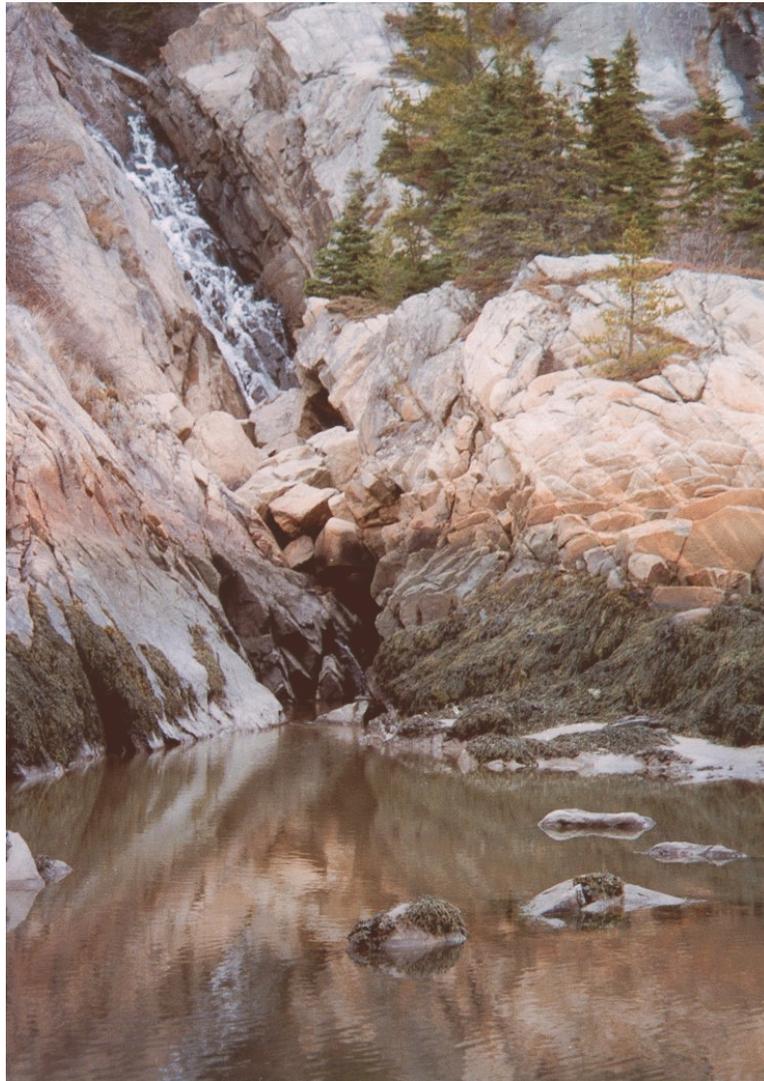


# RAPPORT ANNUEL

2001-2002



"Rivière Tadoussac" © Céline Gallon, 2000

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

“Rivière Tadoussac”  
© Céline Gallon, 2000  
Reproduit avec la permission de la photographe

## **PREMIER RAPPORT ANNUEL**

Institut National de la Recherche Scientifique  
Centre Eau, Terre et Environnement  
2800, rue Einstein  
Case postale 7500  
Sainte-Foy (Québec) G1V 4C7  
Téléphone : (418) 654-2524  
Télécopieur : (418) 654-2600  
[www.inrs-ete.uquebec.ca](http://www.inrs-ete.uquebec.ca)

Mai 2003

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

© INRS-ETE, 2003

# TABLE DES MATIÈRES

1	RAPPORT DU DIRECTEUR	1
2	RESSOURCES HUMAINES	7
3	ENSEIGNEMENT	13
	Maîtrises en sciences de l'eau	13
	Maîtrises en sciences de la terre	15
	Doctorat en sciences de l'eau	16
	Doctorat en sciences de la terre	17
4	RECHERCHE	19
	Aïcha ACHAB	19
	Marc AMYOT	20
	Jean-Christian AUCLAIR	22
	Olivier BANTON	23
	Jean BÉDARD	23
	Christian BÉGIN	24
	Mario BERGERON	24
	Normand BERGERON	26
	Monique BERNIER	27
	Jean-François BLAIS	31
	Bernard BOBÉE	36
	Peter G.C. CAMPBELL	42
	Daniel CLUIS	45
	Louise CORRIVEAU	46
	Benoît DUBÉ	47
	Jean-Pierre FORTIN	47
	Yves GRATTON	50
	Landis HARE	51
	Pierre LAFRANCE	52
	Denis LAVOIE	53
	Daniel LEBEL	53
	Michel LECLERC	54
	René LEFEBVRE	57
	Bernard LONG	58
	Michel MALO	60
	Richard MARTEL	62
	Yves MICHAUD	64
	Guy MORIN	65
	Léopold NADEAU	65
	Taha OUARDA	66
	Michel PARENT	70
	Didier PERRET	71
	Marc RICHER-LAFLÈCHE	71
	Jean-Louis SASSEVILLE	73
	Martine SAVARD	74
	Yves SECRETAN	75
	Normand TASSÉ	77
	André TESSIER	77
	Alain TREMBLAY	79
	Rajeshwar D. TYAGI	81
	Jean-Pierre VILLENEUVE	83
5	PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS	87
	Articles publiés dans des revues scientifiques	87
	Brevets	89

Communications ou publications avec arbitrage .....	89
Communications ou publications sans arbitrage .....	92
Livres ou ouvrages collectifs .....	97
Rapports de recherche .....	97
Cartes .....	100
Thèses de doctorat et mémoires de maîtrise .....	100
Mémoires de stage .....	102
Publications et communications des professeurs associés de la Commission géologique du Canada .....	103
Statistiques des publications et communications de l'INRS-ETE pour l'année 2001-2002	109
 6 SÉMINAIRES ET COLLOQUES .....	 111
 7 SERVICES .....	 113
Administration .....	113
Documentation .....	113
Informatique .....	113
Laboratoires .....	114
 8 RAPPORT FINANCIER .....	 117

# 1 RAPPORT DU DIRECTEUR

---

## ***Faits saillants***

Le 15 juin 2001, la direction de l'INRS me donnait le mandat de regrouper les Centres Eau et Géoressources pour constituer un seul centre de recherche. Du même coup, le conseil d'administration de l'INRS me nommait directeur intérimaire du Centre Géoressources jusqu'à la fusion. Dans la foulée de ce mandat, on me demandait d'établir la nouvelle programmation scientifique du centre issu du regroupement et de voir aussi au renouvellement de l'entente avec la Commission géologique du Canada. Ces trois dossiers ont dû être menés de front.

Le premier, l'intégration administrative des deux unités, impliquait une fusion des activités de documentation, d'informatique, de laboratoire et de gestion administrative. Ces opérations se sont déroulées rondement et je me dois de souligner le travail efficace des responsables de service (Stéfane Prémont, Jean Lacroix, Sophie Renaud et Nicole Laflamme) qui ont accompagné les membres du comité des ressources humaines (Jean-Marc Dumas, Denise Boudreau, Nicole Laflamme et deux représentants syndicaux). Leur travail a permis le regroupement harmonieux des ressources humaines impliquées à cette étape.

Le deuxième dossier, celui de la programmation scientifique, représentait un défi de taille quant au nouvel équilibre des programmes, à la définition des axes de recherche et au regroupement des expertises autour de ces axes. Les membres du comité, composé de Jean-François Blais, Bernard Bobée, Peter G.C. Campbell, Michel Leclerc, René Lefebvre, Alain Tremblay, Yves Michaud et Denis Lavoie, ont réalisé ce travail de main de maître et on doit les en remercier, avec une mention spéciale à Michel Leclerc pour son dévouement comme rédacteur. Le document sur la programmation scientifique a été présenté à l'Assemblée des professeurs qui l'a accepté à l'unanimité le 2 novembre 2001. La Commission scientifique l'appuyait le 6 novembre 2001.

Les discussions sur le renouvellement de l'entente avec la Commission géologique du Canada se sont déroulées du début de juillet jusqu'au 4 décembre 2001, date à laquelle une entente de principe sur un document a été conclue entre les parties. Les discussions n'ont pas toujours été faciles, mais la volonté commune de préserver le partenariat nous a permis de surmonter toutes les embûches. Daniel Lebel et moi-même étions très heureux de ce dénouement.

Le 27 novembre 2001, le conseil d'administration de l'INRS fusionnait les deux centres de recherche pour créer le Centre Eau, Terre et Environnement. C'est avec beaucoup de nostalgie que je voyais le Centre Eau, dont l'existence remonte à janvier 1970, perdre une partie de son identité pour se la voir accompagner d'une autre. Je suis sûr qu'il en est de même pour ma collègue Aïcha Achab qui avait mis tant d'efforts dans ce qui était devenu le Centre Géoressources et le Centre géoscientifique de Québec.

Il faut souligner aussi cette année l'impact très positif de la nouvelle formule de financement sur le bilan financier du Centre Eau, Terre et Environnement (Centre ETE). Nous avons terminé l'année avec un surplus d'opération de 1,2 M \$, ce qui est exceptionnel et qui s'explique en grande partie par le fait que la démarche pour remplir les postes de professeurs créés et non comblés n'était pas terminée.

En 2001-2002, 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 : *Développement d'une sonde et de méthodes pour le suivi en continu de la densité et de la teneur en eau liquide du couvert nival* (**M. Bernier**); *Chaire de recherche du Canada en décontamination environnementale* (**J.-F. Blais**); *Étude de l'évolution des sédiments pour la reconstruction du port de Rivière-du-Loup* (**B. Long**); *Caractérisation hydrogéologique des sites d'entraînement (Shilo-Gagetown-Valcartier)* (**R. Martel**); *Étude de l'approvisionnement et de l'utilisation de l'eau potable dans la nouvelle Ville de Québec* (**J.-P. Villeneuve**).

De façon générale, les activités de recherche, tant subventionnées que commanditées, se sont poursuivies en fonction des axes de recherche définis dans la programmation scientifique du Centre (Hydrologie, Biogéochimie, Géodynamique et Assainissement). Au total, plus de 240 projets de recherche étaient actifs cette année dont, entre autres, les suivants : *Développement d'un procédé de traitement des contaminations mixtes organiques et inorganiques applicables aux sols et aux sédiments* (**M. Bergeron**); *Développement et démonstration de techniques pour la restauration de la qualité du substrat de fraie des salmonidés* (**N. Bergeron**); *Optimisation et validation environnementale du procédé METIX-AC pour la décontamination et la valorisation des boues d'épuration municipales* (**J.-F. Blais**); *Utilisation de l'information historique et paléohydrologique pour l'estimation des crues extrêmes* (**B. Bobée**); *Outils pour déterminer les apports permmissibles en métaux dans le milieu récepteur* (**P.G.C. Campbell**); *Estimation et modélisation des risques de perte de sol et de transport de nutriments (N et P) dans un bassin-versant : application à la rivière Boyer* (**D. Cluis**); *Accumulation des métaux chez les invertébrés à partir des sédiments, de l'eau et de leur nourriture* (**L. Hare**); *Développement de solutions techniques novatrices pour les risques de dommages aux infrastructures municipales dus aux embâcles de la rivière Montmorency* (**M. Leclerc**); *Délimitation Panaches Valcartier - Soutien aux travaux de caractérisation environnementale et hydrogéologique au CRDV et à l'USS de*

*Valcartier* (**R. Lefebvre**); *Étude de l'évolution des littoraux des sites de Maria, de Bonaventure, de St-Simon et de Newport-Cap-d'Espoir* (**B. Long**); *Géochimie d'éléments traces dans les sédiments lacustres récents* (**A. Tessier**); *Développement du cadre d'application de GIBSI pour le calcul des objectifs environnementaux de rejets diffus en milieu agricole (GIBSI-II)* (**Jean-Pierre Villeneuve**).

Au cours de l'année, ces activités de recherche se sont traduites par 88 publications avec comité de lecture, 73 communications, 38 rapports de recherche et 20 mémoires et thèses (Figure 1).

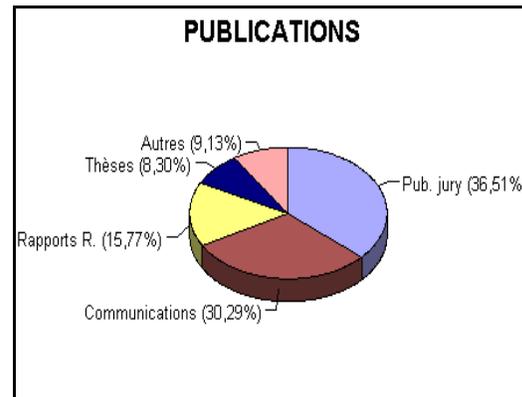


Figure 1

Pour réaliser ces activités, le Centre comptait sur 32 professeurs, 35 chercheurs, 24 techniciens de recherche, 12 employés de bureau, 165 étudiants et 60 stagiaires (11,1 stagiaires temps complet) (Figure 2). De plus, notons qu'il y avait 21 chercheurs associés et 42 professeurs invités collaborant aux activités du Centre.

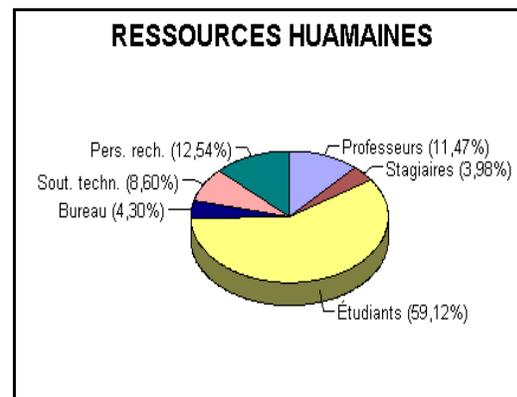


Figure 2

Les études avancées et l'encadrement des étudiants ont aussi constitué une partie importante des tâches réalisées au Centre. En effet, nous avons accueilli 10 stagiaires postdoctoraux, 66 étudiants au doctorat (44 en Sc. de l'Eau et 22 en Sc. de la Terre), 89 à la maîtrise de recherche (55 en Sc. de l'Eau et 34 en Sc. de la Terre) et 41 stagiaires de recherche. De ce nombre, 22 étaient nouvellement inscrits à la maîtrise de recherche et 9 au doctorat. Le programme de maîtrise professionnelle a accueilli 8 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-cinq (25) étudiants de deuxième cycle ont reçu leur diplôme et 7 étudiants de troisième cycle ont soutenu avec succès leur thèse de doctorat. Les étudiants ont réalisé 13 mémoires de recherche et 7 thèses.

Les chercheurs du Centre ETE ont été impliqués au cours de l'année dans plus de 30 ententes de partenariat et de coopération à travers le monde.

L'année 2001-2002 a encore été dominée par la problématique de l'autofinancement des activités de recherche. Les revenus extérieurs dépensés ont totalisé plus de 9 223 000 \$. Ces sommes sont équivalentes à 57,2 % des dépenses de fonctionnement du Centre (Figure 3).

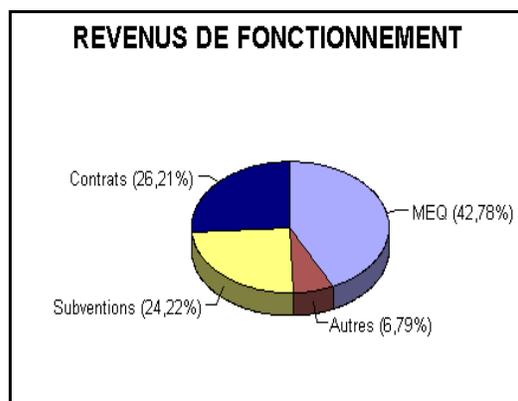


Figure 3

Ces revenus extérieurs sont constitués, entre autres, de subventions pour un montant de 3 905 000 \$ et de contrats de recherche pour un montant de 4 225 000 \$. Les revenus de

subvention ont été obtenus du CRSNG (1 719 000 \$), du fonds NATEQ (251 000 \$) et d'autres sources (1 934 000 \$) (Figure 4). Les contrats de recherche viennent de différentes sources, notons entre autres : la Commission Géologique du Canada (1 156 873 \$), le ministère de la Défense Nationale (673 340 \$), Hydro-Québec (378 832 \$) et le ministère de l'Environnement du Canada (132 314 \$).

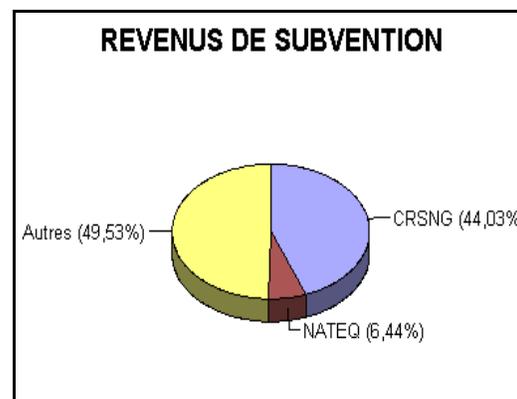


Figure 4

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 plus haut, cette contribution financière représente 57,2 % 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.

La séparation physique des équipes de recherche continue à soulever des difficultés pour un centre dont la dynamique interne se veut essentiellement interdisciplinaire. Il est assuré maintenant que ce problème de la dispersion des équipes soit résolu à l'été

2004. En effet, toutes les démarches entreprises pour la construction d'un édifice propre à l'INRS réunissant les chercheurs sous un même toit ont été couronnées de succès.

## 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 de l'eau 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, N, S) 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

Ensemble, nous avons poursuivi nos efforts de recherche vers la solution de problèmes qui touchent la protection de notre environnement et une utilisation rationnelle des ressources. Nous avons formé des chercheurs et des spécialistes en sciences de l'eau et de l'environnement et en sciences de la terre. Nous avons concerté nos efforts à la promotion et 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. Nous entrevoyons l'avenir avec un grand optimisme et nous entreprenons une campagne importante de recrutement de nouveaux professeurs. Nous comblerons ainsi les postes vacants et en ajouterons d'autres au cours de l'année qui vient. La nouvelle programmation scientifique découlant de la fusion nous permettra de revitaliser la poursuite de nos activités de recherche et de développement. La fusion est un souffle nouveau dans le cadre d'activités conjointes de recherche et d'un

développement harmonieux et concerté des activités de recherche des professeurs qui oeuvraient dans les deux centres. J'envisage donc l'avenir de nos deux centres fusionnés, c'est-à-dire du Centre ETE, avec un optimisme que je voudrais partager avec mes collègues professeurs et tous les membres du Centre ETE. En effet, j'acceptais le 22 janvier 2002 un nouveau mandat à titre de directeur du nouveau Centre Eau, Terre et Environnement. C'est avec l'enthousiasme d'une recrue que j'ai entrepris ce mandat. Je ferai tout pour qu'il soit fructueux et que mes collègues soient fiers de leur Centre et heureux d'y travailler.

Le directeur du Centre Eau, Terre et Environnement,



Jean-Pierre VILLENEUVE

## 2 RESSOURCES HUMAINES

---

### **DIRECTION**

Jean-Pierre VILLENEUVE

#### **Secrétariat**

Isabelle ST-JACQUES

### **RECHERCHE ET ENSEIGNEMENT**

#### **Corps professoral**

Aïcha ACHAB  
Marc AMYOT  
Jean-Christian AUCLAIR  
Olivier BANTON <sup>1</sup>  
Mario BERGERON  
Normand BERGERON  
Monique BERNIER  
Jean-François BLAIS  
Bernard BOBÉE  
Peter G. CAMPBELL  
Daniel CLUIS  
Yves GRATTON  
Landis HARE  
Yvon HÉROUX  
Marius LACHANCE  
Pierre LAFRANCE  
Michel LECLERC  
René LEFEBVRE  
Bernard LONG  
Alain MAILHOT  
Michel MALO  
Richard MARTEL  
Taha OUARDA  
Marc RICHER-LAFLÈCHE  
Alain ROUSSEAU  
Jean-Louis SASSEVILLE  
Yves SECRETAN  
Normand TASSÉ  
André TESSIER  
Alain TREMBLAY  
R. Dayal TYAGI  
Jean-Pierre VILLENEUVE

#### **Professeurs associés**

Jean BÉDARD

Christian BÉGIN  
Andrée BOLDUC  
Sébastien CASTONGUAY  
Guoxiang CHI  
Louise CORRIVEAU  
Benoît DUBÉ  
Vincent FORTIN  
Daniel HOULE  
Denis LAVOIE  
Daniel LABEL  
Yves MICHAUD  
Jean MORIN  
Léopold NADEAU  
Miroslav B. NASTEV  
Michel PARENT  
Luc PERREAULT  
Didier PERRET  
Alfonso RIVERA  
Martine SAVARD  
Glen S. STOCKMAL

#### **Professeurs honoraires**

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  
Nelson BELZILE, Université  
Laurentienne  
Hamel BENMOUSSA, Centre de  
Recherche Industrielle du Québec  
Jacques BERNIER, retraité, ÉDF  
Ferdinand BONN, Université de  
Sherbrooke  
Jacques BUFFLE, Université de Genève  
Alin A. CARSTEANU, Institut  
polytechnique national de Mexico  
Bernard CHOCAT, INSA Lyon  
Bruno CÔTÉ, COREM  
Yves COUILLARD, Université de  
Montréal  
Paulin COULIBALY, Université McMaster  
Jean-Pierre DEDIEU, CNRS (France)

---

<sup>1</sup> Départ au cours de l'année

Frédéric DELAY, Université de Paris VI  
 Jacques DELLEUR, Purdue University  
 Patrick DROGUI, Biolix Corporation  
 Michelle GARNEAU, Université du Québec à Montréal  
 Stuart A. HAMILTON, Environnement Canada  
 James R. KRAMER, McMaster University  
 Stuart LANE, University of Leeds (United Kingdom)  
 Michel LANG, Cemagref  
 Pierre LAVALLÉE, BPR-CSO  
 Marc LAVERDIÈRE, Université Laval  
 Yvon MARANDA, Ministère de l'Environnement  
 Éric MARTIN, Centre national de recherches météorologiques  
 Dan R.D. MOORE, University of British Columbia  
 Brian MORSE, Université Laval  
 Subba K. NARASIAH, Université de Sherbrooke  
 Michel NOLIN, Agriculture et Agro-alimentaire Canada  
 Rock OUIMET, Ressources naturelles Québec  
 Trinback PARCHURE, Waterway Experimental Station (U.S. Army)  
 Serge PARENT, Biodôme de Montréal  
 Paul J. PILON, Environnement Canada  
 Nicolas PINET, Société minière E cudor  
 Gilles POREL, Université de Poitiers  
 Peter F. RASMUSSEN, University of Manitoba  
 John F.V. RIVA, Consultant  
 Jose D. SALAS, Colorado State University  
 Jery R. STEDINGER, Cornell University  
 José R. VALÉRO, Centre de Foresterie des Laurentides  
 Éric VAN BOCHOVE, Agriculture et agro-alimentaire Canada  
 Norman D. YAN, ministère de l'Environnement et de l'Énergie (Ontario)  
 Xuebin ZHANG, Meteorological Service of Canada

#### **Chargés de cours**

Gaston ARTEAU, ministère de la Justice  
 Michel BEAULIEU, min. Environnement  
 Gilles BRUNET, min. Environnement  
 Sylvie CHEVALIER-OUARDA

Ernest DE SA, Consultants DESA & Ass.  
 Bernard GABOURY, min. Environnement  
 Yvon MARANDA, min. Environnement  
 Luc VALIQUETTE, min. Environnement

#### **Associés de recherche**

Patrick DROGUI <sup>1</sup>  
 Yasser HAMD  
 Alain MAILHOT  
 Guy MERCIER  
 Alain ROUSSEAU  
 André ST-HILAIRE

#### **Boursiers postdoctoraux**

Bocar H. DIAGANA  
 Salaheddine EL ADLOUNI  
 Uta GABRIEL  
 Édenise GARCIA  
 Richard GOULET  
 Dae Young LEE  
 Stéphane MASSON  
 Mohammed Reza NEMATI <sup>1</sup>  
 Hubert G. ONIBON  
 Ambarish S. VIDYARTHI <sup>1</sup>

#### **Personnel de recherche**

Jean-Marc BALLARD  
 Rudolf BERTRAND  
 Francis BÉRUBÉ  
 Marie-Eve BESSETTE  
 Paul BOUDREAU  
 Myriam CHARTIER  
 Alexis COUILLARD <sup>1</sup>  
 Martin DION <sup>1</sup>  
 Véronique DUBOS  
 Yves GAUTHIER  
 Hugo GINGRAS  
 Patrice LAVOIE  
 Danielle LEBLANC  
 Joëlle MARION  
 Francis MOORE  
 Isabelle PAPINEAU  
 Sophie PROULX  
 Marie-Josée RACINE  
 Lise RANCOURT  
 Chakib RHOFIR <sup>1</sup>  
 Zeljka RISTIC-RUDOLF  
 Michel ROUX <sup>1</sup>  
 Alain ROYER  
 Sébastien TREMBLAY  
 Luc TRÉPANIÉRI <sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Départ au cours de l'année

## SERVICE À LA RECHERCHE ET À L'ENSEIGNEMENT

### Administration

Denise BOUDREAU  
Fabienne BOUTIN  
Dominique CANTIN  
Jean-Léon DOYON  
Christine LABERGE  
**Nicole LAFLAMME<sup>2</sup>**  
Diane LORTIE  
Lynda MICHAUD  
Mylène PARADIS  
Jacques RAYMOND

### Cartographie

Marco BOUTIN  
Luce DUBÉ

### Secrétariat

Martyne CHARBONNEAU  
Johanne DESROSIERS  
Suzanne DUSSAULT  
Lise MICHARD  
Josée POSADZKI  
Lise RAYMOND  
Diane TREMBLAY

### Laboratoire

Isabelle BÉLANGER  
Jean-Claude BÉRUBÉ  
Paul BOISVERT  
André CHAGNON  
Sébastien DUVAL  
Pauline FOURNIER  
Michelle GEOFFROY-BORDELEAU  
Réal GOSSELIN  
André HÉBERT  
Pierre MARCOUX <sup>1</sup>  
Brigitte PATRY <sup>1</sup>  
**Stéfane PRÉMONT<sup>2</sup>**  
Jean-Pierre RICBOURG <sup>1</sup>  
René RODRIGUE  
Sylvie ST-PIERRE

### Documentation

Jean-Daniel BOURGAULT  
Suzanne DUSSAULT  
Chantal PAQUIN  
**Sophie RENAUD<sup>2</sup>**

Jocelyne ROBERGE  
Anne ROBITAILLE  
Geneviève RUEST

### Informatique

Claude BLANCHETTE  
Lyne DESAULNIERS  
**Jean LACROIX<sup>2</sup>**  
Alain POIRIER  
Lise RAYMOND

### Stagiaires

Nathalie AREL <sup>1</sup>  
Julie BASTIEN <sup>1</sup>  
Claude BEAUMONT <sup>1</sup>  
Annie BEAUPRÉ <sup>1</sup>  
Samuel BÉCHARD <sup>1</sup>  
Hugues BERNARD <sup>1</sup>  
Véronique BLAIS <sup>1</sup>  
Gwendolyne BOBÉE <sup>1</sup>  
Vincent BOISVERT <sup>1</sup>  
Christian BOUCHER <sup>1</sup>  
Maude BOUCHER <sup>1</sup>  
Philippe BOUCHER <sup>1</sup>  
Philippe BOURRET <sup>1</sup>  
Alexandre BOUTIN <sup>1</sup>  
Anabel CARRIER <sup>1</sup>  
Cynthia CARRIER <sup>1</sup>  
Amélie CLICHE <sup>1</sup>  
Marie-Pierre CLOUTIER <sup>1</sup>  
Sophie COOPER <sup>1</sup>  
Rémy CORRIVEAU <sup>1</sup>  
Jean-Philippe CÔTÉ <sup>1</sup>  
Fabrice DESILES <sup>1</sup>  
Mathieu DROUIN <sup>1</sup>  
Véronique DUFORT <sup>1</sup>  
Hélène DUSSAULT <sup>1</sup>  
Philippe DUVAL  
Rebecca FILION <sup>1</sup>  
Jean-Pierre FRANZIDIS <sup>1</sup>  
Catherine GAUTHIER <sup>1</sup>  
Renaud GRÉGOIRE <sup>1</sup>  
Edgar HERRERA <sup>1</sup>  
Lucie LAFORTE <sup>1</sup>  
Frédéric LANTEIGNE <sup>1</sup>  
Olivier LAPOINTE <sup>1</sup>  
Marc André LAVIGNE <sup>1</sup>  
Marie-Eve LEBLANC <sup>1</sup>  
Nicolas LEMAY <sup>1</sup>  
Luc MASSÉ <sup>1</sup>  
Annie MÉNARD <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Départ au cours de l'année

<sup>2</sup> Responsable de service

<sup>3</sup> Boursier ou boursière

Marie-Hélène MICHAUD <sup>1</sup>  
 M. NOBERT-BOURBEAU <sup>1</sup>  
 Loïc NOËL <sup>1</sup>  
 Mathieu OUELLET <sup>1</sup>  
 Geneviève PELLETIER <sup>1</sup>  
 Joanie PERREAULT <sup>1</sup>  
 Jonathan PERREAULT <sup>1</sup>  
 Alain PERRON <sup>1</sup>  
 Marc PHILIPPIN  
 Annie POULIN <sup>1</sup>  
 Cinthia RACINE <sup>1</sup>  
 Marie-Emmanuelle RAIL <sup>1</sup>  
 Caroline ROBERGE <sup>1</sup>  
 Thomas ROBERT <sup>1</sup>  
 François ROUSSEAU <sup>1</sup>  
 Jean-Michel SCHROETTER <sup>1</sup>  
 Barbara SIMARD  
 Jonathan SIMARD <sup>1</sup>  
 Marjorie SIMARD <sup>1</sup>  
 Eve THERRIEN <sup>1</sup>  
 Julie VALLIÈRES <sup>1</sup>

Samer ELNIZ  
 Naziha FAOUT  
 Valérie GAGNON  
 Céline GALLON <sup>1</sup>  
 Claude GIRARD <sup>1</sup>  
 Anne GOSSELIN  
 Marianne GOULET  
 Marie-Josée GRAVEL <sup>1</sup>  
 Julien HOTTON  
 Aziz KOUIDER  
 Ève LAMONTAGNE  
 Caroline LANDRY <sup>1</sup>  
 Jérôme LAROULANDIE  
 Marie-Ève LEBLANC  
 Gregory MARAKOVIC  
 Annick MICHAUD  
 Alicia MORENO  
 Soheil NAKHOSTINE  
 Jean-François NOËL <sup>1</sup>  
 Jord ORVOINE  
 Marie-Hélène PARÉ  
 Renaud PATRY <sup>3</sup>  
 Isabelle PERRON  
 Stéphane PICHER  
 Catherine POMARES <sup>1</sup>  
 Céline PORCHER  
 Alexandre POULAIN  
 Renée QUIRION <sup>3</sup>  
 Marie-Emmanuelle RAIL  
 José SARICA <sup>1</sup>  
 Stéphane SAVARY

## **COMMUNAUTÉ ÉTUDIANTE**

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

Mohammed AFOUNDO  
 Jacynthe BARIL  
 Isabel BEAUCHESNE  
 Geneviève BÉLANGER  
 Karelle BERGERON  
 Luc BÉRUBÉ  
 François BILODEAU  
 Pierrick BLIN  
 Geneviève BOUCHER  
 Amiel BOULLEMANT  
 Geneviève BOURGET  
 Ingrid CARLUER  
 Sophie COOPER <sup>3</sup>  
 Gérald CÔTÉ  
 Steve CÔTÉ  
 Xavier DE ROUVROY DE SAINT-SIMON  
 Julie DEAULT  
 Danaëlle DELAGE <sup>3</sup>  
 N'Deye Marie DIALLO <sup>1</sup>  
 Zied DJEDIDI  
 Mathieu DROUIN  
 Véronique DUBOS <sup>1</sup>  
 Guillaume DUFRESNE  
 Ali ELBATTAY <sup>1</sup>

### ***Étudiants à la maîtrise (Sc. de la Terre)***

Nathalie AREL  
 Maxime AUBERT  
 Christine BEAUSOLEIL  
 Valérie BÉCU  
 Pascal BERGERON  
 Vincent BOISVERT  
 Alexandre BOUTIN  
 Emmanuel CAGNAT  
 Pascale COLLIN  
 Julien GAGNON  
 Catherine GAUTHIER <sup>3</sup>  
 Félix GERVAIS  
 Frédéric GIRARD <sup>1</sup>  
 Sylvain HAINS  
 Éric HOFFMANN  
 Xiaohong HOU  
 Patricia JOHNSTON  
 Gilbert KARANTA

<sup>1</sup> Départ au cours de l'année

<sup>2</sup> Responsable de service

<sup>3</sup> Boursier ou boursière

Yvon LEMIEUX<sup>1</sup>  
 Magalie LEVASSEUR  
 Michel MAILLOUX  
 Claude MORIN  
 Nicolas PARADIS  
 Olivier PONTLEVOY  
 Marc-André POULIOT  
 Caroline ROBERGE  
 Thomas ROBERT  
 Stéphanie ROY  
 Philippe SAINT-GERMAIN  
 Christine SAINT-LAURENT  
 Chantal SAINT-PIERRE<sup>1</sup>  
 Guy SCHERRER  
 François TURGEON<sup>1</sup>  
 Julie VALLIÈRES

**Étudiants au doctorat (Sc. de l'Eau)**

Shah ALAMGIR  
 Simon BARNABÉ<sup>3</sup>  
 Driss BARRAOUI  
 Faouzi BEN REBAH<sup>1</sup>  
 Samiha BENHAMMANE  
 Claudio BLANCO<sup>3</sup>  
 Louis CROISÉTIÈRE  
 Marie-Noële CROTEAU  
 Bernard DOYON<sup>1</sup>  
 Leïla DRIDI  
 Sophie DUCHESNE<sup>1</sup>  
 Ali ELBATTAY  
 Kamal EL-HAJI  
 Dany FAUCHER<sup>1</sup>  
 Youssef FILALI MEKNASSI  
 Guillaume FORTIN  
 Céline GALLON  
 Éric GAUME  
 Hosni GHEDIRA  
 Anik GIGUÈRE  
 Fatima HAMMY  
 Sandra IMBEAULT<sup>3</sup>  
 Jalal KHALDOUNE  
 Lisa KRAEMER  
 Kanza LACHHAB  
 Janick LALONDE  
 Rachid LARIDI  
 Alain LE PAGE  
 Béatrice LEVASSEUR  
 François MARQUIS  
 Nathalie MEUNIER  
 Sadek MOHAMMEDI  
 Jean MORIN<sup>1</sup>

Robin NAULET  
 Jean-Cléophas ONDO  
 Christine RIVARD<sup>1</sup>  
 Isabelle ROYER  
 Esther SALVANO<sup>3</sup>  
 José SARICA  
 Shaobo SHEN  
 Patrice TREMBLAY  
 Richard TURCOTTE  
 Abderrahmane YAGOUTI  
 Abdessalem YEZZA

**Étudiants au doctorat (Sc. de la Terre)**

Jean-Christophe AZNAR  
 Anne-Laure BONNET  
 Patrice CARBONNEAU  
 Alain CARRIER  
 Vincent CLOUTIER  
 Mathieu DUCHESNE  
 Weimin FU  
 François HARDY  
 Macoura KONE  
 Mylène LEVASSEUR  
 Jeffrey K. LEWIS  
 Patrick MERCIER-LANGEVIN<sup>3</sup>  
 James MOORHEAD  
 Sabary Omer NDZANGOU  
 Philippe PAGÉ  
 Alix PINCIVY  
 Martin ROSS  
 Jean-Michel SCHROETTER  
 Stephan SÉJOURNÉ  
 Azzeddine SOUFIANE  
 Maud ULMANN  
 Kenneth WILLIAMSON

<sup>1</sup> Départ au cours de l'année

<sup>2</sup> Responsable de service

<sup>3</sup> Boursier ou boursière



## 3 ENSEIGNEMENT

---

### ***Maîtrises en sciences de l'eau***

<p><b>Responsables :</b> <b>Jean-François BLAIS (de recherche)</b> <b>Taha OUARDA (professionnelle)</b></p>
---

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 des 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 crédit. 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 2001-2002, quinze (15) étudiants se sont inscrits au programme de deuxième cycle avec mémoire et huit (8) étudiants au profil sans mémoire, ce qui porte le nombre total d'étudiants inscrits à la maîtrise en sciences de l'eau du 1<sup>er</sup> juin 2001 au 31 mai 2002 à cinquante-cinq (55). Durant la même période, vingt-et-un (21) étudiants ont obtenu leur diplôme de maîtrise en sciences de l'eau de l'Université du Québec, soit neuf (9) avec mémoire et douze (12) sans mémoire.

