



“Rivière Jacques-Cartier, Pont-Rouge, Québec” © Martyne Charbonneau, 2000

## RAPPORT ANNUEL

INRS-EAU  
1999-2000

“Rivière Jacques-Cartier, Pont-Rouge, Québec”  
© Martyne Charbonneau, 2000  
Reproduit avec la permission de la photographe

# TRENTE ET UNIÈME RAPPORT ANNUEL

Institut National de la Recherche Scientifique, INRS-Eau  
2800, rue Einstein  
Case postale 7500  
SAINTE-FOY (Québec), G1V 4C7  
Téléphone: (418) 654-2524  
Télécopieur: (418) 654-2600  
[www.inrs-eau.quebec.ca](http://www.inrs-eau.quebec.ca)

Janvier 2000

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

© INRS-Eau, 2000

# TABLE DES MATIÈRES

1	RAPPORT DU DIRECTEUR	1
2	RESSOURCES HUMAINES	7
3	ENSEIGNEMENT	11
	Maîtrise en sciences de l'eau	11
	Doctorat en sciences de l'eau	13
4	RECHERCHE	15
	AMYOT, Marc	15
	AUCLAIR, Jean-Christian	17
	BANTON, Olivier	18
	BERNIER, Monique	20
	BLAIS, Jean-François	22
	BOBÉE, Bernard	26
	CAMPBELL, Peter G.C.	30
	CLUIS, Daniel	33
	FORTIN, Jean-Pierre	36
	GRATTON, Yves	38
	HARE, Landis	39
	LAFRANCE, Pierre	40
	LECLERC, Michel	41
	MORIN, Guy	44
	OUARDA, Taha B.M.J.	45
	SASSEVILLE, Jean-Louis	48
	SECRETAN, Yves	49
	TESSIER, André	49
	TYAGI, R.D.	51
	VILLENEUVE, Jean-Pierre	52
5	PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS	57
	Articles publiés dans les revues scientifiques	57
	Communications ou publications avec arbitrage	60
	Communications ou publications sans arbitrage	66
	Rapports de recherche	68
	Rapport interne	69
	Livre ou ouvrage collectif	69
	Thèses de doctorat et mémoires de maîtrise	69
	Statistiques des publications et communications des membres de l'INRS-Eau publiées durant l'année 1998-1999	70
6	SÉMINAIRES ET COLLOQUES	71
7	SERVICES	73
	Administration	73
	Documentation	73
	Informatique	73
	Laboratoires	74
8	RAPPORT FINANCIER	77



# 1 RAPPORT DU DIRECTEUR

---

## **Faits saillants**

Créé le 12 janvier 1970, le Centre fêtait au cours de cette année 1999-2000 son trentième anniversaire d'existence. Trente années de réalisations et d'activités scientifiques de haut niveau, c'est l'occasion de se réjouir et l'occasion aussi de faire le bilan. Il faut se réjouir d'avoir réussi ensemble à partir d'une idée et d'une certaine volonté politique à mettre sur pied, à développer et à assurer la pérennité d'un regroupement de scientifiques en sciences de l'eau et de l'environnement. Il faut se réjouir d'avoir réussi, malgré les embûches et les contestations externes, à démontrer et à faire valoir l'importance et l'utilité de nos réalisations. Il faut se réjouir d'avoir réussi avant beaucoup d'autres à développer un esprit commun d'entrepreneur scientifique dans le respect de la liberté académique et de l'autonomie des professeurs-chercheurs. Il faut se réjouir d'avoir su ensemble s'assurer de l'imputabilité individuelle de nos activités et d'avoir accepté d'en assumer individuellement la pleine responsabilité financière. Il faut se réjouir enfin de l'importance du résultat global des activités du Centre.

En effet, au cours de ces trente années, les professeurs, les chercheurs et les étudiants du Centre ont participé à la réalisation en moyenne par année de 39 projets de recherche en hydrologie, de 26 en biogéochimie et de 26 en assainissement. Au cours de ces trente années, la réalisation de l'ensemble des activités du Centre ont nécessité 500 années-professeurs, 610 années-chercheurs, 286 années-techniciens et 253 années-personnel de bureau. Au cours de la même période, 1408 années-étudiants et 130 années-stagiaires ont été utilisées dans le cadre de la formation. Ces activités reliées à la recherche et à l'enseignement ont donné lieu à plus de 3016 publications dont 787 sont des publications dans des revues scientifiques avec comité de lecture, 575 des rapports de recherche et 257 des thèses d'étudiants. En ce qui a trait à l'enseignement, nous avons accueilli 130 étudiants au doctorat, 261 étudiants à la maîtrise de recherche, 73 à la maîtrise professionnelle et plus de 520 stagiaires de recherche. Pour

financer leurs activités, les professeurs ont utilisé (en dollars 2000) 48 018 100\$ en subventions de recherche, 38 331 000\$ d'autres sources et 30 871 300\$ en contrats. On se doit de noter que le montant des subventions est constitué de 20 927 300\$ qui ont été obtenus du CRSNG, 19 166 900\$ d'autres sources et 7 924 000\$ du FCAR. En ce qui a trait au financement du fonctionnement du Centre, 72 231 400\$ ont été obtenus du MEQ. On constate donc qu'au cours de cette période, 53 % des dépenses de fonctionnement du Centre ont été financées par des revenus externes. Ces quelques chiffres dressent un bilan rapide et éloquent de l'ensemble des activités du Centre au cours de ces trente dernières années.

La façon dont nous, de l'INRS-Eau, avons fait la science depuis 30 ans, a fait école. En effet, on retrouve plusieurs regroupements qui, en 1999, ont des approches de fonctionnement apparentées aux nôtres (regroupement autour d'une problématique, approches multidisciplinaires, recherches orientées vers la solution de problèmes, transfert des résultats de recherches vers les utilisateurs, autofinancement des activités de recherche, partenariats université-industrie-utilisateurs). Il est donc réconfortant de constater que notre vision des années soixante-dix, et son évolution au cours des dernières trente années, était la bonne. Enfin, si ce sens du devenir et du futur qui a toujours caractérisé le Centre est cultivé et maintenu, les professeurs-chercheurs en sciences de l'eau et de l'environnement et leur équipe ont un bel avenir devant eux.

La mise sur pied du Centre, son développement et ses réalisations, on doit en donner le crédit à tous ceux à l'interne comme à l'externe qui, dans le passé, n'ont pas ménagé leurs efforts et leur dévouement à la cause de l'INRS-Eau et à tous ceux qui encore aujourd'hui nous appuient et nous aident à faire de cette entreprise scientifique une réussite.

Avant de passer au bilan de l'année 1999-2000, il est pertinent de souhaiter à cette équipe de chercheurs en sciences de l'eau et de l'environnement un autre merveilleux

30 ans d'activités remplies de créativité et d'innovation.

En 1999-2000, les activités d'enseignement se sont poursuivies au même rythme que l'année dernière. Cependant, on doit noter encore un ralentissement de l'activité de recherche en raison des difficultés financières liées au sous-financement de l'infrastructure du Centre. Encore cette année, c'est l'effort conjugué de tous les membres du Centre qui nous a permis d'atteindre nos objectifs de formation et de recherche, tout en maintenant un équilibre financier précaire. Nous avons tout mis en œuvre pour que le Centre continue d'être scientifiquement reconnu comme un pôle international en sciences de l'eau 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: *Les métaux dans l'environnement et Réactions d'oxydoréduction du Hg dans les eaux naturelles (Redox transformations of Hg in natural waters)* (**Marc Amyot**); *Procédé combiné de lixiviation et adsorption des métaux toxiques pour la décontamination des cendres volantes d'incinérateurs de déchets municipaux* et *Étude pilote du procédé MÉTIX pour l'enlèvement des odeurs et des métaux dans la chaîne de production des granules de boues de la station d'épuration de la CUM en vue de leur valorisation* (**Jean-François Blais**); *Utilisation de l'information et paléhydrologique pour l'estimation des crues extrêmes* et *Prévisions à court et moyen termes des apports hydrologiques* (**Bernard Bobée**); *Regroupement des sols selon leur vulnérabilité aux pertes en phosphore* (**Daniel Cluis**); *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* (**Jean-Pierre Fortin**); *Développement de solutions techniques novatrices pour les risques de dommages aux infrastructures municipales dus aux embâcles de la rivière Montmorency* (**Michel Leclerc**); *Validation de la technique*

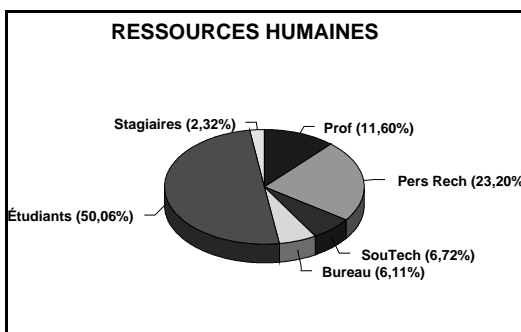
*DGT pour mesurer le cadmium et le plomb (Validation of the diffusion gradient in thin-film (DGT) technique for assessment of cadmium and lead)* (**André Tessier**); *Développement du cadre d'application de GIBSI pour le calcul d'objectifs environnementaux de rejet diffus en milieu agricole* (**Jean-Pierre 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 et Assainissement). Nous avons poursuivi la démarche d'évaluation périodique de la programmation scientifique du Centre. Au total, plus de 108 projets de recherche étaient en cours cette année dont, entre autres, les suivants: *Développement d'un outil intégré de cartographie automatique de la vulnérabilité des eaux souterraines à l'échelle régionale* et *Développement d'outils pour la gestion intégrée des usages de la ressource eau souterraine et leur application à la région hydrogéologique de Lachute* (**Olivier Banton**); *Méthode opérationnelle d'estimation de l'équivalent en eau de la neige par imagerie Radarsat pour la gestion des réservoirs du complexe de la Grande Rivière* (**Monique Bernier**); *Détection et classification des milieux humides à partir des images Radarsat-1* (**Monique Bernier**); *Estimation ponctuelle et régionale des caractéristiques extrêmes en hydrologie* (**Bernard Bobée**); *Métallothionéine comme outil pour déceler des effets délétères provoqués par les métaux toxiques chez les organismes aquatiques*; *évaluation sur le terrain chez des organismes sentinelles indigènes* (**Peter G.C. Campbell**); *Modélisation hydrodynamique opérationnelle du fleuve Saint-Laurent entre Cornwall et Trois-Rivières* (**Michel Leclerc**); *Vecteurs des métaux traces pour les organismes benthiques en milieu naturel* (**André Tessier**); *Le processus de bioconversion de boues en un produit à haute valeur ajoutée* (**Rajeshwar D. Tyagi**); *Gestion intégrée de l'eau par bassin versant* et *Développement d'outils de simulation du fonctionnement des réseaux en temps de pluie* et *Technologies de l'eau et de l'environnement* (**Jean-Pierre Villeneuve**).



Au cours de l'année, ces activités de recherche se sont traduites par 61 publications avec comité de lecture, 103 communications et 19 rapports de recherche.

Pour réaliser ces activités, le Centre comptait sur 19 professeurs, 28 chercheurs, 11 techniciens de recherche, 10 employés de bureau, 82 étudiants et 15 (3,7 STC) stagiaires. (Figure 1).

