessami, M., Ouarda, T. B. M. J., Gingras, H., Haché, M. et Bobée, B. (2003). *[Rapport confidentiel]*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 12 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 685 f1).
- Lavigne, M. A., Champagne, K., Martel, R. et Lefebvre, R. (2003). *Initial study of terrestrial forces training sites potentially contaminated by energetic materials, CFB Petawawa*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 83 pages, 4 appendices. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 745).
- Leclerc, M., Jourdain, V. et Ouarda, T. B. M. J. (2003). *Débits de crues extrêmes et cotes de crues à l'eau libre de la rivière Montmorency dans le secteur des Îlets*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, vi, 12 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 694).
- Leclerc, M., Morse, B., Bélanger, S. et Boudreau, P. (2004). *Analyse des conditions d'implantation d'une prise d'eau dans le secteur des îlets de la rivière Montmorency*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, xii, 50 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 692).
- Lefebvre, R., Trépanier, L. et Vigneault, H. (2003). *[Rapport confidentiel]*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 67 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 691).
- Mailhot, A., Nepton, M., Simard, A. et Villeneuve, J. P. (2004). *[Rapport confidentiel]*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, ix, 77 pages, 3 annexes. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 724).
- Malo, M., Dubé, B., Chagnon, A., Garnier, V. et Héroux, Y. (2004). *[Rapport confidentiel]*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 14 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 451).
- Martel, R., Robertsdon, T., Lewis, J., Parent, M., Ampleman, G., Thiboutot, S., Ross, M. et Clairet-Baril, G. (2004). *[Rapport confidentiel]*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 109 pages, 6 figures. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 739).
- Martel, R., Robertson, T., Duan, M. Q., Ampleman, G., Thiboutot, S., Provas, A., Jenkins, T. et Nicklin, S. (2003). *Application of the KTA 4-28 Protocol for Energetic Materials Contaminated Site Characterisation at the Former Explosive Factory Maribyrnong (EFM), Victoria, Australia. Final Report Volume IV*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, xiii, 131 pages. (Final Report; KTA 4-28).
- Murat, V., Paradis, D., Savard, M. M., Nastev, M., Bourque, É., Hamel, A., Lefebvre, R. et Martel, R. (2003). *Vulnérabilité à la nappe du système aquifère fracturé du sud-ouest du Québec. Application des méthodes d'évaluation DRASTIC et GOD*. Québec, Commission géologique du Canada, 16 pages. (Recherches en cours; 2003-D3).
- Ouarda, T. B. M. J., Hessami, M., Jourdain, V., Gingras, H. et Bobée, B. (2003). *[Rapport confidentiel]*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 21 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 688).
- Pennington, J. C., Jenkins, T. F., Ampleman, G., Thiboutot, S., Brannon, J. M., Clausen, J., Hewitt, A. D., Brochu, S., Dubé, P., Lewis, J., Ranney, T. A., Faucher, D., Gagnon, A., Stark, J. A., Brousseau, P., Price, C. B., Lambert, D., Marois, A., Bouchard, M., Walsh, M. E., Yost, S. L., Perron, N. M., Martel, R., Jean, S., Taylor, S., Hayes, C. A., Ballard, J. M., Walsh, M. R., Mlrecki, J. E., Downe, S., Collins, N. H., Porter, B. et Karn, R. (2004). *Distribution and fate of energetics on DoD test and training ranges : Interim Report 4*. Washington, U.S Army Corps of Engineers, pages. (Strategic Environmental Research and Development Program; ERDC TR-04-4).
- Pennington, J. C., Jenkins, T. F., Ampleman, G., Thiboutot, S., Brannon, J. M., Lewis, J., DeLaney, J. E., Clausen, J., Hewitt, A. D., Hollander, M. A., Hayes, C. A., Stark, J. A., Marois, A., Brochu, S., Dinh, H. Q., Lambert, D., Gagnon, A., Bouchard, M., Martel, R., Brousseau, P., Perron, N. M., Lefebvre, R., Davis, W., Ranney, T. A., Gauthier, C., Taylor, S. et Ballard, J. M. (2003). *Distribution and fate of energetics on DoD test and training ranges : Interim Report 3*. Washington, U.S Army Corps of Engineers, 381 pages. (Strategic Environmental Research and Development Program; ERDC TR-0302).
- Pontlevoy, O., Racine, C., Lefebvre, R., Therrien, R. et Trépanier, L. (2003). *[Rapport confidentiel]*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 46 pages, 6 annexes. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 689).
- Poulin, R., Blais, J. F., Boivin, J. A., Côté, B. et Richard, D. (2004). *[Rapport confidentiel]*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement,