## **Maîtrises 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) crédits 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) crédits 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)

crédits 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 des procédés de séparation physique, et Géochimie de basse température.

Au cours de l'année 2001-2002, sept (7) étudiants se sont inscrits au programme de deuxième cycle en sciences de la terre, ce qui porte le nombre total d'étudiants inscrits à la maîtrise du 1<sup>er</sup> juin 2001 au 31 mai 2002 à trente-quatre (34). Durant la même période, quatre (4) étudiants ont obtenu leur diplôme de maîtrise en sciences de la terre de l'Université du Québec.

## **Doctorat en sciences de l'eau**

<b>Responsable :</b> <b>Monique BERNIER</b>
--

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 2001-2002, cinq (5) 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 du 1<sup>er</sup> juin 2001 au 31 mai 2002 à quarante-quatre (44). Durant la même période, sept (7) 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 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 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 montré des aptitudes à conduire une recherche originale. De plus, le candidat doit avoir été accepté par un directeur de recherche et s'être entretenu avec celui-ci sur un projet de recherche particulier et sur la disponibilité des ressources humaines et matérielles nécessaires à sa réalisation.

Le programme de doctorat en sciences de la terre comporte quatre-vingt-dix (90) crédits dont quatre-vingt-un (81) pour la thèse et une scolarité minimale de neuf (9) crédits. La scolarité inclut un examen doctoral de trois (3) crédits. Selon la sanction de l'examen doctoral, l'étudiant peut se voir imposer un cours sur la méthodologie de la recherche. L'étudiant choisit ses cours optionnels en fonction de son domaine de spécialisation. Les cours communs aux deux spécialisations sont : Sujets spéciaux (géologie), Réalisation d'application en SIRS, et Gestion de projets. Pour la concentration « Géodynamique et Ressources », l'étudiant doit choisir au moins un cours parmi les suivants : Faciès et milieux sédimentaires, Orogènes : atelier pratique, Sédimentologie des carbonates récents, et Terrains de haut-grade métamorphique : processus et analyse ; les autres cours sont choisis parmi les suivants : Analyse de bassins : principes et méthodes, Pétrogenèse des faciès sédimentaires, Géochimie de basse température, Géochimie des isotopes stables, Géodynamique continentale, Géodynamique océanique, Géologie des Appalaches, Analyse structurale des tectonites, Pétrogenèse des systèmes magmatiques, Géochimie de haute température, Formation du pétrole, Métallogénie, et Systèmes hydrothermaux. Pour la concentration « Géoingénierie et Environnement », les cours peuvent 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 2001-2002, quatre (4) étudiants se sont inscrits au programme de troisième cycle en sciences de la terre, ce qui porte le nombre total d'étudiants inscrits à ce programme de doctorat du 1<sup>er</sup> juin 2001 au 31 mai 2002 à vingt-deux (22).

## 4 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 : Géologie régionale**

#### ***Apport des chitinozoaires à la compréhension des systèmes ordovicien et silurien***

Dans le cadre de ce projet, nous envisageons de : i) proposer une biozonation par les Chitinozoaires du Silurien de la marge laurentienne, de l'Arctique canadien et de la marge ouest de "Avalonia", comparable à celle que nous avons définie antérieurement pour l'Ordovicien et qui constitue maintenant la référence pour Laurentia; ii) contribuer, dans le cadre d'un projet multidisciplinaire sur le Silurien de l'Arctique canadien, à déterminer les facteurs à l'origine de l'extinction des Chitinozoaires, Graptolites et Radiolaires à la limite Wenlock-Ludlow; et iii) contribuer dans le cadre de projets internationaux (GOBE, IGCP410) à la compréhension globale du système Ordovicien. En plus de l'élaboration de biozonations régionales, ces initiatives se proposent d'établir des corrélations entre les différents paléocontinents et de caractériser les diverses microfaunes, afin de documenter l'évolution de la biodiversité en fonction du temps et des conditions paléogéographiques, paléotectoniques et paléoenvironnementales. Pour atteindre ces objectifs il nous faudra raffiner le prototype du système "CHITINOS". Ce système d'acquisition d'images et de gestions de données paléontologiques sera en effet un outil indispensable pour répondre efficacement aux problématiques de ce projet/ CRSNG.

---

---

**Marc AMYOT, professeur**

## **Biogéochimie : Eau**

### **Biogéochimie du mercure dans les écosystèmes aquatiques et terrestres**

La chair des poissons prédateurs de milliers de nos lacs contient des niveaux de Hg les rendant impropres à la consommation. Ce problème est très actuel et a été largement reconnu comme une priorité environnementale contemporaine par le U.S. E.P.A. et par les états de la Nouvelle-Angleterre et les provinces de l'Est du Canada, incluant le Québec. Malgré cette reconnaissance du problème, beaucoup d'incertitudes restent au sujet de l'impact de mesures correctrices potentielles, telles que la diminution des émissions polluantes par les incinérateurs municipaux et les industries. Dans ce contexte, notre étude portera sur quelques processus particulièrement méconnus et en partie responsables de ces incertitudes. Le programme proposé se divise en trois volets. Le premier volet porte sur les processus entraînant les transferts de Hg aux interfaces air/eau, air/neige et air/sol. Le second volet porte sur l'importance des macrophytes dans le cycle du Hg dans les lacs. Il se peut que les bancs de macrophytes soient d'importants joueurs dans le contrôle des espèces de Hg, soit en étant des sources d'émissions de Hg<sup>0</sup>, soit en servant de substrat à des bactéries méthylantes, soit en contrôlant les niveaux d'oxygène. Les processus de recyclage de méthylmercure à l'intérieur des lacs sont également incertains. Le troisième volet porte sur le destin du méthylmercure bioaccumulé lors de la mort des poissons/ FCAR-Nouveau chercheur, CRSNG / Coll. : L. Poissant (Environnement Canada).

### **Les métaux dans l'environnement : Initiative de recherche intégrée pour la protection des écosystèmes**

Il s'agit d'une demande auprès du fonds de la relève du FCI-MEQ pour l'acquisition d'une infrastructure liée à l'analyse des métaux traces dans l'environnement. L'infrastructure sera constituée de : i) une salle ultra-propre pour métaux avec sas de décontamination (construite par Mecart); ii) un système

d'analyse de la spéciation du mercure (PSA-Trulogic); iii) un système d'analyse simultanée des éléments ICP-AES (Varian); iv) un spectromètre UV-visible (Varian); et v) un chromatographe en phase gazeuse (Varian). Les partenaires industriels ont consenti une contribution de 25 % sur ces infrastructures. Le centre d'expertise environnementale du Québec sera également un utilisateur/ FCI, MEQ, INRS, Varian, Mecart, Trulogy Systems/ Coll. : J.-F. Blais, R.D. Tyagi, A. Tessier, Peter G.C. Campbell.

### **Redox transformations of Hg in natural Waters (Réactions d'oxydoréduction du Hg dans les eaux naturelles)**

Ce projet consistera à étudier l'oxydo-réduction du mercure dans les eaux naturelles, dans le cadre d'un programme de subventions stratégiques de la United States Environmental Protection Agency. En laboratoire, l'équipe du professeur Morel élucidera les mécanismes d'oxydoréduction en solution aqueuse synthétique, en testant en particulier l'hypothèse selon laquelle les semiquinones sont des agents réducteurs et/ou oxydants particulièrement importants. À la lumière des résultats obtenus dans le cadre de ces études, nous entreprendrons un programme d'expériences *in situ* pour tester l'importance réelle des différents mécanismes en milieu naturel. L'eau de lacs tempérés, tropicaux et de l'extrême arctique sera prélevée et incubée *in situ*, après avoir subi différents traitements chimiques, physiques et biologiques afin d'isoler certains mécanismes. Cette approche complémentaire laboratoire - terrain permettra de faire des progrès rapides et décisifs dans ce domaine/ STAR Program (Science To Achieve Results de U.S.E.P.A.)/ Coll. : F. Morel (Princeton).

## **Biogéochimie : Eau / Air**

### **Mercury experiment to assess atmospheric loading in Canada and the United States (METAALICUS)/ Expérience à l'échelle d'un écosystème pour évaluer le rôle du Hg atmosphérique dans la contamination des poissons des lacs du Canada et des États-Unis**

Ce projet a pour but d'établir un lien causal entre les dépôts atmosphériques de Hg

et les concentrations de Hg dans la chair des poissons de nos lacs. Une fois ce lien établi, les mesures gouvernementales de contrôle des émissions anthropiques pourront se baser sur des faits scientifiques plus solides. Le projet consistera à augmenter volontairement les dépôts atmosphériques de Hg d'un écosystème de l'Experimental Lakes Area. Trois isotopes stables de Hg seront utilisés pour simuler cette augmentation. Un isotope stable sera ajouté directement à la surface du lac. Un second sera ajouté à la zone humide en contact avec le lac (un lieu propice à la méthylation). Un troisième isotope sera ajouté à la région sèche du bassin-versant du lac. Une équipe d'une vingtaine de chercheurs internationaux examinera toutes les composantes de l'écosystème suite aux additions, afin de suivre le transport et les transformations du Hg dans le milieu terrestre et aquatique/ CRSNG-Stratégique, CRSNG-Actions concertées/ Coll. : B. Branfireun (Toronto), V. St.Louis (Alberta), H. Hintelmann (Trent), J. Rudd (MPO), R. Harris (Tetra Tech), S. Lindberg (ONRLO), C. Kelly (Manitoba) et une quinzaine d'autres chercheurs.

#### ***Étude sur le cycle du mercure dans le fleuve Saint-Laurent***

Les zones humides sont considérées comme des écosystèmes importants au niveau de la biodiversité et de leur fonctionnement. Plusieurs d'entre eux ont été détruits et il y a actuellement une volonté de les revitaliser. Or, les zones humides peuvent être des sources de méthylHg pour les écosystèmes voisins, car la méthylation bactérienne semble y être favorisée. Notre projet vise à mieux comprendre le cycle du Hg dans une zone humide bordant le fleuve Saint-Laurent, afin de déterminer le risque que ces zones posent aux écosystèmes et populations riveraines. Ce projet se penchera entre autres sur les facteurs influençant les échanges air-eau de Hg, les interactions soufre-mercure, la méthylation et la déméthylation bactérienne, le transfert trophique de Hg et le danger pour la population consommatrice de poissons/ CRSNG, Réseau de recherche COMERN/ Coll. : L. Poissant (EC), A. Tessier, D. Lean (Ottawa), M. Lucotte (UQAM), D. Mergler (UQAM).

#### ***Élucidation des taux et processus photochimiques menant à l'évasion du Hg de la neige et de l'eau***

Les réactions photochimiques du Hg sont à l'origine de changements d'états d'oxydation menant à un changement de volatilité du Hg. Afin de comprendre les flux entre les compartiments air/eau et air/neige, il importe d'établir les taux et les processus de ces réactions. Dans ce projet, nous proposons de conduire en parallèle des expériences de laboratoire et des expériences de terrain afin d'identifier les principaux complexes photoactifs par rapport au mercure. Notre équipe se préoccupera tout spécialement des réactions qui se produisent dans la neige, puisque nous avons récemment montré que le Hg dans la neige était très dynamique, ce qui affecte beaucoup son devenir. Cette recherche est particulièrement d'actualité, à cause de la récente découverte de déposition massive de Hg dans l'Arctique lors du lever de soleil polaire. Nous comparerons donc les mécanismes et taux de photoréduction et oxydation du Hg dans la neige de l'Extrême Arctique, du Grand Nord québécois et de la zone tempérée. Nous comparerons ces résultats avec ceux obtenus avec de l'eau de pluie/ CRSNG, Réseau de recherche COMERN/ Coll. : S. Scott (Ottawa), D. Lean (Ottawa).

#### ***Transformations du Hg dans les écosystèmes aquatiques***

Le carbone organique dissous influence fortement la spéciation du Hg dans la zone oxygène des écosystèmes aquatiques. Or, de nombreuses réactions de photodéméthylation, de photoréduction et de photoxydation se produisent dans cette zone. Notre projet portera sur l'influence de la matière organique sur ces processus. Nous ferons des études photochimiques sur un ensemble de lacs canadiens représentant un large spectre de conditions physico-chimiques et trophiques. Nous étudierons plus en détail les mécanismes en oeuvre dans deux systèmes contrastés. Puis nous établirons un modèle permettant la prédiction des flux de Hg à partir des lacs canadiens, lequel modèle sera validé lors d'une campagne finale d'échantillonnage/ CRSNG, Réseau de recherche COMERN/ Coll. : D. Lean (Ottawa).

***Transfer of Hg from decaying fish to aquatic and terrestrial invertebrates***

La majorité du méthylHg (MeHg) d'un écosystème aquatique se situe dans la chair des poissons. Or, c'est cette forme de Hg qui est la plus facilement bioaccumulable et bioamplifiable le long de la chaîne trophique. Malgré l'importance des poissons en tant que vecteur de MeHg, aucune étude n'a encore été publiée sur le devenir du Hg dans la chair des carcasses de poissons en décomposition, suite à leur mort naturelle. Dans le cadre de ce projet, nous suivrons le transfert du Hg à partir des carcasses de poissons vers les décomposeurs aquatiques, et vers les compartiments abiotiques de l'écosystème. Les poissons proviendront d'un écosystème présentement soumis à une addition de Hg isotopique dans le cadre du projet international METAALICUS à l'Experimental Lakes Area. Les poissons seront donc marqués avec des isotopes stables de Hg. Nous placerons ces poissons dans un autre écosystème non soumis à une addition isotopique et suivrons le transfert d'isotopes stables à travers le réseau trophique, par analyse en ICP-MS/ Pêches et Océans Canada, Programme pilote de subvention/ Coll. : R.A. Bodaly (P&O), P. Blanchfield (P&O), H. Hintelmann (Trent).

---

---

<b>Jean-Christian AUCLAIR,</b> <i>professeur</i>
---

***Assainissement******Synthèse de la struvite à partir des eaux digérées anaérobies 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).

---

---

**Olivier BANTON**, professeur  
invité

### **Hydrogéologie**

#### **Approche physique et mathématique de la contamination des eaux souterraines en milieu hétérogène**

La recherche vise le développement d'une approche intégrée de caractérisation et de modélisation des écoulements et du transport de contaminants pour les milieux hétérogènes. Elle vise à apporter des connaissances sur : i) la physique des écoulements dans ces milieux; ii) la variabilité spatiale des paramètres physiques et hydrodynamiques; iii) la représentation mathématique des écoulements et des processus de transport des contaminants; iv) l'évaluation des risques de contamination et des méthodes de restauration de la qualité; et v) la gestion des droits et conflits d'usage des eaux souterraines/ CRSNG-subvention de recherche.

#### **Qualité de la santé humaine et celle des écosystèmes dans l'espace Buyo**

L'objectif général du projet est d'améliorer la qualité de la santé humaine et celle des écosystèmes dans l'espace Buyo. Les objectifs spécifiques sont de : i) caractériser la composition et les structures des écosystèmes, incluant les populations humaines; ii) déterminer la nature, le niveau de contamination et l'impact toxicologique des contaminants chimiques, ainsi que leur bioconcentration dans les écosystèmes aquatiques, terrestres et chez l'homme; iii) déterminer les processus et mécanismes de gestion et de valorisation des ressources agro-pastorales et halieutiques; iv) identifier les facteurs socioculturels qui favorisent les maladies liées à l'eau; et v) documenter l'impact d'une approche intégrée à la gestion communautaire de l'eau potable. Ce projet est réalisé par l'Université d'Abobo Adjame (Abidjan, Côte d'Ivoire) avec la participation de l'INRS-ETE/ CRDI/ Coll. : P. Lafrance, M. Amyot, S. St-Pierre.

**Jean BÉDARD**, professeur  
associé

#### **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/ CGC, CRSNG/ Coll. : É. Boisvert (CGC-Q), K. Lauzière (CGC-Q), A. Tremblay, V. Bécu, P. Pagé, J-M Schroetter, Ressources Allican inc.

**Christian BÉGIN, professeur  
associé**

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

Le projet, qui a complété sa dernière année 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. 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". L'objectif de cette initiative était 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. Les résultats montrent que les espèces décidues sont particulièrement efficaces pour accumuler les métaux potentiellement phytotoxiques/ CGC, Association minière du Canada/ Coll. : M. Savard (CGC-Q), M. Parent (CGC-Q), A. Smirnov (CGC-Q), M. Luzincourt (CGC-Q), X. Hou, N. Tassé, J. Marion.

**Mario BERGERON, professeur**

***Géodynamique : géochimie et géologie***

***Développement d'un procédé de traitement des contaminations mixtes organiques et inorganiques applicables aux sols et aux sédiments***

Des travaux antérieurs ont conduit au développement d'une technique de traitement de sédiments fortement contaminés par des composantes organiques et métalliques. Ce procédé a été développé en utilisant et en modifiant des technologies de flottation en colonne habituellement utilisées dans le domaine minier. Les essais en laboratoire et à l'échelle semi-industrielle alors réalisés ne comprenaient pas une évaluation en continu de la technologie à l'échelle semi-industrielle. Afin de combler cette lacune et de vérifier les données technico-économiques du procédé, le premier objectif visé par la présente étude est de procéder à une démonstration technologique en continu à l'échelle 1/100 sur le site 103 de la zone portuaire de Montréal. Les objectifs de ce projet sont non seulement d'effectuer des essais en continu du procédé sur des sédiments, mais aussi sur des sols contaminés prélevés sur des terrains appartenant à la Ville de Montréal. Les essais seront conduits sur la plate-forme technologique installée pour les sédiments. Des essais complémentaires seront aussi réalisés sur des sols et sédiments d'origines diverses en fonction de la disponibilité de ces matériaux/ Verrault Navigation inc, Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Fond des Priorités Gouvernementales en Sciences et en Technologies, Centre d'excellence de Montréal en Réhabilitation de Sites contaminés.

## **Géodynamique et ressources de l'environnement**

### **Développement d'un procédé de traitement de chromites platinifères**

Ce projet vise à : i) développer une technologie d'extraction des EGP d'une chromite platinifère par carbochloruration; ii) développer une technologie d'enrichissement du rapport Cr/Fe de la chromite par carbochloruration; iii) construire et tester un chlorurateur à l'échelle laboratoire et iv) construire et tester un chlorurateur à l'échelle pilote (500 kg). D'une manière simplifiée, l'enrichissement de la chromite est effectué selon la démarche suivante : le FeO est extrait sélectivement de la chromite sous forme de FeCl<sub>3</sub> 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 (EGP), ces phases minérales sont transformées par le processus de chloruration en des composés chlorurés fortement solubles dans HCl. Le processus d'extraction des EGP 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 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. 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. Lafèche.

### **Montage du projet Prototype industriel, traitement des sols contaminés, Montréal**

Description du projet : Ce projet vise à diriger et à réaliser le montage financier (subventions et aides gouvernementales) pour la construction d'un prototype industriel de traitement de sols contaminés/ Dragage Verreault, Contrat de recherche/ Coll. : Metchem inc.

---

---

**Normand BERGERON,**  
*professeur*

## **Géodynamique : Géochimie et géologie**

### **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 sédiment 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 grisâtre, comprenant des grès, des calcaires schisteux argileux souvent laminés et des shales) qui génèrent des sédiments contenant relativement peu de sables 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 de substrat de reproduction pour les salmonidés sont essentiellement basés sur la fraction sableuse et donnent peu d'informations sur les teneurs maximales en limons permissifs.

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

Les objectifs du projet consistent à :

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

---

---

**Monique BERNIER, professeure**

## **Hydrologie : Écoulements**

### **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);
- 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.

### **Validation à moyen terme de l'approche EQeau**

L'approche EQeau permet d'estimer la quantité de neige au sol à partir de deux images du satellite canadien RADARSAT-1,

une image d'hiver et une image de référence (sans neige) ainsi que de l'information sur la densité moyenne du couvert nival. À l'hiver 2000, l'approche EQeau n'a pas répondu aux attentes, principalement à cause de la faible qualité radiométrique des images multi-faisceaux (4) ScanSAR Wide (500 km x 500 km) utilisées pour couvrir l'ensemble du bassin de la rivière La Grande. L'hiver suivant, des images ScanSAR Narrow (2 faisceaux, 350 km x 350 km) ont été utilisées et nous avons pu vérifier la stabilité radio-métrique (fiabilité) de ces images, lesquelles sont aussi utilisées cet hiver. En 2002, nous poursuivons la validation de l'approche EQeau dans un contexte opérationnel, afin de mieux comprendre les limites environnementales d'application et d'en raffiner l'algorithme, pour le rendre à la fois plus sensible et plus robuste.

Les principaux objectifs du projet sont : i) de vérifier la qualité radiométrique des images utilisées et de sélectionner la meilleure série d'images de référence; ii) d'appuyer le personnel d'Hydro-Québec dans la production des cartes d'équivalents en eau de la neige au sol sur l'ensemble du bassin de la rivière La Grande; iii) d'améliorer la fiabilité de la représentation cartographique; iv) d'améliorer la précision des estimations à l'échelle locale (au site) et régionale (sous-bassin); v) d'établir l'incertitude des résultats (cartes et moyennes par sous-bassin); et vi) d'améliorer la convivialité et la fonctionnalité du logiciel EQeau (version MapX)/ Hydro-Québec (IREQ)/ Coll. : Y. Gauthier, P. Ducharme, M.C. Bouchard (Hydro-Québec).

#### ***Suivi des caractéristiques du couvert nival et de la glace de rivière à l'aide des techniques de télédétection et de modélisation***

Ce projet contribue à trois objectifs du volet "neige" du projet canadien CRYSYS (Cryosphère-climat) : i) l'amélioration des connaissances sur la variabilité spatiale et temporelle des propriétés du couvert nival et leurs interactions avec le système climatique; ii) la récupération de relevés *in situ* sur les propriétés du couvert nival; et iii) le développement et le raffinement d'algorithmes pour estimer les propriétés du

couvert nival à partir des données micro-ondes actives et passives.

Pour l'année 2001-2002, il comprend quatre volets : i) mesurer l'importance relative de différents facteurs physiques et environnementaux affectant la présence des croûtes et des lentilles de glace dans le couvert nival ainsi que les échanges énergétiques, liquides et gazeux entre le sol et l'atmosphère et développer une méthode de suivi, en milieu naturel, des stades de formation et d'évolution des croûtes et lentilles de glace sur toute la période hivernale; ii) récupérer les données de terrain sur le couvert nival recueillies depuis dix ans par l'INRS-ETE et les mettre dans un format numérique compatible avec la base de données du Centre de documentation de CRYSYS, localisé à l'Université de Waterloo; iii) comparer la qualité et la stabilité radiométrique des images en mode Wide et ScanSAR de RADARSAT-1 dans le but d'extraire l'équivalent en eau du couvert nival à la Baie James; et iv) évaluer l'efficacité du radar à synthèse d'ouverture (RSO) du satellite RADARSAT-1 pour la caractérisation et le suivi du couvert de glace de la rivière Saint-François, dans le Sud du Québec/ Environnement Canada/ Coll. : T. Ouarda, Y. Gauthier, E. Van Bochove (Agriculture Canada), E. Martin (Météo-France), Centre climatique canadien de Toronto, Agence spatiale canadienne (ADRO-2).

#### ***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 Kalrushe, en Allemagne. Les partenaires européens sont financés par le 5<sup>e</sup> 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. : J.-P. Fortin, H.G. Jones; Y. Gauthier, E. Van Bochove (Agriculture Canada), P. Ducharme, V. Fortin (Hydro-Québec), Forschungszentrum Karlsruhe (Allemagne), Royal Institute of Technology (Suède), Swiss Federal Institute for Snow and Avalanche Research, Matt & Sommer & Co (Autriche), Hydro-Québec.

#### **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 est 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 paléohydraulicité 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, 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, Y. Bégin (Directeur du CEN, Univ. Laval) et 22 autres chercheurs.

#### **Développement d'une méthode d'estimation de l'équivalent en eau de la neige par imagerie RADARSAT en terrain montagneux (EQeau-Relief)**

Ce projet fait suite au projet pilote EQeau, lequel a permis à l'INRS-ETE, Hydro-Québec et VIASAT Géo-technologie de développer une méthode pour estimer l'équivalent en eau de la neige à partir des images RSO de RADARSAT-1 dans une région de plateaux et collines de la taïga. Ce projet vise à examiner les possibilités d'adapter la méthode EQeau aux régions montagneuses. Le site d'étude est une région des Rocheuses localisée à une cinquantaine de kilomètres de Vancouver. Les autres partenaires sont Radarsat International inc. de Vancouver et BC Hydro. Deux images RADARSAT-1 ont été acquises en mars 2001, l'une en condition de neige sèche et l'autre en condition de neige humide. Une troisième sera acquise tout de suite après la fonte. Des campagnes de terrain ont aussi eu lieu les jours d'acquisition des images. Les objectifs du projet sont de : i) répertorier les méthodes de correction des effets des pentes sur la radiométrie du signal radar, ce qui permettra de choisir un algorithme pour corriger ces effets tout en effectuant la correction géométrique (ortho-images) des images

RADARSAT pour laquelle un MNA est aussi utilisé; ii) comprendre l'influence de l'épaisseur significative (> 2 m) du couvert nival, de sa forte densité (30 à 40%) ainsi que celle de la hauteur et de la densité du couvert forestier sur le signal radar en bande C; iii) développer des approches de traitement et d'analyse qui permettraient d'estimer l'équivalent en eau dans les régions montagneuses; et iv) proposer des avenues pour adapter la méthode EQeau aux milieux montagneux/ Viasat Géo-Technologies/ Coll. : Y. Gauthier; Partenaires : Viasat Technologies inc., Radarsat International inc. de Vancouver, BC Hydro, Hydro-Québec.

***Constitution d'une base de données géospatiales incluant des images RAS aéroportées multipolarisations de la région Manic-5, Québec***

Il s'agit de constituer une base de données géospatiales qui sera ensuite distribuée sur CD par l'ASC afin de permettre à des utilisateurs potentiels (étudiants, professionnels) de se familiariser avec des données radar multipolarisations avant le lancement de RADARSAT-2 (2004). En effet, ce dernier possédera un capteur radar multipolarisations (HH, VV, HV, VH) alors que RADARSAT-1 n'opère qu'en polarisation horizontale (HH). En plus d'images radar aéroportées de la région de la Côte-Nord acquises en mars (neige sèche) et en mai 2001, la base de données numériques sera composée d'éléments des cartes topographiques (BDTQ 1/ 20 000), de la compilation géoscientifique et des données géophysiques au 1/50 000 (Géologie Québec), des cartes écoforestières au 1/20 000 (Forêt Québec) et d'ortho-images au 1/20 000 (Forêt Québec) ainsi que des informations sur les conditions environnementales lors de l'acquisition des images radar. Cette base de données géospatiales va aussi servir à étudier le potentiel des images radar multipolarisations dans le cadre d'une thèse doctorale sur le suivi du couvert nival/ Agence spatiale canadienne/ Coll. : Y. Gauthier, M.C. Bouchard (Hydro-Québec).

***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 interagissant 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 accrus 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 CO<sub>2</sub> et de méthane (CH<sub>4</sub>) 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 CO<sub>2</sub> et de CH<sub>4</sub> 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 carbones 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, M. Garneau (UQAM), P. Richard (U. de Montréal), N. Roulet et T. Moore (McGill), A. Tremblay (Hydro-Québec).

---

---

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

## **Assainissement**

### **Développement de technologies de traitement de rejets industriels contaminés par les métaux toxiques**

L'objectif central visé par le présent projet est de réunir l'expertise complémentaire de trois équipes de recherche oeuvrant dans le domaine du développement technologique en matière de traitement et de décontamination des effluents et des rejets pollués par les métaux toxiques. Ce regroupement de chercheurs multidisciplinaires permettra d'élargir le bassin de connaissances pour l'élaboration de nouveaux concepts de traitement ou décontamination des rejets et effluents. Ce regroupement sera réalisé dans le cadre de stages d'étudiants gradués, de codirections d'étudiants à la maîtrise et/ou au doctorat, ainsi que de missions de courte durée des chercheurs principaux. Les résultats de la recherche seront soumis pour publication à des revues scientifiques internationales. Les chercheurs et étudiants seront également invités à présenter le fruit de leur recherche dans le cadre de symposiums ou congrès. Les travaux de recherche pourraient également conduire au dépôt de brevets d'invention/ Programme PAS/ Coll. : R. Ben Chejkh (ENIT, Tunisie), F. Zidane (Faculté Sciences Ain Chock, Maroc).

## **Contrôle**

### **Décontamination des boues d'épuration municipales et industrielles**

Une proportion importante des boues d'épuration générées lors du traitement des eaux usées est contaminée par des métaux toxiques, réduisant ainsi les possibilités de valoriser cette biomasse comme fertilisants. La présente demande porte sur l'étude d'un nouveau procédé qui pourrait permettre de décontaminer de manière économique les boues (enlèvement des métaux toxiques et destruction des germes pathogènes). Le procédé comprend, dans un premier temps,

la production, par oxydation biologique de sulfate ferreux, d'une solution très concentrée de sulfate ferrique en milieu fortement acide. La solution lixivante produite par l'oxydation du fer ferreux est utilisée pour abaisser le pH et pour augmenter le potentiel d'oxydoréduction des boues dans des conditions propices à la mise en solution des métaux. Après l'étape de lixiviation, les boues sont conditionnées et déshydratées. Les boues déshydratées sont neutralisées, alors que les métaux présents dans le filtrat sont récupérés par précipitation. Plus précisément, les travaux porteront d'abord sur les deux étapes principales soit, d'une part, l'optimisation de la bioproduction de la solution de sulfate ferrique (étude de l'effet du pH, de la concentration de fer, du TRH, de la température et des nutriments) agissant comme agent oxydant et, d'autre part, l'optimisation de la lixiviation des métaux avec l'agent oxydant produit par voie bactérienne (étude de l'effet du pH, de  $Fe^{3+}$ , du TRH et du contenu en solide). Par la suite, le procédé optimisé sera testé à l'échelle du pilote pré-industriel/ FCAR-Établissement de nouveaux chercheurs.

### **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

également 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 également à tester le procédé optimisé à l'échelle du pilote préindustriel/CRSNG-Subvention de recherche.

***Procédé combiné de lixiviation et adsorption des métaux toxiques pour la décontamination des cendres volantes d'incinérateurs de déchets municipaux***

Le présent projet vise l'amélioration des technologies de décontamination des cendres volantes et ce, afin d'accroître leur valeur commerciale et, également, pour hausser les perspectives d'application de ces technologies canadiennes. Dans le cadre de ce projet, les travaux porteront sur le développement et l'optimisation de trois procédés combinés de lixiviation chimique des métaux et de récupération de ceux-ci sur des adsorbants naturels modifiés chimiquement. La première partie des recherches visera à identifier les adsorbants naturels et les traitements chimiques de ceux qui sont les plus performants, pour la récupération des métaux à partir des effluents issus des procédés de lixiviation des divers types de cendres volantes. La deuxième partie des travaux sera consacrée à l'étude des performances et des caractéristiques des adsorbants en colonnes de percolation. La troisième partie de la recherche sera dédiée à l'étude, à l'échelle

du pilote de laboratoire, de trois procédés combinés de lixiviation et d'adsorption des métaux en utilisant les adsorbants sélectionnés. Par la suite, le système le plus performant sera testé à l'échelle du pilote préindustriel en utilisant l'usine pilote de l'INRS-ETE/ CRSNG-Stratégique, Alex Cendre inc./ Coll. : G. Mercier, M. Chartier, M. Amyot, Peter G.C. Campbell, R.D. Tyagi.

***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 au 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).

***Optimisation et démonstration de la technologie STABIOX pour le conditionnement et la stabilisation des boues d'épuration des eaux usées de papetières***

L'intégration d'un procédé performant de stabilisation des boues et d'aide à la déshydratation dans les systèmes de traitement des eaux usées de papetières permettrait d'accroître les possibilités de valorisation des boues résiduelles, tout en diminuant les nuisances et les coûts associés à la gestion des boues par les méthodes conventionnelles, dont notamment l'incinération ou l'enfouissement. Le projet proposé vise donc à démontrer : i) l'efficacité du procédé STABIOX pour améliorer la filtrabilité des boues afin de réduire le contenu en eau des boues déshydratées, permettant ainsi de diminuer le volume de boues à gérer; ii) l'efficacité du procédé pour la stabilisation des boues du point de vue microbiologique (destruction des micro-organismes et enlèvement des odeurs); et iii) le potentiel fertilisant et l'innocuité environnementale des boues traitées par le procédé. Les activités prévues dans le cadre du présent projet peuvent être réparties en trois phases principales, soit : i) l'optimisation en laboratoire du procédé STABIOX; ii) la démonstration de la performance du procédé à l'échelle pilote (3 papetières); et iii) l'évaluation technico-économique et l'élaboration de la configuration industrielle du procédé/ Biolix, Fonds d'action québécois pour le développement durable/ Coll. : G. Mercier, P. Drogué, J.-L. Sasseville, R.D. Tyagi, P. Boudreault (Biolix).