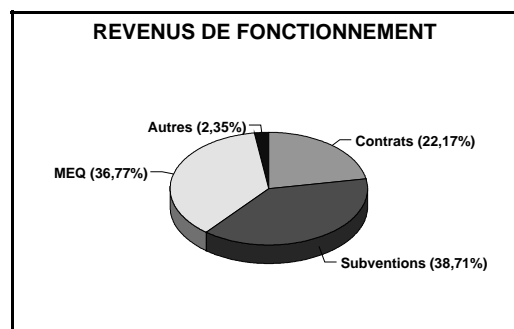


**Figure 1**

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 étudiants postdoctoraux, 38 étudiants au doctorat, 44 à la maîtrise et 15 stagiaires de recherche. De ce nombre, 5 étaient nouvellement inscrits à la maîtrise de recherche et 5 au doctorat. Le programme de maîtrise professionnelle a accueilli 17 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. Les étudiants ont réalisé 2 mémoires de recherche et 3 thèses.

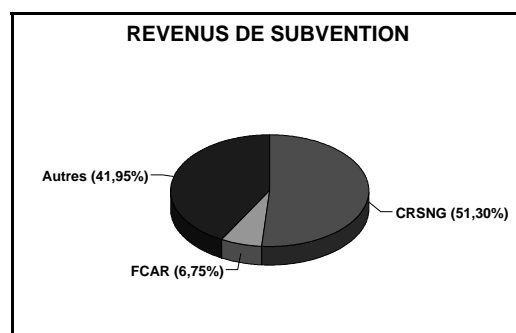
Les chercheurs de l'INRS-Eau ont été impliqués au cours de l'année dans plus de 23 ententes de partenariat et de coopération à travers le monde.

Cette année 1999-2000 a encore été dominée par la problématique de l'autofinancement des activités de recherche. Les revenus extérieurs dépensés ont totalisé près de 4 060 000\$. Ces sommes sont équivalentes à 62 % des dépenses de fonctionnement du Centre (Figure 2). Ces revenus extérieurs



**Figure 2**

sont constitués, entre autres, de subventions pour un montant de 2 415 000\$ et de contrats de recherche pour un montant 1 383 000\$. Les principaux organismes subventionnaires qui nous ont soutenus sont le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG), 1 239 000\$; le fonds pour la Formation de chercheurs et l'aide à la recherche (FCAR), 163 000\$; l'Association des universités et collèges du Canada (AUCC) 146 000\$; le ministère de l'Environnement du Québec, 124 548\$; (Figure 3). Les contrats de



**Figure 3**

recherche viennent de différentes sources; notons entre autres: Hydro-Québec, 345 058\$; le ministère de l'Environnement du Canada, 162 256\$; et la Société d'électrolyse et de chimie Alcan Itée, 59 000 \$.

Nous devons souligner l'implication et les efforts déployés par les professeurs pour défrayer une part importante des frais indirects de la recherche. Cet effort des professeurs a permis au Centre de respecter encore cette année ses engagements budgétaires. Compte tenu du contexte

économique très difficile où se retrouvent la recherche et le développement scientifique, cet effort est particulièrement significatif. D'autant plus que le sous-financement systématique de l'infrastructure de base du Centre s'est encore amplifié. Cette charge supplémentaire s'est traduite par de nouvelles contraintes financières imposées aux activités de recherche. Il est aussi devenu de plus en plus difficile d'atteindre l'équilibre budgétaire en comptant sur une plus grande entrée de fonds externes. En effet, là aussi la rareté s'est installée, particulièrement auprès des organismes subventionnaires qui sont soumis, eux aussi, aux restrictions financières tout en devant répondre à un plus grand nombre de demandes. En plus d'une concurrence de plus en plus grande entre les chercheurs, cette augmentation des demandes se traduit par une diminution en valeur réelle du financement et par une diminution du nombre relatif de subventionnés.

La coopération scientifique France-Québec a permis de poursuivre l'entente intervenue entre l'INRS-Eau 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 FCAR. Le service de documentation de l'INRS-Eau 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 à souhaiter qu'aux autres aussi il apparaisse impératif de regrouper les chercheurs et nous espérons tous que les démarches en cours, afin de doter l'INRS-Eau de locaux adéquats, se réalisent.

## Recherche

L'INRS-Eau 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 et de l'environnement. Cons-

cient 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 trois grands programmes:

**Hydrologie:** Les recherches poursuivies dans ce programme concernent la compréhension, la modélisation et la simulation des écoulements et des transports de l'eau et de ses solutés. Ce programme regroupe les activités de recherche et de développement sur les méthodes d'analyse statistique, d'analyse numérique, de modélisation, de télédétection et de géomatique, appliquées aux écoulements. 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. 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. Des travaux de recherche portent aussi sur la problématique du vieillissement des infrastructures d'eau au Québec.

**Biogéochimie:** Les recherches dans ce programme visent la compréhension et la modélisation des réactions (géo)chimiques et microbiologiques auxquelles sont soumises les substances polluantes (métaux toxiques, pesticides, azote, soufre) dans un bassin versant. Elles visent également l'identification des facteurs biologiques clés qui affectent la bioaccumulation de ces substances 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.

**Assainissement:** 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, des liens interprogrammes importants ont cours. 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

Nous avons poursuivi nos efforts de recherche vers la solution des problèmes qui touchent la protection de notre environnement et une utilisation rationnelle des ressources en eau. Nous avons formé des chercheurs et des spécialistes en sciences de l'eau et de l'environnement. 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. Enfin, sur le plan financier, malgré le sous-financement inacceptable de l'infrastructure du Centre, nos objectifs budgétaires ont été respectés grâce notamment aux efforts soutenus des professeurs. Nous sommes convaincus aussi que les autorités compétentes réaliseront l'importance et la pertinence de nos activités en sciences de l'eau et qu'ainsi, ils pourront nous aider à trouver les moyens pour assurer un financement convenable à nos infrastructures.

Le directeur du centre INRS-Eau,



Jean-Pierre VILLENEUVE



## 2 RESSOURCES HUMAINES

---

### ***DIRECTION***

Jean-Pierre VILLENEUVE

#### ***Secrétariat***

Isabelle ST-JACQUES

### ***RECHERCHE ET ENSEIGNEMENT***

#### ***Corps professoral***

Marc AMYOT  
Jean-Christian AUCLAIR  
Olivier BANTON  
Monique BERNIER  
Jean-François BLAIS  
Bernard BOBÉE  
Peter G.C. CAMPBELL  
Daniel CLUIS  
Yves GRATTON  
Landis HARE  
Marius LACHANCE  
Pierre LAFRANCE  
Michel LECLERC  
Taha B.M.J. OUARDA  
Jean-Louis SASSEVILLE  
Yves SECRETAN  
André TESSIER  
Rajeshwar D. TYAGI  
Jean-Pierre VILLENEUVE

#### ***Professeurs-honoraires***

Jean-Pierre FORTIN  
H. Gérald JONES  
Guy MORIN  
Alain SOUCY

#### ***Professeur émérite***

Michel SLIVITZKY

#### ***Professeurs ou chercheurs invités***

Irène ABI-ZEID, Centre de recherche  
pour la défense de Valcartier  
Lumony M. BANGOY, Firme Ageos Inc.  
Nelson Belzile, Université Laurentienne  
Goze Bertin BÉNIÉ, Univ. de Sherbrooke

Jacques BERNIER, retraité, EDF  
Jacques BUFFLE, Université de Genève  
Georges CAVADIAS, retraité, Université  
McGill  
Bernard CHOCAT, INSA Lyon  
Jean-Pierre DEDIEU, Université Joseph  
Fourier  
Frédéric DELAY, Université de Paris VI  
Jacques DELLEUR, Purdue University  
Josée DUCHESNE, Université Laval  
Lucien DUCKSTEIN, University of Arizona  
Nassir EL-JABI, Université de Moncton  
Vit KLEMEŠ, retraité, Environnement  
Canada  
James R. KRAMER, McMaster University  
Michel LANG, Cemagref  
Pierre LAVALLÉE, ASSEAU inc.  
Marc LAVERDIÈRE, Université Laval  
Yvon MARANDA, Environnement et  
Faune  
Éric MARTIN, Centre national de  
recherches météorologiques  
Michel NOLIN, Agriculture et Agro-  
alimentaire Canada  
Éric PARENT, ENGREF  
Paul PILON, Environnement Canada  
Gilles POREL, Université de Poitiers  
Peter F. RASMUSSEN, University of  
Manitoba  
Jose D. SALAS, Colorado State University  
Régis Réginald SIMARD, Agriculture  
Canada  
Jery R. STEDINGER, Cornell University  
Hau Ta TRUNG, Société d'électrolyse et  
de chimie Alcan Ltée  
José R. VALÉRO, Centre de Foresterie  
des Laurentides  
Norman D. YAN, ministère de l'Environne-  
ment et de l'Énergie (Ontario)

#### ***Chargés de cours***

Gaston ARTEAU, Min. Justice  
Michel BEAULIEU, Min. Env.  
Gilles BRUNET, Min. Env.  
Ernest DE SA, Consultants DESA & Ass.  
Bernard GABOURY, Min. Env.  
Yvon MARANDA, M. Env.  
Luc VALIQUETTE, Min. Env.

---

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

<sup>2</sup> Responsable de service.

**Associés de recherche**

Paulin COULIBALY  
Mourad HENICHE  
Alain MAILHOT  
Alain ROUSSEAU

**Boursiers postdoctoraux**

Alin CÂRSTEANU  
Véronique HIRIART  
Marie LAROCQUE  
Ramata MAGAGI  
Sheng YUE<sup>1</sup>

**Personnel de recherche**

Paul BOUDREAU  
Myriam CHARTIER  
Fabrice DESILES  
Marie-Renée DOYON  
Yves GAUTHIER  
Marc-André GOSSELIN<sup>1</sup>  
Mario HACHÉ  
Guy MERCIER  
Lise RANCOURT  
Michel ROUX  
Alain ROYER  
Richard TURCOTTE  
Sébastien TURGEON<sup>1</sup>

<b>SERVICE À LA RECHERCHE ET À L'ENSEIGNEMENT</b>
---

**Administration**

Fabienne BOUTIN  
Dominique CANTIN  
Jean-Léon DOYON  
**Ginette LÉGARÉ<sup>2</sup>**  
Jacques RAYMOND

**Secrétariat**

Martyne CHARBONNEAU  
Johanne DESROSIERS  
Suzanne DUSSAULT  
Lise RAYMOND  
Diane TREMBLAY

**Laboratoire**

Paul BOISVERT  
Pierre MARCOUX  
Pauline FOURNIER

Michelle GEOFFROY-BORDELEAU

**Stéfane PRÉMONT<sup>2</sup>**

René RODRIGUE  
Sylvie ST-PIERRE

**Documentation**

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

**Informatique**

Claude BLANCHETTE  
Suzana KOVACEVIC<sup>1</sup>  
**Jean LACROIX<sup>2</sup>**  
Alain POIRIER