- 119 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 734).
- Racine, C. et Lefebvre, R. (2003). *[Rapport confidentiel]*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 155 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 717 e).
- Restley, E. M., El Adlouni, S., Bobée, B. et Ouarda, T. B. M. J. (2004). *Le test GPD et son implémentation dans le logiciel HYFRAN Pro*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 33 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 737).
- Richer-Lafèche, M. et Bergeron, M. (2003). *[Rapport confidentiel]*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 67 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 741).
- Richer-Lafèche, M. et Bergeron, M. (2003). *[Rapport confidentiel]*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 743).
- Richer-Lafèche, M. et Bergeron, M. (2003). *[Rapport confidentiel]*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 16 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 742).
- Rousseau, A. N., François, L., Tremblay, S. et Villeneuve, J. P. (2004). *Développement d'un outil géomatique d'aide à la protection des milieux humides forestiers en terres publiques*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 103 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 710).
- Rousseau, A. N., Quilbé, R., Lacasse, B. et Villeneuve, J. P. (2004). *Integration of a topographic index in the hydrology component of the indicator of risk of water contamination by phosphorus*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, iv, 42 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 727).
- Secretan, Y., Larouche, E., le Bouilleur de Courlon, R., Ouellet, S., Derenne, M., Solinski, K., Kaczor, O. et Larrivée, F. (2003). *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 a).
- Secretan, Y., Leclerc, M., Larouche, É. et Boudreau, P. (2003). *Système d'évaluation et de gestion des risques d'inondation en milieu fluvial (SEGRI) : spécifications - Modeleur 2.0*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, viii, 60 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 720 b1).
- Secretan, Y., Leclerc, M., Larouche, É., Boudreau, P., le Bouilleur de Courlon, R., Ouellet, S., Derenne, M., Bédard, S., Solinski, K., Kaczor, O., Larrivée, F. et Richard, D. (2003). *Système d'évaluation et de gestion des risques d'inondation en milieu fluvial (SEGRI). Rapport d'étape no 1*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 41 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 720 e1).
- St-Hilaire, A., Haché, M., Cârsteanu, A., Thiémonge, N., Pion, C., Perreault, L., Evora, N., Tremblay, D., Fortin, D. et Bobée, B. (2003). *[Rapport confidentiel]*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, xi, 66 pages, 4 annexes. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 708).
- St-Hilaire, A., Jacques, C., Serre, M., Seidou, O., Tapsoba, D., Fortin, V. et Bobée, B. (2004). *Approche bayésienne pour l'étude des réseaux de station de mesure du couvert nival. Rapport final*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, iii, 25 pages, 2 annexes. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 738).
- St-Hilaire, A., Lachance, M., Bobée, B., Ouarda, T. B. M. J., Gignac, C., Rioux, P. J., Gaudet, J., Thiémonge, N. et Pion, C. (2003). *[Rapport confidentiel]*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 77 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 698).
- St-Hilaire, A., Pavey, B., Courtenay, S. C., Boudreault, M., Calder, C., Ouarda, T. B. M. J., Bobée, B. et Boghen, A. D. (2003). *Étude de l'adéquation des bassins de sédimentation de tourbières exploitées: sommaire des travaux de 2003*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, iv, 26 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 709).
- Tassé, N. et Germain, D. (2003). *[Rapport confidentiel]*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, iix, 196 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 763).
- Thiboutot, S., Ampleman, G., Brochu, S., Martel, R., Sunhara, G., Hawari, J., Nicklin, S., Provatias, A., Pennington, J. C., Jenkins, T. F. et Hewitt, A. (2003). *Protocol for Energetic Materials-Contaminated Sites Characterization. Final Report Volume II*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, viii, 122 pages. (Final Report; KTA 4-28).
- Villeneuve, J. P., Mailhot, A., Coulibaly, H. D. et Gagné, H. (2004). *[Rapport confidentiel]*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, ix, 107 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 729 e1).

Thèses de doctorat ou mémoires de maîtrise

Arel, N. (2003). *Étude du comportement des matériaux énergétiques dans la zone non saturée du champ de tirs anti-chars Arnhem, Valcartier*. [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès Sciences (M.Sc.)]. Martel, R. (Directeur). Québec, Université du Québec, 247 pages.

Aubert, M. (2003). *Caractérisation et datation au carbone-14 par spectrométrie de masse à accélérateur (SMA ¹⁴C) des pellicules de silice amorphe associées aux sites rupestres: l'exemple du site Nisula Québec, Canada*. [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès Sciences (M.Sc.) en Sciences de la Terre]. Richer-Lafleche, M. (Directeur). Québec, Université du Québec, 76 pages.

Beauchesne, I. (2003). *Procédé de décontamination des boues d'épuration municipales: analyse de l'effet des conditions opératoires sur la performance du procédé*. [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, 171 pages.