***Projet de transfert technologique : Faisabilité technique d'une usine mobile pour développer et tester de nouvelles technologies de traitement des boues en milieu municipal, industriel et agricole***

Ce projet concerne le transfert technologique des connaissances inhérentes à l'opération des technologies Metix dans le but de préparer des plans pour la conception d'une

unité mobile de décontamination des boues d'épuration pour la compagnie Biolix. Les principales activités associées au projet sont : i) l'identification et la description des diverses chaînes de traitements chimiques et biologiques; ii) la description des produits utilisés dans les divers traitements (nature, caractéristiques, quantités, manipulations, précautions à prendre, etc.); et iii) l'établissement de la liste et des caractéristiques principales des équipements requis (types d'équipement, volume, capacité de pompage, résistance à la corrosion, etc.)/ Biolix, CNRC-PARI/ Coll. : G. Mercier.

***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'environnements 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 environnementale 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. Drogué, M. Chartier, J.-L. Sasseville, R.D. Tyagi, A. Renoux (IRB), M. Labrecque (IRBV), P. Boudreault (Biolix).

### ***Étude de l'efficacité environnementale du système Juggler pour la vidange des boues de fosses septiques***

Le but de cette étude est d'établir, sur la base d'une démarche expérimentale appropriée et rigoureuse, la qualité de vidange des boues réalisée par le système Juggler. La qualité des vidanges sera évaluée sur la base des caractéristiques physico-chimiques des surnageants remis dans la fosse septique après le soutirage des solides, ainsi que sur le rendement effectif d'enlèvement des biosolides accumulés dans les fosses. Cette recherche permettra de définir l'impact de cette méthode de vidange sur la capacité de

traitement des fosses septiques, et fournira des informations d'ordre qualitatif permettant d'extrapoler sur la durée de vie du champ d'épuration. De plus, la réalisation de ces travaux combinée aux essais effectués précédemment avec le procédé usuel des camions à double chambre permettra de préciser les avantages environnementaux du système Juggler par rapport à l'emploi du camion à double chambre/ Groupe SNS inc., MEFQ/ Coll. : D. Leblanc.

### ***Station de recherche en processus et technologies propres***

L'objectif général du projet est de regrouper et de réunir, autour de la station, un noyau de compétences universitaires et collégiales dans le domaine en émergence des processus et technologies propres et durables afin de soutenir la croissance industrielle. Grâce à une synergie créée par l'intégration des différentes disciplines environnementales complémentaires, la Station soutiendra les entreprises produisant des biens et services, dont les activités industrielles ont des incidences directes sur l'environnement telles que les télécommunications, les cimenteries, les biotechnologies, les transports, la galvanoplastie, l'énergie et les industries de l'environnement offrant des biens et services aux premiers/ Valorisation Recherche Québec/ Coll. : R. Hausler (UQAM)-Responsable, UQAM, Université de Montréal, ETS, EHC, UQTR, Université de Sherbrooke.

### ***Étude exploratoire de l'utilisation du chrysotile pour le traitement du lisier de porc***

Le but de cette étude est de confirmer les propriétés de la chrysotile comme adsorbant pour la récupération du phosphore et des autres éléments fertilisants, présents sous forme dissoute ou colloïdale dans le lisier de porc. Plus spécifiquement, cette recherche visera à établir la teneur de chrysotile optimale (sur un plan coût-efficacité) devant être ajoutée au lisier de porc pour obtenir un enlèvement adéquat du phosphore compatible avec l'utilisation de la fraction liquide du lisier comme eau d'irrigation. Cette étude portera sur l'application de la chrysotile dans la fraction liquide du lisier obtenue suite

à une étape de séparation solide/liquide /Lab Chrysotile.

### ***Stabilisation, traitement et décontamination de biosolides***

Ce projet de recherche s'inscrit dans les efforts conduits depuis plusieurs années par les chercheurs impliqués dans le développement de technologies de traitement et de décontamination de boues d'épuration des eaux usées municipales, urbaines et industrielles. Plus spécifiquement, le présent projet vise à améliorer et à élargir les domaines d'application de deux groupes de technologies de traitement des boues, soit, d'une part, le procédé STABIOX, qui permet de stabiliser (élimination des odeurs, destruction des organismes pathogènes) les boues et d'améliorer leurs caractéristiques de déshydratation et, d'autre part, les procédés METIX (BS, BF et AC) 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. Les performances de ces technologies ont été évaluées sur certains types de boues à l'échelle pilote dans le cadre d'autres projets. Toutefois, certains aspects de ces procédés restent à étudier avant de pouvoir passer à une commercialisation intensive à l'échelle nationale et internationale. Dans le cadre de ce projet, les travaux porteront sur les objectifs de recherche suivants : i) l'étude de la stabilité à long terme des boues traitées par les procédés METIX et STABIOX; ii) l'intégration d'un traitement électrochimique aux procédés METIX et STABIOX; et iii) l'évaluation de la performance des procédés sur divers types de boues industrielles / CRSNG, Corporation Biolix / Coll. : M. Bergeron, R.D. Tyagi, G. Mercier, P. Drogui.

### ***Enlèvement des composés azotés des effluents miniers***

Le présent projet vise à mettre au point un procédé biologique performant pour l'enlèvement de l'azote ammoniacal, des nitrates et des composés cyanurés présents dans les effluents de l'industrie minière. La

technologie visée consiste en l'utilisation d'un réacteur biologique séquentiel à biofilm avec phases aérobie et anoxie. Ce projet se subdivise en deux grandes phases, soit, dans un premier temps, une étude à l'échelle laboratoire pour tester et optimiser le procédé et, dans un deuxième temps, une étude à l'échelle pilote pour valider et démontrer le procédé avant son implantation à l'échelle réelle/ COREM/ Coll. : B. Côté (COREM), D. W. Koren (CANMET), A. Kapoor (CANMET).

---

---

<b>Bernard BOBÉE, professeur</b>
----------------------------------

## **Hydrologie : Écoulements**

### **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 aviseur :

Hugues St-Onge, Gilles Brosseau et René Roy, secrétaire (Hydro-Québec)

Bruno Larouche (Alcan)

Jean-Pierre Villeneuve et Bernard Bobée (INRS-ETE)

Financement :

Hydro-Québec, CRSNG, Alcan et INRS-ETE

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

#### **THÈME 1 : ACQUISITION ET VALIDATION DES DONNÉES HYDROMÉTÉOROLOGIQUES**

Les données hydrométriques et 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 : Évaluation des besoins en données et gestion des réseaux hydrométéorologiques (mai 1999 - mai 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'information utilisée. Dans le cadre de ce projet, on envisage une évaluation de l'adéquation du réseau hydrométéorologique existant pour les besoins d'Hydro-Québec. On étudiera la valeur économique de l'information hydrologique obtenue à une station (principalement des débits) pour la conception et la gestion des réservoirs. On s'engage également à développer des critères pour une gestion intégrée des différents réseaux, par exemple le réseau de mesures de débit et les différents réseaux météorologiques/ Coll. : A. St-Hilaire, C. Gignac (chargé de projet Hydro-Québec), T.B.M.J. Ouarda, M. Haché, M. Lachance, J. Gaudet, C. Pion, J.G. Robichaud, P.J. Rioux (Hydro-Québec), N. Thiémonge, S. Weyman (Hydro-Québec).

#### **THÈME 2 : PRÉVISION DES APPORTS NATURELS**

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

**Projet 2.1 : Étude de nouvelles méthodes de prévision (mai 1998 - octobre 2001)**

Il existe plusieurs approches de prévision des débits dont certaines ont fait l'objet de travaux récents. Plus particulièrement, on fait la distinction entre les modèles conceptuels (tel que celui utilisé actuellement à Hydro-Québec) et les modèles empiriques. Les premiers représentent des modèles basés sur la connaissance et la modélisation des phénomènes physiques du bassin versant alors que les seconds mettent l'accent sur la compréhension de la relation structurelle régissant les variables de sortie du bassin (débits) et les observations des variables d'entrée (état du bassin, données météorologiques, etc.). Il importe donc d'étudier les différentes méthodes de prévision qui sont disponibles et d'identifier les méthodes qui sont les plus adéquates pour différents horizons de prévision/ Coll. : M. Haché, M. Durocher (chargé de projet Hydro-Québec), A. Cârsteanu, T.B.M.J. Ouarda, P. Coulibaly, H. Gingras, M. Slivitzky, N. Thiémonge, D. Tremblay (Hydro-Québec), V. Fortin (IREQ), B. Larouche (Alcan).

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

À Hydro-Québec, les modèles conceptuels sont utilisés notamment pour la prévision à court et moyen termes. Ces prévisions sont imprécises principalement en raison de l'imprécision des intrants (tels que la précipitation) et de l'imprécision due à la simplification conceptuelle du processus pluie-débit. Dans ce projet, on s'intéresse à l'évaluation de l'impact de l'incertitude des intrants sur l'estimation des paramètres de modèles conceptuels. Ces incertitudes peuvent avoir un impact sur les apports simulés (et donc sur l'évaluation du risque); il est donc important de pouvoir les quantifier. On procédera à : i) l'étude de sensibilité du modèle HSAMI à l'aide de différents jeux de données; ii) l'évaluation de l'impact du manque d'information sur l'incertitude des paramètres du modèle conceptuel; iii) l'étude de cas sur un bassin bien équipé pour évaluer l'avantage d'un meilleur équipement; iv) la détermination de la densité minimale du réseau pour effectuer des prévisions

adéquates; v) l'estimation de l'impact de l'incertitude des apports réels utilisés dans la prévision; et vi) l'évaluation du gain apporté au niveau de la qualité de la prévision par l'utilisation du modèle hydrologique distribué HYDROTEL/ Coll. : A.-C. Favre, V. Fortin (chargé de projet IREQ), A. St-Hilaire, C. Pion, N. Thiémonge (Hydro-Québec), Y. Hamdi, R. Turcotte (MENV), A. Cârsteanu (Cinvestav, Mexique).

**THÈME 3 : ANALYSE STATISTIQUE ET MODÉLISATION STOCHASTIQUE DES SÉRIES CHRONOLOGIQUES**

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

**Projet 3.1 : Analyse fréquentielle locale (mai 1999 - mai 2003)**

L'estimation des crues de conception des ouvrages est importante pour déterminer de manière optimale le dimensionnement des évacuateurs de crue. Une surestimation conduit à un surdimensionnement des ouvrages, entraînant aussi des surcoûts de construction, tandis qu'une sous-estimation peut occasionner des risques d'inondation et des pertes de vies humaines. L'utilisation de distributions statistiques afin de modéliser les débits maximums annuels de crue est une des étapes principales lors du dimensionnement des évacuateurs. Les logiciels HYFRAN et HYFRAN-PRO, développés par l'équipe de la Chaire, permettent de mener à bien l'analyse de fréquence des débits. Bien que de nombreuses questions reliées à l'analyse fréquentielle locale aient été abordées et résolues au cours de la première phase de la

Chaire, des avenues de recherche intéressantes restent à explorer dans ce domaine et des améliorations substantielles peuvent être apportées aux logiciels/ Coll. : Y. Hamdi, P. Bruneau (chargé de projet Hydro-Québec), T.B.M.J. Ouarda, V. Dubos, M. Barbet, L. Perreault (Hydro-Québec).

### **Projet 3.2 : Modélisation des risques combinés (mai 2002 - mai 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. : H. Onibon, L. Roy (chargé de projet Hydro-Québec), T.B.M.J. Ouarda, A.-C. Favre, S. El-Adlouni, V. Dubos, Y. Hamdi, P. Bruneau (Hydro-Québec).

### **Projet 3.3 : Analyse fréquentielle régionale (mai 2000 - mai 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) utiliser l'information alternative (par exemple, données historiques) dans un contexte régional; ii) développer une approche de modélisation explicite de l'hétérogénéité régionale et de quantification de l'incertitude reliée à l'estimation; et iii) 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.); iv) 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 (chargé de projet Hydro-Québec), H. Gingras, M. Lachance, A. St-Hilaire, P. Bruneau (Hydro-Québec), B. Larouche (Alcan).

### **THÈME 4 : ANALYSE DE DÉCISION EN SITUATION DE RISQUE**

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

**Projet 4.1 : Modélisation du risque associé aux événements rares (mai 2000 - mai 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), Y. Hamdi, M. Slivitzky, A.-C. Favre, L. Perreault (Hydro-Québec).

**Utilisation de l'information historique et paléohydrologique pour l'estimation des crues extrêmes/Projet SPHERE**

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. Notre rôle sera de proposer de nouvelles approches statistiques pour prendre les données historiques dans l'analyse fréquentielle des crues dans le cadre de ce projet/ CRSNG-Occasion de

recherche concertée/ Coll. : T.B.M.J. Ouarda, Y. Hamdi.

**Risque et décision en hydrologie dans une perspective bayésienne (2002-2003)**

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 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-Québec), V. Fortin et L. Perreault (IREQ).

**Prévision à court, moyen et long termes des apports hydrologiques**

Pour gérer leurs réservoirs de manière optimale et sécuritaire, les compagnies hydroélectriques se basent sur la prévision des apports en eau aux réservoirs. Qu'il s'agisse de la protection contre les inondations, de l'optimisation de la production d'électricité ou de la construction de nouvelles installations, il est important de pouvoir estimer les apports futurs avec le plus de précision possible. Les quatre grands thèmes de l'étude sont : i) la validation et la reconstitution des données utilisées pour la prévision; ii) l'intégration de nouvelles sources d'information dans les modèles de prévision; iii) le développement de nouvelles méthodes

de prévision; et iv) la description probabiliste des prévisions. Plus particulièrement, on s'intéressera à trois catégories de prévisions, soit les prévisions à court terme (de 1 à 10 jours), à moyen terme (de 11 jours à 3 mois) et à long terme (plus de 3 mois)/ CRSNG; Hydro-Québec/ Coll. : T.B.M.J. Ouarda, A. Cârsteanu, M. Haché, P. Coulibaly, A. St-Hilaire, R. Roy (Hydro-Québec).

#### ***Formation en hydrologie fréquentielle***

Cette formation a pour but de : i) présenter les bases théoriques du logiciel HYFRAN développé par l'équipe de la Chaire; ii) effectuer la démonstration du logiciel; et iii) entraîner les participants à l'utilisation du logiciel/ Ministère de l'Environnement du Québec/ Coll. : B. Bobée, T.B.M.J. Ouarda.

#### ***Validation de données - Rationalisation de réseaux***

Les intervenants de cette collaboration sont l'ÉMI et l'ÉHTP (Maroc), l'ÉNIT et l'INSAT (Tunisie). Les objectifs du projet sont : i) de proposer une méthodologie de validation des données des réseaux hydrométéorologiques; ii) de développer une méthodologie de rationalisation de réseaux; et iii) d'effectuer le transfert des expertises entre les trois institutions et de diffuser les résultats à la communauté maghrébine et plus généralement francophone/ Agence Universitaire de la Francophonie/ Coll. : B. Bobée, T.B.M.J. Ouarda, M. Haché, Z. Bargaoui (ÉNIT), A. Bouziane (ÉMI), N. Serhir (ÉHTP), A. Chebchoub (INSAT).

#### ***Développement d'un module d'importation de données dans HYFRAN***

L'objet du projet est de développer un module d'importation des données hydrologiques du ministère de l'Environnement du Québec dans HYFRAN/ Ministère de l'Environnement du Québec/ Coll. : M. Haché, B. Bobée, F. Désiles, Z. Ristic-Rudolf.

#### ***Prévisions hydrométéorologiques et gestion des ressources hydriques au 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 mesures; 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 (CIRA, Mexique), A. Cârsteanu (Cinvestav, Mexique).

#### ***Évaluation de l'impact de l'exploitation d'une tourbière sur la sédimentation dans l'estuaire de Richibouctou (NB)***

Le projet consiste à réaliser une étude pluridisciplinaire sur l'impact de l'apport de sédiments provenant d'une tourbière exploitée sur un écosystème aquatique. Des informations ponctuelles ont été récoltées au cours des dernières années par l'équipe du Centre de Recherche en Sciences de l'Environnement de l'Université de Moncton (NB). On a pu cartographier les dépôts de tourbe et étudier l'impact de la présence de tourbe sur l'écosystème aquatique. Le projet actuel vise à compléter les informations acquises au cours des années par l'analyse quantitative de la quantité (débit) et de la qualité (solides en suspension) de l'eau de drainage se jetant dans Mill Creek. Pour ce faire, l'expertise de la Chaire en Hydrologie statistique est requise. Les hydrologues de l'INRS-ETE vont entre autres : i) évaluer les débits et leur période de récurrence; ii) tester des approches régionales d'évaluation de débits; et iii) tenter de faire un premier budget sédimentaire. L'équipe du CRSE va tenter d'actualiser les données cartographiques des dépôts de tourbe et en évaluer l'impact écologique/ Ministère de l'Éducation, Québec/ Coopération universitaire entre le Québec et les provinces canadiennes/ Centre de Recherche en Sciences de l'Environnement de l'Université de Moncton (NB)/ Coll. : A. St-

Hilaire, T.B.M.J. Ouarda, A. Boghen (Univ. Moncton), S. Courteney (Pêches et Océans Canada).

***Modification d'interfaces informatiques pour le système de gestion prévisionnelle - Système d'analyse du risque hydrologique pour le bassin-versant du lac-réservoir Kénogami***

Ce projet a pour objectif le développement en Matlab de certaines interfaces pour le logiciel "Système pour la gestion prévisionnelle" (SGP) du bassin-versant du lac-réservoir Kénogami. Plus spécifiquement, l'interface permettra de : i) créer des séries d'apports naturels prévisionnels (séries-mères); ii) préparer les fichiers d'entrée du SGP; iii) exécuter le SGP; iv) visualiser les séries historiques (apports, niveaux, débits en rivière) et les séries prévisionnelles (apports); v) visualiser la grille des tirages optimaux; vi) analyser le risque selon les données historiques et les données simulées; et vii) analyser les dommages d'inondation pour le site Kénogami et les rivières Chicoutimi et Aux Sables/ Hydro-Québec/ Coll. B. Bobée, M. Haché, M. Latraverse (chargé de projet Hydro-Québec).

***Atelier «Données hydrométéorologiques et gestion des ressources hydriques»***

L'objectif de l'atelier est de permettre la diffusion des résultats des travaux de recherche réalisés dans le cadre du projet subventionné par l'Agence Universitaire de la Francophonie «Validation des données - Rationalisation de réseau». En plus de réunir certains des collaborateurs du projet (ÉMI et ÉHTP du Maroc; ÉNIT et INSAT de Tunisie), des représentants d'Hydro-Québec et d'entreprises d'électricité du Maroc, de la Tunisie et d'Algérie ont participé à cet atelier/ Hydro-Québec/ Coll. : B. Bobée, T.B.M.J. Ouarda, A. St-Hilaire.

***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).

***Validation de données - Rationalisation de réseaux***

Les intervenants de cette collaboration sont l'ÉMI et l'ÉHTP (Maroc), l'ÉNIT et l'INSAT (Tunisie). Les objectifs du projet sont : i) de proposer une méthodologie de validation des données des réseaux hydrométéorologiques; ii) de développer une méthodologie de rationalisation de réseaux; et iii) d'effectuer le transfert des expertises entre les trois institutions et de diffuser les résultats à la communauté maghrébine et plus généralement francophone/ Agence Universitaire de la Francophonie/ Coll. : B. Bobée, T.B.M.J. Ouarda, H. Haché, Z. Bargaoui (ÉNIT), A. Bouziane (ÉMI), N. Serhir (ÉHTP), A. Chebchoub (INSAT).

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

## **Biogéochimie des métaux**

### ***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 sont relativement peu connus. En l'absence de sulfures, la spéciation de l'argent est fortement influencée par les ions chlorure et thiosulfate : les chlorures sont toujours présents dans les eaux naturelles, souvent à des concentrations suffisamment élevées pour complexer l'argent (eaux usées, eaux de ruissellement urbain, eaux saumâtres), alors que les thiosulfates, moins communs, se trouvent dans les eaux usées du procédé de développement des pellicules photographiques, ainsi que dans certains effluents miniers. Dans ce contexte, on pourrait poser la question "Comment la complexation de l'argent par le chlorure ou le thiosulfate affecte-t-elle la biodisponibilité du métal?" Le présent projet de recherche a été conçu pour répondre à cette question. En nous servant des algues 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 sont 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/ Kodak Canada inc./ Coll. : D.-Y. Lee, J. Deault, C. Porcher.

### ***Compréhension des mécanismes de transfert du Cd et du Hg à travers les membranes cellulaires***

Depuis environ 5 ans, grâce au financement reçu du Réseau des centres canadiens en toxicologie (RCCT) et du FODAR, notre équipe UQAM/ INRS-ETE étudie le transport du cadmium par les enterocytes (cellules intestinales en culture), afin de mieux comprendre comment ce métal est assimilé dans le tractus intestinal animal. Les chercheurs de l'UQAM s'occupent des aspects toxicologiques, alors que ceux de l'INRS-ETE s'intéressent à l'influence de la spéciation du métal sur son transport et sa biodisponibilité. Le présent projet nous permet d'étendre nos recherches à un autre métal d'intérêt environnemental, le mercure, seul et en combinaison avec le cadmium. Nous explorons en parallèle un autre modèle biologique, celui des cellules du foie (hépatocytes), le foie étant impliqué dans la détoxification de métaux mous comme le cadmium et le mercure/ CRSNG/ Resp. : F. Denizeau; Coll. : C. Jumarie (UQAM), J. Segui (UQAM/INRS).

## **Biogéochimie : Assainissement**

### ***Phytotraitement de l'aluminium par les macrophytes exposés à l'effluent des alumineries***

Le but global de cette étude est d'évaluer le potentiel de la méthode de phytotraitement dans les marais artificiels, pour réduire la charge d'aluminium émise vers les cours d'eau à la sortie des usines d'électrolyse récentes de la Société Alcan. Il s'agit d'un projet mené en collaboration avec la D<sup>re</sup> Catherine Munger, responsable de l'étude chez Alcan. Nous avons réalisé des analyses d'eau et de tissus biologiques dans le cadre du projet (y compris des mesures de spéciation de l'aluminium dans les effluents des usines d'électrolyse) et nous participons à l'interprétation des aspects biogéochimiques du projet, notamment la prise en charge de l'aluminium par les plantes aquatiques/ Alcan International Limitée/ Coll. : C. Munger (Alcan), R. Goulet, S. Prémont, C. Gallon, J. Lalonde.

## **Biogéochimie : Eaux de surface**

### **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,  $M^{z+}$ . 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 quatre 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. 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 de l'ion Libre" (MIL, ou "Free-Ion 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 MIL dans des conditions réalistes, notamment en ce qui concerne le pH, la salinité, la présence de ligands organiques naturels, et la présence de métabolites 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 ; Environnement Canada (subvention administrée par le Réseau canadien de Centres de Toxicologie, le RCCT)/ Coll. : B. Hale (U. Guelph), F. Denizeau, C. Jumarie (UQAM), A. Boudou (U. Bordeaux), A. Boulemant, G. Côté, C. Porcher.

## **Biogéochimie : Écotoxicologie**

### **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 la région minière de Rouyn-Noranda 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 du

D<sup>re</sup> 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 des métaux comme le Cd et le Zn sur les animaux aquatiques/ Association canadienne minière, Ontario Power Generation inc./ Coll. : A. Hontela (UQAM), J.B. Rasmussen (McGill), A. Giguère, L. Kraemer.

CRSNG, COREM/ Coll. : L. Hare, C. Olsen (COREM), L. Martel (CEAEQ), A. Hontela (UQAM), B. Pinel-Alloul (U. de M.), Y. Couillard (Environnement Canada).

---

---

## ***Biogéochimie: Sédiments***

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

Dans un avenir rapproché, l'industrie minière et métallurgique au Québec sera soumise par décret au programme de réduction des rejets industriels (PRI). Par ce programme, le ministère de l'Environnement du Québec vise 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 rejets 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 (début). 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 objectifs 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, d'une durée prévue de trois ans, est de type appliqué dans le sens où il vise le développement et l'application de nouveaux outils (transfert technologique) pour la caractérisation et le suivi environnemental d'un milieu récepteur/

**Daniel CLUIS, professeur**

## **Hydrologie : Aménagement des bassins-versants**

### **Estimation et modélisation des risques de perte de sol et de transport de nutriments (N et P) dans un bassin-versant : application à la rivière Boyer**

L'objectif du projet est de développer et de valider, dans le contexte du bassin-versant agricole de la rivière Boyer, deux outils (approche multiparamétrique et modélisation conceptuelle) évaluant l'origine et l'ampleur de la contamination par les sources agricoles diffuses. Il permettra de : i) quantifier rapidement les risques de pertes de sol et de nutriments (N et P) à diverses échelles spatiales imbriquées : champ, sous-bassin et bassin-versant; ii) circonscrire spatialement les zones à risque, permettant de localiser les principales sources de contamination; iii) optimiser les interventions correctrices et iv) développer des scénarios d'intervention et évaluer leur potentiel de réduction des charges exportées.

La méthodologie exploitera deux outils : i) l'approche multiparamétrique : il s'agit d'effectuer, par la technique du  $^{137}\text{Cs}$ , un bilan des mouvements de sol, depuis 1963, sur une trentaine de champs typiques représentant les principales combinaisons sol/pente/usage du sol, puis d'identifier l'origine spatiale des matières en suspension et des sédiments prélevés à divers sites du bassin en comparant diverses propriétés physiques, chimiques, magnétiques et radio-isotopiques, selon la méthodologie décrite par Walling et al. (1963) et ii) le nouveau modèle américain AGNPS-98 : il s'agit d'évaluer, pour la première fois au Québec, les performances du modèle annualisé sur le bassin expérimental de la Boyer-Nord. Ce modèle évalue, sur une base continue, les exportations en N, P et SS selon les sols, les cultures, les opérations agricoles et la croissance des cultures dont la canopée protège le sol de l'impact des gouttes d'eau; il nécessite des données météorologiques journalières (précipitations/températures) pour générer les écoulements en tout point, des données spatiales géomorphologiques et

pédologiques disponibles sous forme numérique (MNT, réseau hydrographique, etc.) et des données sur les cultures accessibles par image satellitaire et intégrables dans un SIG sur un plan cadastral. Il nécessite aussi des données spécifiques aux producteurs (cheptel, régie des déjections animales et fertilisation, date des opérations agricoles, etc.). Ces données seront acquises par des entrevues individuelles. Le modèle sera calibré sur le bassin de la Boyer-Nord (28 km<sup>2</sup>) à l'exutoire duquel des mesures de débit et de qualité de l'eau sont réalisées depuis deux ans en continu; il sera validé sur le bassin du Ruisseau Grillade (4.5 km<sup>2</sup>) puis étendu à l'ensemble du bassin de la Boyer (220 km<sup>2</sup>) où l'utilisation du territoire est connue avec moins de détails, en exploitant les mesures effectuées aux stations de surveillance du réseau-rivière du MENV/ FCAR-IRDA/ Coll. : M. Laverdière (Univ. Laval); C. Bernard (IRDA); G. Gangbazo (MENV).

## **Hydrologie : Écoulements**

### **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; 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***

***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. 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. Nadeau, J.H. Bédard (CGC-Q), P. Brouillette (CGC-Q), F. Gervais, G. Scherrer, A-L Bonnet, M. Malo, A. Tremblay.

---

---

**Benoît DUBÉ, professeur associé**

***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. La zone à forte teneur de la mine Red Lake constitue le meilleur exemple de minéralisation aurifère à haute teneur présentement en exploitation à l'échelle mondiale. L'étude de cette zone exceptionnellement riche en or s'est poursuivie dans le but de définir les paramètres géologiques clés qui en ont contrôlé la formation et pour aider à définir des guides d'exploration pour ce style de minéralisation privilégié par l'industrie/ 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 dynamo-thermal et d'assemblages métamorphiques synchrones ou postérieurs à la principale déformation régionale/ CGC, Agnico-Eagle/ Coll. : P. Mercier Langevin, M. R. Laflèche, Cambior, Barrick Gold, Ressources Yorbeau, Musée Royal de l'Ontario, UQAC, ministère des Ressources naturelles du Québec.

**Jean-Pierre FORTIN, professeur honoraire**

***Hydrologie : Écoulements***

***Proposition pour l'intégration d'HYDROTEL au système de prévision d'Hydro-Québec et la simulation des apports sur la rivière Gatineau***

Le présent projet a pour objectif : i) d'apporter les modifications nécessaires au modèle hydrologique HYDROTEL en vue de son intégration au système de prévisions hydrologiques d'Hydro-Québec; ii) de vérifier quel effet pourra avoir la disponibilité de nouvelles données météorologiques sur le bassin de la rivière Mitis sur les simulations et prévisions hydrologiques réalisées sur cette rivière et iii) d'étalonner le modèle HYDROTEL sur le bassin de la rivière Gatineau en vue de la prévision des apports sur cette rivière. Pour réaliser le premier objectif, on modifiera le modèle de manière à permettre le dialogue entre ce dernier et la base de données d'Hydro-Québec sur Oracle et on ajoutera une interface pour faciliter la mise à jour des variables d'état du modèle. Des tests de prévisions sur les rivières Mitis et Gatineau compléteront l'intégration d'HYDROTEL au système de prévision. Dans le cas du deuxième objectif, il faut savoir qu'un réseau de stations météorologiques minimal et comptant des données incertaines a dû être utilisé lors d'un premier étalonnage du modèle sur la Mitis. L'installation de nouvelles stations devrait permettre l'amélioration de la représentativité spatiale des variables météorologiques. Enfin, la réalisation du troisième objectif consistera à compléter toute la procédure d'étalonnage du modèle sur le bassin de la rivière Gatineau/ Hydro-Québec/ Coll. : M. Bernier.

***AGRORIESQ : Application géomatique de Radarsat à l'observatoire des risques d'inondations et d'érosion dans le Sud du Québec***

Le projet AGRORIESQ a pour objectif d'appliquer les informations extraites des données du satellite RADARSAT à l'observation des risques d'érosion et de ruissellement excessif en milieu agricole au

Québec. Pour ce faire, il s'appuiera sur trois expertises complémentaires : i) l'expertise développée par le CARTEL et VIASAT inc. dans le cadre du projet FLOODGEN, un projet européen auquel ils participent depuis deux ans, destiné à l'observation du risque de ruissellement excessif en France, en Allemagne et en Italie; ii) l'expertise développée au CARTEL et à Agriculture Canada dans les applications de la télédétection et des SIG pour la cartographie de l'érosion hydrique et des pratiques agricoles conservatrices des sols et iii) l'expertise développée par l'INRS-ETE en modélisation hydrologique distribuée à l'échelle du bassin-versant (modèles HYDROTEL et GIBSI). Le projet a trois objectifs principaux : i) l'observation et la mesure des paramètres de surface affectant le ruissellement et l'érosion sur les sols nus avec les données RADARSAT; ii) l'intégration des données RADARSAT et des données optiques à des SIRS et à des modèles hydrologiques pour la modélisation spatiale de l'érosion et du ruissellement et iii) l'observation, l'identification et la cartographie des pratiques culturales anti-érosives avec les données RADARSAT et les données optiques. Pour atteindre ces objectifs, le projet s'appuiera sur des mesures au sol et des images RADARSAT acquises à la fin de l'automne et au printemps. Les paramètres utiles qui seront extraits des images seront la rugosité, l'humidité et la présence de résidus de culture sur les sols nus. L'accent sera mis sur les régions dotées de sols fragiles (loam sableux) et cultivées en maïs ou en pommes de terre, qui sont des cultures générant de longues périodes de sol nu. Afin que les produits issus du projet correspondent bien aux besoins des usagers, un comité avisé formé de praticiens du milieu agronomique et environnemental sera mis en place dès le début du projet. Il comportera également des industriels du domaine de la géomatique/FCAR/ Coll. : M. Bernier, F. Bonn, P. Lemieux, A. Rousseau.

***Mise en place du modèle HYDROTEL sur le bassin du lac Kénogami et support à l'apprentissage et à l'étalonnage du modèle sur ce bassin***

Le projet consiste tout d'abord à former M. Denis Tremblay, d'Hydro-Québec, à

l'utilisation du modèle HYDROTEL. En outre, l'INRS-ETE doit mettre en place la version la plus récente du modèle HYDROTEL sur le bassin du réservoir Kénogami et accorder le support nécessaire à M. Tremblay pour étalonner le modèle sur le bassin aux pas de temps journalier et horaire à partir de données portant tant sur les périodes d'été que sur les périodes d'accumulation et de fonte de neige. Cet étalonnage se fera en vue de l'utilisation du modèle pour l'estimation des crues maximales probables préalables à la construction d'un nouveau barrage sur le bassin et pour la préparation subséquente de prévisions hydrologiques sur ce bassin/ Hydro-Québec/ Coll. : M. Bernier.

***Implantation du modèle hydrologique HYDROTEL dans le système de prévision des apports naturels à court et moyen terme 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.

***Application du modèle HYDROTEL au bassin de la rivière Saint-François et développement d'une procédure facilitant l'étalonnage objectif des paramètres du modèle***

Le présent projet a comme objectif de permettre l'utilisation opérationnelle du modèle hydrologique Hydrotel sur le bassin de la rivière Saint-François au pas de temps de trois heures dès le printemps 2002. Quelques développements proposés au modèle Hydrotel doivent aussi permettre d'atteindre les objectifs suivants : i) rendre plus facile l'étalonnage du modèle Hydrotel sur le bassin de la rivière St-François et sur tous les autres bassins où le CEHQ désirera implanter le modèle par la suite, par le développement d'une procédure facilitant l'étalonnage automatique des paramètres du modèle; et ii) améliorer la simulation de l'effet des barrages sur l'écoulement, de manière à mieux prévoir les apports pour des bassins avec des barrages en cascades (par ex. : Chaudière et St-François)/ Ministère de l'Environnement du Québec, Hydro-Québec.

***La modélisation hydrologique appliquée à la simulation des écoulements à l'échelle des bassins-versants***

Le projet vise à évaluer si le fait d'intégrer en temps réel des quantités de précipitations estimées par radar à très haute résolution (2km x 2km) permet effectivement de mieux connaître les soubresauts des bassins-versants et rivières du Sud du Québec particulièrement sensibles à des inondations. L'analyse du comportement hydrologique d'un bassin-versant suite à des événements météorologiques se fait à l'aide du modèle hydrologique HYDROTEL. Outre l'intégration radar, le projet vise à attester si un tel outil de simulation hydrologique appliqué aux rivières du Sud du Québec est viable sur une base opérationnelle et applicable à d'autres régions géographiques également vulnérables aux inondations. Ce projet a comme objectif ultime d'augmenter le préavis des intervenants en urgence de l'occurrence, l'imminence et la sévérité des inondations sur le Sud du Québec et d'établir un plan de formation appropriée pour contribuer à

réduire le temps de réponse des intervenants. Le bassin de la rivière Châteauguay a été retenu comme premier bassin à étudier, étant donné les problèmes d'inondations sur ce bassin et sa proximité du radar météorologique de Sainte-Anne-de-Bellevue/ Environnement Canada, Fonds de Recherche et de Sauvetage/ Coll. : M. Bernier.