**Stagiaires**

Marjolaine ARSENEAULT<sup>1</sup>  
Samuel BÉCHARD<sup>1</sup>  
Carl BERTRAND<sup>1</sup>  
Luc BÉRUBÉ<sup>1</sup>  
François BILODEAU<sup>1</sup>  
François BOURGET<sup>1</sup>  
Sandrine COUILLANDEAU<sup>1</sup>  
Corinne CLUIS<sup>1</sup>  
Marie-Ève CÔTÉ<sup>1</sup>  
Mathieu DROUIN<sup>1</sup>  
Guillaume DUFRESNE<sup>1</sup>  
Karine FILIATREAU<sup>1</sup>  
Rébecca FILLION<sup>1</sup>  
Anne GOSSELIN<sup>1</sup>  
Mélanie GUILLOT<sup>1</sup>  
François LAVOIE-GRAVEL<sup>1</sup>  
Mélanie HUART<sup>1</sup>  
Olivier LAPOINTE<sup>1</sup>  
Martin-Pierre LAVIGNE<sup>1</sup>  
Gabrielle MAHEUX<sup>1</sup>  
Isabelle MASSE<sup>1</sup>  
Makoto NAKATSUGAWA<sup>1</sup>  
Renaud PATRY<sup>1</sup>  
Catherine POMARÈS<sup>1</sup>  
Céline PORCHER<sup>1</sup>  
Annie POULIN<sup>1</sup>  
Renée QUIRION<sup>1</sup>  
Anatja SAMOUELIAN<sup>1</sup>  
Marie-Ève TREMBLAY<sup>1</sup>  
Sébastien TREMBLAY  
Leila TRIDI<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> Responsable de service

<sup>3</sup> Boursier ou boursière

Aditi TYAGI<sup>1</sup>  
 Arnaud VONTOBEL<sup>1</sup>  
 Hafsia ZOUHAIR<sup>1</sup>

## COMMUNAUTÉ ÉTUDIANTE

### Étudiants à la maîtrise

Daniel BLAIS  
 Pierrick BLIN  
 Gilles BORDELEAU  
 Marie-Claude BOUCHARD  
 Geneviève BOUCHER  
 Emmanuel BUON  
 Steve CÔTÉ  
 Marc DE SLOOVER  
 Julie DEAULT  
 Mamadou DIARRA  
 Véronique DUBOS  
 Nabil EL ABBOUDI  
 Ali ELBATTAY  
 Isabelle FALARDEAU  
 Jean-François Fiset  
 Céline GALLON  
 Hugo GINGRAS  
 Claude GIRARD  
 Marie-Josée GRAVEL  
 Fatima HAMMY  
 Oumar Housseynou KA<sup>3</sup>  
 Patrick LAFRANCE  
 Catherine LAGACÉ  
 Isabelle LAHAYE  
 Caroline LANDRY  
 Sébastien LAVOIE  
 Danielle LEBLANC  
 Karine LEGAULT  
 N'Deye Marie DIALLO  
 Charles MATHIEU  
 Stéphane MÉVEL  
 Mathieu MORIN  
 Nathalie MORIN  
 Jean-François NOËL  
 Catherine POMARES  
 Steve RENAUD  
 Daniel RIOUX  
 Caroline SANDNER  
 José SARICA  
 Véronique SIMON  
 Adrian Jimenez VILLEGAS<sup>3</sup>

### Étudiants au doctorat

Catalina ALFARO DE LA TORRE<sup>3</sup>  
 Simon BARNABÉ  
 Driss BARRAOUI  
 Faouzi BEN REBAH  
 Samiha BENHAMMANE<sup>3</sup>  
 Marie-Noële CROTEAU<sup>3</sup>  
 Bernard DOYON  
 Marc DUCHEMIN  
 Sophie DUCHESNE  
 Sophie DUFRESNE  
 Kamal EL-HAJI  
 Dany FAUCHER<sup>3</sup>  
 Youssef FILALI-MEKNASSI  
 Claude FORTIN  
 Guillaume FORTIN  
 Éric GAUME  
 Hosni GHEDIRA  
 Anik GIGUÈRE  
 Jean-François GUAY  
 Kanza LACHHAB  
 Janick LALONDE<sup>3</sup>  
 Marco LATRAVERSE  
 Alain LE PAGE<sup>3</sup>  
 Béatrice LEVASSEUR  
 François MARQUIS  
 Nathalie MEUNIER  
 Sadek MOHAMMEDI  
 Jean MORIN  
 Robin NAULET  
 Jean-Cléophas ONDO<sup>3</sup>  
 Geneviève PELLETIER  
 Luc PERREAULT<sup>3</sup>  
 Christine RIVARD<sup>3</sup>  
 Isabelle ROYER  
 Esther SALVANO<sup>3</sup>  
 Shaobo SHEN  
 André ST-HILAIRE  
 Anne TREMBLAY  
 Bernard VIGNEAULT<sup>3</sup>  
 Abderrahmane YAGOUTI<sup>3</sup>

<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***

**Jean-François BLAIS (de recherche)**  
**Taha B.M.J. OUARDA (professionnelle)**

L'INRS-Eau 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, l'INRS-Eau 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 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.

**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 *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 système, 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).

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 système, 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, 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 1999-2000, cinq (5) étudiants se sont inscrits au programme de deuxième cycle avec mémoire et dix-sept (17) étudiants au profil sans mémoire ce qui porte le nombre total d'étudiants à la maîtrise au 31 mai 2000 à quarante et un (41). Durant la même période, onze (11) étudiants ont obtenu leur diplôme de maîtrise en sciences de l'eau de l'Université du Québec, soit deux (2) avec mémoire et neuf (9) sans mémoire.

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

**Monique BERNIER**

Depuis 1979, l'INRS-Eau 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 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 ci-après mentionnés: 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 équivalent 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 1999-2000, sept (7) étudiants se sont inscrits au programme de troisième cycle ce qui porte le total au 31 mai 2000 à quarante (40). Durant la même période, trois (3) étudiants ont obtenu leur diplôme de doctorat en sciences de l'eau de l'Université du Québec.



## 4 RECHERCHE

---

Dans le cadre de la programmation scientifique de l'INRS-Eau, les activités ont été regroupées en trois grands domaines de recherche :

- l'hydrologie;
- la biogéochimie;
- l'assainissement, le contrôle de la pollution et les technologies environnementales.

Les travaux du Centre font appel à deux approches méthodologiques majeures: d'une part, l'étude, en laboratoire ou dans leur milieu naturel, des processus tels que le transport atmosphérique des polluants ou le cheminement des contaminants dans le cycle hydrologique; 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 et hydrologiques.

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

Chacun des trois domaines de recherche regroupe des projets de recherche 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.

**Marc AMYOT**

### ***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 la 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, telle 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 volet 1 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 volet 3 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'infrastructure liée à l'analyse des métaux traces dans l'environnement. L'infrastructure sera constituée de: - une salle ultra-propre

pour métaux avec sas de décontamination (construite par Mecart); un système d'analyse de la spéciation du mercure (PSA-Trulogic); - un système d'analyse simultanée des éléments ICP-AES (Varian); - un spectromètre UV-visible (Varian); - un chromatographe en phase gazeuse (Varian). Les partenaires industriels ont consentis une contribution de 25% sur ces infrastructures. Le centre d'expertise environnementale du Québec sera également un utilisateur / FCI, MEQ, INRS, INRS-Eau, Varian, Mecart, Trulogy Systems / Coll.: J.F. Blais, R.D. Tyagi, A. Tessier, P.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 seraient des agents réducteurs et/ou oxydants particulièrement importants. À la lumière des résultats obtenus dans le cadre de ces études, j'entreprendrai 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***

#### ***Atmospheric mercury transport, oxidation and fallout in northern Quebec (Nunavik); an important potential route of contamination / Transport, oxydation et déposition du Hg atmosphérique dans le nord du Québec (Nunavik); une voie de contamination potentiellement importante***

Le transport atmosphérique du mercure, son oxydation et sa précipitation peuvent constituer des mécanismes importants de contamination des écosystèmes nordiques canadiens. Les objectifs de ce projet sont les suivants: 1) mesurer les concentrations de mercure gazeux total dans l'air à une station nordique (Kuujuarapik) et d'étudier le lien entre ces concentrations et le transport longue distance du mercure; 2) étudier l'oxydation atmosphérique du mercure par l'ozone et les radicaux de chlore et de brome; 3) mesurer les concentrations totales de mercure dans les précipitations; 4) mesurer les taux de transfert surface/air du mercure durant le printemps et l'été; 5) mesurer les concentrations de mercure dans les composantes abiotiques (sol, eau, neige, etc.) / ARCTIC Environmental Strategy - Northern Contaminant Program / Coll.: L. Poissant, J. Hoff, M. Kwan, S. Payette, B. Schroeder

#### ***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 dépositions 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 volontairement augmenter les dépositions atmosphériques de Hg d'un écosystème de la 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 (ONRL0, C. Kelly (Manitoba) et une quinzaine d'autres chercheurs

---

---

**Jean-Christian AUCLAIR**

### ***Biogéochimie: Eaux de surface***

#### ***Étude des effets directs et indirects de la radiation UV<sub>B</sub> sur les communautés planctoniques des eaux du Bouclier canadien***

L'amincissement de la couche d'ozone augmentera le flux des rayons UV<sub>B</sub> reçu par les écosystèmes aquatiques arctiques et boréaux. L'objectif de ce programme de recherche est d'établir l'importance relative des effets directs des rayons UV<sub>B</sub> sur des organismes cibles par rapport aux effets indirects opérant sur les composantes abiotiques de l'écosystème. Parmi les effets directs, nous quantifions l'altération du taux de croissance, les mécanismes pigmentaires de photoprotection et les remplacements d'espèces ayant lieu dans les communautés naturelles planctoniques des eaux du Bouclier canadien. Parmi les effets indirects, d'une part, nous élucidons l'effet d'un accroissement de la photoréduction du fer (Fe[III]→ Fe[II]) sur la croissance microbienne planctonique, et d'autre part, nous examinons le rôle oxydo-réducteur du H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> qui est produit lors de la photooxydation de la matière organique dissoute présente dans les eaux naturelles. Notre approche expérimentale consiste à incuber des communautés naturelles en enclos (~ 500-800 L; UV<sub>300-400nm</sub> > 85%) pendant des périodes de temps réalistes (semaines) pour observer des modifications biologiques extrapolables à l'échelle de l'écosystème. Les conditions expérimentales en enclos sont modifiées, soit par exclusion d'une partie du spectre UV (-UV<sub>A+B</sub> [polycarbonate], -UV<sub>A</sub> [mylar]) ou à l'aide de pièges spécifiques à radicaux libres et/ou ajout d'agents complexants ou réducteurs / CRSNG

---

---

<b>Olivier BANTON</b>
-----------------------

## **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 1) la physique des écoulements dans ces milieux; 2) la variabilité spatiale des paramètres physiques et hydrodynamiques; 3) la représentation mathématique des écoulements et des processus de transport des contaminants; 4) l'évaluation des risques de contamination et des méthodes de restauration de la qualité; et 5) la gestion des droits et conflits d'usage des eaux souterraines / CRSNG - subvention de recherche

### ***Développement d'outils mathématiques-informatiques pour la gestion intégrée des ressources en eaux souterraines***

La recherche vise le développement, le test et l'application d'outils de gestion des eaux souterraines (risques de contamination, périmètres de protection, gestion des droits et conflits d'usage). La démarche scientifique consiste à réaliser: 1) des expérimentations de terrain visant la caractérisation des paramètres (incluant la structure de variabilité spatiale); 2) le développement d'algorithmes mathématiques de simulation des écoulements d'eau et du transport des contaminants destinés à une application de recherche scientifique; 3) le couplage des outils aux bases de données et systèmes d'informations géographiques / CRSNG - Incidence Industrielle / Coll.: L. Bangoy, M. Bernier, V. Bonamy, S. Chevalier, F. Courageot, F. Delay, D. Duchaine, S. Dufresne, A. Dupuy, M.A. Gosselin, P. Lafrance, M. Larocque, A.C. Lavoie, P. Paquet, G. Porel, G. Pommerleau, M. Rheault, D. Richard, C. Rivard, M. Séguin, V. Simon, D. Soucy, J. Tournebize, S. Turgeon