Bilodeau, F. (2003). *Validation de la technique DET (Diffusion Equilibration in Thin Films) pour mesurer des microprofils de fer et de manganèse dans les sédiments lacustres*. [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, 75 pages.

Boutin, A. (2003). *Caractérisation et modélisation numérique de la contamination en TCE dans l'eau souterraine du secteur Valcartier, Québec, Canada*. [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, 118 pages.

Cagnat, E. (2003). *Étude sédimentologique de la série holocène de l'Estuaire maritime du Saint-Laurent : Apport de la tomodynamométrie*. [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Sciences de la Terre]. Long, B. (Directeur). Québec, Université du Québec, 214 pages.

Carbonneau, P. (2003). *Caractérisation quantitative des graviers fluviaux pour la modélisation de la disponibilité d'interstices utilisables par le saumon Atlantique (Salmo salar) juvénile en comportement hivernal*. [Thèse présentée pour l'obtention du grade de Philosophiae doctor (Ph.D.) en Sciences de la terre]. Bergeron, N. (Directeur). Québec, Université du Québec, 196 pages.

Côté, S. (2003). *Cartographie de la végétation aquatique submergée dans le fleuve Saint-Laurent entre le port de Montréal et le début du Lac Saint-Pierre*. [Mémoire présenté pour

l'obtention du grade de Maîtres ès Sciences (M.Sc.) en Science de l'eau]. Leclerc, M. (Directeur). Québec, Université du Québec, 143 pages.

Filali Mknassi, Y. (2003). *Traitement biologique des eaux usées hautement riches en matières nutritives provenant d'abattoir de porcs dans un réacteur biologique séquentiel*. [Thèse présentée pour l'obtention du grade de Philosophiae doctor (Ph.D.) en Sciences de l'eau]. Tyagi, R. D. (Directeur). Québec, Université du Québec, 253 pages.

Fortin, G. (2003). *Conceptualisation des processus de formation, d'évolution et de désagrégation des couches de glace dans un couvert nival saisonnier*. [Thèse présentée pour l'obtention du grade de Philosophiae Doctor (Ph.D.) en Sciences de l'eau]. Bernier, M. (Directeur). Québec, Université du Québec, 151 pages.

Gervais, F. (2003). *Évolution structurale des dômes orthogneissiques du complexe d'aguanish, province de Grenville orientale*. [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.)]. Nadeau, L. (Directeur). Québec, Université du Québec, 85 pages.

Hoffmann, É. (2003). *Le système de veines épithermales et de failles normales au sein de la propriété Velardena, Mexique: analyse structurale et métallogénique*. [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès Sciences (M.Sc.) en Sciences de l'eau]. Tremblay, A. (Directeur). Québec, Université du Québec, 98 pages.

Koné, M. (2003). *Développement et optimisation d'un procédé ex-situ de récupération des hydrocarbures dans les sédiments fins contaminés*. [Thèse présentée pour l'obtention du grade de Philosophiae Doctor (Ph.D.) en Sciences de la Terre]. Bergeron, N. (Directeur). Québec, Université du Québec, 220 pages.

Lamontagne, É. (2004). *Caractéristique de nouvelles souches de *Vacillus thuringiensis* d'intérêt pour la production de biopesticides et d'enzymes par fermentation de boues d'épuration municipales*. [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, 111 pages.

LeBlanc, M. E. (2003). *Effets des différentes stratégies et prétraitements des biosolides municipaux sur la croissance, la sporulation et l'entomotoxicité de *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstki**. [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, 153 pages.