---

---

**Yves GRATTON, professeur**

## ***Dynamique des fluides géophysiques***

### ***Circulation et mécanismes d'échange dans le fjord du Saguenay***

Les données d'une campagne de mesures menée pendant l'été 1998 sont présentement utilisées pour étalonner un modèle 3-D de la circulation et des processus d'échange dans le fjord du Saguenay. Le modèle reproduit très bien les épisodes de renouvellement des trois bassins observés pour la première fois en période estivale en 1998. Un épisode de renouvellement inverse (de l'aval vers l'amont) est aussi reproduit/ CRSNG, FCAR/ Coll. : C. Bélanger (ISMER-UQAR); M. Stacey (Royal Military College); F.S. Saucier (Pêches et Océans Canada).

### ***Circulation frontale en mer d'Alboran***

Les données des deux campagnes de mesures menées en mer d'Alboran (Méditerranée occidentale), en avril 1991 et en janvier 1998, sont utilisées pour décrire la dynamique de la circulation dans cette région. L'objectif est de déterminer les impacts respectifs des circulations printanière et automnale sur la production biologique de la région. Le second objectif est de comprendre la dynamique des interactions jets-tourbillons/ OTAN, CRSNG, FCAR/ Coll. : L. Prieur (CNRS, Villefranche-sur-mer, France).

### ***Formation et évolution des polynies arctiques***

Les polynies sont des régions sans glace, ou avec peu de glace, dans un milieu couvert de glace pendant l'hiver. Dans le cadre du programme international NOW (Northwater Polynya Study), le brise-glace canadien Pierre-Radisson a servi de plate-forme d'échantillonnage dans le nord de la mer de Baffin entre avril et juillet 1998. Plus de quatre cents stations ont été visitées pendant cette période. L'objectif de ce projet est d'évaluer l'impact des changements climatiques sur la structure et l'évolution des polynies arctiques, ainsi que sur la production

biologique et la chaîne alimentaire de ces «oasis» des régions polaires/ CRSNG/ Coll. : L. Fortier (U. Laval) et plusieurs chercheurs canadiens, américains et japonais.

### ***Formation des eaux modales dans l'Atlantique du Nord-Est***

Un ambitieux programme français d'échantillonnage des eaux de l'Atlantique du nord-est (entre les 38° et 45°N et entre les 17° et 21°O) a débuté en septembre 2000. Ce programme, nommé POMME (Programme océan multidisciplinaire méso échelle), vise à comprendre les mécanismes responsables de la subduction des eaux s'enfonçant vers le 45°N (i.e. les eaux modales) pour former la couche intermédiaire de l'Atlantique nord. La subduction est un des mécanismes responsables de la transmission de signaux de surface vers l'océan profond. Les eaux subduites restent ensuite isolées de l'atmosphère pendant des durées de l'ordre de la décennie. Quatre missions sont prévues entre septembre 2000 et septembre 2001/ CRSNG, OTAN/ Coll. : L. Mémerly (LODYC, Université Pierre-et-Marie-Curie); L. Prieur (CNRS, Villefranche-sur-mer, France); G. Caniaux (CNRM, Météo-France, Toulouse).

---

---

**Landis HARE, professeur**

## **Biogéochimie : Eaux de surface**

### **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 dans la biosentinelles. Les relations les plus «polyvalentes» sont basées sur des modèles rationnels, c'est-à-dire des modèles construits à partir de faits biologiques et géochimiques, par opposition aux modèles purement empiriques. L'objectif majeur de nos recherches est de développer de tels modèles qui permettent de prédire l'état de contamination des lacs à partir de plusieurs espèces d'invertébrés aquatiques (Chaoborus, Sialis, etc.). Nos objectifs de recherche spécifiques sont : i) d'expliquer la faible bio-accumulation du Cd dans les lacs hautement acides; ii) d'évaluer l'influence du type de nourriture sur les concentrations en métaux chez le consommateur et iii) de mesurer les taux d'entrée et de sortie des métaux chez les animaux. Des études permettant d'atteindre ces objectifs seront réalisées en laboratoire et sur le terrain/ CRSNG/ Coll. : L. Croisetière, M.-N. Croteau, J. Orvoine, A. Tessier.

## **Biogéochimie : Sédiments**

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

L'objectif 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 : 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 oxygène. 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 MITE (CRSNG, Association minière du Canada, Ontario Power Generation)/ Coll. : L. Croisetière, M.-N. Croteau, A. Gosselin, A. Michaud, A. Tessier.

**Pierre LAFRANCE, professeur**

## **Biogéochimie : Eaux souterraines**

### ***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/ FCAR- Équipe de recherche/ Coll. : O. Banton, J.-P. Villeneuve, P.G.C. Campbell.

**Denis LAVOIE, professeur associé*****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 retraitement 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/ Université Laval, UQAC, Université d'Ottawa, 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), A. Achab, R. Bertrand, Y. Héroux, M. Malo, A. Tremblay, J. Riva, C. Beausoleil, J. Gagnon, S. Roy, S. Séjourne, A. Pincivy, M. Ross.

---

---

**Daniel LEBEL, professeur associé*****Intégration 3D de données multisources : Application à l'évaluation des ressources dans les chaînes de chevauchement (GEOIDE)***

Le projet vise à : i) contribuer à organiser les systèmes d'acquisition de données de terrain; ii) encourager le transfert des méthodes développées à la CGC pour l'acquisition de données géoscientifiques aux chercheurs et partenaires privés du réseau GEOIDE; iii) tester les programmes de visualisation et de gestion de données et les procédures du projet GEOIDE; iv) permettre de transférer au personnel de la CGC les développements scientifiques et technologiques réalisés dans le cadre du projet GEOIDE Moose Mountain; et v) appuyer le développement de méthodes de visualisation 3D pour les données géoscientifiques/ Réseau des centres d'excellence GEOIDE, U. Laval, Ministère de l'Énergie, des mines et des ressources du Canada, Shell, Husky Oil Corporation, Talisman Energy/ Coll. : C. Deblonde (CGC-Q), M. Malo, C. St-Laurent, Université de l'Alberta, Université de Calgary, Centre canadien de télédétection.

---

---

**Michel LECLERC, professeur**

## **Hydrologie : Écoulements**

### **Développement de solutions techniques novatrices pour les risques de dommages aux infrastructures municipales dus aux embâcles de la rivière Montmorency**

Ce projet est réalisé dans le cadre d'un vaste partenariat entre les divers paliers de gouvernements, les MRC et les municipalités du bassin de la rivière Montmorency, des firmes de consultants ainsi que les riverains à risques par rapport aux inondations par embâcles. Il vise à évaluer les risques moyens annuels associés aux dommages physiques et d'incertitude ainsi que les coûts d'interventions ou de réparation assumés par les différentes classes d'intervenants (équité). Le projet demande la mise au point d'une méthode d'estimation des probabilités d'embâcles, d'un point de vue à la fois événementiel et sectoriel (les différents voisinages exposés). Il est également axé sur la recherche de techniques d'intervention amovibles ou structurelles, mais légères et économiques, adaptées à de fortes pentes comme celles de la Montmorency. Pour ce faire, une campagne de caractérisation précise par balayage laser aéroporté a été conduite à l'échelle du réseau hydrographique inférieur (35 km), afin de pouvoir évaluer les paramètres morphologiques requis pour le type d'ouvrage envisagé/ Centre d'études et de Recherches sur les Infrastructures Municipales (CERIU), Ville de Beauport, Municipalités de Sainte-Brigitte-de-Laval et de Boischatel, Programme conjoint de Protection civile (PCPC), Université Laval (génie civil), Les firmes BPR Groupe-Conseil, Lasermap, Géolocalion/ Coll. : B. Morse (département de génie civil, Université Laval), M. Heniche, Y. Secretan, P. Boudreau, J. Francoeur, H. Delcourt et P. Blin.

### **Modèle hydrodynamique bidimensionnel du système fluvial du Rio Paraná (Argentine, Paraguay)**

Le but du projet est de supporter la réalisation d'un modèle hydrodynamique bidimensionnel du fleuve Paraná, entre

l'Argentine et le Paraguay, dans la région du barrage Yacyretá. L'implantation de cet ouvrage hydroélectrique majeur a laissé des séquelles environnementales importantes, notamment pour les communautés piscicoles soumises à une sursaturation de l'eau par l'azote atmosphérique causée par les évacuateurs de crues. L'hypothèse de l'étude est qu'il existe un patron d'évacuation des crues qui peut accélérer la désaturation gazeuse en aval des ouvrages et minimiser le chevauchement entre les zones d'habitats piscicoles et les panaches d'évacuation. Pour ce faire, l'élaboration d'un modèle numérique de terrain, à l'aide du MODELEUR, d'un tronçon de 300 km du fleuve est requise, suivie de la mise en œuvre d'un modèle hydrodynamique avec HYDROSIM. L'effort est réalisé conjointement avec les spécialistes de l'EBY auxquels une formation intensive aux logiciels est donnée ainsi qu'un support à l'utilisation tout au long de la réalisation/ Client : Entidad Binacional de Yacyretá EBY/ Coll. : Y. Secretan, P. Boudreau, M. Heniche/ Partenaire : Prof. J. Bechara, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad nacional del Nordeste (Corrientes, Argentine).

### **Une politique de gestion préventive des risques d'inondation**

Ce projet visait la rédaction d'un mémoire à être présenté par les maires de la ville de Beauport et des municipalités de Boischatel et de Sainte-Brigitte-de-Laval au Bureau d'Audiences Publiques sur l'environnement, dans le cadre de la consultation gouvernementale sur les politiques de gestion de l'eau au Québec. Le contenu du mémoire mettait l'accent sur le besoin de revoir et d'enrichir les politiques actuelles à l'égard de la prévention des risques, en favorisant les mesures visant soit la réduction des aléas (crues, embâcles), soit le contrôle de la vulnérabilité (potentiel de dommages). Une insistance particulière a été mise sur le contexte de partenariat et de recherche d'équité, qui doit présider à toute tentative de mettre en place un plan de réduction des risques (approche gagnant-gagnant)/ Ville de Beauport, Municipalités de Boischatel et de Sainte-Brigitte-de-Laval.

***Modélisation hydrodynamique opérationnelle du fleuve Saint-Laurent entre Cornwall et Trois-Rivières***

Le projet vise à produire en continu des données courantométriques sur l'ensemble du tronçon fluvial du Saint-Laurent, entre Cornwall et Trois-Rivières. Le modèle est constitué à partir du programme HYDROSIM et du logiciel MODELEUR. Le cadre conceptuel est enrichi de composantes biotiques comme les plantes aquatiques. L'utilisation des résultats du modèle s'inscrit dans le cadre de diverses problématiques environnementales comme l'intervention urgente en cas de déversement d'hydrocarbures, la protection des habitats et milieux humides, la qualité de l'eau, les dragages, ou encore, la construction d'ouvrages de génie/ Entente de partenariat avec Environnement Canada (Direction de l'Environnement atmosphérique)/ Coll. : Y. Secretan, J. Morin, P. Boudreau, M. Heniche, S. Côté, J. Marion, P. Fortin, J.-F. Cantin, R. Laurence (Environnement Canada).

***Modélisation des microhabitats du saumon de la rivière Sainte-Marguerite (Saguenay)***

Ce projet vise à développer et appliquer une stratégie de validation biologique des modèles de microhabitats basée sur le concept de territoire individuel et des indicateurs de taux de croissance. Il vise également à développer et appliquer un formalisme de modélisation des préférences d'habitat par indice, basé sur des concepts bioénergétiques. Ces modèles seront appliqués sur un tronçon de la rivière Sainte-Marguerite, dans le cadre d'un projet de recherche du CIRSA, le Centre Interdisciplinaire de Recherche sur le Saumon Atlantique/ CIRSA/ Coll. : Y. Secretan, P. Boudreau, D. Boisclair (U.de Montréal).

***Expertise dans le cadre des recours juridiques suite aux crues du Saguenay***

Le contrat vise une prestation de services d'expertise dans le cadre de la poursuite "Recours collectif en faveur des sinistrés en amont et en aval du réservoir Kénogami (Demanderesse) contre la Société immobilière du Québec (Défenderesse)". Ce

document vise à faire valoir des faits ou apporter un éclairage additionnel dans l'argumentation de la partie Défenderesse relative à cette cause/ Ministère de l'Environnement.

***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, 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 sont associés 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.

***Modélisation des panaches de contaminant dans le fleuve Saint-Laurent en aval de la ville de Montréal***

Le projet s'inscrit dans le cadre d'une vaste collaboration interinstitutionnelle dénommée "Réseau Écotox". La portée du projet dans son ensemble vise à mieux comprendre la genèse et les effets des modulateurs endocriniens rejetés au fleuve en aval des effluents municipaux principalement celui de la Ville de Montréal et de ses banlieues. La méthodologie de la contribution de l'INRS-ETE est basée sur la modélisation de l'hydrodynamique et du transport-diffusion de certaines espèces chimiques à déterminer. Elle vise notamment à développer des stratégies de caractérisation adaptées à la distribution spatiale des contaminants en fonction des événements de référence lors des campagnes de terrain/ INRS-Santé, Écotox, VRQ, Ville de Montréal et al./ Coll. : J. Morin, Y. Secretan, P. Boudreau, J.-F. Cantin.

***Évaluation de l'étude de débits réservés – Pikauba***

Ce projet vise à évaluer l'étude des débits réservés écologiques réalisée par les Consultants GENIVAR pour le compte d'Hydro-Québec, pour le réservoir Pikauba en amont du lac-réservoir Kénogami/ Ministère Pêches et Océans Canada, Division de la gestion de l'habitat du poisson.

***Expertise dans le cadre des poursuites contre le Gouvernement du Québec suite aux crues du Saguenay***

Le contrat a pour objet l'expertise hydrodynamique de l'INRS-ETE en rapport avec les crues du Saguenay en 1996. Cette prestation de service s'inscrit dans le cadre de l'élaboration d'une stratégie de défense du gouvernement par rapport aux allégations des diverses parties demanderesse/ Ministère de l'environnement.

***Simulation des courants - Port de Montréal***

Le projet, réalisé en collaboration avec Environnement Canada, vise à simuler la courantométrie du port de Montréal en tenant compte de nouvelles conditions

d'aménagement projetées : remblais, nouvelle géométrie des quais. Le programme de simulation est réalisé avec les outils MODELEUR-HYDROSIM. Les conditions de référence pour fins de comparaison sont fournies par le modèle existant du fleuve Saint-Laurent développé en collaboration avec Environnement Canada. L'hydrologie de référence comprend trois débits représentatifs de la gamme observable à cet endroit. L'analyse des conditions futures d'écoulement vise à vérifier la navigabilité en situation d'accostage et à évaluer, s'il y a lieu, les impacts environnementaux/ Environnement Canada, Port de Montréal/ Coll. : P. Boudreau, J. Morin.

---

---

**René LEFEBVRE, professeur**

## **Géodynamique : Géochimie et hydrologie**

### **Délimitation Panaches Valcartier - Soutien aux travaux de caractérisation environnementale et hydrogéologique au CRDV et à l'USS de Valcartier.**

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 hydrologique 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. Ce projet a nécessité diverses caractérisations hydrologiques et hydrogéochimiques des sites de Valcartier, telles que la mesure de la piézométrie, de la direction et de la vitesse d'écoulement, la définition des panaches de contamination principaux et secondaires, des essais *in situ* de perméabilité à choc hydraulique, des analyses chimiques d'échantillons d'eau souterraine, etc. Ces caractérisations ont permis de construire un modèle d'écoulement des eaux souterraines et du transport de masse des contaminants aux zones sources et dans les panaches identifiés par la caractérisation. Ces travaux ont fait l'objet du projet de maîtrise d'Alexandre Boutin et du projet de fin d'études de Véronique Blais/ Ministère de la Défense Nationale/ Coll. : R. Martel, M. Parent (CGC), R. Therrien (U. Laval).

### **Modélisation numérique et gestion de l'aquifère régional de Ville Mercier**

L'objectif général du projet est d'assurer la saine gestion des ressources en eau souterraine de l'aquifère rocheux régional à la périphérie et à l'intérieur de la zone réglementée de Ville Mercier. Cette gestion devrait assurer la pérennité des approvisionnements en eau souterraine en termes de quantité en évitant une surexploitation locale ou régionale, ainsi que

la protection de cette ressource contre la contamination à partir du site des anciennes lagunes de Ville Mercier. Les objectifs spécifiques sont de développer un modèle numérique d'écoulement régional et de définir des règles d'exploitation de l'aquifère. Ces travaux ont fait l'objet du projet de maîtrise d'Olivier Pontlevoy/ MENV, Direction de politiques du secteur municipal, Service de l'expertise technique en eau/ Coll. : R. Martel, R. (U. Laval), M. Ouellet, C. Lamontagne (MENV).

### **Initial scoping study on air flow in overburden stockpiles at the Grasberg Mine**

La mine Grasberg est localisée en Irian Jaya, Indonésie. Cette exploitation à ciel ouvert est un des deux plus grands producteurs mondiaux de cuivre et d'or. Les haldes à stériles de la mine produisent du drainage minier acide malgré le fait que ces matériaux avaient été prédits initialement comme non acide. Dans le cadre de l'établissement d'un plan de contrôle et de fermeture de la mine, nous avons le mandat de faire la simulation numérique du DMA dans les haldes avec le simulateur numérique TOUGH AMD qui représente l'oxydation de la pyrite, la production et le transfert de chaleur, l'infiltration d'eau et la convection thermique des gaz ainsi que la diffusion de l'oxygène. Cette étape représente une simulation initiale qui pourra être suivie de simulations plus détaillées. Les étapes du projet comprennent i) la revue des données; ii) l'établissement d'un modèle conceptuel; iii) le calage des paramètres dans une halde expérimentale instrumentée; iv) la simulation des conditions présentes dans les haldes; v) la simulation de scénarios de fermeture; et vi) l'intégration des résultats dans le plan de contrôle et de fermeture. Dans le cadre de ce projet, C. Wels de RGC (Vancouver) et Judy Adrina de la Mine Grasberg (Indonésie) ont passé une semaine à Québec en juillet 2001/ Robertson GeoConsultants inc.(Vancouver), Mine Grasberg/ Coll. : C. Wels (Robertson Geo Consultants inc.), autre personnel de RGC, J. Adrina (Mine Grasberg, Indonésie).

**Bernard LONG, professeur**

## **Géodynamique : Géochimie et géologie**

### **Étude de l'évolution des sédiments pour la reconstruction du port de Rivière-du-Loup**

Cette étude vise à déterminer l'évolution sédimentaire au niveau du port de Rivière-du-Loup, pour déterminer le schéma de sédimentation afin de connaître son devenir et la possibilité d'utiliser ce site pour optimiser une future installation portuaire. Parallèlement, une détermination de la stabilité de l'ensemble de la zone est entreprise pour déterminer la capacité de remaniement des sédiments fins sur toute la zone comprise entre - 2 m et -10 m. Ce travail permet de connaître le potentiel de sédimentation dans le havre et celui de dispersion sous l'effet des courants. Le travail effectué durant la campagne de géophysique a permis de déterminer la géométrie en trois dimensions des dépôts sous forme de cartes ainsi que les structures sédimentaires. La campagne de carottage a quant à elle pour but de déterminer le degré de compaction et la porosité des sédiments, la nature des sédiments, le seuil d'érosion des sédiments et les conditions de dépôt. Enfin, les mesures hydrodynamiques conduisent à la détermination de la quantité de sédiments transportés par charriage et en suspension, des vitesses d'érosion et de consolidation des dépôts fins, du bilan sédimentaire général, de la vitesse d'érosion, de l'épaisseur de remobilisation et de l'importance de l'apport de la période printanière/ Groupe Conseil Lasalle.

### **Étude de l'évolution des sédiments du site d'immersion : Rejet "D" Iles-de-la-Madeleine**

Cette étude vise à déterminer le potentiel actuel de remobilisation du "Dépôt D", au large de Grande Entrée, afin de connaître son devenir et la possibilité d'utiliser ce site pour de nouveaux stockages de sédiments suite au dragage du chenal navigable. Une détermination de la stabilité de l'ensemble de la zone est effectuée pour déterminer la

capacité de remaniement de toute la zone comprise entre - 8 m et - 14 m. Pour cela, une campagne de mesure de la dynamique sédimentaire a été menée afin de quantifier le remaniement. Ce travail a permis de connaître le potentiel de dispersion du matériel immergé, les axes de transport associés à cette remobilisation des sédiments et les risques associés à cette dispersion sur les habitats de homards situés à proximité. Suite au travail effectué durant la campagne de mesures hydrodynamiques nous avons pu déterminer : l'importance des courants de marées dans l'initiation du transport sédimentaire sur le "Dépôt D", l'importance des courants de houle dans l'initiation de ce même transport, la quantité de sédiments transportés par charriage, la quantité de sédiments transportés en suspension, le bilan sédimentaire général, la vitesse d'érosion et l'épaisseur de remobilisation/ Robert Hamelin et Associés.

### **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 répartitions 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, de la quantité de sédiments transportés 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 lag 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) une campagne de mesure des verticales des courants sur un cycle de marée, en cinq points, à raison d'une mesure chaque heure; et iii) 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 de déterminer la distribution temporelle des courants 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 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 de la morphologie et géologie des affleurements (Pendages horizontal, oblique, niveau 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 (NRCAN- Halifax).

***Étude d'impact des élevages de mollusque 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 ont débuté durant les années 1980, avec l'implantation de l'élevage des moules bleues dans les lagunes de Havre-aux-Maisons et de Grande-Entrée. Puis, en 1990, l'élevage du pétoncle géant s'est ajouté. De ce fait, les activités conchylicoles dans les deux lagunes ont pu avoir un impact sur la sédimentologie et sur les communautés benthiques des substrats sous-jacents aux élevages. Dans ce contexte, le présent projet vise à analyser des carottes par scanographie pour étudier les structures biogéniques dans le sédiment, afin d'évaluer l'espace d'occupation biologique de l'endofaune/ MAPAQ-UQAR/ Coll. : J.-F. Crémer.

---

**Michel MALO, professeur**

## **Géodynamique : Ressources minérales**

### ***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/ Col. : B. Dubé.

### ***Tectonique coulissante et gîtes minéraux dans les orogènes de collision : le cas des Appalaches du Québec***

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.

***Lac Matapédia - Étude de la diagénèse et du potentiel en hydrocarbure des successions paléozoïques de la région du Lac Matapédia***

Ce projet s'interroge sur six questions majeures concernant les huiles trouvées dans la région du Lac Matapédia : i) quel est le périmètre qui est encore prospectif pour la conservation de l'huile et du gaz? ii) quelle est la roche mère à l'origine de ces huiles? iii) quelle est la nature originale de la roche-mère à huile? iv) quand ces huiles ont-elles été générées? v) quand ces huiles ont-elles migrées? et vi) dans quel secteur de la région se sont-elles accumulées? Suite à un échantillonnage de la région, ces roches seront étudiées pour leur maturation thermique, leur potentiel roche-mère et leur âge. Les échantillons provenant des roches-mères seront analysés pour leurs biomarqueurs et leur composition isotopique. Ces résultats seront comparés à ceux trouvés dans les indices d'huile, afin de faire des corrélations huiles-roches-mères et déterminer l'origine des huiles. Les résultats seront ensuite modélisés afin de déterminer l'origine des huiles trouvées dans la région du Lac Matapédia/ Ministère des Ressources Naturelles du Québec/ Coll. : M. Malo, R. Bertrand, S. Roy; C. Morin, D. Brisebois (Ministère des Ressources Naturelles du Québec); D. Lavoie, E. Asselin (Commission géologique du Canada).

***Étude de synthèse du territoire de Gaspésie-Matapédia-Témiscouata à des fins d'exploration pétrolière et d'évaluation de son potentiel en hydrocarbures***

Au cours de l'été 2002, la région de Gaspésie - Matapédia - Témiscouata a fait l'objet de prises de permis d'exploration pour les hydrocarbures par différentes compagnies juniors d'exploration. Hydro-Québec veut également participer à l'effort d'exploration et désire établir des associations avec ces compagnies. Avant de signer des ententes de participation, Hydro-Québec devra fonder ses choix sur un certain nombre de critères objectifs de façon à minimiser ses risques. Une équipe du GIRGAB propose donc à Hydro-Québec de lui fournir une étude de synthèse qui fera le point sur trois aspects de la prospectivité du territoire de Gaspésie - Matapédia - Témiscouata pour les hydrocarbures : i) une synthèse des connaissances géologiques actuelles pertinentes à l'exploration pétrolière : géologie de surface, stratigraphie, paléogéographie et style structural; ii) un modèle d'évolution tectono-sédimentaire de l'ensemble du territoire, du Cambrien au Carbonifère, basé sur la synthèse géologique, avec les particularités de chaque secteur du territoire qui pourraient avoir influencé les systèmes pétroliers; et iii) une évaluation du potentiel roche-mère, roche-réservoir et piège pour chacun des secteurs, basée sur les connaissances actuelles/ Hydro-Québec (via Université Laval)/ Coll. : R. Bertrand (INRS), P.-A. Bourque et D. Kirkwood (Université Laval), D. Lavoie (CGC-Québec).

***Analyse des données géologiques et de sismique réflexion, région de la zone frontalière Québec/New York***

Ce projet consiste en un contrat que MIR-Téledétection octroie à l'INRS-ETE dans le cadre de son contrat avec l'Agence spatiale canadienne et le New York State Energy Research and Development Authority (NYSERDA). Le projet consiste à tester l'utilisation de Radarsat pour la reconnaissance de grandes structures géologiques susceptibles de contenir des réservoirs de gaz naturel dans la partie nord de l'État de New-York. Toutes les données géoscientifiques seront intégrées à la base de

données géoréférencées (géologie, topographie, aéromagnétisme, gravimétrie, sismique). Les données dans la région adjacente du Québec seront intégrées. L'INRS-ETE viendra apporter son appui pour la partie québécoise en analysant des données de sismique réflexion/MIR-Téledétection.

#### ***Diversification de l'exploration minière au Québec – Réseau DIVEX***

Le projet, coordonné par Michel Jébrak de l'UQAM et Michel Malo de l'INRS-ETE, vise à développer les travaux académiques dans le domaine de la métallogénie et de l'exploration minière. Il s'agit, sans aucun doute, d'une première dans le domaine des sciences de la terre au Québec. D'une part, il s'agit du plus important regroupement de chercheurs (soit 27) jamais rassemblés autour d'un thème unificateur dans le domaine. Les chercheurs proviennent de sept institutions universitaires et des deux ministères des Ressources Naturelles du Québec et du Canada. Le Québec construira, à travers ce réseau, un dispositif durable qui augmentera l'efficacité d'une recherche actuellement très dispersée. D'autre part, le thème de la diversification des cibles et des territoires apparaît particulièrement pertinent dans le contexte de crise que vit l'industrie minière depuis quelques années. En plus de la coordination scientifique, quatre sous-projets sont réalisés à l'INRS-ETE au cours de la première année. Il s'agit des projets : i) Pb, Zn, Cu et Ag dans les dépôts de plate-forme; ii) altération hydrothermale en milieu métamorphique; iii) procédé de traitement des chromites platinifères; et iv) minéralisations en ÉGP dans les ophiolites/ Valorisation-Recherche Québec/ Coll. : J. Bédard (CGC-Québec), M. Bergeron, L. Corriveau (CGC-Québec), B. Dubé (CGC-Québec), Y. Héroux, M. Richer-LaFlèche, M. Savard (CGC-Québec), A. Tremblay.

***Richard MARTEL, professeur***

#### ***Géodynamique : Géochimie et géologie***

##### ***Évolution de la production de monoxyde de carbone suite à des travaux de dynamitage***

Un comité provincial d'experts a été mis sur pied afin d'étudier la problématique du monoxyde de carbone (CO) associé aux travaux à l'explosif, suite aux infiltrations de CO survenues dans deux résidences de Rock Forest en mai et juillet 2000. Le projet consiste à simuler des excavations en milieu urbain (sciage et tranchée de services) en reproduisant le contexte de Rock Forest (roc recouvert de dépôts meubles) et à mesurer la diffusion et la progression des gaz dans les fractures du roc et les tranchées. L'idée est de reproduire les excavations qui ont conduit à des problèmes d'infiltrations de CO et de refaire les mêmes excavations en appliquant cette fois les méthodes de travail proposées par les experts. Des essais sont également prévus dans d'autres types de roc. Les objectifs principaux sont de : i) comprendre le processus de diffusion et de dispersion des gaz dans les fractures du roc; ii) évaluer l'importance du contexte géologique dans ce type d'événement; iii) vérifier l'influence du type d'explosif sur la production de CO; iv) évaluer l'efficacité des méthodes de travail proposées par le comité technique pour favoriser la diffusion du CO dans l'atmosphère plutôt que dans les fractures du roc; et v) être en mesure d'établir un périmètre de sécurité à l'intérieur duquel on devra installer des détecteurs de CO et pour quelle période de temps/ Ministère de l'Environnement du Québec, Ministère des Transports du Québec, IRSST, Ministère de la Sécurité publique.

##### ***Caractérisation hydrogéologique des sites d'entraînement Shilo - Gagetown - Valcartier.***

Ce projet vise à comprendre la problématique environnementale des explosifs et des métaux lourds dans le but d'assurer la poursuite durable des entraînements militaires au Canada. Les principaux objectifs

de l'étude sont de : i) effectuer la caractérisation hydrogéologique des secteurs d'entraînement sur la base militaire de Shilo (BFC Shilo) phase II et de Gagetown (BFC Gagetown) phase II, dans le but de comprendre la problématique de la contamination de l'eau souterraine par les explosifs et les métaux lourds; ii) effectuer la caractérisation hydrogéologique du champ de tir anti-char Arnhem, à la base militaire de Valcartier (BFC Valcartier) phase IV, dans le but de finaliser la compréhension de la problématique de la contamination de l'eau souterraine par les explosifs et les métaux lourds; iii) déterminer la localisation et installer des puits d'observation, dans le but de déterminer la direction et les conditions qui régissent les eaux souterraines, afin de comprendre la migration des espèces chimiques; iv) faire l'analyse hydrogéologique complète; et v) effectuer des expériences en laboratoire des bancs d'essai, pour démontrer la problématique de l'eau souterraine identifiée durant les caractérisations des BFC Gagetown, Shilo et Valcartier et valider les processus d'intervention/ Ministère de la Défense nationale/ Coll. : R. Lefebvre, C.G.C., COGEO Consultants inc.

#### ***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 de 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 avons solutionné cette difficulté grâce à une nouvelle infrastructure de recherche FCI constituée de trois bacs et d'une colonne 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.

---

---

**Yves MICHAUD, professeur  
associé**

### ***Initiative d'hydrogéologie des Maritimes***

Le projet vise à réaliser l'inventaire des eaux souterraines du bassin carbonifère des Maritimes, dans le sud-est du Nouveau-Brunswick (sous-bassin de Moncton) comprenant : i) la délimitation des principaux aquifères (définition du contexte hydrostratigraphique); ii) la définition du système d'écoulement des eaux souterraines (carte piézométrique); iii) une première évaluation de la qualité des eaux souterraines; et iv) une première estimation du budget en eau visant à identifier le débit soutenable pour le sous-bassin de Moncton. Des travaux de cartographie hydrogéologique seront réalisés dans un feuillet à l'échelle 1 / 250 000. Les travaux de la deuxième année ont compris une vaste campagne de terrain, la description des principales unités hydrostratigraphiques et l'estimation de leurs propriétés hydrogéologiques, ainsi que le développement d'un modèle numérique préliminaire. Les données de coefficient d'emmagasinement et la modélisation ont toutes deux montré que le système hydrogéologique à l'étude était principalement semi-confiné, mais que certaines régions pouvaient vraisemblablement se trouver sous des conditions de surface libre ou confinées/ CGC/ Coll. : C. Rivard (CGC-Q), É. Boisvert (CGC-Q), S. Castonguay (CGC-Q), C. Deblonde (CGC-Q), H. Julien (CGC-Q), S.J. Paradis (CGC-Q), M. Parent (CGC-Q), A. Rivera (CGC-Q), M. Savard (CGC-Q), R. Lefebvre, R. Martel, V. Boisvert, C. Carrier, Ministères de l'Environnement du Québec, du Nouveau-Brunswick, de la Nouvelle-Écosse et de l'Île-du-Prince-Édouard, Environnement Canada, Université du Nouveau-Brunswick, Université Laval, USGS, Tecslut.

### ***Impact des changements climatiques sur la ressource en eau dans l'Est du Canada***

Le projet étudie spécifiquement le niveau d'eau dans les aquifères, de même que la qualité et la quantité de la ressource. Les objectifs consistent à : i) produire une base de données sur les ressources en eaux

souterraines à partir de mesures historiques provenant de puits dans plusieurs secteurs de l'Est du Canada (vallée du Saint-Laurent, Îles-de-la-Madeleine, Nouveau-Brunswick et Île-du-Prince-Édouard) et de différents types d'aquifères (non confiné, semi-confiné et confiné) dans des milieux granulaires et fracturés; ii) évaluer le lien entre les données piézométriques, de décharge et climatiques; iii) mettre en lumière les lacunes des données en compilant les jeux de données de bassins-versants individuels; iv) identifier les sites où les mesures piézométriques et de décharge ne sont pas influencées par les activités anthropiques (pompage, barrages, etc.); v) évaluer la possibilité d'étendre les séries piézométriques existantes de 15-30 ans à 80-100 ans en corrélant les données piézométriques avec les mesures hydrométriques (écoulement); vi) évaluer l'impact direct et indirect du changement climatique sur les ressources en eaux souterraines, en identifiant les principales tendances dans les données hydrogéologiques à court et à long terme; vii) évaluer les relations avec les données climatiques (température, précipitations et évaporation); et viii) évaluer certaines stratégies d'adaptation pour la communauté de Cap-de-la-Madeleine et les agglomérations rurales qui s'approvisionnent à l'aide de puits peu profonds dans les aquifères non confinés/ CGC, Fonds d'action sur le changement climatique/ Coll. : A. Rivera (CGC-Q), M. Savard (CGC-Q), C. Rivard (CGC-Q), J. Marion.

**Guy MORIN, professeur**

### **Hydrologie : Écoulements**

**Modélisation hydrologique et prévision en temps réel des apports des bassins-versants en amont de la centrale Shipshaw à l'aide du modèle CEQUEAU, Phase 3**

L'objectif du contrat est de modifier la partie quantitative du modèle hydrologique CEQUEAU pour simuler les apports hydrauliques naturels journaliers de tous les bassins-versants en amont de la centrale Shipshaw pour la prévision des débits à court terme (1 à 7 jours) et à moyen terme (1 à 2 mois). Cette étude a pour but de revoir les ajustements de paramètres du modèle CEQUEAU faits à la phase 1 et 2 du projet avec ALCAN. Cet ajustement des paramètres sera fait en utilisant les données disponibles les plus récentes et en introduisant les nouvelles stations météorologiques et hydrométriques. Cette étude comporte également le développement et l'incorporation au modèle CEQUEAU d'une procédure de mise à jour manuelle itérative déterministe, basée sur l'analyse graphique des performances du modèle pour les jours précédents/ ALCAN/ Coll. : P. Paquet.