### ***Modélisation des conditions d'apparition du fer et manganèse dans les eaux souterraines et application à l'optimisation des conditions d'exploitation des aquifères***

Le projet vise à: 1) identifier les facteurs contrôlant, au Québec, l'apparition du Fe et Mn dans les eaux souterraines; 2) quantifier les paramètres géochimiques représentant les processus de libération du Fe et Mn dans les conditions géoclimatiques spécifiques du Québec; 3) réaliser le bilan technico-économique des méthodes de traitement actuelles; 4) développer un guide de sélection des technologies appropriées en regard des caractéristiques locales; 5) étudier un procédé de traitement in situ selon une approche scientifique de validation; et 6) développer un outil d'optimisation des conditions de pompage visant à limiter à la source l'apparition du Fe et Mn / CRSNG - Incidence Industrielle / Coll.: P.G.C. Campbell, S. Chevalier, J. Francoeur, P. Lafrance, C. Rivard, D. Soucy, R. Tyagi

### ***Développement d'outils pour la gestion intégrée des usages de la ressource eau souterraine et application à la région hydrogéologique de Lachute***

Le projet comprend le développement d'une méthodologie de gestion et des outils associés. L'étape théorique conduit au développement de quatre logiciels de gestion et d'évaluation spécifiques aux eaux souterraines: - un logiciel d'aide à la gestion des eaux souterraines destiné aux intervenants de l'environnement et aux municipalités; - un logiciel de délimitation des périmètres de protection des puits de captage; - un logiciel d'évaluation des risques d'atteinte de la qualité des eaux souterraines; - un logiciel de simulation des systèmes hydrogéologiques / AGEOS (FRDTE - MEF) / Coll.: L. Bangoy, V. Bonamy, I. Cellier, S. Chevalier, F. Courageot, F. Delay, D. Duchaine, S. Dufresne, A. Dupuy, M.A. Gosselin, P. Lafrance, M. Larocque, A.C. Lavoie, R. Marceau, D. Martin, M. Martin, P. Paquet, G. Porel, G. Pommerleau, M. Rheault, D. Richard, C. Rivard, J.C. Samson, M. Séguin, V. Simon, D. Soucy, J. Tournebize, S. Turgeon, J. Wilson



***Étude des mécanismes de contamination des eaux souterraines par les activités agricoles et développement d'outils***

Le projet vise le développement d'outils et méthodes concernant l'étude, l'évaluation et la gestion de la problématique de la contamination des eaux souterraines par les activités agricoles génératrices d'impacts. La recherche étudie les mécanismes et processus contrôlant le devenir des contaminants agricoles dans l'eau et le sol, au niveau de la zone non saturée et de la nappe phréatique. De même, on travaille au développement et à l'application des méthodes d'étude et de simulation des milieux fracturés / Subvention Québec-France / Ministère des Affaires Internationales / Coll.: A. Dupuy, P. Lafrance, M. Larocque, F. Lasserre, G. Porel, M. Razack, M. Thinon-Larminach

***Intégration de l'agriculture à l'environnement de la région du Buyo-Côte d'Ivoire***

Le projet, réalisé en collaboration avec l'Université d'Abobo-Adjamé de Côte-d'Ivoire, vise l'étude de l'écosystème fortement anthropisé du barrage de Buyo (Ouest de la Côte-d'Ivoire). La région de Buyo couvre un territoire de 11000 km<sup>2</sup>, comprenant trente-cinq (35) villages représentant environ 100 000 habitants. On étudiera particulièrement l'impact des aménagements relatifs au barrage et au développement agricole sur la santé de l'écosystème aquatique et celle de la population. Cette étude multidisciplinaire regroupe des spécialistes des sciences naturelles, humaines et de la santé / Centre de recherches pour le développement international / Coll.: I. Cellier, P. Houénou, P. Lafrance, J.P. Villeneuve

***Validation des paramètres de simulation du cycle de l'azote du logiciel Sylvie***

Le projet vise à valider les paramètres utilisés dans le logiciel Sylvie pour la simulation du cycle de l'azote. Parmi les résultats obtenus de Sylvie, certains concernent l'évaluation de l'azote minéralisé à partir de l'azote organique du sol et l'azote minéral perdu par ruissellement et lessivage. Ces résultats pouvant être utilisés de façon prévisionnelle par les gestionnaires des

pépinières, entre autres au travers d'un couplage avec le logiciel Plantec du MRN, la validation de l'outil Sylvie s'avère nécessaire pour donner plus d'assurance à cette évaluation. Cette dernière nécessite donc d'une part la réalisation d'une analyse de sensibilité visant à identifier l'importance relative des paramètres dans le devenir de l'azote, et d'autre part la comparaison des résultats d'évaluation obtenus avec des valeurs observées dans un contexte réel de pépinière / Ministère des Ressources naturelles - secteur forêts / Coll.: S. Foulletier, J. Gagnon, M. Larocque, M.A. Gosselin

***Évaluation des pertes en phosphore dans l'environnement reliés aux activités agricoles***

Ce projet vise le développement d'une méthode d'évaluation des pertes en phosphore d'origine agricole à l'environnement. La première partie conduit à la synthèse critique des études qui ont été réalisées au Québec et dans les pays de conditions pédo-climatiques semblables et qui ont concerné la quantification des pertes liées à l'entreposage et à l'épandage des résidus d'élevage, ainsi que leur atténuation par les systèmes riverains des cours d'eau (bandes riveraines) et par les dispositifs naturels ou aménagés de retenue et de filtration (fossés, marais, milieux humides). Une seconde partie vise le développement d'une méthode d'évaluation prenant en compte les formes du phosphore, les processus dominant leur devenir, les paramètres les plus influents et facilement quantifiables et l'incertitude dans le choix des mesures correctrices ou alternatives. Cette méthode sera présentée sous la forme d'un logiciel pratique et facilement accessible et sur une version non informatisée utilisant des tableaux et des abaques / Ministère de l'Environnement du Québec, volet PARDE / Coll.: J. Bédart, M.A. Gosselin, F. Granger, R. Labchir, P. Lafrance, M. Larocque, A.N. Rousseau, S. Turgeon

<b>Monique BERNIER</b>
------------------------

## **Hydrologie: Écoulements**

### **Développement d'algorithmes pour le suivi du couvert nival et du gel saisonnier du sol à partir des micro-ondes passives et actives dans la région de la Baie James au Québec**

Ce projet réalisé en collaboration avec le Centre climatique canadien, contribue à trois objectifs du volet 'neige' du projet pan-canadien CRYSYS (Cryosphère/Climat): 1) le développement et la validation d'algorithmes pour estimer les variations de la quantité de neige au sol à partir des micro-ondes actives et passives; 2) l'intégration d'informations provenant de divers capteurs; 3) l'amélioration des connaissances sur la variabilité spatiale et aussi temporelle des propriétés du couvert nival et du gel du sol, et leurs interactions avec le système climatique.

Il comprend trois volets: 1) Développer et valider un algorithme spécifique à la région de la taïga pour extraire l'équivalent en eau du couvert nival des données micro-ondes passives du capteur SSM/I. Cet algorithme sera adapté au type de couvert végétal (forêt boréale peu dense) et aux conditions spécifiques du couvert nival du nord-ouest du Québec. Toutefois, il pourra ensuite être utilisé dans d'autres régions aussi recouvertes d'une forêt de type taïga. 2) Développer et valider une approche pour suivre le gel saisonnier du sol sur le bassin de la Rivière La Grande (nord-ouest du Québec) à partir de l'utilisation conjointe d'images RADARSAT et d'images SSM/I de l'automne 1996. 3) Déterminer les principaux facteurs entraînant la création et l'évolution des croûtes et des lentilles de glaces dans le couvert nival; évaluer leurs effets sur la perméabilité du couvert nival, simuler la création et l'évolution des croûtes et des lentilles de glace à partir des données météorologiques et de relevés au sol en adaptant le modèle français de simulation du couvert nival CROCUS (Météo-France) / Environnement Canada / Coll.: J.P. Fortin

### **Système de surveillance du couvert nival par télédétection**

Le suivi adéquat des conditions du couvert nival nécessite des outils de télédétection permettant une fréquence hebdomadaire et même quotidienne de prise de données et indépendante de la couverture de nuages et de l'illumination du soleil. Les capteurs travaillant dans les micro-ondes, tant passifs qu'actifs, offrent de tels avantages aux gestionnaires de la ressource en eau (Environnement Canada, Hydro-Québec, etc...). Cependant, il n'existe pas encore de méthode opérationnelle pour utiliser les données radar, spécifiquement celles du satellite canadien RADARSAT et l'approche pour les micro-ondes passives est limitée aux Prairies canadiennes. Ce programme, débuté en 1992, veut combler cette lacune en mettant au point un système de surveillance des paramètres du couvert nival, en particulier, son étendue, son humidité et son équivalent en eau. Les deux principaux objectifs sont: 1) développer des algorithmes pour estimer a) l'équivalent en eau d'un couvert nival, b) l'aire d'extension de la neige humide et c) celle du gel au sol à partir des données de RADARSAT (ou ERS-1/2) dans la région de la Baie James au Québec; 2) développer et valider un algorithme spécifique à la région de la rivière La Grande, adapté au type de couvert végétal (forêt boréale, tourbières) et aux conditions du couvert nival pour extraire l'équivalent en eau des données micro-ondes passives du capteur SSM/I / CRSNG

### **Méthode opérationnelle d'estimation de l'équivalent en eau de la neige par imagerie RADARSAT pour la gestion des réservoirs du complexe La Grande Rivière (Equeau)**

Depuis le printemps 1998, l'INRS-Eau et Viasat Géo-technique se sont associés afin d'amener Hydro-Québec à utiliser de façon opérationnelle une méthode d'estimation de l'équivalent en eau de la neige au sol, à l'aide de l'imagerie RADARSAT (le projet Equeau). La méthode est basée principalement sur des images RADARSAT (le projet Equeau). La méthode est basée principalement sur des images RADARSAT, une image de référence en automne et des images d'observation des conditions hivernales. Les

objectifs secondaires sont de démontrer la faisabilité opérationnelle des outils logiciels (Equeau développé dans un environnement Map Info) supportant l'utilisation d'une telle méthode en combinaison avec les méthodes actuelles de relevés de terrain; de démontrer un accroissement de la précision de l'estimation de la quantité d'eau stockée sur le territoire; de mettre en évidence les avantages économiques et stratégiques que procure l'implantation d'une telle méthode. En 1998, l'équivalent en eau a été estimé pour le sous-bassin de LG4 au début de février et à la fin mars. Pour l'hiver 1999, la moitié amont du bassin de la Rivière La Grande sera couverte, soient les sous-bassins LG4, La Forge et Canapiascau. Des images Radarsat en mode Wide et ScanSAR seront utilisées.