- Levasseur, M. (2003). *Contribution des systèmes d'information géographique à l'analyse quantitative de l'aléa "glissement de terrain" - Exemple au secteur d'application de Ville de La Baie, Québec*. [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès Sciences (M.Sc.) en sciences de la terre]. Perret, D. (Directeur). Québec, Université du Québec, xiv, 189 pages.
- Meunier, N. (2003). *Utilisation des écailles de cacao pour absorber les métaux solubilisés lors de la lixiviation chimique de sols contaminés*. [Thèse présentée pour l'obtention du grade de philosophiae Doctor (Ph.D.) en Sciences de l'eau]. Tyagi, R. D. (Directeur). Québec, Université du Québec, 267 pages.
- Moreno, A. N. (2003). *Étude à l'aide de lysimètres drainants de la qualité de l'eau du sol suite à l'épandage de sous-produits de lisier traité*. [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, 116 pages.
- Ndzangou, S. O. (2003). *Évolution et impacts de la contamination anthropique dans les sédiments et les sols du bassin du lac Clair, Station Forestière de Duchesnay (Québec, Canada)*. [Thèse présentée pour l'obtention du grade de Philosophiae doctor (Ph.D.) en Sciences de la Terre]. Richer-Lafleche, M. (Directeur). Québec, Université du Québec, 216 pages.
- Pincivy, A. (2003). *Géochronologie 40Ar/39Ar et analyse structurale de la zone de Humber des Appalaches de Gaspésie (Québec, Canada): implication sur la tectonique des Appalaches du nord*. [Thèse présentée pour l'obtention du grade conjoint de Philosophiae doctor (Ph.D.) en sciences de la Terre et de Docteur en Sciences de la Terre]. Malo, M. (Directeur). Québec, Université du Québec, 285 pages.
- Robert, T. (2003). *Visualisation des mécanismes de récupération du TCE par des solutions micellaires et polymères dans un modèle physique 2D hétérogène*. [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès Sciences (M.Sc.) en Sciences de la terre]. Martel, R. (Directeur). Québec, Université du Québec, 169 pages.
- Roy, S. (2003). *Diagenèse et potentiel en hydrocarbures des successions paléozoïques de la région du Lac Matapédia, Québec*. [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en sciences de la terre]. Malo, M. (Directeur). Québec, Université du Québec, 147 pages.
- Salvano, E. (2003). *Développement d'une méthode d'analyse avantages-coûts de scénarios de contrôle de pollution diffuse agricole dans le contexte d'une gestion par bassin versant*. [Thèse présentée pour l'obtention du grade de Philosophiae Doctor (Ph.D.) en Sciences de l'eau]. Villeneuve, J. P. (Directeur). Québec, Université du Québec, 201 pages.
- Scherrer, G. (2003). *Géochimie et pétrogenèse des roches métagabbroïques du domaine de Natashquan, secteur oriental de la Province de Greenville, Québec*. [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès (M.Sc.) en Science de la Terre]. Nadeau, L. (Directeur). Québec, Université du Québec, 150 pages.
- Schroetter, J. M. (2003). *Caractérisation structurale et stratigraphique du complexe ophiolitique de Thetford-Mines: Implication géodynamique pour la zone de Dunnage du sud du Québec, Canada*. [Thèse présentée pour l'obtention du grade de Philosophiae doctor (Ph.D.) en Sciences de la terre]. Tremblay, A. (Directeur). Québec, Université du Québec, xv, 253 pages.
- St-Laurent, C. (2003). *Analyse intégrée de données géophysiques et géologiques, Nord-Est de la Gaspésie: nouvelle avenue pour l'exploration minière et pétrolière*. [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Sciences de la Terre]. Lebel, D. (Directeur). Québec, Université du Québec, 87 pages.

Carte

Castonguay, S., Wilson, R.A., Brisebois, D., Desrochers, A. et M. Malo (2004) *Compilation géologique Anticosti-Gaspé-Cambelton : Les ponts géologiques de l'est du Canada. Transect 4*. 2004. 1:125 000. (Open file 0004). Québec : Commission géologique du Canada.

Autres publications

Bédard, J. H. et Pagé, P. (2004). *L'ophiolite de Thetford Mines*, Montréal, Diversification de l'exploration minière au Québec (DIVEX).

Bergeron, M et Richer-Lafleche, M. 2003. [Confidentiel.] États Unis Demande de brevet (dépôt non public), US60/489,904

Bergeron, M. et Richer-Lafleche, M. 2003. [Confidentiel.] Canada Demande de brevet (dépôt non public), CA2435779

Bergeron, M. et Richer-Lafleche, M. 2003. [Confidentiel.] International Demande de brevet (dépôt non public), WIPO 13755.5

Bernier, M. et Duguay, C. (2003). Préface. Collection spéciale : 23^e Symposium canadien de télédétection ; 10^e Congrès de l'Association québécoise de télédétection 21-24 août 2001. *Can. J. Remote Sens. / J. Can. Télédétection*, 29 (1): ii-iii.

Bérubé, F., Levasseur, M., Bergeron, N. et Pouliot, M. A. (2004). *Développement et démonstration de techniques pour la restauration de la qualité du substrat de fraie des salmonidés. Rapport synthèse*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, vi, 19 pages.

Bourque, P. A., Desrochers, A., Hart, B., Kirkwood, D. et Malo, M. (2004). *Les enjeux reliés aux levés sismiques dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent - Le potentiel gazier et pétrolier*. viii, 27 pages. Mémoire présenté au BAPE

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Germany, Kungliga Tekniska Högskolan, Sweden, Swiss Federal Institute for Forest, Snow, and Landscape Research, Swiss Federal Research Institute WSL, Hydro-Québec, Institut National de la Recherche Scientifique et Sommer GmbH & Co. Kg, Austria (2004). *Innovative in-situ snow parameter sensing system allowing accurate remotely sensed data calibration for improved forecasting of hydro power resources. Management Report II*. Karlsruhe, Allemagne, FZK-Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, 13 pages.