---

---

**Léopold NADEAU, professeur associé**

**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), J.H. Bédard (CGC-Q), P. Brouillette (CGC-Q), F. Gervais, G. Scherrer, A-L Bonnet, M. Malo, A. Tremblay.

---

---

**Taha OUARDA, professeur**

## **Hydrologie : Écoulements**

### **Utilisation des images RADARSAT pour le suivi des phénomènes fluviaux cryologiques et leurs impacts**

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. Cette recherche se décompose en trois volets : i) caractérisation et suivi de la glace en rivière par télédétection radar; ii) étude du débit et du couvert de glace dans des conditions de changement climatique; et iii) prévision et détection des embâcles/ Agence spatiale canadienne, programme ADRO-2/ Coll. : M. Bernier, Y. Gauthier B. Bobée, J.-P. Fortin.

### **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 entre 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.

#### **Estimation du débit sous la glace : application aux rivières du Québec**

Le débit estimé par la courbe de tarage durant la saison hivernale ne correspond pas au débit réel à cause de la présence de glace dans la rivière. L'approche utilisée présentement par le ministère de l'Environnement du Québec, pour la correction des débits durant la période hivernale, mène généralement à des résultats satisfaisants mais reste subjective et risque d'introduire des erreurs assez importantes. L'approche neuronale, l'approche régressive et celle des filtres de Kalman ont été identifiées comme étant les approches les plus puissantes. Le présent projet vise à : i) développer des algorithmes robustes pour les méthodes mentionnées ci-dessus; ii) développer des programmes de calcul pour ces méthodes et présenter de brefs manuels d'utilisation; iii) appliquer ces méthodes pour la correction des débits hivernaux d'une

vingtaine de rivières québécoises représentant une gamme de tailles et de conditions (géomorphologiques, climatiques, stabilité, etc.); iv) présenter des recommandations concernant les approches à utiliser, en fonction de la taille de la rivière étudiée et des données existantes; et v) assurer un transfert des méthodes développées/ Ministère de l'Environnement du Québec/ Coll. : B. Bobée, H. Gingras, P. Coulibaly.

### **Régionalisation des événements hydrologiques extrêmes - Développement d'un logiciel**

En raison de la grande étendue des systèmes hydriques gérés par Hydro-Québec, on est souvent amené à estimer des événements extrêmes de période de retour donnée à des sites où l'on dispose de peu ou même d'aucune information hydrologique. On a alors recours à une procédure d'**estimation régionale** utilisant des données disponibles à d'autres stations appartenant à une même région hydrologique. De manière générale, une méthodologie d'estimation régionale comprend deux étapes : i) définition et détermination de régions hydrologiquement homogènes; et ii) estimation régionale. Aucun logiciel sur le marché ne permet présentement d'effectuer une étude régionale. Nous proposons, dans le cadre du présent projet, d'intégrer dans un seul logiciel les différentes étapes de l'étude. Le logiciel de régionalisation des variables hydrologiques extrêmes peut également être utilisé pour la régionalisation de diverses variables hydrologiques. Le logiciel est développé dans l'environnement MATLAB (version 6). Les principaux modules du logiciel sont : i) saisie des données; ii) tests d'hypothèse; iii) détermination des voisinages hydrologiques; iv) estimation régionale; et v) exportation des résultats et graphiques. Le logiciel comprend une interface graphique conviviale et est caractérisé par une flexibilité et une généralité lui permettant une très large utilisation/ Hydro-Québec/ Coll. : B. Bobée, M. Barbet, P. Bruneau (Hydro-Québec).

### **Study of climate change and its impact on hydrologic regimes over Canada / Analyse des changements climatiques et de leurs impacts sur les régimes hydrologiques au Canada**

L'objectif de ce projet est d'effectuer une étude complète et rigoureuse visant à analyser et quantifier la variabilité et les changements climatiques et leurs impacts sur les régimes hydrologiques à travers le Canada. Le projet consiste, en premier lieu, à appliquer des tests classiques de détection de sauts de moyenne et de variance et de tendances dans la moyenne et la variance, pour différentes variables hydrologiques. Le projet consiste également à continuer le développement et à appliquer les procédures bayésiennes récentes pour l'analyse des séries de données des stations du "Reference Hydrometric Basin Network". Ce réseau national est destiné spécifiquement au suivi des changements climatiques à travers le Canada. L'objectif final du projet est d'effectuer des raffinements dans la conception de ce réseau de stations de mesure/ Fonds d'Action pour le Changement Climatique/ Coll. : B. Bobée, J. Gaudet, D. Harvey, P. Pilon (Environnement Canada).

### **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<sup>e</sup> 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.

***Analyse Monte Carlo des niveaux d'eau élevés causés par la glace à Peace River et effets du projet Dunvegan sur les risques d'inondation***

Ce projet vise à réviser le rapport "Monte Carlo analysis of ice-related flood levels at the town of Peace River and the effects of the Dunvegan Project on flood risks". L'objectif est de fournir une évaluation complète des analyses statistiques réalisées dans ce rapport. Les principaux éléments à évaluer sont : i) l'approche statistique de génération de données; ii) le choix des distributions et des analyses de fréquence; iii) les tests d'hypothèses; iv) la reconstruction de la date naturelle; v) l'utilisation de distributions mixtes; vi) l'estimation des intervalles de confiance associés aux divers quantiles; vii) les courbes de fréquence des périodes de gel à Peace River; viii) les courbes de fréquence de débâcle à Peace River (débâcle thermique et mécanique); ix) la probabilité de formation d'embâcles; et x) sommaire et recommandations/ Alberta Environmental Protection.

***Statistical downscaling of climate extremes for the estimation of quantiles under future extreme conditions***

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 d'autres indices des extrêmes climatiques) et d'autres variables climatiques, tel 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, tel 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/récurrences (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 débit et de volume 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) a) caractériser la localisation, la date, la fréquence et la sévérité des embâcles, b) développer de critères pour améliorer le réseau d'alerte précoce et c) 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.

### ***The impact of climate change on the glaciers of the Canadian Rocky Mountain Eastern Slopes and implications for water resource-related adaptation in the Canadian Prairies - Phase I***

Dans le cadre de ce travail, nous proposons de continuer le développement de nouveaux outils bayésiens qui permettent d'analyser et de quantifier les non-stationnarités dans les variables climatiques, puis d'appliquer ces outils à l'étude des séries de débit provenant des glaciers des pentes de l'est des Rocheuses canadiennes. Nous proposons

d'identifier l'impact des changements climatiques sur ces débits et de développer des politiques d'adaptation à ces changements. Les procédures bayésiennes diffèrent des tests statistiques classiques par le fait qu'elles permettent d'obtenir la fonction de probabilité entière de la date et de l'amplitude de changement. Les objectifs spécifiques de la recherche sont : i) analyses conventionnelle et bayésienne des séries chronologiques des huit stations d'intérêts; ii) développement des procédures bayésiennes appropriées pour tester la signification d'un changement de moyenne des variables aléatoires étudiées à une date inconnue (ces procédures tiennent compte de la structure de corrélation entre les variables hydrométriques et météorologiques); iii) application des procédures bayésiennes développées aux séries chronologiques de différentes variables d'intérêt pour étudier leurs réponses aux changements climatiques; et iv) conclusions et recommandations concernant l'adaptation à ces non-stationnarités/ Environnement Canada, National Hydrology Research Center/ Coll. : A. Pietroniro, M. Demuth, B. Bobée.

***Méthodologie d'estimation régionale adaptée aux conditions brésiliennes (État de Minas Gerais)***

L'objectif de ce projet est d'évaluer la méthode de régionalisation actuellement en vigueur chez l'IGAM (Instituto Mineiro de Gestao ds Aguas) de l'état du Minas Gerais, Brésil, et de proposer une méthodologie de régionalisation appropriée. Le programme de travail inclut : i) l'analyse de la méthode actuellement en vigueur à travers toute la documentation technique disponible; ii) la discussion avec les spécialistes de l'IGAM concernant les données disponibles, la méthodologie et les outils en place; iii) la validation des hypothèses de l'IGAM et la préparation de recommandations préliminaires; et iv) la rédaction d'un rapport présentant toutes les conclusions et les recommandations/ ACRES Productive Technologies Int./ Coll. : B. Bobée, A. Robitaille.

---

---

***Michel PARENT, professeur associé***

***Dynamique glaciaire et exploration du diamant dans le nord du Québec (Programme de l'Initiative géoscientifique ciblée de la CGC)***

Le projet, mené en complémentarité avec l'initiative Grand Nord du MRN, vise à reconstituer les successions de systèmes d'écoulement glaciaire, et identifier les patrons de dispersion glacio-sédimentaires associés, dans une région où cette information a une grande importance pour supporter l'exploration du diamant, des métaux précieux et des métaux de base. Les levés de sédiments d'esker effectués dans la région du lac Bienville ont permis de découvrir une nouvelle cible, le corridor Saindon-Cambrien, défini par Moorhead et al. (2000), dont le potentiel en diamants est très élevé. La diffusion d'un communiqué de presse fédéral-provincial à l'ouverture de la réunion du Prospectors and Developers Association of Canada, combinée à la diffusion de résultats, ont permis de promouvoir la découverte de minéraux indicateurs pour le diamant dans le secteur. Par la suite, la région a connu un regain d'intérêt qui s'est manifesté par l'octroi de près de 600 titres d'exploration en quelques jours/ CGC, de Beers Canada Exploration, Ministère des Ressources naturelles du Québec/ Coll. : S.J. Paradis (CGC-Q), N. Tassé, F. Hardy, UQAM.

---

---

**Didier PERRET, professeur  
associé**

***Mouvements de terrain déclenchés par sollicitations dynamiques dans les basses terres de l'Est du Canada - Le cas de Rigaud***

L'étude de mouvements de terrain déclenchés par sollicitations dynamiques s'est intéressée au cas particulier de la coulée argileuse de Rigaud. Le site a fait l'objet d'une reconnaissance géologique et géotechnique très détaillée afin d'identifier avec précision la stratigraphie et la variabilité spatiale des dépôts, la position de la surface de rupture, et les niveaux ayant éventuellement facilité ou contrôlé la propagation de la rupture, à la fois latéralement et vers l'arrière du talus. Au total, quinze sondages piézométriques ont été effectués au piézocône, dont un avec une sonde à résistivité et un autre avec une sonde sismique. Par ailleurs, des échantillons de sols intacts ont été récupérés à l'aide d'un échantillonneur conventionnel de type Osterberg et de l'échantillonneur Laval de 20 cm de diamètre. Les matériaux prélevés sur le terrain ont été systématiquement observés par scannographie RX avant détubage. Les résultats préliminaires suggèrent que la rupture n'a pas été contrôlée par la liquéfaction de lits sableux mais par un décollement le long d'interfaces argile-argile/CGC/ Coll. : C. Bégin (CGC-Q), P. Bergeron.

**Marc RICHER-LAFLÈCHE,  
professeur**

***Géochimie : géodynamique des ressources***

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

Ce projet, financé par Ressources minières Pro-Or inc., 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/ Co-responsable : M. Bergeron.

***Développement d'un procédé de traitement de chromites platinifères***

Ce projet vise à développer une technologie de carbocloruration 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 FeCl<sub>3</sub> 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 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. 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.

***Estimation des taux de déposition des polluants acidifiants et métaux lourds dans les forêts du Nord-Est de l'Amérique du Nord***

Ce projet de recherche s'inscrit dans la problématique des effets des polluants acidifiants sur les forêts de l'Est de l'Amérique du Nord. Ce projet consiste à optimiser la méthode de biomonitoring dendrogéochimique (chimie des cernes de croissance des conifères) et à appliquer cette dernière dans des stations de monitoring du réseau de surveillance des écosystèmes forestiers (RESEF, Québec) et des stations semblables du USDA situées en Nouvelle-Angleterre. Les données sur l'accumulation des contaminants sont comparées aux données géochimiques de sédiments lacustres datés et aux données provenant d'études pédogéochimiques sur les sols des bassins versants/ Conference of New England Governors and Eastern Canadian Premiers, Ecosystem Research Group Ltd (Norwich, VT, USA)/ Coll. : R. Ouimet et D. Houle (MRNQ, DRF), S. Bailey (USDA Forest Service), J. Herderson (Canadian Forest Service), J. Bailey (USDA Forest Service), T. Luther (USDA Forest Service), L. Pardo (USDA Forest Service), P. Arp (University of New Brunswick), P. Ryan (Middlebury College), S. Wilmot.

***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 (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***

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. 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<sup>e</sup> siècle). Des essais géophysiques magnétométriques, gradiométriques et électromagnétiques ont été réalisés sur des

sites de fouilles archéologiques dans la région de Québec/ Société culturelle Avataq, U. Laval, UQAM, Ville de Québec.

***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/ Coll. : P. Collin.

---

---

**Jean-Louis SASSEVILLE,**  
*professeur*

***Assainissement***

***Traitement et valorisation des boues d'épuration***

Ces activités de transfert technologique en sont à leur cinquième année. Ces projets comportent un volet recherche technologique (le choix des technologies et de leur configuration compétitive, l'évaluation technologique) ainsi qu'un volet portant sur l'analyse et le développement des méthodes organisationnelles et financières requises pour soutenir le développement de technologies de traitement et de valorisation des boues et d'enclencher leur diffusion commerciale. Ces projets, réalisés en collaboration avec l'industrie, ont donné lieu jusqu'à ce jour à des investissements privés de plus de 2 M \$, et entraîneront vraisemblablement des investissements supplémentaires au cours de la prochaine année/ Fonds privés/ Coll. : J.-F. Blais, G. Mercier.

***Gestion publique de l'eau : Théorie et pratique***

L'objectif poursuivi dans cet ensemble d'activités de recherche est d'élaborer un cadre stratégique intégré pour la gouvernance des relations "société-eau" et de vérifier sa capacité de générer des pratiques efficaces de gestion pour des cas particuliers, par exemple : la gestion des rivières nordiques, la gestion des usages conflictuels de l'eau en Afrique de l'Ouest, la conception et la mise en place d'organismes de bassin au Québec, l'élaboration de politiques de contrôle de la pollution par les fumiers et les lisiers, etc. Ces activités, réalisées en collaboration, ont donné lieu en 2001-2002 à une subvention importante du CRDI (à L'Industrielle de l'environnement et Ressource Expert Plus). Un document synthèse, visant à diffuser cette théorie intégrée de la gestion publique de l'eau et ses applications pratiques auprès d'utilisateurs spécialisés, est en préparation/ Coll. : Y. Maranda (MEF), N. Kibi (Ressources Expert Plus), R. Tremblay (L'IE inc.) et al.

**Valorisation par biotransformation des eaux usées et des boues d'épuration**

L'exploitation croissante des ressources naturelles engendre des quantités abondantes de déchets dont il faut disposer de manière sécuritaire et économique. Une fraction importante de ces déchets sont des résidus que l'on considère difficilement valorisables ou dont la valeur potentiellement ajoutée dans les efforts de valorisation est surpassée par les coûts de transformation, de réutilisation ou de mise en marché. Cependant, en considérant d'une part la hausse des coûts d'élimination pour plusieurs de ces matières tertiaires et, d'autre part, le développement important des connaissances sur les biotransformations, il devient intéressant d'analyser le potentiel économique qu'elles peuvent représenter. En effet, les matières tertiaires permettent, à bien meilleurs coûts que les matières premières, la fabrication de produits à base biologique déjà en marché ou sur le point de s'y installer : la réduction du prix de ces produits et l'augmentation de leur disponibilité sur les marchés leur permettront de concurrencer et même de surpasser, dans certains cas, les fonctionnalités industrielles des produits utilisés actuellement. Les recherches effectuées à ce jour indiquent que diverses matières tertiaires, comme les eaux usées et les boues municipales et industrielles, peuvent être biotransformées en produits à haute valeur ajoutée tels les biopesticides, les bioplastiques, les enzymes, les acides organiques et les biosurfactants. Ce projet vise à analyser diverses voies de valorisation par biotransformation des eaux usées et des boues résiduelles en vue de mettre en place un programme de financement privé de la R&D dans les secteurs stratégiques de la valorisation des matières tertiaires/ Coll. : R. Tyagi, J. Valéro, S. Barnabé, Y. Abdessalem.

---

**Martine SAVARD, professeure associée**

**Cartographie des aquifères fracturés des Basses-Terres du Saint-Laurent du Sud-Ouest du Québec (AFSOQ)**

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 régionaux 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 Sainte-Thérèse-de-Blainville/ Coll. : É. Boisvert (CGC-Q), É. Bourque (CGC-Q), S. Castonguay (CGC-Q), K. Lauzière (CGC-Q), 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. Smirnov (CGC-Q), R. Lefebvre, R. Martel, V. Murat, V. Cloutier, M. Ross, Université Laval, Université Queen's, Environnement Canada, Ministère des Transports du Québec, USGS.

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

Le projet, qui a complété sa dernière année 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. 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". L'objectif de cette initiative était 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. Les résultats montrent que les espèces décidues sont particulièrement efficaces pour accumuler les métaux potentiellement phyto-toxiques/ CGC, Association minière du Canada/ Coll. : C. Bégin (CGC-Q), M. Parent (CGC-Q), A. Smirnov (CGC-Q), M. Luzincourt (CGC-Q), X. Hou, N. Tassé.

---

---

**Yves SECRETAN, professeur**

### ***Hydrologie : Écoulements***

#### ***Système d'évaluation et de gestion des risques d'inondation en milieu fluvial***

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 : i) à établir le bilan des risques actuels d'inondations sur un cours d'eau; ii) à 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) à 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 calcul 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 hydrodynamique : 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 les modèles de type Manning ou Chézy, lorsqu'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 Estudos Superiores da Amazônia, Brésil) et l'UFPA (Universidade Federal do Pará, 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 Pará, Brésil) afin d'en analyser les risques environnementaux. Ceux-ci sont principalement associés aux rejets de la ville de Belem 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.

---

---

**Normand TASSÉ, professeur**

### **Géodynamique des ressources**

#### **Restauration des sols contaminés par le sel : revue de littérature**

Dans le cadre de ce projet, il est question de la revue de la littérature traitant de la restauration de sols contaminés par des sels communs (NaCl) : problèmes causés par les sels dans l'utilisation des sols; limites de contamination reconnues en fonction de divers types d'utilisation; technologies de décontamination éprouvées et potentielles; impacts observés ou prévisibles de ces technologies sur les propriétés pédologiques des sols; avantages/désavantages techniques et financiers spécifiquement liés à une mise en oeuvre dans le(s) contexte(s) d'intérêt/ Biogénie.

---

**André TESSIER, professeur**

### **Biogéochimie : Sédiments**

#### **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, F. Bilodeau.

#### **Validation de la technique DGT pour déterminer la biodisponibilité du Cd et du Pb en milieu aquatique**

La technique DGT (Diffusion Gradient in Thin films) a le potentiel de mesurer *in situ* la spéciation du Cd et du Pb dans le milieu aquatique et ainsi d'en évaluer le risque de contamination. Un échantillonneur DGT pour mesurer les métaux comprend une résine Chelex fixée dans un gel mince (gel résine) dont le rôle est de piéger les métaux. Le gel résine est séparé de la solution à mesurer par un gel d'épaisseur connue (gel diffusif) dont les pores sont petits et dont la fonction est de contrôler le flux de métal de la solution externe jusqu'à la résine. Nous voulons ainsi : i) mieux caractériser le transport à travers le gel diffusif; ii) varier la porosité du gel diffusif

de façon à obtenir des informations sur la spéciation des métaux; et iii) vérifier l'applicabilité de la technique DGT pour prédire l'accumulation de Cd et de Pb par un organisme aquatique, le *Hyalella azteca*/ Initiative de recherche sur les substances toxiques/ Coll. : M. Twiss, R. Goulet, L. Rancourt, F. Bilodeau, 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 postdépositionnelle 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, M. Courcelles, L. Rancourt, C. Gallon, L. Beaudin, C. Gobeil, R. Quirion, L. Bérubé, C. Alfaro de la Torre.

#### ***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.

#### ***Chimie rédox du mercure et du soufre dans un marécage***

Il est bien établi que la méthylation du mercure se fait surtout par les bactéries réductrices du soufre et il semble que cette méthylation bactérienne soit modulée par la chimie du soufre. D'autre part, des études récentes sur les complexes d'espèces de soufre avec le mercure montrent que, dans des eaux naturelles sulfidiques contenant du soufre élémentaire, les complexes avec le sulfure et les polysulfures dominent la spéciation du Hg. Les marécages constituent des milieux actifs pour la méthylation du mercure. On s'attend à y trouver des concentrations de l'ion sulfure élevées et variables dans le temps. Aussi, l'apport périodique d'oxygène dans la zone anoxique des sédiments permet la formation de soufre élémentaire; la réaction du S(0) avec l'ion sulfure donne la formation d'ions polysulfures. L'objectif de ce projet est d'étudier la chimie des réactions rédox du mercure et du soufre dans un marécage afin de mieux comprendre la méthylation du Hg dans ces milieux/ CRSNG, Hydro-Québec, Hydro-Ontario/ Coll. : M. Amyot, D. Lean, L. Rancourt, R. Goulet.

#### ***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/ FCAR/ 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**

### ***Géodynamique des ressources : Géologie régionale***

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

Les ophiolites du Sud du Québec, représentant des segments de croûte océanique ordovicienne obductés sur la paléo-marge laurentienne, renferment localement d'importants dépôts de chromite. Il s'agit de la deuxième année d'un projet de recherche de trois ans visant à déterminer l'origine et le contexte stratigraphique et structural de ces chromitites. Ce projet comporte deux volets complémentaires et indissociables : i) un volet structural visant à déterminer la géométrie 3D des dépôts de chromite, de même que le contexte tectonique des structures-hôtes; et ii) un volet pétrogénétique visant à déterminer et classifier les différentes occurrences de chromitites, et à fournir/développer des outils de prospection efficaces. Outre la compilation et la réinterprétation des données cartographiques, géophysiques et de forages miniers existants, le projet implique des travaux de cartographie et d'échantillonnage des principaux gîtes de chromite dans des secteurs-clés, et une analyse tectonique de la ceinture ophiolitique de la région Chaudière-Appalaches afin de discriminer les structures d'importance régionale de celles d'ordre local/ CRSNG, Ministère des Ressources naturelles du Canada, Ressources Allican Inc./ Coll. : J.H. Bédard (CGC).

#### ***Architecture de la plate-forme et de l'avant-pays des Appalaches***

Ce projet (APAA, pour "Architecture de la plate-forme et de l'avant-pays des Appalaches") 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.

## ***Géodynamique : Ressources minérales***

### ***Étude structurale et métamorphique de l'avant-pays de l'orogène appalachien du Québec***

L'avant-pays des Appalaches est constitué de la zone de Humber externe et de la plateforme des Basses-Terres du St-Laurent (BTSL). Au Nord-Ouest, les BTSL sont limitées par une série de failles normales historiquement attribuées à l'ouverture de l'océan Iapetus au Cambrien inférieur. Les principaux objectifs du programme de recherche sont : i) de contraindre l'âge du métamorphisme de faible grade et de la déformation régionale dans la zone de Humber externe; et ii) de caractériser la nature et l'origine des failles du rift St-Laurent et de contraindre l'âge du(des) principal(aux) incrément(s) de déformation. Des datations par traces de fission sur grains de zircon et d'apatite, et des datations K-Ar sont en cours d'acquisition. Les observations de terrain sont bonifiées par des données de sismique marine de haute résolution. Des études en géologie structurale sont combinées à des méthodes de datation permettant d'analyser des phénomènes géologiques s'effectuant sous différentes conditions de pression-température de la croûte terrestre. Les données sismiques permettent de reconnaître/corréler les structures exposées

sur terre et celles présentes dans l'estuaire du Saint-Laurent. Les données recueillies dans la zone de Humber externe sont comparées avec des données de datation  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  de la zone de Humber interne, et permettent de déterminer clairement l'âge de la déformation régionale. L'étude des failles du rift Saint-Laurent permet de mieux comprendre l'origine de ces structures et leur influence possible sur la fracturation syn- et post-appalachienne des réservoirs gaziers des BTSL et sur la paléo/néosismicité de la vallée du Saint-Laurent/ CRSNG/ Coll. : B. Long, M. Zentilli (U. Dalhousie), N. Clauer (CNRS-U. Louis-Pasteur).

---

---

**Rajeshwar D. TYAGI, professeur**

## **Assainissement, contrôle de la pollution et technologies environnementales : Boues**

### **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 cendres volantes d'incinérateur et les résidus de terrils 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.

### **Production de biopesticides en utilisant des boues d'épuration des usines de traitement des eaux usées comme substrat**

L'objectif principal de ce projet est de convertir des boues d'épuration des usines de traitement des eaux usées en produits à

haute valeur ajoutée (biopesticides à base de *Bacillus thuringiensis*). Les objectifs spécifiques sont les suivants : i) caractérisation des résidus; ii) étude et optimisation des procédés (concentration des solides totaux, inoculum, boues primaires versus secondaires, reproductibilité et contrôle de qualité); iii) prétraitement des boues pour accroître l'entomotoxicité des spores et de la \*-endotoxine; iv) élaboration de différentes stratégies de bioréacteurs pour augmenter l'entomotoxicité des biopesticides obtenus en utilisant les boues comme substrat (taux d'aération et d'agitation, procédé Fed batch, induction de sporulation par des chocs de pH et de température); v) détermination des critères de mise à l'échelle; vi) stabilisation des biopesticides obtenus à partir des boues comme substrats; et vii) évaluation de l'efficacité sur le terrain suite aux tests de plan pilote. Les résultats éventuellement obtenus par ces recherches devraient conduire, d'une part, au développement d'un procédé de production économique de biopesticides à base de *Bacillus thuringiensis* et, d'autre part, au recyclage des boues d'épuration comme substrat en produits à haute valeur ajoutée/ USEPA - Univ. Missouri Columbia/ Coll. : J.R. Valéro, J.P. Villeneuve.

### **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 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.

***Mise à l'échelle du procédé de production des biopesticides à base de *Bacillus thuringiensis* en utilisant des boues d'épuration comme un substrat***

Il s'agit ici d'une mise à l'échelle du procédé de production de biopesticides à base de *Bacillus thuringiensis*, en utilisant des boues d'épuration et d'autres rejets comme source d'azote et de carbone. Ceci comprend, d'une part, le développement de l'utilisation de souches de *Bacillus thuringiensis* que nous avons isolées et qui sont plus performantes que les souches commerciales de ce bacille et, d'autre part, la mise au point et le développement de différentes méthodes permettant d'accroître le potentiel des suspensions insecticides obtenues tout en réduisant considérablement le coût de production de cet insecticide microbien. Les suspensions de biopesticides obtenues sont très sécuritaires vis-à-vis la santé humaine et l'environnement en général/ Biolix, CRSNG - industrie-université/ Coll. : J.R. Valéro, J.-P. Villeneuve.

***Production économique de nouveaux Bt pour la production des plantes agricoles (pommes de terre, carottes, oignons)***

Le projet se résume aux cinq objectifs suivants : i) utilisation des boues d'épuration pour production de biopesticides (*Bacillus Thuringiensis*); ii) isolation et identification des nouvelles souches de Bt; iii) optimisation des procédés de production du Bt avec une toxicité élevée; iv) essais sur le terrain (pommes de terre, carottes, oignons); et v) développement de stratégies de contrôle/ FCAR, Actions concertées/ Coll. : J.-F. Blais, J.-P. Villeneuve, J.R. Valéro, N'dayegamise (MAPAQ).

---

---

**Jean-Pierre VILLENEUVE,**  
professeur

## **Hydrologie : Aménagement des bassins versants**

### **Développement du cadre d'application de GIBSI pour le calcul des objectifs environnementaux de rejets diffus en milieu agricole (GIBSI-II)**

Ce projet répond, de manière cohérente, aux objectifs attendus de l'appel sur invitation de la Direction des politiques des secteurs agricoles du ministère de l'Environnement et d'une proposition de projet dans le cadre du Programme d'Aide à la Recherche et au Développement en Environnement (PARDE). Dans ce contexte, les objectifs visés par cette proposition de projet sont d'ordre environnemental, scientifique, technologique et économique. Au niveau environnemental, le projet concourra à la réduction des pertes diffuses en phosphore et en azote liées à la production de ruissellement et d'écoulement superficiel sur le territoire agricole. Au niveau scientifique, ce projet conduira au développement d'un cadre d'application de GIBSI (Gestion intégrée de l'eau par bassin-versant à l'aide d'un système informatisé) pour le calcul d'objectifs environnementaux de rejets (OER) diffus en milieu agricole à privilégier à l'aide d'une analyse coûts-avantages. Sur le plan technologique, ce projet permettra d'améliorer la version actuelle de GIBSI et de calculer une probabilité moyenne de dépassement d'un OER basée sur des régimes hydrauliques simulés à partir de plusieurs séries météorologiques annuelles. Au niveau économique, le projet permettra de confronter différents scénarios d'intervention de contrôle de la pollution diffuse agricole et d'identifier le scénario optimal en terme de coûts et d'efficacité/ Environnement Québec/ Coll. : A. Mailhot, A.N. Rousseau, C. Blanchette, M. Roux, S. Tremblay, E. Salvano, BPR-CSO.

### **Analyse de fiabilité des résultats de simulations et protocole de calage du système GIBSI**

Ce projet PARDE a pour objectifs : i) d'identifier les sources importantes d'incertitude des différents modèles composant le système intégré GIBSI (Gestion intégrée de l'eau par bassin-versant à l'aide d'un système informatisé); ii) de générer les distributions liées aux différentes variables simulées en divers points du réseau hydrographique; et iii) de faire des recommandations pour la mise en place et le calage des différents modèles de GIBSI/ Environnement Québec/ Coll. : A. Le Page, A. Mailhot, A.N. Rousseau, J. Dupont.

### **Modèles mathématiques appliquées**

Les travaux proposés répondent aux préoccupations actuelles concernant les besoins de modélisation et de simulation liés au suivi et au transport des polluants en bassin-versant, à l'évolution de l'état des infrastructures urbaines et au contrôle des débordements de réseau d'égout par temps de pluie. Ils ont pour objectif le développement d'outils et d'approches permettant une utilisation optimale des ressources actuellement disponibles, tout en assurant la protection de l'environnement. Les travaux antérieurs ont porté sur le développement d'un outil d'analyse et de simulation de la pollution à l'échelle du bassin-versant, sur l'analyse du pouvoir prédictif des modèles et sur le développement d'un modèle de contrôle en temps réel des débordements de réseau d'égout par temps de pluie. Les travaux prévus permettront de compléter le développement de l'outil de gestion par bassin, qui se présentera sous forme d'un logiciel que le gestionnaire pourra 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.

### ***Simulateurs d'écoulements en réseau***

Ce projet consiste à développer deux simulateurs rapides du fonctionnement hydrologique et hydraulique des réseaux en temps de pluie : le simulateur hydrologique doit transformer la pluie en débit pour divers types de bassins versants urbains; le simulateur hydraulique doit calculer la propagation des flux dans un tronçon ou un ensemble de tronçons de conduites d'égouts, en tenant compte des écoulements en charge et des régimes transitoires entre l'écoulement en surface libre et l'écoulement en charge et vice-versa. Ces outils informatiques seront intégrés dans un ensemble portant sur le diagnostic, la conception des ouvrages et la supervision du fonctionnement des réseaux en temps de pluie/ CEGEO/ Coll. : S. Duchesne, A. Mailhot, C. Blanchette.

### ***Approvisionnement en eau potable de cinq petites municipalités de la Côte-Nord***

Ce projet vise à : i) évaluer comment répondre à la demande régionale en eau potable (qualité et quantité); ii) évaluer comment satisfaire aux nouvelles normes en matière d'eau potable; iii) examiner les scénarios permettant de tirer un meilleur parti des sources d'alimentation actuelle et prévue; et iv) suggérer des solutions adaptées au contexte de ces municipalités qui permettent de produire une eau potable répondant aux nouvelles normes et dont les coûts de mise en place et d'opération soit, le plus possible, conforme à la réalité socio-économique du milieu/ MAM/ Coll. : A. Mailhot.

### ***Étude d'avant-projet sur les processus d'étiage et de recharge sur les grands bassins du sud québécois***

Cette étude d'avant-projet correspond à une étude de faisabilité proprement dite. Dans ce contexte, les tâches réalisées permettront de détailler davantage la méthodologie de travail proposée qui s'articule autour des trois volets suivants : i) caractérisation des étiages; ii) dynamique de l'écoulement souterrain; et iii) modélisation et couplage hydrologique et hydrogéologique. Les tâches à réaliser pour

cette étude s'inscrivent essentiellement sous trois activités : identification des partenaires et usagers, inventaire des données disponibles et synthèse des connaissances actuelles. Ces tâches permettront, en bout de ligne, de définir un sous-bassin pilote ainsi que les échelles spatiale et temporelle de modélisation. Le projet en soi vise à améliorer la connaissance des processus hydrologiques et hydrogéologiques responsables des étiages dans les bassins versant du Sud du Québec. Le développement d'outils de modélisation résultant de ces travaux permettra éventuellement de simuler divers scénarios de gestion des eaux et du territoire/ IREQ, Centre d'expertise Hydrique du Québec (CEHQ), UQAM, CGC/ Coll. : A.N. Rousseau, M. Slivitzky, J.-P. Fortin, R. Lefebvre, R. Turcotte (CEHQ), Y. Michaud (CGC), M. Larocque (UQAM).

### ***Étude d'avant-projet sur l'analyse des apports saisonniers et annuels de systèmes hydriques nordiques***

Cette étude d'avant-projet correspond à une étude de faisabilité proprement dite. Dans ce contexte, les tâches réalisées permettront de détailler davantage la méthodologie de travail proposée qui s'articule autour des trois volets suivants : i) caractérisation du contexte climatique; ii) préparation des données physiographiques; et iii) modélisation hydrologique des milieux humides et des lacs. Les tâches à réaliser pour cette étude s'inscrivent essentiellement sous deux activités : inventaire des données disponibles et synthèse des connaissances actuelles. Ces tâches permettront, en bout de ligne, de définir un sous-bassin pilote ainsi que les échelles spatiale et temporelle de modélisation. Le projet en soi vise à produire une version améliorée du modèle HYDROTEL adaptée aux systèmes nordiques québécois, c'est-à-dire avec une attention particulière sur la modélisation des processus hydrologiques des lacs et des terres humides. Ces travaux contribueront à améliorer l'analyse des apports saisonniers et annuels des systèmes hydriques nordiques/ IREQ, CEHQ/ Coll. : A.N. Rousseau, M. Slivitzky, J.-P. Fortin, R. Lefebvre, R. Turcotte (CEHQ), V. Fortin (IREQ).