L'équipe de l'INRS-Eau est responsable de l'adaptation des algorithmes aux divers types d'images RADARSAT et de la vérification de leur performance (précision des estimés). Elle est aussi responsable de la cueillette des données de contrôle au sol et de leur interprétation, de la production des limites des sous-bassins ainsi que de la révision des modules de calcul du logiciel Equeau en fonction des besoins des utilisateurs et des contraintes amenées par les divers types d'images RADARSAT. Elle formera aussi le personnel d'Hydro-Québec / VIASAT Géo-Technologie Inc. / Coll.: J.P. Fortin, Y. Gauthier, A. Roy et R. Turcotte

### ***Détection et classification des milieux humides à partir des images RADARSAT-1***

Le but de ce projet est de mettre au point une approche pour inventorier les milieux humides sur la tourbe du Québec à partir des images du satellite canadien RADARSAT qui répondra aux besoins du Ministère des ressources naturelles du Québec. Pour atteindre ce but, nous avons fixé les cinq objectifs suivants: 1) étudier le comportement multi-temporel du signal de rétro-diffusion en fonction de l'angle d'incidence (S1 et S7), pour les différents types de milieux humides rencontrés sur nos sites, à partir d'une série d'images RADARSAT acquises à six différentes périodes de l'année; 2) déterminer les meilleures périodes du cycle hydrologique pour inventorier

les différents types de milieux humides; 3) modéliser les interactions des micro-ondes (bande C) avec la végétation, le sol et les surfaces d'eau; 4) détecter les changements temporels dans les milieux humides pour un suivi régulier de l'étendu des exploitations commerciales de tourbe et des zones drainées; 5) développer et appliquer une méthode de classification par réseaux de neurones pour séparer les tourbières exploitées, les tourbières non exploitées, les forêts et les milieux agricoles.

Deux régions du Québec ont été choisies comme sites d'études, celle du lac Grasset en Abitibi et celle d'Alma au lac St-Jean. Au total, une vingtaine d'images RADARSAT acquises à six périodes différentes de l'année, seront analysées / FCAR - Action concertée / Coll.: J.P. Villeneuve, T. Ouarda, P. Buteau (Min. Ressources naturelles)

### ***Laboratoire de télédétection appliquée aux sciences de l'eau***

Équiper un laboratoire de télédétection appliquée aux sciences de l'eau qui servira à la recherche et à la formation de chercheurs. Le laboratoire comprendra: a) des équipements informatiques de traitement d'images; b) des équipements d'acquisition de données de contrôle sur le terrain.

Tout programme de recherche appliquée en télédétection requiert des équipements informatiques pouvant utiliser les derniers logiciels de plus en plus exigeants et analyser des images satellitaires de plus en plus volumineuses. Pour se faire, les logiciels existants seront transférés de la station RISC 6000 sur PC, de nouveaux modules EASI seront acquis ainsi qu'un SIG et un logiciel de dessin. De plus, les mesures de terrain représentant une composante majeure de la recherche en télédétection à l'INRS-Eau, elles nécessitent du matériel spécialisé. En effet, afin de développer des méthodes et des algorithmes pour suivre les changements temporels des ressources en eau, il faut pouvoir mesurer plusieurs paramètres sur le terrain et suivre leur évolution saisonnière ou annuelle. Pour se faire, des nouveaux appareils de mesures et d'échantillonnage seront achetés (une sonde à capacité pour mesurer la teneur en eau de la

neige, des carottiers, une station climatologique (rayonnement, température de l'air, de la neige, du sol, et la hauteur de la neige) des sondes enregistreuses et un système de positionnement par satellite (GPS) / Fondation canadienne pour l'innovation; Min. de l'Éducation Québec; FCI / Coll.: J.F. Fortin, O. Banton, T. Ouarda, Y. Gauthier

---

---

**Jean-François BLAIS**

## **Contrôle**

### ***Valorisation des mâchefers de l'incinérateur de déchets municipaux de la CUQ en technique routière***

Les mâchefers, ou cendres de grilles, sont produits à un rythme d'environ 250 t/jour à l'incinérateur des déchets municipaux de la Communauté urbaine de Québec (CUQ). Ils sont actuellement enfouis au site d'enfouissement sanitaire de St-Tite-des-Caps. Ce matériau possède un potentiel de réutilisation dans la construction de routes (remplace les graviers de fondation ou en sous-fondation), comme tendent à le démontrer les expériences américaines et française. Afin de procéder à des essais dans le contexte québécois, la CUQ a initié un projet de démonstration visant la valorisation des mâchefers. Dans le cadre du programme des infrastructures municipales et en association avec plusieurs organismes, la CUQ a entrepris une étude sur cette problématique. L'aspect géotechnique est assuré par M. Konrad du Département de génie civil de l'Université Laval assisté par le Ministère des transports du Québec. La Ville de Québec participe via la construction de tronçons de rues à l'aide de mâchefers. Le rôle de l'INRS-Eau consiste en la réalisation du suivi environnemental des eaux souterraines, interstitielles et de surface. Une série d'appareils de mesure et de suivi environnemental ont été installés et l'échantillonnage, le traitement des données et l'interprétation des résultats d'analyses des eaux seront également complétés, le tout sur une période de 14 mois (juillet 97 à décembre 98). L'expertise développée dans le domaine des métaux et du traitement des cendres d'incinérateurs par l'INRS-Eau est ainsi mise à contribution au sein d'un regroupement d'équipes multi-disciplinaires / Communauté urbaine de Québec / M. Konrad (Univ. Laval), Ville de Québec, CUQ, Ministère des transports / Coll.: J.P. Villeneuve, G. Mercier, G. Roberge, M. Chartier

### **Optimisation du procédé Alex-Sol**

L'INRS-Eau et son partenaire Alex Sol Inc. ont développé au cours des dernières années un procédé efficace et économique permettant la décontamination de sites pollués en métaux toxiques. Ce procédé combine plusieurs techniques d'enlèvement des métaux qui peuvent s'appliquer à différents types de contamination et à différentes concentrations. Le présent projet retenu par le CEMRS vise l'amélioration d'une partie de la technologie, soit la récupération finale des métaux. D'une durée de 52 semaines, le projet aura pour principal objectif d'étudier diverses méthodes d'enlèvement des métaux contenus dans les eaux du procédé. Les approches retenues comprennent des techniques de précipitation totale et sélective, des méthodes d'adsorption et d'échange d'ions, une technologie d'électrocoagulation, la re-circulation des lixiviats, ainsi que l'emploi d'une technique de précipitation améliorée. Dans le cadre de ce projet, les travaux de pré-traitement physique de 10 tonnes de sol contaminé, ainsi que les travaux à l'échelle pilote seront réalisés à l'usine-pilote du CRM. Les travaux en laboratoire seront menés à l'INRS-Eau / Centre d'Excellence de Montréal en réhabilitation de sites (CEMRS) / Coll.: Alex-Sol, Centre de Recherches Minérales, CEMRS

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

Une proportion importante des boues d'épuration générées lors du traitement des eaux usées sont contaminées 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 produit 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 solides). Par la suite, le procédé optimisé sera testé à l'échelle du pilote pré-industriel / FCAR - Programme 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'incinérateur. L'objectif général de ce projet est de tester et optimiser, à l'échelle du banc d'essai en laboratoire et du pilote pré-industriel, 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 au 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 au laboratoire complétées, le projet vise également à tester le procédé optimisé à l'échelle du pilote pré-industriel / 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'applications 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-ci 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 pré-industriel en utilisant l'usine pilote de l'INRS-Eau / CRSNG - Stratégique et Alex Cendre Inc./ Coll.: M. Amyot, P.G.C. Campbell, R.D. Tyagi, G. Mercier

***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: 1) la stabilisation et le conditionnement chimique du lisier (enlèvement des odeurs, aseptisation et floculation par l'ajout de produits chimiques; 2) la séparation solide-liquide du lisier brut par flottation et lit de séchage/gel-dégel; 3) 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 années, 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.: P. Lafrance,

G. Mercier R.D. Tyagi, D. Côté (MAPAQ-IRDA); P. Boudreault (BPR Groupe Conseil).

***Étude pilote du procédé METIX pour l'enlèvement des odeurs et des métaux dans les granules de boues de la station d'épuration de la CUM***

Le présent projet vise à évaluer à l'échelle pilote la performance de la technologie METIX-AC pour le traitement (élimination des odeurs et enlèvement des métaux toxiques) des boues physico-chimiques de la CUM destinées au séchage, à la granulation et à leur valorisation sur les terres. Par la suite, si les résultats obtenus rencontrent les attentes des dirigeants de la station, la technologie pourrait être intégrée à l'échelle souhaitée (probablement 70 tonnes de boues sèches par jour) à la station d'épuration de la CUM / CUM, Mabarex, Financière de l'Environnement / Coll.: J.L. Sasseville, R. D. Tyagi, G. Mercier, M. Chartier

***Validation technologique du procédé de traitement des eaux de la compagnie Aqualandsis***

Le présent projet consiste à effectuer des tests sur différents rejets et effluents afin d'évaluer, à titre d'expert indépendant, la performance de la nouvelle technologie de traitement "électrique" des eaux développée par la compagnie Aqualandsis. Des essais seront menés afin de déterminer l'efficacité de la technologie pour l'épuration d'eaux usées d'origine domestique et également d'effluents de l'industrie papetière. Des rejets plus concentrés, soit des boues mixtes (mélange de boues primaires et secondaires) d'une station d'épuration municipales, des boues secondaires de papetière, ainsi que du lisier brut de porcherie seront utilisés afin de vérifier l'influence du traitement sur les caractéristiques physico-chimiques et de déshydratabilité de ces rejets. Des effluents synthétiques seront également utilisés afin de vérifier le potentiel de la technologie pour la récupération de métaux, ainsi que pour le dessalement de l'eau de mer. Ces différents rejets et effluents seront transportés dans les locaux de Aqualandsis pour subir le traitement à l'étude. Un volume de 120 litres

de chaque rejet sera nécessaire à la réalisation des travaux. Des mesures de décantabilité et de filtrabilité seront effectuées sur les matières traitées par le procédé. La performance épuratoire sera établie sur la base de mesures de MES / Liquid Asset / Coll.: A. Soucy

***Unité mobile de traitement des eaux usées - Groupe SNS inc.***

Ce projet vise à étudier à l'échelle pilote la performance du procédé du Groupe SNS inc. Pour la vidange et le traitement des boues de fosses septiques. Ce système comprend entre autres, un traitement de la phase liquide du contenu de la fosse par filtration sur membrane. L'INRS-Eau sera chargé de l'échantillonnage, des analyses de laboratoire (ST, MES, étude granulométrique et de sédimentation, demande chimique en oxygène, carbone organique dissout, phosphore et autres éléments solubles), ainsi que de l'analyse globale de la performance du système (bilans de masse, caractéristiques des intrants et des extrants du procédé, etc.) / CNRC-PARI et Groupe SNS Inc. / Coll.: J.P. Villeneuve, M. Chartier

---

---

<b>Bernard BOBÉE</b>
----------------------

## **Hydrologie: Écoulements**

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

Titulaire: Bernard Bobée

Responsables administratifs:

Jean-Pierre Villeneuve (INRS-Eau)

Hugues St-Onge, directeur (Hydro-Québec)

Comité adviseur:

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

Bruno Larouche (Alcan)

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

Financement:

Hydro-Québec, CRSNG, Alcan et INRS-Eau

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

#### **Projet 1.1: Méthodologie de validation des apports naturels (mai 1998 - septembre 2000)**

La connaissance des apports naturels est très importante du point de vue de la gestion des stocks énergétiques dont Hydro-Québec dispose. L'apport naturel est calculé par bilan hydrique et dépend en particulier du niveau du réservoir, du débit turbiné et du débit évacué. Or, ces trois mesures sont souvent entachées d'erreurs et l'apport naturel est alors très imprécis. La connaissance des apports étant essentielle au bon fonctionnement de l'ensemble du système de prévision et de gestion des ressources hydriques, il importe donc de vérifier et de corriger éventuellement cette mesure afin de disposer de données fiables / Coll.: M. Haché; M. Durocher (chargé de projet Hydro-Québec); A. Cârsteanu; B. Houle, N. Kang, É. Robichaud (Hydro-Québec)

#### **Projet 1.2: Évaluation des besoins en données et gestion des réseaux hydrométéorologiques (mai 1999 - mai 2001)**

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 mesure de débit et les différents réseaux météorologiques / Coll.: T.B.M.J. Ouarda; C. Gignac (chargé de projet Hydro-Québec); M. Haché, M. Lachance, J. Gaudet; R. Gauthier, J.G. Robichaud, 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 - mai 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. A. Cârsteanu; M. Durocher (chargé de projet Hydro-Québec); T.B.M.J. Ouarda, P. Coulibaly, H. Gingras, M. Slivitzky; N. Thiémonge, D. Tremblay (Hydro-Québec), V. Fortin (IREQ)

**Thème 3: Analyse statistique et modélisation stochastique des séries chronologiques**

La modélisation statistique des variables hydrologiques est un domaine de grand intérêt pour Hydro-Québec. Dans ce thème, on propose de poursuivre les activités de recherche déjà effectuées dans le cadre de

la première phase de la Chaire. Les activités porteront sur l'amélioration de l'estimation de débits de conception en prenant en compte l'information hydrométéorologique, historique ou régionale. On envisage également d'étudier, sur ces séries relatives aux principaux systèmes hydrométriques d'Hydro-Québec, la modélisation statistique et stochastique des séries historiques d'apports énergétiques ainsi que d'identifier l'impact des changements climatiques ayant lieu sur le territoire québécois.

**Projet 3.1: Modélisation stochastique des séries chronologiques (mai 1998 - mai 2001)**

Les séries d'apports énergétiques sont utilisées par Hydro-Québec pour la planification de la production et du développement du parc. Elles sont donc de très grande importance pour Hydro-Québec. Pour effectuer la prévision pour l'année suivante, il faut connaître les caractéristiques statistiques et stochastiques des apports énergétiques. Celles-ci peuvent être extraites des données historiques. Hydro-Québec dispose de séries chronologiques qui débutent en 1943, pour chacun des huit systèmes hydriques gérés par l'entreprise. Certaines données observées sont entachées d'erreurs et celles reconstituées peuvent par conséquent être entachées d'erreurs importantes elles aussi. De plus, plusieurs séries démontrent des variations importantes dans les caractéristiques statistiques qu'il est nécessaire d'étudier / Coll.: A. Cârsteanu; D. Tremblay (chargé de projet Hydro-Québec); J. Gaudet, M. Haché, M. Slivitzky; G. Brosseau, P. Bruneau, N. Kang, C. Pion (Hydro-Québec)

**Projet 3.2: Construction des hydrogrammes-types annuels (mai 1998 - mai 2000)**

Les hydrogrammes-types servent de base au dimensionnement des évacuateurs de crues. En effet, le dimensionnement d'un évacuateur de crue à un site dépend de nombreux paramètres hydrologiques qui définissent la forme de l'hydrogramme tels que le débit maximum annuel, le volume maximum, la pointe de printemps, la pointe d'automne ou la durée de la crue. La technique utilisée actuellement à Hydro-Québec considère un nombre restreint de paramètres hydrologi-

ques qui sont combinés de façon relativement empirique et intuitive. Cette méthodologie introduit alors différentes incertitudes qui peuvent être plus importantes que celles dues à la variabilité du phénomène lui-même et que celles engendrées par les analyses statistiques utilisées (ajustements de lois de probabilité, par exemple). Il importe donc d'effectuer une étude complète sur le sujet permettant de justifier objectivement les choix en vue d'améliorer la méthodologie employée à Hydro-Québec / Coll.: T.B.M.J. Ouarda; P. Legendre (chargé de projet Hydro-Québec); S. Yue; P. Bruneau (Hydro-Québec)

**Projet 3.3: 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.: M. Haché; P. Bruneau (chargé de projet Hydro-Québec); T.B.M.J. Ouarda; M. Barbet (Hydro-Québec)

**Projet 3.5: 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 de suffisamment d'information, à une procédure d'esti-

mation régionale (ou modèle régional) utilisant des données d'écoulements 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; 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.); et 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); M. Haché, P. Bruneau (Hydro-Québec)

**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 associé aux systèmes de production nécessite d'aborder le problème complexe de la gestion. En effet, le risque global associé à ces systèmes est relié aux risque hydrologique (dû à la variabilité de l'écoulement) et au risque de gestion (dû aux décisions prises continuellement pour gérer les systèmes). 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; iii) l'estimation statistique des événements extrêmes (comportement asymptotique des lois, analyse fractale / Coll.: M. Haché; N. Thiémonge (chargé de projet Hydro-Québec); P. Coulibaly

**Impact des oscillations climatiques à basse fréquence sur les grands systèmes hydriques du Québec**

Les objectifs de l'étude de faisabilité sont: i) revue de littérature des produits et des méthodes disponibles pour la modélisation de la relation entre les oscillations climatiques et l'hydraulité; ii) identification des besoins d'Hydro-Québec et des retombées potentielles pour Hydro-Québec en matière de modélisation et de prévision de l'hydraulité; iii) proposition d'une méthodologie adaptée aux besoins d'Hydro-Québec pour étudier l'impact des oscillations climatiques à basse fréquence sur l'hydraulité; iv) application de cette méthodologie aux données de quelques systèmes hydriques d'Hydro-Québec; v) évaluation des coûts et des besoins en données reliés à la réalisation plus complète de cette étude d'impact / Hydro-Québec / Coll.: P.F. Rasmussen;

R. Roy (Hydro-Québec); J.F. Guay, M. Slivitzky; V. Fortin (IREQ)

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

Le projet SPHERE (Systematic Paleoflood and Historical data for the Improvement of flood risk Estimation) regroupe 8 groupes universitaires et 3 équipes d'utilisateurs provenant de 5 pays est financé pour un montant de 949 K EUROS par la Communauté Européenne pour la période de 2000-2002. En raison de l'expérience acquise au cours des 20 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

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

Pour gérer leurs réservoirs de manière optimale et sécuritaire, les compagnies hydro-électriques 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; et iii) le développement de nouvelles méthodes de prévision; et - 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; R. Roy (Hydro-Québec)

***Plan de gestion du parc des compteurs d'eau potable de la Ville de Sainte-Foy***

Avec l'âge, les compteurs sous-estiment de plus en plus la consommation d'eau. Ceci prive la Ville d'une partie de ses revenus. Il devient alors rentable de rénover ou de remplacer progressivement les compteurs / BPR Groupe-conseil / Coll.: B. Bobée, T.B.M.J. Ouarda

***Développement du logiciel Rémus dans l'environnement Windows 95 et 98***

Le logiciel Rémus vise à reconstituer des données mensuelles manquantes. Il a été élaboré à l'aide du langage C++ et de la librairie graphique XVT, et ne peut être utilisé dans l'environnement Windows 95, norme actuelle d'Hydro-Québec. Le logiciel est développé en MATLAB et est adapté à l'environnement Windows 95 et 98 mettant à profit les derniers développements informatiques / Hydro-Québec / Coll.: B. Bobée, M. Haché, F. Désiles; P. Bruneau (Hydro-Québec)

***Utilisation des modèles de génération synthétique en mode prévisionnel - Phase 1***

Ce projet consiste à développer un logiciel permettant: i) l'estimation adaptative des paramètres d'un modèle stochastique (PARMA, désagrégation) appliqué à des séries-mères (séries d'apports prévisionnelles auxquelles sont raboutées les séries d'apports historiques); ii) la génération de séries-mères synthétique; et iii) la représentation des résultats suite à une analyse du risque basée sur les séries-mères synthétiques / Hydro-Québec / Coll.: B. Bobée, M. Haché, F. Désiles; L. Fagherazzi (Hydro-Québec)

**Peter G.C. CAMPBELL**

***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 20+ dernières années 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. Dans le cas de l'argent, cependant, ces liens sont relativement peu connus. En 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 déterminer comment ces changements de spéciation affectent la biodisponibilité du métal. Les résultats de ce projet de recherche devraient contribuer à la rationalisation des objectifs de qualité de l'eau pour l'argent / CRSNG / Kodak Canada Inc. / Coll.: V. Hiriart, C. Fortin, J. Deault

***Compréhension des mécanismes de transfert du Cd et du Hg au travers des membranes cellulaires***

Depuis environ 5 ans, grâce au financement reçu du Réseau de centres canadiens en

toxicologie (RCCT) et du FODAR, notre équipe UQAM/INRS-Eau 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-Eau s'intéressent à l'influence de la spéciation du métal sur son transport et sa biodisponibilité.

Le présent projet nous permettra d'étendre nos recherches à un autre métal d'intérêt environnemental, le mercure, seul et en combinaison avec le cadmium. Nous comptons aussi explorer en parallèle un autre modèle biologique, celui des cellules de foie (hépatocytes), le foie étant impliqué dans la détoxification de métaux tels que le cadmium et le mercure / CRSNG / Resp.: F. Denizeau. Coll.: C. Jumarie (UQAM), J. Segui

### ***Biogéochimie / Assainissement***

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

Le but global de cette étude est d'évaluer le potentiel de la méthode de phytotraitement 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 le Dr 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); S. Prémont

### ***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,  $M^{2+}$ . Pour un organisme aquatique donné, les effets biologiques d'un métal dissous vont également dépendre de divers autres facteurs environnementaux (ex.: pH, dureté, [Ca], salinité, [matière organique dissoute]). Ces facteurs peuvent en principe agir de deux manières: **directement** sur l'organisme, en influant sur sa physiologie et donc sa sensibilité au métal; **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 prendre en compte la spéciation du métal ainsi que l'influence directe de trois 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 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 bio-essais. 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 (Plan vert - subvention administrée par le Réseau canadien de Centres de Toxicologie, le RCCT) / Coll.: B. Hale (U. Guelph), F. Denizeau (UQAM), É. Pelletier (INRS-Océanologie), A. Boudou (U. Bordeaux), C. Fortin, B. Vigneault

***Évaluation de l'impact sur la rivière Saguenay des quantités d'aluminium rejetées dans les effluents provenant de l'usine Vaudreuil de la Société d'Électrolyse et de Chimie Alcan Ltée (SECAL)***

La société d'électrolyse et de chimie d'Alcan Ltée opère plusieurs installations dans la région Saguenay - Lac St-Jean. Les installations Alcan à Jonquière et Arvida rejettent des effluents contenant de l'Al dans la rivière Saguenay. La charge en Al totale a été estimée à environ 500 kg/j, dans un volume de 67,000 m<sup>3</sup>/j. L'aluminium rejeté se trouve à la fois en solution et sous forme particulaire, les proportions relatives variant selon le pH. La concentration moyenne de l'Al dans les effluents serait d'environ 7-8 mg/L.