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Germany, Kungliga Tekniska Högskolan, Sweden, Swiss Federal Institute for Forest, Snow, and Landscape Research, Swiss Federal Research Institute WSL, Hydro-Québec, Institut National de la Recherche Scientifique et Sommer GmbH & Co. Kg, Austria (2003). *Innovative in-situ snow parameter sensing system allowing*

accurate remotely sensed data calibration for improved forecasting of hydro power resources. Mid-term Report. Karlsruhe, Allemagne, FZK-Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, 28 pages.

Harris, L. (2004). *Nouveaux concepts pour la déformation dans les régimes tectoniques en extension : implications pour l'exploration minière*, Cours intensif dans le cadre du 72ème Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS): Premières journées de Launay, 12 mai 2004

Harris, L. B. (2003). *Géologie structurale appliqué à l'exploration : reconnaître et interpréter les structures formées dans des régimes tectoniques en extension*. Québec, INRS-Eau, Terre et Environnement, 100 pages. Atelier donnée pour le Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec.

Le Bouleur de Courlon, R. (2003). *Application du projet SEGRI: étude des risques d'inondation de la rivière Chaudière*. Québec, INRS Eau, Terre & Environnement, 30 pages.

Leclerc, M., St-Hilaire, A. et Greendale, R. (2003). *Atelier sur l'état des connaissances et les perspectives concernant la modélisation d'habitats et les débits réservés écologiques*. Québec, INRS-Eau, Terre & Environnement, 55 pages (Rapport d'activités; 179).

***Statistiques des publications et communications de l'INRS-ETE
pour l'année 2003-2004***

Rapport annuel	1
Brevet	1
Articles publiées dans des revues scientifiques	92
Communications ou publications avec arbitrage	65
Communications ou publications sans arbitrage	107
Livres ou ouvrages collectifs	9
Rapports de recherche	28
Thèses de doctorat ou mémoires de maîtrise	26
Carte	1
Autres publications	13

Séminaires et colloques

En 2003-2004, les professeurs Lyal Harris et Marius Lachance se sont occupés de l'organisation des séminaires, colloques et conférences. Ces activités comprenaient les séminaires réguliers présentés par les étudiants de deuxième et troisième cycles dans le cadre des programmes de maîtrise et de doctorat, la série de "Séminaires du mercredi midi" (présentés par les chercheurs du Centre), 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 "Centre géoscientifique de Québec - Géologie Québec - Université Laval" apparaît ci-dessous.

29 juillet 2003

F. ZIDANE ep. OSSANT, Université Hassan II, Faculté des Sciences Ain Chock, Maroc. *Problématique des déchets liquides et leur gestion au Maroc.*

3 septembre 2003

E. POTTIER, Institut d'électronique et de télécommunication de Rennes, France. *L'apport de la polarimétrie en télédétection Radar.*

24 septembre 2003

D. LAVOIE, CGC-Canada, Université Laval. *Des hydrocarbures dans les bassins paléozoïques de l'est du Canada : nouvelles perspectives*

3 octobre 2003

P.M. LANGEVIN, Chapitre étudiant SEG Université Laval – INRS-ETE, Québec. *La ceinture argentifère du Mexique (Faja de Plata) ; géologie des principaux types de gîtes d'Ag-Pb-Zn+Cu-Au nord du Mexique*

24 octobre 2003

C.I. FIALIPS, Los Alamos National Laboratory, Dept. of Earth and Environmental Science. *Interactions des matériaux finement divisés avec leur environnement : signature cristallographique et réponse aux changements physico-chimiques*

21 novembre 2003

J. LOCAT, Département de géologie et génie géologique, Université Laval. *Le glissement de Storegga en Norvège : implications géomorphologiques et géotechniques dans le contexte de l'exploitation de gisement de gaz naturel de Omen Lange*

28 novembre 2003

G. COLLINS, Société minière Raglan du Québec Ltée., Falconbridge. *Raglan – Québec's World Class Nickel Resource*

15 novembre 2003

D. CASSIDY, Département de géologie et génie géologique, Université Laval. *Potential uses of microbial surfactants for contaminant remediation*

11 décembre 2003

M.OHNENSTETTER, Centre de recherches pétrographiques et géologiques, Nancy, France. *Les minéralisations platinifères pauvres en soufre : référence particulière aux ophiolites*

23 janvier 2004

B. HART, McGill Seismic Research Group. Earth and Planetary Sciences, McGill University. *Détection de "fracture-swarm sweet spots" in low-permeability reservoirs using 3D seismic*

28 janvier 2004

D. VAUGHAN, University of Manchester, UK. *Mineralogical Society of America Distinguished Lecturer. Mineral, Metals and Molecules: ore and Environmental Mineralogy in the 21st Century*