***Étude de l'approvisionnement et de l'utilisation de l'eau potable dans la nouvelle Ville de Québec***

Ce projet étudie la problématique de l'approvisionnement et de l'utilisation de l'eau potable compte tenu du nouveau cadre de gestion intégrée amené par la fusion des municipalités visées par la loi 170. Les activités sont les suivantes : i) décrire la situation actuelle de l'alimentation et de la distribution de l'eau potable selon l'offre versus la demande (consommation, protection incendie, etc.), selon le respect des nouvelles normes de qualité de l'eau potable (règlement) et selon les besoins d'investissements projetés en regard des aspects précédents (y compris le renouvellement d'équipements); ii) établir une projection de la demande en eau pour la ville nouvelle; et iii) identifier et recommander les solutions les plus profitables pour la ville nouvelle, permettant également au comité d'autoriser la réalisation de projets faisant actuellement l'objet de demandes de subventions/ Infrastructures Québec (Comité de transition)/ Coll. : B. Bobée, A. Mailhot, E. Salvano.

---

---



## 5 PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS

---

### Articles publiés dans des revues scientifiques

Baudu, M., Guibaud, G., Raveau, D. et Lafrance, P. (2001). Prédiction de l'absorption de molécules organiques en solution aqueuse en fonction de quelques caractéristiques physico-chimiques de charbons actifs. *Water Qual. Res. J. Can.*, 36 (4): 631-657.

Blais, J.-F., Mercier, G. et Chartier, M. (2001). Decontamination of sediments experimentally polluted with toxic metals from chemical and biological leaching. *Can. J. Chem. Eng.*, 79 (6): 931-940.

Chartier, M., Mercier, G. et Blais, J.-F. (2001). Speciation of heavy metals before and after biological removal of metals sediments. *Water Res.*, 35 (6): 1435-1444.

Chevalier, S., Bues, M.A., Tournebize, J. et Banton, O. (2001). Stochastic delineation of wellhead protection area in fractured aquifers and parametric sensitivity study. *Stoch. Environ. Res. Risk Asses.*, (15): 205-227.

Cluis, D. et Laberge, C. (2001). Analysis of the El Nino Effect on the discharge of selected rivers in the Asia-Pacific region. *Water Inter.*, 27 (2): 1-15.

Coulibaly, P., Anctil, F. et Bobée, B. (2001). Improving extreme hydrologic events forecasting using a new criterion for ANN selection. *Hydrol. Process.*, 15 (8): 1533-1536.

Coulibaly, P., Anctil, F. et Bobée, B. (2001). Multivariate reservoir inflow forecasting using temporal neural networks. *J. Hydrol. Eng. ASCE*, 6 (5): 367-376.

Coulibaly, P., Ouarda, T.B.M.J. et Bobée, B. (2001). How to improve the accuracy of hydrologic forecasting? *Water News Profile*, (Juin) : 7-17.

Croteau, M.-N., Hare, L., Campbell, P.G.C. et Couillard, Y. (2002). Metallothionein-like metal-binding protein in the biomonitor *Chaoborus*; occurrence and relationship to ambient metal concentrations in lakes. *Environ. Toxicol. Chem.*, 21 : 737-741.

Croteau, M.-N., Hare, L. et Tessier, A. (2002). Influence of temperature on Cd accumulation by species of the biomonitor *Chaoborus*. *Limnol. Oceanogr.*, 47: 505-514.

Croteau, M.-N., Hare, L. et Tessier, A. (2001). Differences in Cd accumulation among species of the lake-dwelling biomonitor *Chaoborus*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 58: 1737-1746.

Duchemin, M., Rousseau, A.N., Lamontagne, L. et Villeneuve, J.-P. (2001). Utilisation des technologies géomatiques pour spatialiser le facteur K d'érodabilité des sols du bassin-versant de la rivière Chaudière, Québec. *Can. J. Soil Sci.*, 81 (4): 423-437.

Duchesne, S., Beck, M.B. et Reda, A.L.L. (2001). Ranking stormwater control strategies under uncertainty: the River Cam case study. *Water Sci. Technol.*, 43 (7): 311-320.

Duchesne, S., Mailhot, A., Dequidt, E. et Villeneuve, J.-P. (2001). Mathematical modeling of sewers under surcharge for real time control of combined sewer overflows. *Urban Water*, 3 (4): 241-252.

Faucher, D., Rasmussen, P.F. et Bobée, B. (2001). A distribution function based bandwidth selection method for kernel quantile estimation. *J. Hydrol.*, 250 : 1-11.

Fortin, C. et Campbell, P.G.C. (2001). Thiosulfate enhances silver uptake by a green alga : role of anion transporters in metal uptake. *Environ. Sci. Technol.*, 35 (19): 2214-2218.

Goulet, R. et Pick, F.R. (2001). Diel changes in iron concentrations in surface-flow constructed wetlands. *Water Sci. Technol.*, 44 (11-12): 421-426.

Isabel, D., Tassé, N. et Fontaine, R. (2001). Traitement des résurgences du parc a résidus miniers Wood Cadillac au moyen d'un biofiltre réducteur. *Vecteur Environ.*, 34 : 31-33.

Jumarie, C., Fortin, C., Houde, M., Campbell, P.G.C. et Denizeau, F. (2001). Cadmium uptake by Caco-2 cells : effects of Cd

- complexication by chloride, glutathione and phytochelatins. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 170 : 29-38.
- Lachhab, K., Tyagi, R.D. et Valéro, J.R. (2001). Production of *Bacillus thuringiensis* biopesticides using wastewater sludge as a raw material: effect of inoculum and sludge solids concentration. *Process Biochem.*, 37 (2): 197-208.
- Magagi, R.D. et Kerr, Y.H. (2001). Estimating surface soil moisture and soil roughness over semiarid areas from the use of the copolarization ratio. *Remote Sens. Environ.*, 75 (3): 432-445.
- Melling, H., Gratton, Y. et Ingram, R.G. (2001). Ocean circulation within the North Water Polynya of Baffin Bay. *Atmos. Ocean*, 39 (3): 301-325.
- Ouarda, T.B.M.J., Faucher, D., Coulibaly, P. et Bobée, B. (2001). Estimation du débit en présence d'un effet de glace. *Canadian Water Resources Association*, 20 (2): 11-17.
- Ouarda, T.B.M.J., Girard, C., Cavadias, G.S. et Bobée, B. (2001). Regional flood frequency estimation with canonical correlation analysis. *J. Hydrol.*, 254 (1-4): 157-173.
- Ouarda T.B.M.J. et Labadie J.W. (2001). Chance-constrained optimal control for multireservoir system optimization and risk analysis. *Stoch. Environ. Res. Risk Asses.*, (15): 185-204.
- Perceval, O., Couillard, Y., Pinel-Alloul, B., Méthot, G., Giguère, A., Campbell, P.G.C. et Hare, L. (2002). Cadmium accumulation and metallothionein synthesis in freshwater bivalves (*Pyganodon grandis*): relative influence of the metal exposure gradient versus limnological variability. *Environ. Pollut.*, 118 : 5-17.
- Salgado, H., Genova, L., Brisco, B. et Bernier, M. (2001). Surface soil moisture estimation in Argentina using RADARSAT-1 imagery. *Can. J. Remote Sens. / J. Can. Télédétection*, 27 (6): 685-690.
- Shen, S.B., Tyagi, R.D. et Blais, J.-F. (2001). Extraction of Cr(III) and other metals from tannery sludge by mineral acids. *Environ. Technol.*, 22 (9): 1007-1014.
- Stacey, M.S. et Gratton, Y. (2001). The tidal circulation, and tidally induced reverse renewal in a two-silled fjord. *J. Phys. Oceanogr.*, 31 (6): 1599-1615.
- Tirado Montiel, M. de L., Tyagi, R.D. et Valéro, J.R. (2001). Wastewater treatment sludge as a raw material for the production of *Bacillus thuringiensis* based biopesticides. *Water Res.*, 35 (16): 3807-3816.
- Traoré, S.K., Mamadou, K., Dembele, A., Lafrance, P., Banton, O. et Houenou, P. (2002). Résidus de pesticides organochlorés dans le lait humain d'une zone agricole de Côte d'Ivoire. *J. Soc. Ouest-Afr. Chim.*, (13): 99-109.
- Tremblay, A. et Castonguay, S. (2002). Structural evolution of the laurentian margin revisited (southern Quebec Appalachians): Implications for the Salinian orogeny and successor basins. *Geology*, 30: 79-82.
- Turcotte, R., Fortin, J.-P., Rousseau, A.N., Massicotte, S. et Villeneuve, J.-P. (2001). Determination of the drainage structure of a watershed using a digital elevation model and a digital river and lake network. *J. Hydrol.*, 240 (3/4): 225-242.
- Twiss, M.R., Errecalde, O., Fortin, C., Campbell, P.G.C., Jumarie, C., Denizeau, F., Berkelaar, E., Hale, B. et vanRees, K. (2001). Coupling the use of computer chemical speciation models and culture techniques in laboratory investigations of trace metal toxicity. *Chem. Spec. Bioavailab.*, 13 (1): 9-24.
- Tyagi, R.D., Sikati-Foko, V., Barnabé, S., Vidyarthi, A.S., Valéro, J.R. et Surampalli, R.Y. (2002). Simultaneous production of biopesticide and alkaline proteases by *Bacillus thuringiensis* using sewage sludge as a raw material. *Water Sci. Technol.*, 46 (10): 247-254.
- Van Bochove, E., Theriault, G., Rochette, P., Jones, H.G. et Pomeroy, J.W. (2001). Thick ice layers in snow and frozen soil affecting gas emissions from agricultural soils during

winter. *J. Geophys. Res.* 106 (D19): 23061-23071.

Vidyarthi, A.S., Tyagi, R.D. et Valéro, J.R. (2001). Effect of surface active agents on the production of biopesticides using wastewater sludge as a raw material. *Water Sci. Technol.*, 44 (10): 253-259.

Yagouti, A., Abi-Zeid, I., Ouarda, T.B.M.J. et Bobée, B. (2001). Revue de processus ponctuels et synthèse de tests statistiques pour le choix d'un type de processus. *Rev. Sci. Eau*, 14 (3): 323-361.

Zagury, G.J., Narasiah, K.S. et Tyagi R.D. (2001). Bioremediation of metal-contaminated soil in semicontinuous reactor. *J. Environ. Eng. ASCE*, 127 (9): 812-817.

### **Brevets**

Bergeron, M., Blackburn, D., St-Laurent, H. et Gosselin, A. (inventeurs) *Sediment and soil remediation by column flotation*. Institut National de la Recherche Scientifique (Québec, Canada). Brevet : US 6,273,263. Attribué le 14 août 2001.

### **Communications ou publications avec arbitrage**

Alfaro-De La Torre, C. et Tessier, A. (2002). Cadmium biogeochemistry in an acidic pristine lake. *American Society of Limnology and Oceanography*, Victoria.

Campbell, P.G.C., Fortin, C., Vigneault, B. et Erracalde, O. (2001). Membrane transport of trace metals – a key step in the biotic ligand model. *22<sup>nd</sup> Annual Meeting, Society of Environmental Toxicology and Chemistry*, Baltimore, MD, 12-16 novembre 2001.

Choisnard, J., Lafrance, G., Bernier, M. (2002). Wind resource mapping by synthetic aperture radar satellite on coastal area : gulf of Saint Lawrence, 2002. *Canadian Wind Energy Association Annual Conference*, Halifax, Canada.

Cloutier, V., Bourque, Lefebvre, R., Savard, M., Nastev, M., Martel, R. et Therrien, R. (2001). Regional groundwater

hydrogeochemistry of fractured rock aquifers in south-western Quebec. *2<sup>nd</sup> Joint IAH-CNC and CGS Groundwater Specialty Conference*, Calgary, Canada, 16-19 septembre 2001. Dans : *54<sup>th</sup> Canadian Geotechnical Conf. Proceedings*, pp. 1068-1076.

Côté, G. et Campbell, P.G.C. (2002). Étude des interactions entre l'aluminium et l'algue verte *Chlorella pyrenoidosa* dans des systèmes contenant des fluorures (bioaccumulation et toxicité). *Congrès de l'ACFAS*, Université Laval, Sainte-Foy, Québec, mai 2002.

Croisetière, L., Hare, L. et Tessier, A. (2002). A tool for monitoring trace metals in freshwater sediments. *Aquatic Toxicity Workshop*, Whistler, BC.

Croisetière, L., Hare, L. et Tessier, A. (2002). Metals uptake routes for a sediment biomonitor. *23<sup>e</sup> Conférence de la Society of Environmental Toxicology and Chemistry*, Salt Lake City.

Croteau, M.-N., Hare, L. et Tessier, A. (2002). Relating Cd concentration in the predatory insect *Chaoborus* to those of its prey in nature. *23<sup>e</sup> Conférence de la Society of Environmental Toxicology and Chemistry*, Salt Lake City.

Duchemin, M., Lachance, M., Morin, G. et Lagacé, R. (2001). Modélisation géomatique de l'érosion hydrique et du transport des sédiments sur un petit bassin-versant agricole. *L'utilisation des sols et la ruralité : 15<sup>e</sup> congrès annuel de l'Association québécoise des spécialistes en sciences du sol (AQSSS)*, La Pocatière, Québec, 21-24 août 2001.

Duchemin, M., Lafrance, P. et Bernard, C. (2001). Mesure en parcelles de l'efficacité des bandes enherbées à réduire la pollution diffuse d'origine agricole. *17<sup>e</sup> Congrès de l'Est de l'Association canadienne sur la qualité de l'eau (ACQE)*, Québec, Québec, 9 novembre 2001.

Duchemin, M., Rousseau, A.N., Lamontagne, L. et Villeneuve, J.-P. (2001). Geomatic modelling of the soil erodibility factor K for the Chaudière River basin (Québec, Canada). *COST 623, The Significance of Soil Surface*

*Characteristics in Soil Erosion*, Strasbourg, France, 20-23 septembre 2001.

Fortin, V., Parent, et Bobée, B. (2001). Posterior previsions for the parameter of a binomial model via natural extension of a finite number of judgments. *2<sup>nd</sup> International Symposium on Imprecise Probabilities and Their Applications*, Cornell University, Ithaca, New-York.

Fortin, V., Perreault, L., Ondo, J.C. et Evra, R.C. (2002). Bayesian long-term forecasting of annual flows with a shifting-level model. *Conference on Water Resources Planning & Management*. New Jersey, 19-22 Mai 2002.

Gabet, S., Bordas, F., Lafrance, P., Lapointe, M. et Villemur, R. (2001). Comportement et rôle de la matière organique soluble d'un sol contaminé lors de la mobilisation de HAP à l'aide de composés tensioactifs. *4<sup>e</sup> Colloque de IHSS-France (International Humic Substances Society): Rôle et comportement des matières organiques*, Limoges, France, 21-22 novembre 2001.

Gallon, G., Munger, C., Prémont, S., Goulet, R.R. et Campbell, P.G.C. (2001). Étude en hydroponie de l'accumulation d'aluminium par des plantes aquatiques : effets des fluorures et du pH. *17<sup>e</sup> Symposium de l'Est du Canada de l'Association canadienne de la Qualité de l'Eau*, Sainte-Foy, Québec, 9 novembre 2001.

Gallon, C., Tessier, A., Gobeil, C. et Beaudin, L. (2002). Isotopic detection of historical sources of lead in a Canadian Shield lake. *American Society of Limnology and Oceanography*, Victoria.

Gauthier, C., Guibaud, G., Ayele, J. et Lafrance, P. (2001). Détermination des propriétés physio-chimiques du carbendazime et conséquences sur son adsorption sur charbon activé en poudre. *17<sup>e</sup> Congrès de l'Est du Canada de l'Association canadienne sur la qualité de l'eau (ACQE)*, Québec, Québec, 9 novembre 2001.

Giguère, A., Campbell, P.G.C., Hare, L., Hontela, A. et Rasmussen, J. (2001). Partitioning of metals (Cd, Cu, Ni, Pb, Zn) among various tissues in indigenous yellow perch (*Perca flavescens*) collected along a polymetallic environmental gradient. *VI<sup>th</sup>*

*Internat. Conf. Biogeochem. Trace Elements*, Guelph, ON, 29 juillet-2 août 2001.

Giguère, A., Campbell, P.G.C., Jeanniard Du Dot, T. et Hare, L. (2001). Metal partitioning at the organ and subcellular levels in indigenous yellow perch. *22<sup>nd</sup> Annual Meeting, Society of Environmental Toxicology and Chemistry*, Baltimore, MD, 12-16 novembre 2001.

Gosselin, A., Hare, L. et Tessier, A. (2002). Effects of sedimentary cadmium on the burrowing behavior of an aquatic insect. *23<sup>e</sup> Conférence de la Society of Environmental Toxicology and Chemistry*, Salt Lake City.

Gosselin, A., Hare, L. et Tessier, A. (2002). Exposition aux métaux traces et toxicité chez deux larves d'insectes aquatiques : rôle du comportement. *Chapitre St-Laurent de SETAC*, Québec.

Goulet, R., Tessier, A., Rancourt, L., Quirion, R. et Perron, A. (2002). Validation of the diffusion gradient in thin-films technique for assessment of metal bioavailability in surface waters. *23<sup>e</sup> Conférence de la Society of Environmental Toxicology and Chemistry*, Salt Lake City.

Hains, S., Martel, R., Lefebvre, R., Gélinas, P., Delisle, S., Ampleman, G. et Thiboutot, S. (2001). Natural attenuation of nitroaromatic compounds in soils and groundwater at a production plant. *2<sup>nd</sup> Joint IAH-CNC and CGS Groundwater Specialty Conference*, Calgary, Canada, 16-19 septembre 2001. Dans : *54<sup>th</sup> Canadian Geotechnical Conf. Proceedings*, pp. 652-660.

Hiriart, V.P., Campbell, P.G.C., Fortin C. et Deault, J. (2001). The effects of thiosulfate on the uptake and toxicity of silver on freshwater algae. *22<sup>nd</sup> Annual Meeting, Society of Environmental Toxicology and Chemistry*, Baltimore, MD, 12-16 novembre 2001.

Karanta, G., Martel, R., Nastev, M., Therrien, R., Paradis, D. et Lefebvre, R. (2001). Comparative study of methods for wellhead protection area delineation in fractured rock. *2<sup>nd</sup> Joint IAH-CNC and CGS Groundwater Specialty Conference*, Calgary, Canada, 16-19 septembre 2001. Dans : *54<sup>th</sup> Canadian*

*Geotechnical Conf. Proceedings*, pp. 1350-1357.

Lafrance, P., Duchemin, M. et Bernard, C. (2001). Managing the losses of herbicides in runoff by the use of grassed buffer zones. Dans : *Canadian annual meeting of the Expert Committee on Weeds*, Québec, Québec, 26-28 novembre.

Lafrance, P., Guibaud, G., Huard, M. et Duchemin, M. (2001). Transfert et atténuation d'herbicides à travers un dispositif de bandes enherbées : effet de l'intensité des précipitations. *15<sup>e</sup> Congrès de l'Association québécoise des spécialistes en sciences du sol (AQSSS)*, La Pocatière, Québec, 21-22 août 2001.

Lalonde, J.D., Munger, C., Dupuis, S., Goulet, R.R. et Campbell, P.G.C. (2001). Bioaccumulation de l'aluminium par les macrophytes en mésocosmes. *17<sup>e</sup> Symposium de l'Est du Canada de l'Association canadienne de la Qualité de l'Eau*, Sainte-Foy, Québec, 9 novembre 2001.

Lévesque, H.M., Dorval, J., Van Der Kraak, G., Campbell, P.G.C. et Hontela, A. (2001). Hormonal, morphological and physiological responses of yellow perch (*Perca flavescens*) to chronic environmental metal exposures. *VI<sup>th</sup> Internat. Conf. Biogeochem. Trace Elements*, Guelph, ON, 29 juillet-2 août 2001.

Lévesque, H.M., Moon, T.W., Campbell, P.G.C. et Hontela, A. (2001). Seasonal variation in carbohydrate and lipid metabolism of cortisol-impaired metal-exposed yellow perch (*Perca flavescens*). *VI<sup>th</sup> Internat. Conf. Biogeochem. Trace Elements*, Guelph, ON, 29 juillet - 2 août 2001.

Mailloux, M., Martel, R., Therrien, R., Lefebvre, R., Thiboutot, S. et Ampleman, G. (2001). Numerical modeling of three-dimensional variably-saturated flow and transport of dissolved energetic material at an anti-tank range. *2<sup>nd</sup> Joint IAH-CNC and CGS Groundwater Specialty Conference*, Calgary, Canada, 16-19 septembre 2001. Dans : *54<sup>th</sup> Canadian Geotechnical Conf. Proceedings*, pp. 832-839.

Martel, R., Lefebvre, R., Savard, M.M., Ouellet, M., Paradis, D., Michaud, Y. et Gélinas, P.J. (2002). *Guide méthodologique pour la caractérisation hydrogéologique*

*régionale des systèmes aquifères en roches sédimentaires fracturées, Chapitre 7 : Intégration des données générées et gestion des eaux souterraines.*

Martel, R., Thiboutot, S., Ampleman, G., Paradis, D. et Lefebvre, R. (2001). Soil and groundwater characterisation of CFB Shilo ranges, Manitoba. *2<sup>nd</sup> Joint IAH-CNC and CGS Groundwater Specialty Conference*, Calgary, Canada, 16-19 septembre 2001. Dans : *54<sup>th</sup> Canadian Geotechnical Conf. Proceedings*, pp. 1288-1295.

Martel, R., Trépanier, L., Boutin, L.-C., Lavigne, M-A., Lévesque, B., Sanfaçon, G., Auger, P. et Brousseau, P. (2001). Carbon monoxide poisoning from blasting operations in construction works. *2<sup>nd</sup> Joint IAH-CNC and CGS Groundwater Specialty Conference*, Calgary, Canada, 16-19 septembre 2001. Dans : *54<sup>th</sup> Canadian Geotechnical Conf. Proceedings*, pp. 1456-1465.

Martel, R., Trépanier, L., Boutin, L.-C., Lavigne, M-A., Lévesque, B., Sanfaçon, G., Auger, P., Galarnéau, L. et Brousseau, P. (2001). *Compte-rendu. 24<sup>e</sup> Session d'étude sur les techniques de sautage*, pp. 7-1. Québec, Québec, Novembre 2001.

Morin, G. (2002). CEQUEAU hydrological model. Dans : *Mathematical Models of Large Watershed Hydrology*, pp. 507, Chapter 13. Boulder, USA, Water Resources Publications, LLC.

Nastev, M., Savard, M., Lapcevic, P., Paradis, D., Lefebvre, R. et Martel, R. (2001). Investigation of hydraulic properties of regional fractured rock aquifers. *2<sup>nd</sup> Joint IAH-CNC and CGS Groundwater Specialty Conference*, Calgary, Canada, 16-19 septembre 2001. Dans : *54<sup>th</sup> Canadian Geotechnical Conf. Proceedings*, pp. 1058-1066.

Orvoine, J., Hare, L. et Tessier, A. (2002). Determining the trophic level at which Cd and hydrogen ions compete for biological uptake sites in the food chain leading to the biomonitor *Chaoborus*. *23<sup>e</sup> Conférence de la Society of Environmental Toxicology and Chemistry*, Salt Lake City.

Porcher, C. et Campbell, P.G.C. (2002). Interactions de l'argent (Ag) avec les algues

d'eau douce en présence de matière organique dissoute naturelle. *Congrès de l'ACFAS*, Université Laval, Sainte-Foy, Québec, mai 2002.

Rancourt, L., Berryman, D., Jauron, L., Thomassin, D. et Tessier, A. (2002). Applications de la dialyse *in situ*. *Chapitre St-Laurent de SETAC*, Québec.

Robert, T., Gabriel, U., Lefebvre, R. et Martel, R. (2001). TCE recovery during *in situ* flushing: experimental study of the controlling parameters. *2<sup>nd</sup> Joint IAH-CNC and CGS Groundwater Specialty Conference*, Calgary, Canada, 16-19 septembre 2001. Dans : *54<sup>th</sup> Canadian Geotechnical Conf. Proceedings*, pp. 1154-1169.

Rousseau, A.N., Mailhot, A. et Villeneuve, J.-P. (2001). Development of a risk-based TMDL assessment approach using the integrated modeling system GIBSI. Dans : *Conference Programs and Abstracts, 5<sup>th</sup> International Conference on Diffuse/Nonpoint Pollution and Watershed Management*, Milwaukee, USA, 10-15 juin 2001. Melching, C.S. et Alp, E. édés., Milwaukee, WI, Institute for Urban Environmental Risk Management, Marquette University.

Rousseau, A.N., Mailhot, A. et Villeneuve, J.-P. (2001). Systèmes de modélisation hydrologique et gestion par bassin versant. *Colloque en agroenvironnement du Cnetre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec*, Drummondville, Québec, 21-22 novembre 2001.

Savard, M.M., Lefebvre, R., Martel, R., Ouellet, M. et Rousseau, M. (2002). *Guide méthodologique pour la caractérisation hydrogéologique régionale des systèmes aquifères en roches sédimentaires fracturées, Chapitre 1 : Introduction*.

St-Hilaire, A., Lachance, M., Ouarda, T.B.M.J., Bobée, B. et Michaud, F. (2001). Régionalisation des débits et des précipitations pour les petites municipalités. *13<sup>e</sup> Colloque annuel sur l'Environnement de la Fédération québécoise des municipalités et de l'Ordre des ingénieurs du Québec*, Québec, Québec, 27 septembre 2001.

Surampalli, R.Y., Tyagi, R.D. et Dahab, M.F. (2002). Nutrient removal in a sequential batch

reactor. *Environmental biotechnology, 2002. Biotechnology Applications for Treatment and Utilisation of Industrial wastes*, Palmerston North, Nouvelle-Zélande, 15-17 avril 2002.

Tirado Montiel, M.L., Tyagi, R.D., Valéro, J.R. et Surampalli, R.Y. (2002). Production of biopesticides using wastewater sludge as a raw material – effect of process parameters. *Environmental biotechnology, 2002. Biotechnology Applications for Treatment and Utilisation of Industrial wastes*, Palmerston North, Nouvelle-Zélande, 15-17 avril 2002.

Tranter, M. et Jones, H.G. (2001). The chemistry of snow: Processes and nutrient cycling. Dans : *Snow Ecology: An Interdisciplinary Examination of Snow-Covered Ecosystems*, pp. 127-167. New-York, Cambridge University Press.

Wang, F. Tessier, A. et Carignan, R. (2002). Mercury speciation in anoxic waters. *International Association for Great Lakes Research*, Winnipeg.

### **Communications ou publications sans arbitrage**

Alfaro-De La Torre, C., Beaulieu, P.-Y. et Tessier, A. (2002). *In situ* measurement of trace metals in lakewater using the dialysis and DGT techniques. *Conférence nationale de l'IRST*, Ottawa.

Amyot, M. et Lalonde, J.D. (2001). The role of Hg redox reactions on snow-to-air Hg transfer. *International Conference on Hg as a Global Pollutant*, Minamata, Japon, Octobre 2001.

Amyot, M., Lalonde, J.D., Morel, F.F.M., Orvoine, J. et Auclair, J.-C. (2001). Action spectra of Hg (0) photooxidation in brackish waters. *International Conference on Hg as a Global Pollutant*, Minamata, Japon, Octobre 2001.

Amyot, M., Poissant, L. et Lalonde, J.D. (2001). Temporal variations in Hg and major ion concentrations in surface snow following a Hg depletion event in Northern Quebec. *International Conference on Hg as a Global Pollutant*. Minamata, Japon, Octobre 2001.

- Beauchesne, I., Leblanc, D., Mercier, G. et Blais, J.-F. (2001). Essais pilotes de décontamination des boues d'épuration municipales par la technologie Metix-AC. *17<sup>e</sup> Symposium de l'Est du Canada sur la recherche portant sur la pollution de l'eau*, Université Laval, Québec, 9 novembre 2001.
- Bécu, V., Pagé, P., Tremblay, A. et Bédard, J.H. (2001). Chromitites in the Thetford-Mines ophiolite, southern Québec. Dans : *GAC-MAC (Réunion annuelle), St. John's, Abstracts volume 26*.
- Bécu, V., Pagé, P., Tremblay, A., Bédard, J. H. et Brassard, B. (2002). Chromitites in the Thetford Mines ophiolite, Southern Québec. *Journée des Sciences de la Terre*, Québec, 11 mars 2002.
- Bédard, J.H., Tremblay, A., Bécu, V., Pagé, P. et Schroetter, J.-M. (2001). Minéralisations en EGP et chromitites de l'Ophiolite de Thetford Mines : Résultats d'un projet collaboratif Industrie-Gouvernement-Université. Dans : *Séminaire d'information du ministère des Ressources naturelles du Québec*. Ministère des Ressources naturelles du Québec, DV2001-08.
- Bédard, J.H., Tremblay, A., Schroetter, J.-M., Bécu, V. et Pagé, P. (2001). Structural and magmatic evolution of the Thetford-Mines ophiolite : preliminary results from new mapping and analysis. Dans : *GAC-MAC (Réunion annuelle), St. John's, Abstracts Volume 26*.
- Boisvert, V. (2002). Cadre chronostratigraphique et potentiel hydrogéologique des formations quaternaires de la région de Moncton, Nouveau-Brunswick. *Journée des Sciences de la Terre*, Québec, 11 mars 2002.
- Boullemant, A. et Campbell, Peter G.C. (2002). Effects of aquatic humic substances on the bioavailability of lipophilic metal complexes to phytoplankton. *Canadian Network of Toxicology Centres, Annual Research Symposium*, Ottawa, 26-27 mars 2002.
- Boullemant, A., Vigneault, B. et Campbell, P.G.C. (2002). Effects of aquatic humic substances on the bioavailability of lipophilic metal complexes to phytoplankton. *Annual Environmental Geochemistry Workshop*, Gananoque, ON, 8-10 février 2002.
- Boutin, A., Lefebvre, R., Martel, R., Parent, M., Paradis, D. et Therrien, R. (2002). Contexte hydrogéologique et modélisation numérique de l'écoulement et du transport de l'aquifère du secteur de Valcartier, Québec, Canada. *Journée des Sciences de la Terre*, Québec, 11 mars 2002.
- Campbell, P.G.C. (2001). Conférencier invité, Predicting metal bioavailability in aquatic environments. *Internat. Conf. Biogeochem.Trace Elements*, Guelph, ON, 29 juillet - 2 août 2001.
- Campbell, P.G.C., Boullemant, A. et Porcher, C. (2002). Influence of natural dissolved organic matter (DOM) on the bioavailability of metals at biological surfaces. *Canadian Network of Toxicology Centres, Annual Research Symposium*, Ottawa, 26-27 mars 2002.
- Carignan, R., Tessier, A., Rancourt, L. et Courcelles, M. (2002). Metal deposition histories in lake sediments : Influence of geochemical mobility of metals, diagenesis and local watershed perturbations. *MITE Annual Research Symposium*, Ottawa.
- Castonguay, S. et Tremblay, A. (2001). Synthesis of  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  data and structural evolution of the Laurentian margin, southern Quebec : tectonic implications for the northern Appalachians. *GAC-MAC (Réunion annuelle), St-Johns*.
- Castonguay, S. et Tremblay, A. (2002). Tectonic evolution of the northern Laurentian margin with emphasis on the Silurian-Early Devonian: Are the southern Quebec Appalachians distinct? *GSA-Northeastern Section annual meeting*.
- Cloutier, V., Lefebvre, R., Savard, M.M. et Therrien, R. (2002). Analyse statistique multivariable de l'hydrogéochimie régionale des Aquifères Fracturés du Sud-Ouest du Québec. *Journée des Sciences de la Terre*, Québec, 11 mars 2002.
- Cluis, D., Chardonneau, G., Gangbazo, G. et Proulx, S. (2002). Testing the new AnnAGNPS simulation model on an

- intensively cultivated watershed within the Canadian climatic context. Dans : *Third International Conference on MIS (Management Information Systems) 2002*, pp. 389-398. Halkidiki, Greece, 24-26 Avril 2002.
- Collin, P. (2002). Caractérisation hydrogéochimique et géochimique de l'eau, de la matière en suspension et des sédiments contenus dans la rivière St-Charles. *Journée des Sciences de la Terre*, Québec, 11 mars 2002.
- Corneau, F.A., Kirkwood, D. et Malo, M. (2002). The Taconian foreland basin in Quebec City area. *Journée des Sciences de la Terre*, Québec, 11 mars 2002.
- Côté, G. et Campbell, P.G.C. (2002). Interactions between aluminum and a green alga, *Chlorella pyrenoidosa*, in systems containing fluorides (bioaccumulation and toxicity). *Annual Environmental Geochemistry Workshop*, Gananoque, ON, 8-10 février 2002.
- Croisetière, L., Hare, L. et Tessier, A. (2002). Metal uptake routes for the biomonitor *Sialis*. *Mite Annual Research Symposium*, Ottawa.
- Croteau, M.-N., Hare, L. et Tessier, A. (2002). Increases in food web cadmium following reductions in atmospheric inputs to some lakes : value of a biomonitor to ERA. *MITE Annual Research Symposium*, Ottawa.
- Dedieu, J.P., Fortin, J.P., Bernier, M., Somma, J., El Battay, A., Lecerf, R. et Breich, H. (2001). Apport des données végétation de SPOT-4 pour le suivi du manteau neigeux à l'échelle continentale. *Compte-rendu du 23<sup>e</sup> symposium canadien sur la télédétection, 10<sup>e</sup> congrès de l'Association québécoise de télédétection*, 21-24 août, Sainte-Foy, Québec, volume 2, p. 553.
- Fortin, J.P., Bernier, M., Salgado, H. et Nielsen, J. (2001). Complementarity of satellite images and hydrological models for water balance in watersheds. Dans : *Compte-rendu du 23<sup>e</sup> symposium canadien sur la télédétection, 10<sup>e</sup> congrès de l'Association québécoise de télédétection*, 21-24 août, Sainte-Foy, Québec, volume 1, pp.421-428.
- Gallon, C., Carignan, R., Gobeil, C., Beaudin, L., Courcelles, M. et Tessier, A. (2002). Potential of stable lead isotopic ratios as indicators of atmospheric Pb sources in Canadian Shield lakes. *MITE Annual Research Symposium*, Ottawa.
- Ghedira, H., Bernier, M. et Ouarda, T.B.M.J. (2001). Contribution of textural information on RADARSAT SAR imagery classification accuracy using backpropagation neural networks. *23<sup>rd</sup> Canadian Symposium on Remote Sensing*, Québec, Québec, 21-24 août 2001.
- Gingras, H., Cârsteanu, A., Rasmussen, P.F. et Bobée, B. (2002). Répartition des poids dans un modèle de cascade multiplicative monofractale pour l'occurrence de la pluie. *Canadian Geophysical Union-HS First Biennial Workshop of the Statistical Hydrology Committee*, Banff, Alberta, 18-21 mai 2002.
- Gosselin, A., Hare, L. et Tessier, A. (2002). Burrowing behaviour of aquatic insect larvae as a determinant of metal exposure and effects. *MITE Annual Research Symposium*, Ottawa.
- Goulet, R.R., Rancourt, L., Twiss, M. et Tessier, A. (2002). Validation of the diffusion gradient in thin-films (DGT) technique for assesment of cadmium bioavailability in the aquatic environment. *Conférence nationale de l'IRST*, Ottawa.
- Hamdi, Y., Ouarda, T.B.M.J. et Bobée, B. (2002). FRESH: A computer based system for Frequency ESTimation in Hydrology with historical data. *Canadian Geophysical Union-HS First Biennial Workshop of the Statistical Hydrology Committee*, Banff, Alberta, 18-21 mai 2002.
- Hamdi, Y., St-Hilaire, A. et Bobée, B. (2002). Spatial integration of inputs to a conceptual hydrological model: comparison of two algorithms. *Canadian Geophysical Union-HS First Biennial Workshop of the Statistical Hydrology Committee*, Banff, Alberta, 18-21 mai 2002.
- Hare, L., Croisetière, L., Croteau, M.-N., Gallon, C., Gosselin, A., Orvoine, J. et Tessier, A. (2002). Development of rational

models for relating metal accumulation by aquatic organisms to metal concentrations in their environment : relative importance of ambient metal sources. *MITE Annual Research Symposium*, Ottawa.