L'objectif principal de la présente étude est de répondre aux préoccupations de l'Alcan concernant l'impact de ses rejets sur la

rivière Saguenay. Le projet implique: i) détermination de la spéciation de l'aluminium dans des échantillons provenant du milieu récepteur (en aval et en amont des installations) et du milieu de référence; ii) la simulation au laboratoire du mélange des effluents avec de l'eau de la rivière Saguenay, et suivi de la spéciation de l'Al après ce mélange; ces essais sont réalisés au laboratoire, en respectant le taux de dilution observé sur le terrain; iii) l'évaluation de la toxicité chronique de l'eau provenant du milieu récepteur en aval des installations (échantillons prélevés dans le panache de l'effluent) / BAR Environmental Inc. / Coll.: R. Roy (Bar Environmental Inc.); S. Prémont

***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-Eau on s'occupe des aspects (i) -> (iii); le secteur (iv) relève du Dr 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)

## **Biogéochimie: Sédiments**

### ***Évaluation de la disposition sous l'eau comme option pour stabiliser les résidus miniers sulfureux (Mine Louvicourt)***

La Mine Louvicourt, située près de Val d'Or, est entrée en opération au cours de l'été 1994. Environnement Québec a autorisé la mine à disposer de ses résidus miniers sous l'eau, dans un réservoir artificiel aménagé à cette fin. Afin d'explorer différentes options de fermeture de l'éventuel parc à résidus, on a construit deux cellules expérimentales, sur le bord du réservoir. Ces cellules ont été remplies de résidus miniers dès le début des opérations (été 1995), pour simuler les conditions qui existeront à la fin des opérations minières (~2010). Les deux cellules contiennent des résidus bruts (recouverts de l'eau). Notre équipe est appelée à suivre les réactions géochimiques d'altération qui se produisent à l'interface entre les résidus miniers et l'eau sus-jacente / Golder Associés, Noranda Ltée, Tek Ltée et Ressources naturelles Canada / Coll.: A. Tessier, R. de Vitre, S. Prémont, B. Vigneault

---

---

**Daniel CLUIS**

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

### ***Regroupement des sols selon leur vulnérabilité aux pertes, suite aux apports de phosphore en relation avec leurs caractéristiques physiques et chimiques***

Le projet vise à exploiter les cartes pédologiques numériques au 1/20000 de la Basse-Yamaska et les descripteurs physico-chimiques qu'elles contiennent. La région considérée comporte 320 unités cartographiques de sols provenant, selon la classification SYScan, de 4 ordres, de 12 grands groupes, de 7 sous-groupes et de 12 classes de granulométrie de sols, ce qui constitue une bonne diversité de situations, représentatives de la Plaine de Montréal. Les descripteurs seront complétés par des nouvelles analyses effectuées sur les échantillons conservés par le Centre de Recherche sur les Terres et les Ressources Biologiques pour caractériser plus précisément la rétention du phosphore. Les résultats seront validés au champ sur 12 fermes choisies, où des mesures spécifiques de fertilité des sols et des pertes en phosphore seront réalisées.

Pour établir des regroupements des sols en classes de comportements semblable quant à leur vulnérabilité aux pertes de phosphore vers les eaux de surface, les étapes suivantes seront réalisées: - établir les capacités de fixation du P sur les échantillons de séries de sols agricoles caractéristiques, couvrant une gamme étendue de textures, tels que recueillis sur les échantillons conservés par le Centre de Recherche sur les Terres (Agriculture Canada) au cours des travaux de cartographie des sols de la région de la Plaine de Montréal. Cette capacité de fixation sera mesurée par contact avec des solutions de teneurs croissantes de phosphore inorganique ou organique et calculée avec l'équation de Langmuir ou par un autre modèle plus approprié selon l'allure des données. Des liens seront établis avec des équations déjà établies pour dégager le % de saturation des sites. Des équations

distinctes seront établies pour les apports de P organique et inorganique; - pour un certain nombre de sols et de classes de richesse en P, évaluer P et Al. Mehlich 3, P. Bray 2, P. Olsen, etc. de façon à établir des courbes de correspondance, spécifiques à chaque sol, permettant d'exploiter l'ensemble des données de fertilité acquises à partir des résultats des tests de sols recueillis historiquement et géo-référencés; - sur 12 fermes, procéder à la mesure des pertes en P par lessivage dans les drains agricoles, par érosion et par ruissellement. Également, effectuer une caractérisation détaillée de la fertilité du site, du niveau de saturation en P, des rendements des cultures et des propriétés physiques pertinentes à l'écoulement préférentiel. Procéder à la caractérisation de la répartition des pertes, en terme de charges (kg/ha), reliés au ruissellement et au lessivage; - identifier les descripteurs pédologiques (texture, aluminium, matière organique, structure) susceptibles de discriminer les classes de comportement des sols à la vulnérabilité des pertes en phosphore vers les eaux de surface. Une analyse discriminante, permettant d'éliminer les caractéristiques non significatives, sera effectuée. Des analyses numériques de classification des sujets (cluster) permettront de séparer les sols en groupes de comportements similaires; - à partir des régressions multiples pertinentes dérivées des caractéristiques chimiques et physiques des sols (discriminants), établir les relations permettant d'évaluer la saturation en P pour l'ensemble des sols supportant des grandes cultures (Tabi et al., 1990) et mettre en relation avec des mesures sur des fermes représentatives des pertes de phosphore par lessivage, érosion et ruissellement; - dans la région de la Basse-Yamaska (Saint-Hyacinthe, Richelieu) où les cartes pédologiques numériques au 1/20 000 existent et ont été intégrées géographiquement avec leurs fichiers de caractérisation des sols, établir la carte de la vulnérabilité des sols, en termes de pourcentage de saturation de la capacité de fixation du P / CORPAQ / Coll.: R. Simard, M. Nolin (Agriculture et Agroalimentaire Canada); C. Bernard (CRRS, Agriculture Québec), M.E. Quentin, M.L. Leclerc (CORPAQ, Conseil de recherches en Pêches et Agroalimentaire du Québec

### ***Bilans des flux et des stocks de N et de P comme aide à la gestion intégrée d'un bassin versant agricole: le cas de la rivière Boyer***

En concertation avec les démarches actuelles de restauration de la rivière Boyer, le but du projet est d'effectuer, à partir des caractéristiques physiques du bassin et de son utilisation du territoire au niveau des parcelles, une évaluation des intrants phosphorés et azotés, des pertes et des extrants permettant, par la méthode des bilans, d'évaluer l'état des stocks (couche de labour, eaux souterraines, etc...) et des flux, ainsi que les trajets suivis vers les cours d'eau récepteurs. En bref, il s'agit de colliger les données nécessaires et suffisantes pour obtenir une représentation réaliste du mode de fonctionnement du bassin agricole considéré.

Le projet comporte 2 étapes: 1) l'acquisition de données nouvelles, à partir des séries de sol et de systèmes culturaux représentatifs; les pertes en azote et en phosphore sous forme soluble ou associées avec les particules solides exportées à l'extérieur des champs; 2) l'intégration de toutes les données en un bilan annuel vertical et latéral des charges et des flux en éléments nutritifs pour l'ensemble des parcelles culturales (échelle cadastrale) et le développement d'un schéma de transport amont-aval de ces charges vers le cours d'eau et l'intégration géomatique des résultats. La définition des zones les plus vulnérables et l'établissement de scénarios d'intervention / CORPAQ / Coll.: M. Laverdière (Univ. Laval); C. Bernard, S. Tran (MAPAQ); R. Simard (Agriculture Canada)

### ***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: a) 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; b) circonscrire spatialement les zones à risque, permettant de localiser les principales sources de contamination; c) optimiser les interventions correctrices et développer des scénarios d'intervention et évaluer leur potentiel de réduction des charges exportées.

La méthodologie exploitera deux outils: a) 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, d'identifier l'origine spatiale des MES et des sédiments prélevés à divers sites du bassin en comparant diverses propriétés physiques, chimiques, magnétiques et radioisotopiques, selon la méthodologie décrite par Walling *et al.* (1963); b) 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...) et des données sur les cultures accessible par image satellitaire et intégrable 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 débits 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 / Colls.: M. Laverdière (Univ. Laval), C. Bernard (IRDA), G. Gangbazo (MENV)

## Écoulements

### ***Persistence 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 pré-requis 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; 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 suggérer des hypothèses physiques objectives / CRSNG - Dépenses courantes

---

---

**Jean-Pierre FORTIN**

## **Hydrologie: Écoulements**

### **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 sensible 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 dans d'autres régions géographiques également vulnérables aux inondations. Ce projet à 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 approprié 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 / Coll. M. Bernier

### **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 objectifs (a) d'apporter les modifications nécessaires au modèle hydrologique HYDROTEL en vue de son intégration au système de prévisions hydrologiques d'Hydro-Québec; (b) 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 (c) 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 la 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 devraient permettre l'amélioration de la représentativité spatiale des variables météorologiques. Enfin, la réalisation du troisième objectif consistera à procéder à toute la procédure d'étalonnage du modèle sur le bassin de la rivière Gatineau / Hydro-Québec / Coll.: M. Bernier

### **Estimation de variables de surface au niveau sous-pixel comme entrées à des modèles hydrologiques ou climatiques**

Les objectifs généraux de l'étude sont a) l'estimation de variables de surface à partir de données acquises par un capteur satellitaire de résolution spatiale moyenne mais de fréquence d'acquisition élevée, et b) l'amélioration du positionnement spatial pour des analyses de données multi-temporelles.

En découlent les objectifs spécifiques suivants: a) estimation du pourcentage d'occupation de couvertures du sol variées sur chaque pixel; b) estimation au niveau sous-pixel de la distribution spatiale du couvert de neige au sol et d'autres variables physiques de surface, correspondant à chaque couvert du sol à l'intérieur du pixel, l'albédo par exemple; c) positionnement aussi précis que possible des images pour des entrées multi-temporelles dans un modèle hydrologique distribué et utilisant des données géocodées.

Le projet se déroulera en deux phases. Avant le lancement du satellite, les travaux porteront sur des données simulées des capteurs VGT et HRVIR à partir de données TM. Dans la phase post-lancement, les

données réelles de ces capteurs seront analysées et comparées en plus avec les données AVHRR, afin d'évaluer les avantages du capteur VGT sur le capteur AVHRR / VEGETATION International Users committee / Coll.: M. Bernier

***Mise au point et utilisation du modèle HYDROTEL sur le bassin de la rivière Mississipi en Ontario***

Suite à la décision de J.F. Sabourin Associés Inc. de recommander à la Mississippi Valley Conservation Authority l'utilisation du modèle HYDROTEL pour la prévision des crues sur cette rivière de l'Ontario, l'INRS-Eau collabore avec la firme à l'adaptation et à l'étalonnage du modèle HYDROTEL en vue de préparer les prévisions de débits en différents points de la rivière. Des données obtenues de radars météorologiques et de capteurs sur satellites s'ajouteront aux données aux stations comme données d'entrée au modèle / J.F. Sabourin & Associés Inc. / Coll.: R. Turcotte, A. Royer

***Simulation de crues maximales probables et prévision des apports sur le bassin de la rivière Mitis par le modèle HYDROTEL***

Le projet a comme objectifs a) d'étalonner le modèle HYDROTEL sur le bassin de la rivière Mitis, à des fins d'estimation des crues maximales probables de printemps et d'été-automne et b) prévisions des apports en divers points du bassin de la rivière Mitis au printemps 2000. Ce projet constitue la phase 1 d'un projet devant permettre d'appliquer le modèle HYDROTEL pour la préparation de prévisions hydrologiques sur les bassins gérés par Hydro-Québec / 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: - l'expertise dévelop-

pée 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; - l'expertise développée au CARTEL et à l'Agriculture Canada dans les applications de la télé-détection et des SIG pour la cartographie de l'érosion hydrique et des pratiques agricoles conservatrices des sols; - l'expertise développée par l'INRS-Eau en modélisation hydrologique distribuée à l'échelle du bassin versant (modèles HYDROTEL et GIBSI).