28 janvier 2004

D. VAUGHAN, University of Manchester, UK. *Mineralogical Society of America Distinguished Lecturer. Mineralogy: a Key to Sustaining the Health of Earth and Humanity*

6 février 2004

L. CORRIVEAU, Commission Géologique du Canada, Québec. *La recherche de gisements métallifères dans les ceintures de gneiss roses : contextes, stratégies et outils de terrain*

9 février 2004

F. SCHWERDTNER, University of Toronto, Ontario. *Field-bases testing of tectonic hypotheses by means of shear-strain patterns*

13 février 2004

P. GAUCHER, Instrumentation GDD Inc. *L'utilisation d'instruments géophysiques avancés dans la prospection minéralogique*

20 février 2004

M. RUTSTEIN, Suny Newpultz State University of New-York, Etats-Unis. *Asbestos; Fact, Fiction, Fraud*

1^{er} mars 2004

M. SCHNEEBELI, SLF : Centre de recherche sur la neige et les avalanches, Davos, Suisse. *Stratigraphy of snow : what does the grain not tell?*

5 mars 2004

J.F.H. THOMPSON, Geological Association of Canada - Howard Street Robinson 2003/2004 Lecture Tour: Dr. John F.H. Thompson, chief Geoscientist, Tech Cominco Limited, Vancouver, B.C., Adjunct Professor, University of British Columbia. *Ore Systems Science: Variations on Tectonic, Magmatic and Fluid Processes*

9 mars 2004

R.W. MACDONALD, Research Scientist, Institute of Ocean Sciences, Sidney, B.C. *Climate change in the Arctic*

16 mars 2004

R. GOLDFARB, US Geological Survey, Denver CO, États-Unis. Chapitre étudiant de la "Society of Economic Geologists" Université Laval - INRS-ETE. *Thayer Lindsley Lecturer, (i) Orogenic gold through space and time, (ii) Gold deposits of China*

19 mars 2004

R.S. BRADLEY, Distinguished Professor and Director of the Climate System Research Center, Department of Geoscience University of Massachusetts, Amherst, États-Unis. *A paleoclimatic perspective on contemporary Arctic climate*

25 mars 2004

J. GAUVREAU, C. DESJARDINS, Firme Goudreau Gage Dubuc, Agende de la propriété intellectuelle. *Rudiments de propriété intellectuelle: brevets et marques*

26 mars 2004

J.E. FRIDDELL, ERDC - Cold Regions Research and Engineering Laboratory, Hanover, New Hampshire, États-Unis. *Holocene millennial-scale hydrographic and climatic changes in the northeast Pacific*

29 mars 2004

M. BOUDREAU, Technicienne d'évaluation de l'environnement, Moncton, N.B. *Développement embryonnaire et juvénile du choquemort (Fundulus heteroclitus) après une exposition à des perturbateurs endocriniens estrogéniques et androgéniques standard*

29 mars 2004

J. STAUBER, Senior Principal Research Scientist, CSIRO Energy Technology, Australia. *Développement embryonnaire et juvénile du choquemort (Fundulus heteroclitus) après une exposition à des perturbateurs endocriniens estrogéniques et androgéniques standard*

2 avril 2004

M. ROSS, INRS-ETE, Québec. *Vulnérabilité des aquifères*

16 avril 2004

L. MEINERT, Department of Geology, Clark Science Center, Smith College Northampton Ma., États-Unis. *Magmatic and Hydrothermal Processes in Skarn Deposits*

19 avril 2004

J. GOSSE, Dalhousie University, Halifax, Nouvelle-Écosse. *Seismogenic isotopes and landscape evolution of the Torngat mountains*

23 avril 2004

S. PARSONS, INRS-ETE, Centre géoscientifique de Québec, Géologie Québec, Université Laval. *Production de cartes géologiques de deuxième génération par l'intégration et l'analyse de données de sources multiples dans un environnement SIG: exemple de la région de la Minganie, Province de Grenville, Québec*

21 mai 2004

S.R. BROWN, New England Research, White River Junction, Vermont and Earth Sciences Department, Dartmouth College, Hanover, New Hampshire, États-Unis. *Les propriétés géophysiques de réseaux de fracture déformables: la prédiction de perméabilité, conductivité électrique et vitesse sismique de roches*

21 mai 2004

V.P. SINGH, Department of Civil and Environmental Engineering Louisiana State University, Baton Rouge. *Unit impulse response functions as flood frequency distributions*

27 mai 2004

S.E. GRASBY, Commission géologique du Canada, Calgary. *Hydrogeology and hydrogeochemistry of the carbonate rock aquifer, southern Manitoba*

Services

L'administration

Au cours de l'année 2003-2004, nous avons constaté que les pratiques et procédures sont généralement comprises et suivies par les différentes équipes de recherche. Les nouveaux professeurs ne sont pas en reste puisque nous remarquons qu'ils ont assimilé rapidement les règles administratives du Centre. Nous avons fait en sorte d'assurer une diffusion efficace des règles administratives. Notre objectif premier est toujours d'apporter le meilleur soutien possible.