Hou, X., Parent, M., Savard, M.M., Bégin, C., Marion, J. et Tassé, N. (2002). Pb isotope evidence of soil contamination related to smelting activities. *Journée des Sciences de la Terre*, Québec, 11 mars 2002.

Javelle, P., Sauquet, E., Ouarda, T.B.M.J. et Bobée, B. (2002). Flood regime definition using the flood-duration-frequency approach: application in Quebec and Ontario. *Canadian Geophysical Union-HS First Biennial Workshop of the Statistical Hydrology Committee*, Banff, Alberta, 18-21 mai 2002.

Johnston, P. et Bergeron, N. (2002). Facteurs physiques influençant le comportement hivernal et la croissance des saumons atlantique juvéniles (Salmon salar L.) des rivières Petite Cascapédia et Bonaventure (Gaspésie, Québec). *Journée des Sciences de la Terre*, Québec, 11 mars 2002.

Laroulandie, J. (2002). Rôle et contribution des macrophytes et des épiphytes associées dans l'évasion de mercure volatile au niveau des zones humides: Étude sur le marais de la baie Saint-François (lac Saint-Pierre). *Journée des Sciences de la Terre*, Québec, 11 mars 2002.

Lavoie, D., Bertrand, R., Bourque, P.-A., Chi, G., Dansereau, P., Fowler, M., Kirkwood, D. Malo, M. Rogers, K. et Savard, M.M. (2001). The hydrocarbon history of the Silurian-Devonian Gaspé Belt : source rocks, reservoirs and tectonostratigraphic history. Dans : *GAC/MAC Annual Meeting, St. John's, Program with abstracts*, pp.83.

Lavoie, D., Lebel, D., McCutcheon, S.R., Colman-Sadd, S., Castonguay, S., Malo, M. Tremblay, A., Parent, M., Brisebois, D. et Morin, C. (2001). Appalachian foreland and platform architecture in Quebec, New Brunswick and Newfoundland : report of progress of the Geological Bridges of Eastern Canada. *Geological Survey of Newfoundland and Labrador, Review of activities*.

Lavoie, D., Lebel, D., McCutcheon, S.R., Colman-Sadd, S., Castonguay, S., Malo, M., Tremblay, A., Parent, M., Brisebois, D. et Morin, C. (2001). Appalachian foreland and platform architecture in Quebec, New Brunswick and Newfoundland : report of progress of the Geological Bridges of Eastern Canada. *Information Circular 2001-6*.

Lavoie, D., Lebel, D., McCutcheon, S.R., Colman-Sadd, S., Castonguay, S., Malo, M., Tremblay, A., Parent, M., Brisebois, D. et Morin, C. (2001). Architecture des bassins avant-pays appalachiens et de la plate-forme au Québec, Nouveau-Brunswick et Terre-Neuve ; rapport de progrès des ponts Géologiques. Dans : *Program with abstracts*, vol. DV 2001-08, pp. 48.

Lavoie, D., Lebel, D., McCutcheon, S.R., Colman-Sadd, S., Castonguay, S., Malo, M., Tremblay, A., Parent, M., Brisebois, D., Morin, C., Bolduc, A.M., Lauzière, K., Carroll, J., Waldron, J.W.F., Burden, E., Calon, T., Asselin, E., Bertrand, R., Lavoie, M., Pincivy, A., Ross, M., Roy, S. et Séjourné, S. (2001). Appalachian foreland and platform architecture in Quebec, New Brunswick and Newfoundland : Report of progress of the Geological Bridges of Eastern Canada. Dans : *Report IC 2001-1, 26th Annual Review of Activities, Abstracts*, November, pp. 29-30.

Lefebvre, R., Lamontagne, A., Wels, C. et Robertson, A.MacG. (2002). ARD Production and Water Vapor Transport at Questa Mine. Dans : *Tailings and Mine Waste '02. Proceedings of the Ninth International Conference on Tailings and Mine Waste*, pp. 479-488. Fort Collins, USA, 27-30 Janvier 2002. Rotterdam, A.A. Balkema.

Lefebvre, R., Martel, R. et Boutin, A. (2001). Mise à jour sur l'état de la contamination en TCE de l'eau souterraine à l'USS Valcartier et au CRDV. *Comité technique sur les eaux souterraines, secteur Valcartier*. 8 novembre 2001.

Magagi, R. et Bernier, M. (2001). Discrimination analysis of wet and dry snow covers from RADARSAT SAR data. Dans : *Compte-rendu du 23<sup>e</sup> symposium canadien sur la télédétection, 10<sup>e</sup> congrès de l'Association québécoise de télédétection*, 21-

24 août, Sainte-Foy, Québec, volume 2, pp. 595-600.

Mailloux, M., Martel, R., Arel, N., Lefebvre, R., Thiboutot, S. et Ampleman, G. (2001). Dissolved energetic materials transport under unsaturated/saturated conditions at an anti-tank range. *Partners in Environmental Technology Technical Symposium & Workshop*, Washington, 27-29 novembre 2001.

Ndzangou, S.O. et Lafèche, M.R. (2002). Sources and evolution of Pb in dated sediments from lake Clair, Quebec (Canada). *Journée des Sciences de la Terre*, Québec, 11 mars 2002.

Ouarda, T.B.M.J. (2002). Homogénéisation des données hydrométéorologiques par une procédure bayésienne multivariée. *Atelier international sur les données hydro-météorologiques et la gestion des ressources hydriques*, École nationale d'Ingénieurs de Tunis. Tunis, Tunisie, 13-14 février 2002.

Ouarda, T.B.M.J. (2002). Présentation du réseau hydrométrique canadien pour le suivi des changements climatiques. *Atelier international sur les données hydro-météorologiques et la gestion des ressources hydriques*, École nationale d'Ingénieurs de Tunis. Tunis, Tunisie, 13-14 février 2002.

Ouarda, T.B.M.J. (2002). Rationalisation du réseau hydrométrique du Québec. *Atelier international sur les données hydro-météorologiques et la gestion des ressources hydriques*, École nationale d'Ingénieurs de Tunis. Tunis, Tunisie, 13-14 février 2002.

Ouarda, T.B.M.J., Gingras, H., Kouider, A., Rudolf, Z.R., Haché, M., Barbé, M. et Bobée, B. (2002). A general and automatic model for flood and drought regional estimation at ungauged basins. *1<sup>st</sup> Biennial Workshop of the Statistical Hydrology Committee of the CGU-HS, 2002 Annual Scientific Meeting of the CGU*, Banff, Alberta, 18-21 mai 2002.

Ouarda, T.B.M.J., St-Hilaire, A., Durrans, S. R. et Bobée, B. (2002). Robust estimation of flood quantiles using asymmetrical trimming. *ASCE-EWRI Conference: Managing water*

*resources extremes: Are we ready for the floods and droughts of the 21<sup>st</sup> century*, Raonoke, USA, 19-22 mai 2002.

Parent, D., Goulet, R., Tessier, A. et Twiss, M. (2002). DGT : the diffusion gradient in thin-film gel technique for measuring trace metal concentrations in lakes of low cation concentrations. *Conférence nationale de l'IRST*, Ottawa.

Pontlevoy, O., Lefebvre, R., Therrien, R., Ouellet, M. et Lamontagne, C. (2002). Modélisation hydrogéologique pour supporter la gestion du système aquifère de la région réglementée de Ville-Mercier. *Journée des Sciences de la Terre*, Québec, 11 mars 2002.

Porcher, C. et Campbell, P.G.C. (2002). Effects of dissolved organic matter on silver (Ag) uptake by a unicellular green alga, *Chlamydomonas reinhardtii*. *Annual Environmental Geochemistry Workshop*, Gananoque, ON, 8-10 février 2002.

Porcher, C. et Campbell, P.G.C. (2002). Effects of dissolved organic matter on silver (Ag) uptake by *Chlamydomonas reinhardtii*. *Canadian Network of Toxicology Centres, Annual Research Symposium*, Ottawa, 26-27 mars 2002.

Pouliot, M.A. et Bergeron, N. (2002). Relation entre l'abondance relative des juvéniles du saumon atlantique (Salmon salar) et la quantité d'habitat d'hiver disponible: comparaison des rivières Bonaventure et Petite Caspédia (Gaspésie, Québec). *Journée des Sciences de la Terre*, Québec, 11 mars 2002.

Royer, I., Delprat, L., Simard, R.R., Barnett, G.M. et Cluis, D. (2001). Influence du carbone organique dissous et particulaire sur la mobilité du Cu et du P dans l'eau de ruissellement et de drainage. *14<sup>e</sup> congrès de l'Association Québécoise des Spécialistes en Sciences du Sol (AQSSS)*, Forêt Montmorency, Université Laval, Québec, 30 octobre - 1<sup>er</sup> novembre 2001.

Salvano, E., Rousseau, A.N., Debailleuil, G. et Villeneuve, J.-P. (2001). Development of a cost-benefit analysis framework to assess agricultural nonpoint source management scenarios at the watershed level. *Canadian*

Water Resources Association 54<sup>th</sup> Annual Conference, Guelph, Ontario, 6-8 juin 2001.

Salvano, E., Rousseau, A.N., Debailleuil, G. et Villeneuve, J.-P. (2002). Development of a cost-benefit framework to evaluate the impact of legislation supporting reduction of agricultural pollution at the watershed level. *Proceedings Monograph of the LCRC Spring Meeting*, Saint-Jean-sur-Richelieu, Québec, 20-23 mai 2002.

Sarica, J., Amyot, M. et Hare, L. (2002). Les impacts des carcasses de poisson sur les communautés d'invertébrés benthiques et sur le cycle du mercure dans un lac boréal. *Journée des Sciences de la Terre*, Québec, 11 mars 2002.

Scherrer, G. (2002). Caractérisation pétrographique, géochimique et pétrogénèse des suites plutoniques mafiques du domaine de Natashquan, région de Havre-Saint-Pierre-Natashquan et Musquaro-La Romaine. *Journée des Sciences de la Terre*, Québec, 11 mars 2002.

Schroetter, J.-M., Pagé, P., Tremblay, A. et Bédard, J.H. (2001). Pre-obduction structures of the Thetford-Mines ophiolitic complex (TMOC), Québec : implications for oceanic crust formation and PGE mineralization. Dans : *Geological Society of America Annual Meeting, Abstracts with Programs*, Boston, 33 (6): A228.

Schroetter, J.-M., Pagé, P., Tremblay, A. et Bédard, J.H. (2001). Structuration pré-obduction du Complexe Ophiolitique de Thetford Mines, Québec : Implications sur la formation de la croûte océanique et sur les minéralisations en ÉGP. Dans : *Séminaire d'information du ministère des Ressources naturelles du Québec*, DV2001-08, pp. 49.

Schroetter, J.-M., Tremblay, A. et Bédard, J.H. (2001). Structural characterization of the Thetford-Mines ophiolitic Complex and overlying St-Daniel mélange, southern Québec Appalachians. Dans : *GAC-MAC (Réunion annuelle), St. John's, Abstracts volume 26*, pp. 133.

Séjourné, S., Dietrich, J.R. et Malo, M. (2002). Seismic interpretations from the southern Quebec Appalachians structural

front. *Journée des Sciences de la Terre*, Québec, 11 mars 2002.

Séjourné, S. et Malo, M. (2002). Structural evolution of carbonate slices along the southern Quebec Appalachians front. *Journée des Sciences de la Terre*, Québec, 11 mars 2002.

Shah, A., Bernier, M., Nualchawee, K. (2001). Application of remote sensing and GIS flood and resource assessment : A case study in Bangladesh. Dans : *Compte-rendu du 23<sup>e</sup> symposium canadien sur la télédétection, 10<sup>e</sup> congrès de l'Association québécoise de télédétection*, 21-24 août, Sainte-Foy, Québec, volume 1, pp. 349-358.

St-Hilaire, A., Ouarda, T.B.M.J., Lachance, M., Gaudet, J., Bobée, B. et Gignac, C. (2002). The use of geostatistics as a means to assess the impact of meteorological network density on the estimation of precipitation and runoff. *Canadian Geophysical Union-HS First Biennial Workshop of the Statistical Hydrology Committee*, Banff, Alberta, 18-21 mai 2002.

Tassé, N. (2001). Espoirs et déceptions: l'ennoyage des fosses et des résidus miniers. Université Laval. Québec.

Vigneault, B., Campbell, P.G.C. et Tessier, A. (2001). Geochemistry of reactive mine tailings stored under a shallow water cover. *8<sup>th</sup> Annual British Columbia Metal Leaching and Acid Rock Drainage Workshop*, Vancouver BC, 28-29 novembre 2001.

### **Livres ou ouvrages collectifs**

Jones, H.G., Pomeroy, J.W., Walker, D.A. et Hoham, R.W. (2001). *Snow ecology - An Interdisciplinary Examination of Snow-Covered Ecosystems*. New York, Cambridge University Press, 378 pages.

Villeneuve, J.-P. et Tremblay, D. (Eds) (2001). *La pluridisciplinarité dans les problèmes de l'environnement : les interactions Air Sol Eau - Actes de Colloque*. Québec, INRS Eau, Terre & Environnement, 2 volumes.

### **Rapports de recherche**

- Beaumont, D. et Lavoie, P. (2001). *Évaluation des solutions informatiques à la préparation de données physiques des bassins versants selon les spécifications du logiciel PHYSITEL*. Québec, INRS-Eau, 102 pages. (INRS-Eau, rapport de recherche; 598).
- Béchar, S. (2001). *Finalisation de la fenêtre de changement d'occupation du sol*. Québec, INRS-Eau, 36 pages. (INRS-Eau, rapport de recherche; 549-st9).
- Bernier, M. et Gauthier, Y. (2001). *Implantation d'EQeau sur l'ensemble du bassin de la rivière La Grande*. Québec, INRS-Eau, 29 pages. (INRS-Eau, rapport de recherche; 609 e1).
- Bernier, M. et Gauthier, Y. (2001). *Validation à moyen terme de l'approche EQeau*. Québec, INRS-ETE, 59 pages. (INRS Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 618 e1).
- Bernier, M., Gauthier, Y. et Philippin, M. (2001). *Implantation d'EQeau sur l'ensemble du bassin de la rivière La Grande*. Rapport préparé pour Prévisions et Ressources Hydriques, Hydro-Québec. Québec, INRS-Eau, 57 pages. (INRS-Eau, rapport de recherche; 568 e3).
- Bourque, Cloutier, V., Lefebvre, R., Savard, M.M., Nastev, M. et Martel, R. (2001). *Résultats initiaux de la caractérisation hydrogéochimique des aquifères fracturés du sud-ouest du Québec*. Québec, INRS-ETE, 9 pages. (INRS Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 650).
- Coulibaly, P., Haché, M., Fortin, V., Durocher, M. et Bobée, B. (2002). *Nouvelles méthodes de prévision*. Rapport final du projet T2.1. Québec, INRS-ETE, 60 pages. (INRS Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 612).
- Dubé, B., Williamson, K. et Malo, M. (2001). *Preliminary report on the geology and controlling parameters of the Golcorp inc. High-Grade Zone, Red Lake Mine, Ontario*. Geological Survey of Canada, Current Research 2001-C18, 13 pp.
- Dubé, B., Williamson, K. et Malo, M. (2001). *The Goldcorp High-Grade Zone, Red Lake Mine, Ontario : a photographic atlas of the main geological features*. Geological Survey of Canada, Open File 3890.
- Dubé, B., Williamson, K. et Malo, M. (2002). *Geology of the Goldcorp high-grade zone, Red Lake mine, Ontario: an update*. Geological Survey of Canada, Current Research 2002-C26, 13 pp.
- Drogui, P. et Blais, J.-F. (2001). *Développement d'un procédé de biolixiviation indirecte pour la décontamination de rejets industriels et urbains pollués par les métaux toxiques*. Québec, INRS-Eau, 48 pages. (INRS-Eau, rapport de recherche; 603).
- Fagnan, N., Nastev, M., Lefebvre, R., Martel, R. et Savard, M. (2001). *Résultats initiaux d'une partie des travaux de caractérisation hydrogéologique des aquifères fracturés du sud-ouest du Québec*. Québec, INRS-ETE, 9 pages. (INRS Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 651).
- Fortin, J.-P., Royer, A., Beaumont, D. et Lavoie, P. (2001). *Implantation du modèle hydrologique Hydrotel dans le système de prévision des apports naturels à court et moyen termes sur les bassins d'Hydro-Québec en vue de l'amélioration de la gestion des systèmes au fil de l'eau*. Québec, INRS-Eau, 45 pages. (INRS-Eau, rapport de recherche; 599).
- Fortin, J.-P., Royer, A. et Couillard, A. (2002). *Application du modèle HYDROTEL au bassin de la rivière Saint-François et développement d'une procédure facilitant l'étalonnage objectif des paramètres du modèle*. Québec, INRS-Eau, 19 pages. (INRS-Eau, rapport de recherche; 607).
- Fortin, J.-P., Royer, A., Gauthier, Y. et Lavoie, P. (2002). *Application du modèle HYDROTEL au bassin de la rivière Saint-François et développement d'une procédure facilitant l'étalonnage objectif des paramètres du modèle*. Québec, INRS-ETE, 16 pages. (INRS Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 615).
- Fortin, J.-P., Royer, A., Lavoie, P. et Couillard, A. (2001). *Implantation du modèle hydrologique HYDROTEL dans le système de prévision des apports naturels à court et moyen termes sur les bassins d'Hydro-Québec en vue de l'amélioration de*

- la gestion des systèmes au fil de l'eau.* Québec, INRS-Eau, 23 pages, 2 annexes. (INRS-Eau, rapport de recherche; 605).
- Haché, M., Durocher, M. et Bobée, B. (2002). *Projet T1.1: Méthodologie de validation des apports naturels.* Québec, INRS-ETE, 172 pages. (INRS Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 613).
- Lavoie, D., Lebel, D., Colman-Sadd, S., McCutcheon, S.R., Castonguay, S., Malo, M., Tremblay, A., Parent, M., Brisebois, D. et Morin, C. (2001). *Appalachian foreland and platform architecture in Quebec, New Brunswick and Newfoundland : Report of progress of the Geological Bridges of Eastern Canada.*
- Leblanc, D. et Blais, J.-F. (2002). *Étude de l'efficacité environnementale du système Juggler pour la vidange des boues de fosses septiques développée par le groupe SNS inc.* Québec, INRS-ETE, 40 pages, 3 annexes. (INRS Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 614).
- Leclerc, M., Morse, B., Francoeur, J., Boudreau, P. et Secretan, Y. (2002). *Développement de solutions techniques innovatrices pour le contrôle des embâcles de la rivière Montmorency - Rapport de phase II - Faisabilité.* Québec, INRS-ETE / Université Laval, Département de génie civil, 186 pages. (INRS Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 577 b).
- Lefebvre, R., Martel, R. et Boutin, A. (2001). *Conclusions préliminaires sur la caractérisation hydrogéologique au CRDV et à l'USS Valcartier et sur les mesures de contrôle de la contamination en TCE.* Québec, INRS-ETE, 5 pages. (INRS Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 665).
- Marquis, F., Lachance, M. et Beaupré, A. (2001). *La maîtrise de la végétation par les amendements au sol.* Québec, INRS-Eau, 23 pages, 3 annexes. (INRS-Eau, rapport de recherche; 606).
- Morin, G., Sochanski, W. et Paquet, P. (2002). *Modélisation hydrologique et prévision en temps réel des apports des bassins versants en amont de la centrale Shipshaw à l'aide du modèle CEQUEAU.* Québec, INRS-ETE, 498 pages, 14 annexes. (INRS Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 611).
- Nastev, M., Savard, M.M., Lefebvre, R., Martel, R., Fagnan, N., Bourque, Hamel, A., Karanta, G. et Lemieux, J.M. (2001). *Regional hydrogeologic mapping project of the St. Lawrence Lowlands of South-Western Quebec: Hydrogeologic characterisation work 1999-2000.* Québec, INRS-ETE, 10 pages. (INRS Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 649).
- Ouarda, T.B.M.J., Gingras, H., Bobée, B. et Lemonier, M. (2001). *Synthèse des méthodes simples de régionalisation.* Québec, INRS-Eau, 64 pages. (INRS-Eau rapport de recherche; 600).
- Philippin, M., Beaumont, D. et Bernier, M. (2001). *Projet d'inventaire des occupations du sol. Bassins Bell, Waswanipi et Rupert.* Québec, INRS-Eau, 48 pages. (INRS-Eau, rapport de recherche; 602).
- Rancourt, L. et Tessier, A. (2001). *Développement et application de la dialyse in situ pour la mesure des concentrations de métaux traces dissous.* Québec, INRS-Eau, 55 pages, 1 annexe. (INRS-Eau, rapport de recherche; 604).
- Sanfaçon, G., Dorval, P., Galarneau, L., Lévesque, B., Martel, R. et Pelletier, J. (2001). *Intoxications au monoxyde de carbone associées aux travaux à l'explosif en milieu habité.* Québec, INRS-ETE, 30 pages, 7 annexes. (INRS Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 666).
- Savard, M.M., Nastev, M., Bourque, E., Paradis, D., Martel, R., Lefebvre, R. et Therrien, R. (2001). *Cartographie hydrogéologique régionale des aquifères fracturés en roches sédimentaires du sud-ouest du Québec (Basses-Terres du St-Laurent) - Projet AFSOQ.* Québec, INRS-ETE, 20 pages. (INRS Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 668 e1).
- St-Hilaire, A., Lachance, M. et Bobée, B. (2002). *Projet T1.2: Impact d'un réseau météorologique plus ou moins dense sur les simulations d'apports - rapport d'étape.*

Québec, INRS-Eau 45 pages. (INRS-Eau, rapport de recherche; 608 e1).

Tassé, N. (2001). *Acidification de l'eau des fosses au site East Sullivan*. Québec, INRS-ETE, 61 pages. (INRS Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 641).

Thiboutot, S., Ampleman, G., Martel, R., Paradis, D. et Lefebvre, R. (2001). *Environmental Characterization of CFB Shilo Ranges and Training area (GATES closure)*. Québec, INRS-ETE, 63 pages, 5 cartes, 2 annexes. (INRS Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 667).

Vigneault, B., Campbell, P.G.C., Tessier, A., De Vitre, R. et Prémont, S. (2001). *Subaqueous disposal of reactive mine tailings - Louvicourt Mine test cells. Geochemical sampling and analysis. Final Report* (pour Ressources naturelles Canada). Québec, INRS-ETE, 22 pages, 2 annexes (INRS Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 547).

Villeneuve, J.-P., Bernier, M., Blais, J.-F., Bobée, B., Campbell, P.G.C., Leclerc, M., Lefebvre, R., Tremblay, A., Michaud, Y. et Lavoie, D. (2001). *La réorganisation scientifique de l'INRS : le regroupement Eau/Géoressources. Le secteur Eau-Terre-Environnement*. Québec, INRS-ETE, 57 pages. (INRS-Eau, Terre & Environnement, document de programmation scientifique),

Villeneuve, J.-P., Mailhot, A., Rousseau, A.N., Salvano, E., Roux M. et Tremblay, S. (2001). *Développement du cadre d'application de GIBSI pour le calcul d'objectifs environnementaux de rejets diffus en milieu agricole. Rapport d'étape no 2*. Québec, INRS-Eau, 177 pages. (INRS-Eau, Rapport de recherche; 549-e2).

Villeneuve, J.-P., Mailhot, A. et Salvano, E. (2002). *Problématique de l'approvisionnement et de l'utilisation de l'eau potable dans la nouvelle ville de Québec: Rapport final*. Québec, INRS-ETE, 2 volumes. (INRS Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 610).

Villeneuve, J.-P., Rousseau, A.N., Mailhot, A., Salvano, E. et Tremblay, S. (2002). *GIBSI II: Développement du cadre d'application de*

*GIBSI pour le calcul d'objectifs environnementaux de rejets diffus en milieu agricole*. Québec, INRS-ETE, 206 pages, 3 annexes. (INRS Eau, Terre & Environnement, rapport de recherche; 549-c).

Yue, S., Ouarda, T.B.M.J., Beaulieu, C. et Bobée, B. (2001). *Projet T3.2: Construction des hydrogrammes types annuels*. Québec, INRS-Eau, 176 pages. (INRS-Eau, rapport de recherche; 601).

### **Cartes**

Castonguay, S., Lemieux, Y., Marcotte, B. et Tremblay, A. (2002). Geologic map of the Sainte-Marie and Saint-Sylvestre area (21L06-0102 and 0202), Ministère des Ressources naturelles du Québec, SIGÉOM; SI-21L06-C4G, 1:50 000, 1 feuillet.

Castonguay, S., Tremblay, A. et Lavoie, D. (2002). *Compilation géologique Québec-Chaudière : Les ponts Géologiques de l'est du Canada, Transect 2, Québec*. Commission géologique du Canada, Open file 4314 (A, B), 1:125 000, 2 feuillets.

### **Thèses de doctorat et mémoires de maîtrise**

Bélanger, G. (2002). *Développement d'une technologie de traitement du lisier porcin par flottation biologique*. Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Sciences de l'eau. Québec, Université du Québec, 187 pages.

**Directeur : J.-F. Blais**

Ben Rebah, F. (2001). *Utilisation des boues d'épuration comme milieu de culture pour la production d'inoculants à base de rhizobium*. Thèse présentée pour l'obtention du grade de Philosophiae doctor (PhD) en Sciences de l'eau. Québec, Université du Québec, 191 pages.

**Directeur : R.D. Tyagi**

Blin, P. (2002). *Développement d'une nouvelle méthode de cartographie du risque unitaire d'inondation (crue) pour des résidences*. Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences

(M.Sc.) en Sciences de l'eau. Québec, Université du Québec, 95 pages.

**Directeur : M. Leclerc**

Croteau, M.-N. (2002). *Le biomoniteur Chaoborus: influence de la température et des variables biologiques sur la bioaccumulation du cadmium*. Thèse présentée pour l'obtention du grade de Philosophiae doctor (PhD) en Sciences de l'eau. Québec, Université du Québec, 184 pages.

**Directeur : L. Hare**

Diallo, N. M. (2001). *Suivi des concentrations en nitrates dans les eaux souterraines des bandes riveraines*. Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Sciences de l'eau. Québec, Université du Québec, 111 pages.

**Directeur : O. Banton**

Doyon, B. (2001). *Développement d'un modèle lagrangien de transport de glace de surface en milieu fluvial*. Thèse présentée pour l'obtention du grade de Philosophiae doctor (PhD) en Sciences de l'eau. Québec, Université du Québec, 282 pages.

**Directeur : M. Leclerc**

Dubos, V. (2001). *Validation des vitesses d'un modèle hydrodynamique bidimensionnel ; prise en compte de la variabilité des profils verticaux des vitesses par un terme de dispersion*. Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Sciences de l'eau. Québec, Université du Québec, 101 pages.

**Directeur : Y. Secretan**

Duchesne, S. (2001). *Modèle pour le contrôle en temps réel des réseaux d'égout sous surcharge*. Thèse pour l'obtention du grade de Philosophiae doctor (Ph.D.) en Sciences de l'eau. Québec, Université du Québec, 246 pages.

**Directeur : J.-P. Villeneuve**

Hains, S. (2002). *Détermination des propriétés de transport du TNT dans les sols et les eaux souterraines en relation avec la démonstration de l'atténuation naturelle, à un site de production d'explosif*. Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Sciences de la terre. Québec, Université du Québec, 171 pages.

**Directeur : R. Martel**

Karanta, G. (2002). *Étude comparative de méthodes de détermination de périmètres de protection autour des ouvrages de captage dans les aquifères captifs fracturés du sud-ouest du Québec*. Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Sciences de la terre. Québec, Université du Québec, 243 pages.

**Directeur : R. Martel**

Landry, C. (2001). *Premiers essais québécois du modèle de pollution diffuse agricole AnnAGNPS*. Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Sciences de l'eau. Québec, Université du Québec, 141 pages.

**Directeur : D. Cluis**

Morin, J. (2001). *Modélisation des facteurs abiotiques de l'écosystème fluvial du lac Saint-François, fleuve Saint-Laurent*. Thèse présentée pour l'obtention du grade de Philosophiae doctor (PhD) en Sciences de l'eau. Québec, Université du Québec, 472 pages.

**Directeur : M. Leclerc**

Noël, J.-F. (2001). *Étude des impacts du matériau et de la longueur des tronçons d'aqueduc sur les taux de bris*. Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Sciences de l'eau. Québec, Université du Québec, 114 pages.

**Directeur : J.-P. Villeneuve**

Ondo, J.C. (2002). *Étude comparative des tests de stationnarité*. Thèse présentée pour l'obtention du grade de Philosophiae doctor (PhD) en Sciences de l'eau. Québec, Université du Québec, 268 pages.

**Directeur : B. Bobée**

Perron, I. (2002). *Influence de la microtopographie sur le rendement des cultures et la qualité des sols*. Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Sciences de l'eau. Québec, Université du Québec, 110 pages.

**Directeur : D. Cluis**

Picher, S. (2002). *Utilisation d'effluents riches en matière organique comme milieux de culture lors de la biolixiviation de sulfures métalliques*. Mémoire présenté pour

l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Sciences de l'eau. Québec, Université du Québec, 109 pages.

**Directeur : J.-F. Blais**

Pomares, C. (2001). *Évaluation des concentrations en nitrates du sol sous deux travaux de sol et culture de maïs*. Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Sciences de l'eau. Québec, Université du Québec, 135 pages.

**Directeur : O. Banton**

Rivard, C. (2001). *Simulation du transport de solutés dans des aquifères hétérogènes à l'aide de réseaux percolants*. Thèse présentée pour l'obtention du grade de Philosophiae doctor (PhD) en Sciences de l'eau. Québec, Université du Québec, 203 pages.

**Directeur : O. Banton**

Sarica, J. (2001). *Les carcasses de poisson : vecteurs de mercure dans les eaux douces?* Mémoire présenté comme exigence partielle de la Maîtrise ès sciences (M.Sc.) en Sciences de l'eau. Québec, Université du Québec, 102 pages.

**Directeur : M. Amyot**

St-Germain, P. (2002). *Caractérisation magmatique et géochimique du complexe de gabbronorite et de monzonite de Matamec, région de Sept-Iles, Greenville Orientale (Québec)*. Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Sciences de la terre. Québec, Université du Québec, 192 pages.

**Directrice : L. Corriveau**

### **Mémoires de stage**

Babès, N. S. (2001). *Maîtrise professionnelle en sciences de l'eau*. Rapport de stage pour Maîtrise professionnelle ès Sciences (Eau). Beaudin, L. (Directeur). Québec, INRS-Eau, Université du Québec, 37 pages.

Baril, J. (2002). *Direction des évaluations environnementales*. Rapport de stage pour Maîtrise professionnelle ès Sciences (Eau). Québec, INRS-Eau, Université du Québec.

Benhammane, S. (2002). *Évaluation préliminaire des impacts potentiels des*

*changements climatiques sur les ressources en eau souterraine dans l'Est du Canada*. Rapport de stage pour Maîtrise professionnelle ès Sciences (Eau). Québec, INRS-Eau, Université du Québec.

Blouin, A. (2001). *Bilan des programmes d'inspection des fabriques de pâtes et papiers et des matières dangereuses*. Rapport de stage pour Maîtrise professionnelle ès Sciences (Eau). Québec, INRS-Eau, Université du Québec, 70 pages.

Boucher, G. (2002). *Estimation des modèles Parma*. Rapport de stage pour Maîtrise professionnelle ès Sciences (Eau). Québec, INRS-Eau, Université du Québec.

Bourget, G. (2002). *Rapport de stage professionnelle en Sciences de l'Eau effectué à l'Institut Maurice-Lamontagne*. Rapport de stage pour Maîtrise professionnelle ès Sciences (Eau). Québec, INRS-Eau, Université du Québec.

Chartier, I. (2001). *Modélisation de la Sulphur River*. Rapport de stage pour Maîtrise professionnelle ès Sciences (Eau). Québec, INRS-Eau, Université du Québec.

De Saint-Simon, X. (2002). *Évaluation de la filière porcine du Sud Ouest et Pilote de traitement des déjections porcines*. Rapport de stage pour Maîtrise professionnelle ès Sciences (Eau). Blais, J.-F. (Directeur). Québec, INRS-Eau, Université du Québec, 53 pages.

Delage, D. (2002). *Outils et analyses écotoxicologiques du CEAEQ*. Rapport de stage pour Maîtrise professionnelle ès Sciences (Eau). Québec, INRS-Eau, Université du Québec.

Elniz, S. (2002). *Étude hydro-chimique de la plaine d'Akkar, Liban-Nord*. [Rapport de stage pour Maîtrise professionnelle ès Sciences (Eau). Québec, INRS-Eau, Université du Québec.

Herma, D. (2001). *Conditions optimales de blanchiment de l'acid red 97 blanchi par du lacasse SP850 & SP504*. Rapport de stage pour Maîtrise professionnelle ès Sciences (Eau). University of Windsor, Biochemistry & Chemistry.

Locke, S. (2001). *Stage professionnel à la Commission mixte internationale*. Rapport de stage pour Maîtrise professionnelle ès Sciences (Eau). Québec, INRS-Eau, Université du Québec.

Michaud, J. et Beaulieu, M. (2001). *Caractérisation des fossés de drainage urbain du lac Saint-Charles*. Rapport de stage pour Maîtrise professionnelle ès Sciences (Eau). Québec, INRS-Eau, Université du Québec, 90 pages.

Nakhostine, S. (2002). *Étude du système de traitement de USS-Valcartier*. Rapport de stage pour Maîtrise professionnelle ès Sciences (Eau). Québec, INRS-Eau, Université du Québec.

Paré, M.H. (2002). *Pollution de l'eau d'origine agricole*. Rapport de stage pour Maîtrise professionnelle ès Sciences (Eau). Québec, INRS-Eau, Université du Québec.

Simard, S. (2001). *Mesures des propriétés de deux sols de Lorraine (France)*. Rapport de stage pour Maîtrise professionnelle ès Sciences (Eau). Québec, INRS-Eau, Université du Québec.

### **Publications et communications des professeurs associés de la Commission géologique du Canada <sup>1</sup>**

#### *Articles publiés dans des revues scientifiques*

Lavoie, D. et Bourque, P.-A. (2001). Hydrocarbon plays in the Silurian-Devonian Gaspé Belt, Québec Appalachians – Preface. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, 49: 177-179.