Nous avons continué de maintenir un contrôle serré des revenus et dépenses et apporté comme il se doit une attention particulière aux comptes à recevoir. Comme vous le savez, les règles de certains organismes s'étant resserrées, nous avons dû consacrer beaucoup de temps à la gestion des projets de recherche; particulièrement en ce qui a trait à la production de rapports financiers.

Nous avons poursuivi le processus de révision de l'ensemble de nos méthodes de travail dans le but d'améliorer la performance de l'équipe. Nous avons examiné les tâches de chacun afin de s'assurer que toutes les étapes du travail étaient justifiées. Nous continuerons de revoir le processus afin de nous assurer que le traitement des demandes se fait avec efficacité et efficacité.

Enfin, nous avons commencé au cours de l'hiver à préparer le déménagement dans nos nouveaux locaux. Malgré le surplus de travail occasionné par les préparatifs du déménagement, nous avons fait l'impossible pour continuer de fournir toute l'aide nécessaire aux équipes de recherche. Nous sommes conscients des irritants qu'entraînent inévitablement ce genre d'opération mais nous sommes confiants que le regroupement de nos bureaux permettra une nouvelle synergie.

La documentation

L'année 2003-2004 a vu le renforcement de l'intégration des services documentaires de l'INRS sur plusieurs fronts, tant en terme de produits que de tâches partagées. Signalons notamment l'ajout des titres électroniques des éditeurs Blackwell et Oxford University Press, soit plus de 1000 titres de journaux dont

certains parmi les plus utilisés par nos chercheurs. Nous avons également consolidé notre intégration dans les domaines de la fourniture de documents, des prestations de services bibliographiques, du support technologique et des services techniques.

Notre équipe s'est aussi impliquée dans divers projets consortium, dont celui du futur système de gestion des prêts-entre-bibliothèques (système VDX) de la CREPUQ.

Parmi les autres tâches d'importance, la planification du déménagement dans le bâtiment du 490 de la Couronne et la fusion de trois (3) collections jusqu'alors distinctes (INRS-ETE, CGQ et INRS-UCS/Québec), incluant la normalisation du système de classification, a occupé une grande portion de la fin de l'année.

Un Comité web, formé de membres de la communauté du centre, est également venu appuyer nos efforts dans le développement du futur site du Centre.

Enfin, tout comme par les années passées, le service de documentation et d'information spécialisées a apporté un concours actif aux activités académiques des chercheurs du centre: organisation de colloques, publications électroniques, soutien 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. Quatre 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, des photocopieurs et des télécopieurs (fax). 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 prochain des infrastructures dans le nouvel édifice prévu pour 2004. Notons simplement :

Sur le plan de l'infrastructure réseau : i) la mise en service d'un pare-feu protégeant les postes de travail des usagers; ii) la mise en service du serveur VPN permettant aux usagers autorisés d'accéder aux postes de travail de l'entreprise, iii) l'activation de la gestion par adresse physique (MAC) des postes branchés au réseau pour assurer la pérennité du service réseau.

Sur le plan des services réseau : i) remplacement des serveurs de courrier, ftp et web; ii) l'implantation de nouvelles mesures pour réduire la quantité de pourriels reçus; iii) mise en service de l'intranet sur lequel on retrouve, entre autres, un babillard, un catalogue des fournitures de bureau, un bottin électronique, un système d'appels de service pour les problèmes informatique et la description des différents services de l'INRS-ETE.

Sur le plan du support aux usagers : i) test d'un 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.

La préparation du déménagement a été une priorité vers la fin de l'année : i) inventaire des équipements informatiques, réseau, des connexions réseaux, ii) réalisation d'un plan d'adressage IP pour le nouvel édifice; iii) évaluation des technologies disponibles et rédaction d'un devis pour aller en appel d'offres pour le remplacement complet du système téléphonique et l'infrastructure réseau; iv) révision des méthodes et services offerts avec comme objectif de les mettre en application

suite au déménagement.

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 que d'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, etc. Les laboratoires sont situés au Complexe scientifique, à Sainte-Foy.

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.

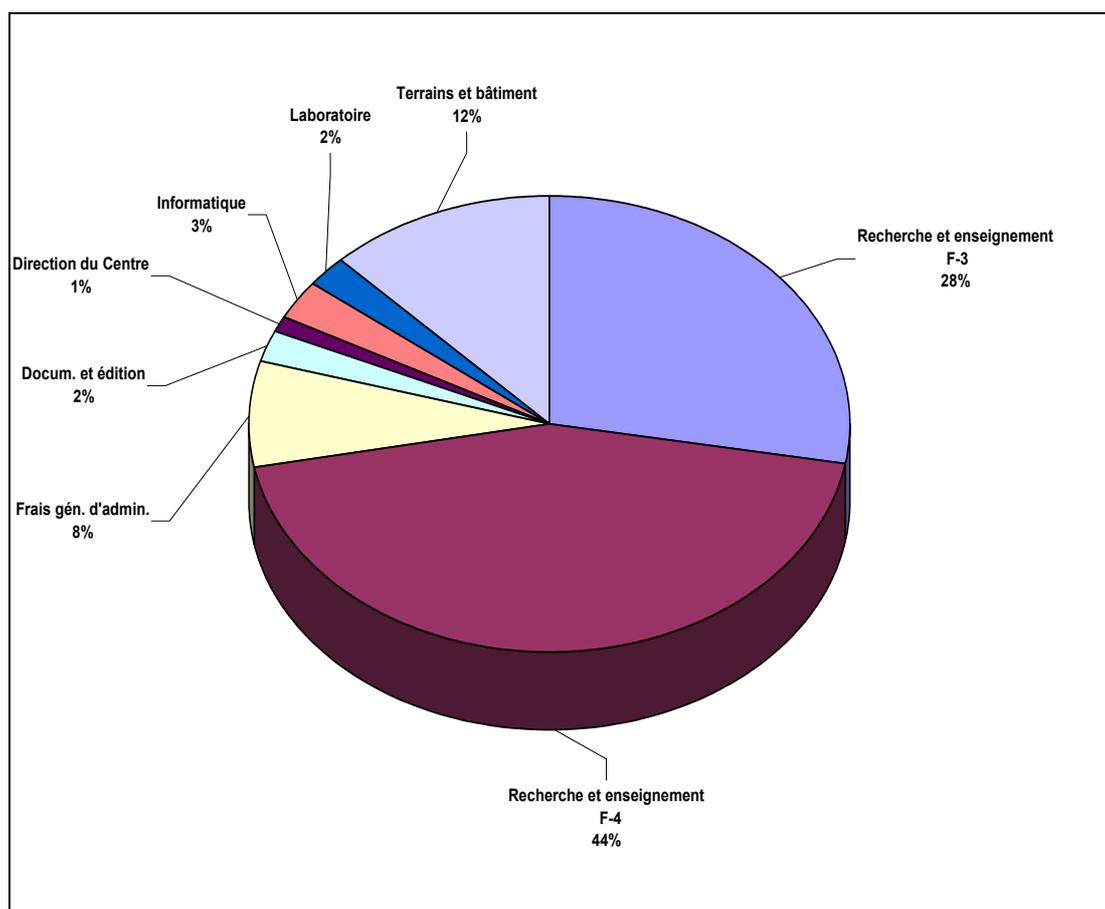
Rapport financier

*Revenus et dépenses du fonds de fonctionnement (x 1000 \$)
Pour l'exercice terminé le 31 mai 2004*

REVENUS	\$	\$
Total des revenus institutionnels		8 532
Autres revenus		1 143
Subventions de recherche		
CRSNG	1 911	
FCAR	326	
Autres sources	2 917	
Total des subventions		5 154
Contrats de recherche		2 527
TOTAL DES REVENUS		17 356
DÉPENSES		
Recherche et enseignement		12 530
Soutien à la recherche et à l'enseignement		
Frais généraux d'administration	1 331	
Documentation et édition	384	
Direction du Centre	183	
Informatique	504	
Laboratoire	354	
Terrains et bâtiment	2 156	
Total du soutien à la recherche et à l'enseignement		4 912
TOTAL DES DÉPENSES		17 442
SURPLUS (DÉFICIT)		(86)

Dépenses par fonction universitaire (x 1000 \$)
Pour l'exercice terminé le 31 mai 2004

	Salaires, avantages sociaux et bourses	Frais de terrains, voyages, fournitures et matériel	Services professionnels, contractuels et publics; loyer	TOTAL
Recherche & F-3	4 549	235	67	4 850
enseignement F-4	2 304	757	4 620	7 680
Frais généraux d'administration	752	318	261	1 331
Documentation et édition	277	107	1	384
Direction du Centre	166	11	6	183
Informatique	393	11	99	504
Laboratoires	265	46	44	354
Terrains et bâtiments	0	0	2 156	2 156
TOTAL	8 705	1 484	7 254	17 442





Mise en page :

Julie Julien

Maquette de couverture:

Jean-Daniel Bourgault

Révision linguistique

Jocelyne Roberge-Brassard

Josée Posadzki

Photo page couverture :

Anne-Catherine Favre

Delaney

1er prix du jury, Concours ETE 2004

Photos intérieures

Julie Julien

Consortium GLBV