Lavoie, D. et Bourque, P.-A. (2001). The history of hydrocarbon exploration in the Siluro-Devonian Gaspé Belt : 100 years of modest success. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, 49: 180-185.

Lavoie, D. et Chi, G. (2001). The Lower Silurian Sayabec Formation in norther Gaspé Peninsula : Carbonate diagenesis and

reservoir potential. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, 49: 282-298.

Lavoie, D., Chi, G. et Fowler, M. (2001). The Lower Devonian Upper Gaspé Limestones : Carbonate diagenesis and reservoir potential. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, 49: 346-365.

Naftel, S.J., Martin, R., Jones, K.W, Feng, H., Savard, M.M. et Bégin, C. (2001). Synchrotron Radiation analysis of smelter impacted tree-ring samples, *Canadian Journal of Analytical Sciences and Spectroscopy*, 46.

Savard, M.M., Bégin, C. et Parent, M. (2002). Are industrial SO<sub>2</sub> Emissions Reducing CO<sub>2</sub> Uptake by the Boreal Forest?, *Geology*, 30: 403-406.

#### *Publications gouvernementales (rapports, cartes) (Publications avec arbitrage)*

Beaumier, M., Parent, M. et Paradis, S.J. (2002). *Minéraux lourds dans le till et exploration pour le diamant région du Lac Vernon (34J), territoire du Nouveau Québec, Rapport d'atelier annuel*. Géologie Québec, 16-17 mai 2001, pp. 35-40.

Castonguay, S., Dietrich, J., Morin, C. et Laliberté, J.-Y. (2001). *Structural architecture of the St. Lawrence platform and Quebec Appalachians insights from reprocessed (MNRQ) seismic reflection data*. Open file 4028, Geological Survey of Canada.

Chi, G., Dubé, B. et Williamson, K. (2002). *Preliminary fluid-inclusion microthermic study of fluid evolution and temperature-pressure conditions in the Goldcorp high-grade zone, Red Lake mine, Ontario*. Current Research 2002-C7, Geological Survey of Canada, 12 pp.

Chi, G. et Lavoie, D. (2001). The BsnMod program and preliminary application to paleo-fluid flow modeling in the Anticosti Basin. Dans : *CIM Minespace 2001 Proceedings volume*.

Chi, G., Lavoie, D. et Bertrand, R. (2001). Hydrocarbon inclusions entrapped in diagenetic minerals in Paleozoic basins in eastern Canada - implications for

<sup>1</sup> Ces publications ne sont pas comptabilisées dans les statistiques du Centre ETE

hydrocarbon exploration. Dans : *CIM Minespace 2001 Proceedings volume*.

James, D., Kamo, S., Krogh, T. et Nadeau, L. (2001). Preliminary U-Pb geochronological data from Mesoproterozoic rocks, Grenville Province, southern Labrador. Dans : *Current Research*, Report 2001-1, pp. 45-53.

James, D., Kamo, S., Krogh, T. et Nadeau, L. (2002). *Preliminary report on U-Pb ages for intrusive rocks from the western Mealy Mountains and Wilson Lake terranes, Grenville Province, Southern Labrador*. Report 2002-1, pp. 67-77.

James, D. et Nadeau, L. (2001). *Geology of the Fourmont Lake area (NTS 13C/SE), Grenville Province, southern Labrador*. Newfoundland Department of Mines and Energy, Open file 13C/0043, 1: 100 000, carte 2001-19.

James, D. et Nadeau, L. (2001). *Geology of the Lac Arvert area (NTS 13C/SW), Grenville Province, southern Labrador*. Newfoundland Department of Mines and Energy, Open file 13C/0044, 1: 100 000, carte 2001-20.

James, D. et Nadeau, L. (2001). Geology of the Little Mecatina River area (NTS 13D/NE) and Lac Arvert area (NTS 13 C/SW), Grenville Province, southern Labrador. Dans : *Current Research*, Report 2001-1, pp. 55-73.

James, D. et Nadeau, L. (2001). *Geology of the little Mecatina River area (NTS 13D/NE), Grenville Province, southern Labrador*. Newfoundland Department of Mines and Energy, Open file 13d/0029, 1: 100 000, carte 2001-18.

James, D., Nadeau, L. et Nunn, G. (2002). *Geology of the Natashquan River (NTS 13D/SE) and Senécal Lake (NTS 13D/SW) areas, Grenville province, Southern Labrador*. Report 2002-1, pp. 79-97.

Lauzière, K., Lavoie, D. et Castonguay, S. (2002). *Appalachian Foreland and St. Lawrence Platform NATMAP project : 2002 Research workshop abstract volume / Projet de l'avant-pays appalachien et de la plate-forme du Saint-Laurent du CARTNAT*. Open file 4313, Geological Survey of Canada.

Lavoie, D. (2001). *The Appalachian forelands and St. Lawrence Platform 2000 Research Workshop, Abstracts volume*. Open File 2838, Geological Survey of Canada.

Lavoie, D. (2002). *Stratigraphic framework for the Cambrian Chaudière Nappe in the external domain of the Humber Zone in the Quebec Reentrant and preliminary correlation with adjacent stratigraphic frameworks*. Current Research, 2002-D2, Geological Survey of Canada.

Lavoie, D. et Bourque, P.-A. (2001). The Silurian-Devonian Gaspé Belt, eastern Québec: hydrocarbon potential. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, 49.

Nadeau, L. et James, D. (2001). Preliminary note on the lithogeochemistry of plutonic rock suites from the Minipi Lake region (NTS 13 C/South), Grenville Province, southern Labrador. Dans : *Current Research*, Report 2001-1, pp. 75-87.

Nadeau, L. et James, D. (2002). *Preliminary note on the lithogeochemistry and petrogeneses of intrusives rock suites from the Lac Brûlé region (NTS map area 13D), Grenville Province*. Report 2002-1, pp. 99-119.

Paradis, S.J., Boutin, M. Boivin, R. et Parent, M. (2002). *La vidéogrammétrie, une technique de compilation numérique utilisée dans le projet Grand-Nord : secteur de la rivière Koroc (24 I) et du Lac Vernon (34 J)*. Géologique Québec, Manuscrit Brut 2002-01, pp. 27-29.

Parent, M., Beaumier, M. et Paradis, S.J. (2002). *A new high-potential target for diamond exploration in northern Québec: Chromium picroilmenites in esker sediments of the Lac Bienville (33P) region*, PRO-2002-03.

Parent, M., Paradis, S.J. et Beaumier, M. (2002). *Dynamique glaciaire et dispersion glacio-sédimentaire dans la région du lac Vernon (34J), nord du Québec, Projet de cartographie du Grand-Nord*. Rapport d'atelier annuel, 16-17 mai 2001, Géologie Québec, Manuscrit Brut 2002-01.

Ross, M., Parent, M., Michaud, Y., Boisvert, É. et Girard, F. (2001). On the construction of

- 3D geological models for applications in regional hydrogeology in complex Quaternary terrains of eastern Canada. Dans : *Geological Models for Groundwater Flow Modeling, Workshop Extended Abstracts*, 35<sup>th</sup> Annual Meeting, 22 Avril 2001, North-Central Section, R.C. Berg et L.H. Thorleifson (Eds), Open File Series 2001-1, pp. 34-37.
- Salad-Hersi, O. et Lavoie, D. (2001). *Stratigraphie et paléoenvironnements des unités de la marge passive (Groupes de Potsdam et de Beekmantown), région de Montréal*. Ministère des Ressources Naturelles du Québec. DV 2001-09.
- Stapinsky, M., Michaud, Y., Morin, R.H., Butler, K.E., Deblonde, C., Chi, G., Thériault, T., Castonguay, S., Boisvert, V., Julien, H.P., Conohan, D., Hulsman, B., Carrier, C., Marion, J. et Boisvert, É. (2002). Groundwater resources assessment in the Maritime Carboniferous Basin, preliminary results of the hydrological characterization. *Current Research*, 2002-D8, Geological Survey of Canada, 12 p.
- Autres (rapport d'expertise, thèses, etc)*
- Bégin, C., Savard, M.M. et Parent, M. (2001). *Annual-MITE-RN report*, GSC-MITE advisory committee.
- Bégin, C., Savard, M.M. et Parent, M. (2002). *Biogeochemical Cycling in the Boreal Forest - Metal Concentrations In Woody Tissues*. MITE-RN Domain Team Project Progress Report for period April 1 to December 1, GSC-MITE advisory committee.
- Chi, G., Lavoie, D. et Lynch, J.V.G. (2001). *Petrographic and geochemical study of dolostones in the Trenton Formation from the Chaloupe well, Anticosti Island, with comparison to dolostones of the Romaine Formation*. Shell Canada, Rapport confidentiel.
- Dubé, B., Mercier-Langevin, P., Hannington, M., Davis, D. et Moorhead, J. (2001). *Le gisement Laronde, Abitibi, Québec : rapport préliminaire sur la géologie, les minéralisations et les implications pour l'exploration*. Rapport confidentiel distribué uniquement aux compagnies minières participantes au projet de Synthèse métallogénique du district Doyon-Bousquet-Laronde.
- Lavoie, D., Lebel, D., McCutcheon, S.R. et Colman-Sadd, S. (2002). *Appalachian Foreland and Platform Architecture in Quebec, New Brunswick and Newfoundland : Contribution to the Geological Bridges of Eastern Canada*. NATMAP steering committee.
- Savard, M.M., Bégin, C. et Parent, M. (2002). *Dendrochemical studies : Dendrochemical Investigations of Natural Anthropogenic Metals in The Environment [DINAMITE]*. Project 1.1c, close out report, GSC-MITE advisory committee.
- Communications avec et sans arbitrage**
- Asselin, E. (2002). Biostratigraphic contributions of GSC-Québec for the Geological Bridges in eastern Canada. Bassins avant-pays appalachiens et plate-forme du Saint-Laurent. Dans : *Projet CARTNAT de l'avant-pays appalachien et de la plate-forme du Saint-Laurent : Atelier de Recherche 2002, Recueil de résumés*. Commission géologique du Canada, Dossier Public 4313.
- Beaumier, M. et Paradis, S.J. (2001). Minéraux lourds dans le till et exploration pour le diamant dans les régions de 34J, 34P, 34O, 33P. Dans : *MRNQ, Séminaire d'information sur la recherche géologique, Programme et résumés*. DV 2001-08, pp. 43.
- Beaumier, M., Parent, M. et Paradis, S.J. (2001). Minéraux indicateurs dans le till - Région 34 J. *Géologie Québec*, Manuscrit Brut, vol.2001-01.
- Beaumier, M., Parent, M. et Paradis, S.J. (2002). Exploration du diamant dans les sédiments d'esker (lac Bienville, 33P) et dans les tills (lac Anuk, 34O). Dans : *Programme et résumés*, DV 2002-10, pp. 35.
- Bégin, C., Marion, J., Savard, M.M. et Parent, M. (2001). *DINAMITE - Tree Ring Studies*.
- Bégin, C., Savard, M.M., Parent, M., Marion, J. et Smirnov, A. (2002). *Biogeochemical Cycling in the Boreal Forest - Metal Concentrations in Woody Tissues - Phase II. Process domain abstracts*, MITE-Research Network.

- Bolduc, A.M. (2002). Géologie du Quaternaire, région de Lévis (partie 021L/11 et 021L/14). Dans : *Architecture de la plate-forme et du bassin avant-pays des Appalaches au Québec*, Dossier Public 4313.
- Brennan-Alpert, P., Desrochers, A., Lavoie, D. et Chi, G. (2001). Basin-wide dolomitization patterns along the Lower Paleozoic Laurentian Continental margin, Anticosti Basin Eastern Quebec. *CSPG Annual Meeting*, Calgary.
- Brennan-Alpert, P., Desrochers, A., Lavoie, D. et Chi, G. (2001). Basin-wide dolomitization patterns along the Lower Paleozoic Laurentian Continental margin, Anticosti Basin Eastern Quebec. Dans : *GAC/MAC Annual Meeting, St. John's, Program with abstracts*, pp.17.
- Carrier, C., Michaud, Y. et Allard, M. (2001). Caractérisation et modélisation hydrogéologiques d'une tourbière ombrotrophe. Dans : *B.M.W. Carroll*, Ministère des ressources naturelles et de l'énergie de Nouveau-Brunswick (Ed), Information Circular 2001-1, pp. 7-8.
- Castonguay, S. (2002) Compilation géologique du Transect Québec-Chaudière: Les Ponts Géologiques de L'Est du Canada Transect 2. Dans : *Projet CARTNAT de l'avant-pays appalachien et de la plate-forme du Saint-Laurent : Atelier de Recherche 2002, Recueil de résumés*. Commission géologique du Canada, Dossier Public 4313.
- Castonguay, S. et Dietrich, J. (2002). Application of reprocessed vintage seismic reflection lines for an improved subsurface imagery of the Laurentian margin architecture: Southern Quebec Appalachians. *GSA-Northeastern Section annual meeting*.
- Castonguay, S., Dietrich, J., Morin, C. et Laliberté, J.-Y. (2001). Nouveau regard sur l'architecture de la plate-forme du Saint-Laurent et des Appalaches du Québec : retraitement des profils de sismique réflexion 200X. *Séminaire d'information sur la recherche géologique*.
- Chalifoux, S., Michaud, Y., Rivard, C., Chiasson, R., Deblonde, C. et Boudreau, S. (2002) RADARSAT-1 and Landsat contribution for the sustainable management of groundwater resources. Dans : *ME 2001-2*, pp. 34.
- Chi, G., Lavoie, D. et Bertrand, R. (2001). Petroleum inclusions entrapped in diagenetic minerals in Paleozoic basins in eastern Canada - implications for hydrocarbon exploration. Dans : *GAC/MAC Annual Meeting, St. John's, Program with abstracts*, pp. 25.
- Conohan, D., Pupek, D.A., Bourque, E. et Michaud, Y. (2002). A compilation and preliminary assessment of groundwater hydrogeochemical data from Carboniferous bedrock aquifers. *Atlantic Geosciences Society*, February 2002.
- Corriveau, L., Brouillette, P., van Breemen, O., Nadeau, L., Bonnet, A.-L. et Scherrer, G. (2002). *L'extension orientale du Groupe de Wakeham, ses volcaniques, les granitoïdes environnants et un socle potentiel, les gneiss à plis polyphasés*. Atelier projet TGI Grenville Est, Janvier.
- Corriveau, L. et Nadeau, L. (2001). Mesoproterozoic pyroclastic volcanism in two extensions of the Wakeham Group among granite and granitic gneiss, eastern Grenville Province, Québec. Dans : *Programme et Résumés*, 26: pp. 30.
- Corriveau, L., Nadeau, L., Brouillette, P., van Breemen, O., Bonnet, A.-L. et Scherrer, G. (2001). *Extension orientale du Groupe de Wakeham et l'intrusion litée troctolitique de Musquaro*. Ministère des Ressources naturelles du Québec, DV 2001-08, pp. 51.
- Dietrich, J., Castonguay, S., Morin, C. et Laliberté, J.-Y. (2001). Reprocessing and structural reinterpretation of MRNQ seismic data, St. Lawrence Lowlands and southern Quebec Appalachians. *GAC-MAC (Réunion annuelle), St-Johns*.
- Lamontagne, M., Harris, J.R., Keating, P., Toutin, T. et Nadeau, L. (2002). Characterizing potentially seismogenic faults in the Quebec City – Charlevoix – Saguenay region. Dans : *Projet CARTNAT de l'avant-pays appalachien et de la plate-forme du Saint-Laurent : Atelier de Recherche 2002, Recueil de résumés*. Commission géologique du Canada, Dossier Public 4313.

- Lauzière, K., Boisvert, É., Morin, A. et Lavoie, D. (2002). Naviguer sur les pages du site Web des ponts géologiques. Dans : *Projet CARTNAT de l'avant-pays appalachien et de la plate-forme du Saint-Laurent : Atelier de Recherche 2002, Recueil de résumés*. Commission géologique du Canada, Dossier Public 4313.
- Lavoie, D. (2002). Activités 2001-2002, Projet des Ponts Géologiques de l'Est du Canada : Un sommaire. Dans : *Projet CARTNAT de l'avant-pays appalachien et de la plate-forme du Saint-Laurent : Atelier de Recherche 2002, Recueil de résumés*. Commission géologique du Canada, Dossier Public 4314.
- Lavoie, D. (2002). Schéma stratigraphique régional pour le Cambro-Ordovicien de la marge continentale de Laurentia : de la plate-forme à la pente profonde. Dans : *Projet CARTNAT de l'avant-pays appalachien et de la plate-forme du Saint-Laurent : Atelier de Recherche 2002, Recueil de résumés*. Commission géologique du Canada, Dossier Public 4313.
- Lavoie, D. et Asselin, E. (2002). Le bassin successeur du sud du Québec : nouveaux âges et implications de l'extension Silurienne pour sa formation. Dans : *Projet CARTNAT de l'avant-pays appalachien et de la plate-forme du Saint-Laurent : Atelier de Recherche 2002, Recueil de résumés*. Commission géologique du Canada, Dossier Public 4313.
- Lavoie, D., Bourque, P.-A., Salad-Hersi, O., Morin, C. et Samson, C. (2001). The Cambrian carbonate platform in the Quebec Reentrant: A not so «passive» margin after all. Dans : *GAC/AMC Annual Joint Meeting, St-John's, Program with abstracts*, pp. 83.
- Michaud, Y., Deblonde, C., Bourque, E., Marion, J., Julien, H.P., Parent, M., Castonguay, S., Chi, G., Boisvert, É. et Paradis, S.J. (2001). Dans : *Maritimes Groundwater Initiative : Groundwater Resources Assessment in the Carboniferous Basin*. New Brunswick Department of Natural Resources and Energy, pp.30-40.
- Michaud, Y., Stapinsky, M., Deblonde, C., Morin, R.H., Boisvert, V., Carrier, C., Thériault, T., Conohan, D., Hulsman, B., Bourque, E., Marion, J., Julien, H.P., Parent, M., Castonguay, S., Chi, G., Butler, K.E., Boisvert, É. et Paradis, S.J. (2001). Maritimes Groundwater Initiative : Groundwater Resources Assessment in the Carboniferous Basin. Dans : *Mining Matters for Nova-Scotia 2001*, D.R. MacDonald (Ed), Nova-Scotia Department of Natural Resources, vol. ME 2001-2, pp.34.
- Nadeau, L. et Brouillette, P. (2001). The Montauban Group: A testimony of the Early mesoproterozoic oceanic volcanism along the Laurentian margin. *Abstracts with Programs*.
- Nadeau, L. et James, D. (2001). Preliminary note on the lithogeochemistry and petrogenesis of intrusives rock suites from the Lac Brûlé region (NTS map area 13D), Grenville Province, Labrador. *Newfoundland Open House and CIM meeting*.
- Parent, M., Beaumier, M. et Paradis, S.J. (2001). Dynamique glaciaire polyphasée et prospection pour le diamant dans les régions du lac Anuc (34 O), du lac Vernon (34 J) et du lac Bienville (33 P), nord du Québec. Dans : *Séminaire d'information sur la recherche géologique, 2000: Résumé et diaporamas*. MRNQ, DV-2001-08, pp. 24
- Parent, M. et Paradis, S.J. (2001). *The Tomohub Transect - Reconstructing ice-flow dynamics and glacial dispersal patterns in the eastern Laurentide Ice Sheet along the 59<sup>th</sup> parallel*.
- Parent, M., Paradis, S.J. et Beaumier, M. (2001). Dynamique glaciaire et dispersion glacio-sédimentaire dans la région du lac Vernon (34 J), nord du Québec. *Géologie Québec*, Manuscrit Brut, vol. 2001-01.

- Parent, M., Paradis, S.J. et Beaumier, M. (2001). Dynamique glaciaire polyphasée et prospection glacio-sédimentaire et géochimique dans les régions du lac Anuc (34 O) et Vernon (34 J), Grand-Nord québécois. Dans : *MRNQ, Séminaire d'information sur la recherche géologique, Programme et résumés*. DV 2001-08, pp. 44.
- Ross, M. et Parent, M. (2002). Subsurface stratigraphy and architecture of Quaternary sediments and bedrock topography in the St. Lawrence Lowlands, west of Montréal. Dans : *Projet CARTNAT de l'avant-pays appalachien et de la plate-forme du Saint-Laurent : Atelier de Recherche 2002, Recueil de résumés*. Commission géologique du Canada, Dossier Public 4314.
- Salad-Hersi, O. et Lavoie, D. (2001). A Potsdam - Beekmantown subaerial unconformity and its expression into the deeper parts of the basin : Early Ordovician, southwestern Quebec. Dans : *GAC/MAC Annual Meeting, St. John's, Program with abstracts*, pp. 130.
- Samson, C., Bourque, P.-A. et Lavoie, D. (2002). Reconstruction of the Cambrian-early Ordovician carbonate shelf along Laurentia : significance of the Lévis conglomerate, Québec Appalachians. Dans : *Projet CARTNAT de l'avant-pays appalachien et de la plate-forme du Saint-Laurent : Atelier de Recherche 2002, Recueil de résumés*. Commission géologique du Canada, Dossier Public 4314.
- Savard, M.M. (2001). *Revue générale du projet AFSEQ pour l'année 2000-2001*. Présentation aux membres de la CGC, Lachute.
- Savard, M.M. (2002). *The impact of anthropogenic emissions of pollutants in the environment of a point source - A perspective using H, C and Pb Isotope Ratios in tree rings*. University of Western Ontario, Mars.
- Savard, M.M., Bégin, C. et Parent, M. (2001). A high resolution historical perspective on anthropogenic accumulation of metals in the environment using H, C and Pb isotopic dendrogeochemistry. Dans : *International Conference on Biogeochemistry of trace elements (ICOBTE), Conference Proceedings*, pp. 304.
- Savard, M.M., Bégin, C., Parent, M. et Marion, J. (2001). A geoscientific historical perspective on toxic substances in the mining district of Rouyn-Noranda. *Toxic Substances Research Initiative, Regional Conference*, Montréal, Novembre.
- Savard, M.M., Bégin, C., Parent, M., Marion, J., Smirnov, A., Hou, X. et Sharp, Z. (2002). A High Resolution Historical Perspective on Environmental Changes related to the Horne Smelter - DINAMITE. Dans : *Program with abstracts*, pp. 9.
- Savard, M.M., Bégin, C., Parent, M. et Sharp, Z. (2001). Discrimination between natural and anthropogenic sources of metals in the environment using high resolution H, C and Pb Isotopic Dendrogeochemistry. Dans : *International Symposium on Applied Isotope Geochemistry, Program with abstracts*, Pacific Grove California, É.-U., pp.83-85.
- Van Breemen, O. et Corriveau, L. (2001). *1.5 Ga Pyroclastic volcanism in the Wakeham Group, eastern Grenville Province, Quebec*. 33/6 : A-89.

*Statistiques des publications et communications  
de l'INRS-ETE pour l'année 2001-2002*

Rapport annuel	1
Articles publiés dans des revues scientifiques	39
Brevets	1
Communications ou publications avec arbitrage	49
Communications ou publications sans arbitrage	73
Livres ou ouvrages collectifs	2
Rapports de recherche	38
Cartes	2
Thèses de doctorat et mémoires de maîtrise	20
Mémoires de stage	16
<b>TOTAL</b>	<b>241</b>



## 6 SÉMINAIRES ET COLLOQUES

---

En 2001-2002, les professeurs Yvon Héroux 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.

**A. BRANDELIK**, Institut de recherche en météorologie et climatologie de Karlsruhe, Allemagne.

Innovative *in-situ* snow parameters sensing system allowing accurate remotely sensed data calibration for improved forecasting of Hydro Power.  
12 septembre 2001.

**S. BELTAOS**, NHRI, Burlington, Ontario.  
Étude des effets de la glace en rivières.  
21 septembre 2001.

**M. SORIN**, Laboratoire de recherche en diversification énergétique de CANMET.  
Réduction de la production d'effluents industriels par utilisation de la technique d'intégration de procédés.  
28 septembre 2001.

**J.-F. WILHELMY**, COREM.  
La minéralogie des procédés chez COREM.  
16 novembre 2001.

**M. TIMPERLEY**, National Institute of Water and Atmospheric Research, Auckland, New-Zealand.  
Chemical contaminants in urban aquatic ecosystems.  
21 novembre 2001.

**R. GAUDREAU**, Ministère des ressources naturelles.  
Impact de la nouvelle loi sur les mines, sur le travail du géologue d'exploration.  
30 novembre 2001.

**J. BÉDARD**, CGC-Québec.  
Les chambres magmatiques mafiques, processus évolutifs dans les cumulats.  
7 décembre 2001.

**C.P. FERRARI**, Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement du C.N.R.S., Grenoble, France.  
Spéciation du mercure dans le nuage et dans les précipitations neigeuses.  
14 décembre 2001.

**J. POTVIN**, Ministère des transports du Québec.  
Un nouvel éclairage sur la coulée argileuse de Saint-Jean Vianney.  
14 décembre 2001.

**C. HÉBERT**, Ministère des ressources naturelles du Québec.  
Mise en place de la Suite anorthositique du Lac St-Jean, Province de Grenville.  
18 janvier 2002.

**N. CLAUER**, Centre de géochimie de la Surface, CNRS - Université Louis-Pasteur, Strasbourg.  
Géochimie isotopique du plomb : un outil de traçage de processus anthropiques et naturels.  
23 janvier 2002.

**N. GOULET**, Université du Québec à Montréal.  
Relations structurales entre les ceintures de l'Ungava et du Nouveau-Québec.  
25 janvier 2002.

**G. LEFEBVRE**, Université de Sherbrooke, Génie civil.  
Consolidation des argiles molles par électro-osmose.  
1<sup>er</sup> février 2002.

- Y. NASSIRI**, Université de Nantes.  
Rôle des lysosomes et autres vésicules dans le stockage et la détoxification des éléments métalliques chez quelques organismes aquatiques.  
6 février 2002.
- P. LAROUCHE**, Institut Maurice-Lamontagne.  
La télédétection océanique : estimation de la variabilité des champs de phytoplancton dans la polynie Northwater.  
8 février 2002.
- P. RISSMANN**, Géologie Québec.  
Les systèmes géoscientifiques québécois et leur évolution.  
8 février 2002.
- S. SAUVÉ**, Département de chimie, Université de Montréal.  
Relier la spéciation et la biodisponibilité des éléments traces dans les sols contaminés.  
15 février 2002.
- L. HULBERT**, Geological Survey of Canada, Howard Street Robinson Lecturer for 2001-2002.  
Magmatic platinum group element environments in Canada : present and future exploration target areas.  
21 février 2002.
- C. DEMERS**, Hydro-Québec, Montréal.  
Synthèse des connaissances environnementales acquises par Hydro-Québec en milieu nordique de 1970 à 2000.  
22 février 2002.
- J. BEAULIEU**, département CGM – Géologie, École polytechnique.  
Uniformisation de la nomenclature des faciès pétrographiques utilisés dans l'attribution de l'IPPG.  
1<sup>er</sup> mars 2002.
- D. KIRKWOOD**, GIRGAB - Université Laval.  
Développement d'une ceinture de chevauchement dans la zone externe acadienne en Gaspésie et implications pour l'exploration pétrolière.  
22 mars 2002.
- M. RHÉAULT**, MIR télédétection.  
La télédétection : revue et utilité de l'information dérivée en exploration minérale.  
27 mars 2002.
- G. BEAUDOIN**, MÉDEF - Université Laval.  
Le rôle des failles crustales dans les champs filoniens sous pression lithostatique.  
5 avril 2002.
- R. DAIGNEAULT**, UQAM.  
Une faille transformante dans la Sous-province de l'Abitibi ?  
12 avril 2002.
- P. FRANCUS**.  
Image analysis, sediments and paleoenvironments.  
19 avril 2002.
- M. CHAPDELAINÉ**, Virginia.  
Derniers résultats concernant l'exploration des indices Cu-Ni-EGP dans la région du lac Gayot, Grand-Nord.  
26 avril 2002.

## 7 SERVICES

---

### **Administration**

L'année 2001-2002 a été marquée par le regroupement des centres Eau et Géorressources. Nous avons consacré beaucoup d'énergie à harmoniser les règles et procédures administratives et à diffuser l'information pertinente.

Dans un premier temps, un comité a été formé afin d'étudier les besoins en ressources humaines. Le fonctionnement du service de l'administration a été revu en profondeur, ce qui a eu pour effet la formation d'une nouvelle équipe. De plus, afin de répondre aux besoins des équipes de recherche installées dans des locaux différents, nous avons convenu d'un partage du temps de certains membres de l'équipe administrative entre les deux bureaux.

En ce qui a trait à la gestion financière, nous avons fonctionné avec deux budgets distincts, ce qui a demandé une attention spéciale et un contrôle serré des revenus et dépenses. Nous avons poursuivi nos efforts quant aux recouvrements des comptes à recevoir et nos objectifs ont été atteints.

Nous sommes conscients que le regroupement des deux centres a demandé une adaptation à tout le personnel, mais nous avons fait l'impossible pour continuer à fournir toute l'aide nécessaire aux équipes de recherche en évitant, dans la mesure du possible, tous les irritants qu'entraîne inévitablement ce genre d'opération.

### **Documentation**

Depuis l'été 2001, nous avons consolidé le regroupement des services documentaires de l'INRS en renforçant la gamme des produits offerts via notre portail *sdis.inrs.uqubec.ca*. Aux bases de données et aux journaux électroniques déjà présents, nous avons ajouté, en cours d'année, l'intégrale de *Kluwer Academic Publishing* (plus de 700 titres). Nous avons également renforcé nos échanges intersites dans les domaines de la fourniture de documents, des prestations de services bibliographiques, du

support technologique et des services techniques.

Nous avons également été choisis, par l'Université du Québec, comme premier site d'implantation du module Catalogage 1.0 du projet Manitou, une expérience rendue possible grâce à la coopération et la concertation des différents intervenants. Pendant l'été et l'automne 2001, nous avons ainsi mené de nombreux tests et collaboré étroitement avec l'équipe de développement de l'UQAM. En plus de nécessiter l'acquisition d'expertises nouvelles et diversifiées ainsi que la mise à niveau de certains éléments de notre parc informatique, cette expérience nous aura permis de mettre de l'avant certaines idées aujourd'hui adoptées par l'ensemble des bibliothèques du réseau UQ, tel le forum de support cataluq. Enfin, tout comme par les années passées, le service de la documentation a apporté un concours actif aux activités académiques des chercheurs du centre : organisations de colloques, publications électroniques, support technique et distribution de la Revue des sciences de l'eau, recrutement étudiant, etc.

### **Informatique**

Le Service informatique a pour mandat la gestion des télécommunications du Centre ainsi que le support informatique et bureautique auprès des équipes de recherche, des étudiants et des services à la recherche.

Il 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 plateformes informatiques communes, la gestion et le support du laboratoire informatique des étudiants et 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.

L'équipe informatique comprend quatre membres réguliers et, ponctuellement, des stagiaires. Le responsable s'occupe, entre autres, de la gestion des télécommunications et de l'implantation de la base de données; un analyste en informatique est responsable des serveurs NT et UNIX, de la gestion et du support du courrier électronique, des stations UNIX et des plate-formes NT du sous-réseau des étudiants. Deux techniciens sont responsables du support informatique et bureautique auprès des services du Centre et des chercheurs. Enfin, une agente de secrétariat assure le lien entre les usagers et le service au niveau des demandes, gère l'accès aux photocopieurs et aux télécopieurs et participe au soutien de la base de données du Centre. Deux stagiaires ont participé au cours de l'été au développement de projets.

Au bilan des réalisations, en plus des tâches habituelles visant à garder à jour et fonctionnels les postes de travail, les téléphones, les photocopieurs, les serveurs et l'infrastructure réseau pour 300 personnes, signalons les points suivants : i) en télécommunications, la mise en place d'un lien de fibre optique entre les quatre secteurs du complexe scientifique et la mise en service du réseau micro-ondes haute vitesse entre le complexe scientifique et l'usine pilote du parc industriel Colbert (11Mbs) et entre l'édifice du carrefour Molson et l'édifice Bois-Fontaine (54 Mbs); ii) en réseautique, le passage du personnel, des étudiants et des chercheurs du réseau de la Commission géologique du Canada au réseau de l'Université du Québec; et iii) en informatique, l'installation d'un laboratoire informatique pour les étudiants à l'édifice Bois-Fontaine. Le service a aussi débuté l'étude et la mise en place d'actions nécessaires pour améliorer la robustesse et la sécurité des différents réseaux informatiques.

## **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 à ces dernières un soutien matériel et technique, un environnement sécuritaire et un encadrement permanent.

L'année qui vient de se terminer a permis de concrétiser la fusion des laboratoires des anciens INRS-Eau et INRS-Géorressources. Cette fusion nous permet maintenant d'offrir dans le même centre une quantité importante de services de laboratoire dans des domaines très variés (eau, environnement, géologie, assainissement, etc.).

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.

Un agent technique de recherche voit à l'achat, l'installation, l'entretien et la répartition des appareils et du matériel de laboratoire. Il assure aussi le suivi des commandes et participe à l'aménagement des locaux et à la construction de montages.

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.



## 8 RAPPORT FINANCIER

---

### REVENUS ET DÉPENSES DU FONDS DE FONCTIONNEMENT (x 1000 \$)

Pour l'exercice terminé le 31 mai 2002

<b>REVENUS</b>		
Total des revenus institutionnels		6897
Autres revenus		1094
Subventions de recherche		
CRSNG	1719	
FCAR	251	
Autres sources	1934	
Total des subventions		3905
Contrats de recherche		4225
<b>TOTAL DES REVENUS</b>		<b>16120</b>
<b>DÉPENSES</b>		
Recherche et enseignement		10859
Soutien à la recherche et à l'enseignement		
Frais généraux d'administration	934	
Documentation et édition	302	
Direction du Centre	261	
Informatique	264	
Laboratoire	548	
Terrains et bâtiment	1792	
Total du soutien à la recherche et à l'enseignement		4101
<b>TOTAL DES DÉPENSES</b>		<b>14960</b>
<b>SURPLUS (DÉFICIT)</b>		<b>1160</b>

## DÉPENSES PAR FONCTION UNIVERSITAIRE (x1000 \$)

Pour l'exercice terminé le 31 mai 2002

	Salaires, avantages sociaux et bourses	Frais de terrains, voyages, fournitures et matériel	Services professionnels, contractuels et publics; loyer	TOTAL
Recherche & F-3	3385	46	73	3504
enseignement F-4	3096	985	3273	7355
Frais généraux d'administration	561	199	174	934
Documentation et édition	214	88	1	302
Direction du Centre	253	5	3	261
Informatique	228	3	34	264
Laboratoires	478	49	21	548
Terrains et bâtiments	0	0	1792	1792
<b>TOTAL</b>	<b>8215</b>	<b>1376</b>	<b>5370</b>	<b>14960</b>

## Dépenses par fonction universitaire