Le projet a trois objectifs principaux: a) l'observation et la mesure des paramètres de surface affectant le ruissellement et l'érosion sur les sols nus avec les données RADARSAT; b) 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; c) 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 tard 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 aviseur 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

**Yves GRATTON**

## ***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 utilisées pour étalonner un modèle 3-D de la circulation et des processus d'échange dans le fjord du Saguenay. Une des applications sera de calculer les seuils de re-suspension des sédiments dans la baie des Ha! Ha! Et dans le bras nord, suite aux dépôts de nouveaux sédiments amenés par la crue éclair de juillet 1996 / 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. Ce projet est une des composantes JGOFS-France / 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, Laval (et plusieurs chercheurs canadiens, américains et japonais)

---

---

## Landis HARE

### **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 bio-indicateurs. Pour ce faire, il suffit de déterminer la relation entre la concentration du métal dans le milieu et dans le bio-indicateur. Les relations les plus "polyvalentes" sont basées à partir de modèles rationnels, c'est-à-dire de 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 bioaccumulation du Cd dans les lacs hautement acides; ii) de déterminer l'importance relative de l'eau et de la nourriture comme source de métaux traces pour les animaux, iii) d'évaluer l'influence du type de nourriture sur les concentrations en métaux chez le consommateur; iv) 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 / U.S. Environmental Protection Agency / Coll.: A. Tessier

#### **Métaux traces sédimentaires: biodisponibilité, bio-accumulation et toxicité**

L'objectif est d'estimer les contributions relatives de l'eau interstitielle et de l'eau surnageante dans l'accumulation des métaux traces par les organismes benthiques. Cet objectif sera atteint en appliquant deux modèles développés récemment aux mesures effectuées sur le terrain (concentrations de métaux dans l'eau surnageante et interstitielle, dans les sédiments et les

organismes). Le premier modèle (modèle d'AVS) suppose que les organismes benthiques n'accumulent les métaux dans l'eau interstitielle que lorsque la concentration de ces métaux dans les sédiments anoxiques dépasse celle des sulfures volatilés en acide (AVS). Ce modèle est proposé par l'*Environmental Protection Agency* des EU comme base pour fixer les critères de qualité des sédiments. Le deuxième modèle, développé à l'INRS-Eau, permet de prédire la concentration des métaux dans les organismes benthiques à partir de variables sédimentaires reliées aux concentrations de métaux traces dans l'eau surnageante. Nous nous servons de bacs contenant des sédiments contaminés avec différentes concentrations de métaux (Cd ou Pb / Environmental Protection Agency des EU / Coll.: A. Tessier

#### **Processus pour l'accumulation des métaux dans les invertébrés aquatiques**

L'objectif est de développer et de vérifier sur le terrain des modèles qui relient les concentrations de métaux dans les animaux benthiques à celles dans leur environnement. Pour développer des modèles de bio-accumulation avec 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 savoir si les animaux obtiennent les métaux de ces deux compartiments. On rapporte 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. On veut augmenter notre connaissance de leur comportement pour construire et irriguer leurs galeries. Une fois qu'on a déterminé le compartiment majeur d'où les animaux benthiques obtiennent leurs métaux, on veut déterminer de quelle source (nourriture ou eau), ils l'obtiennent / CRSNG - Association Minière et Hydro-Ontario / Coll.: A. Tessier

**Pierre LAFRANCE**

## **Biogéochimie: Eaux souterraines**

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

Le projet porte sur l'influence des processus bio-physico-chimiques sur le destin et le transport de composés organiques dans le sol et l'eau souterraine. Le programme vise à approfondir la compréhension des contaminations par des sources diffuses (évolution, caractérisation et prédiction), et à appliquer les connaissances acquises à la bio-géochimie et au traitement des contaminations, principalement les hydrocarbures lourds fortement adsorbés au sol. Les démarches de recherche comprennent: 1) l'étude d'interactions entre les contaminants organiques et les éléments constitutifs du sol; 2) l'impact de ces interactions sur le devenir des contaminants (transport et biodisponibilité); 3) l'étude *in situ* de l'évolution des contaminations et la validation d'hypothèses de transport; et 4) le transfert des connaissances vers: i) l'application d'outils prédictifs du devenir des contaminations (modèles de transport) et; ii) 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 programme 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: 1) Étude des processus bio-physico-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. 2) 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. 3) 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 4) 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: 1) la préservation de la qualité de la ressource (ex.: identification des zones à risques); 2) la protection des usages (ex.: points de captage) et; 3) l'exploitation rationnelle de l'eau souterraine / FCAR - Équipe de recherche / Coll.: O. Banton, J.P. Villeneuve, P.G.C. Campbell

---

---

**Michel LECLERC**

## ***Hydrologie: Écoulements***

### ***Développement de solution 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 formes de consultant 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 différents classes d'intervenants (équité). Le projet demande la mise au point d'une méthode d'estimation des probabilités d'embâcles tenant compte 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, Géolocalisation / Coll.: B. Morse (département de génie civil, Université Laval); M. Heniche, Y. Secretan, P. Boudreau

### ***Simulation de la dispersion d'effluents urbains dans le port de Halifax***

Ce projet vise à simuler la propagation du trop-plein d'effluents urbains en temps d'averse dans le port d'Halifax en fonction d'épisodes de marée (flot et jusant) en

tenant compte de la direction et de la vitesse du vent. Prenant appui sur une simulation hydrodynamique 3D produite par une tierce partie, les simulations faisaient intervenir des algorithmes de calcul lagrangien et eulérien pour déterminer l'extension du panache dans le milieu et les zones potentiellement affectées / BPR Groupe-Conseil / Coll.: P. Boudreau

### ***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 requis suivi 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. José 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 *twin-win*) / Ville de Beauport; Municipalités de Boischatel et de Sainte-Brigitte-de-Laval

#### **Étude hydrodynamique à deux dimensions en conditions de crue de la rivière Montmorency dans le secteur Des Ilets**

Le projet vise à analyser le transfert des crues dans la rivière Montmorency, dans le secteur de la prise d'eau municipale Des Ilets de la ville de Beauport. Une étude géomorphologique permettra d'évaluer les taux historiques d'érosion et de recul des berges. Des crues de référence standard (20 ans, 100 ans) et un événement extrême semblable à ceux survenus au Saguenay en juillet 1996 seront étudiées à l'aide du simulateur HYDROSIM. Une étude statistique basée sur les séries partielles de débit permettra d'appliquer le concept de risque. Des scénarios de prévention, d'atténuation et de remédiation seront considérés / Ville de Beauport / Coll.: B. Doyon, P. Boudreau, M. Heniche, Y. Secretan; M. Lapointe (Université McGill); T. Ouarda

#### **Nouvelles applications environnementales d'hydraulique numérique fluviale**

Le projet consiste à développer des modèles numériques des écoulements à surface libre gravitationnels et/ou induits par le vent dans les lacs et les cours d'eau. Quatre thèmes sont proposés: i) modèle eulérien de transport-diffusion; ii) modèle lagrangien de transport-diffusion; iii) modélisation des microhabitats; iv) méthodes numériques reliées à ces modèles

Le projet s'inscrit dans le développement du code HYDREAU, développé au sein de notre groupe. La portée socio-économique du projet est surtout liée aux diverses activités d'aménagement du milieu hydrique

/ CRSNG - Dépenses courantes / Coll.: Y. Secretan, P. Boudreau, M. Heniche

#### **Logiciel Hydrosim (simulateur hydrodynamique)**

Le but du projet est de développer un simulateur hydrodynamique du milieu fluvial et estuarien comportant les fonctionnalités ou qualités suivantes: couvrant-découvrant; non-stationnaire, résolution stable, robuste, précise; peu gourmand de mémoire; rapide sur P.C.; utilisant la méthode des éléments finis / Coll.: M. Héniche, P. Boudreau

#### **Projet MÉTRIQUE**

Les interventions du type "grandes rivières" s'inscrivent dans le cadre de problématiques touchant la pollution des eaux fluviales et estuariennes, ainsi que les modifications physiques et physico-chimiques affectant les habitats à poisson. Plus précisément, les modèles et les logiciels développés comprennent les modules d'analyse suivants: i) l'advection-diffusion bidimensionnelle eulérienne pour l'analyse de la propagation des eaux de tributaires importants dans une masse fluviale (ex: Yamaska dans le fleuve Saint-Laurent) (*DISPERSIM*); ii) l'advection-diffusion bidimensionnelle lagrangienne pour l'analyse de la propagation d'eaux d'effluents industriels ou urbains dans un cours d'eau (*PANACHE*); iii) la représentation des habitats ichtyofauniques pour la définition de régimes hydrologiques adaptés à leur conservation (*HABIOSIM*)

Ces logiciels sont développés "indépendants de plateforme" selon la philosophie "orientée-objet" avec le langage C++ / Coll.: Y. Secretan, Y. Roy, M. Heniche

#### **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.: P. Boudreau, J. Morin, M. Heniche, Y. Secretan, S. Côté, J. Marion, P. Fortin; J.F. Cantin, R. Laurence (Environnement Canada)

#### ***Addendum à l'entente spécifique sur la modélisation intégrée du fleuve Saint-Laurent entre Cornwall et Trois-Rivières***

Le projet vise la poursuite de l'effort de modélisation du fleuve Saint-Laurent dans le cadre de l'entente spécifique qui lie l'INRS-Eau à Environnement Canada (Environnement atmosphérique). Les tronçons visés par le projet s'étendent du port de Montréal à Trois-Rivières. Il s'agit d'abord de compléter les efforts de caractérisation des plantes aquatiques et de la topographie des milieux de faible profondeur ou excentriques à la Voie navigable. Les données actuellement disponibles et les nouvelles seront traitées dans le modèle numérique de terrain (MNT) des lieux avant d'être repris par le modèle hydrodynamique. Le but ultime de ce modèle est de servir à la planification des mesures d'urgence maritime, à la planification environnementale des aménagements réalisés dans les tronçons (incluant le dragage) de même qu'à l'élaboration d'un nouveau plan de gestion des débits et des niveaux d'eau du fleuve dans le cadre du Plan III Saint-Laurent. Il est à noter que ce premier addendum sera bientôt (juillet 1998) suivi d'un deuxième en vue de compléter les efforts entrepris / Environnement Canada / Coll.: P. Boudreau, J. Morin, Y. Secretan, Y. Roy

#### ***Modélisation des microhabitats du saumon de la rivière Ste-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 Ste-Marguerite dans le cadre d'un projet de recherche du CIRSA, le Centre Inter-disciplinaire de Recherche sur le Saumon Atlantique / CIRSA / Coll.: M. Leclerc, Y. Secretan, P. Boudreau, J. Lafleur

#### ***Analyse détaillée des conditions d'hydraulique sur la rivière Chicoutimi dans la région des ouvrages (Chute-Garneau et Pont-Arnaud)***

Le projet vise à instruire aussi précisément que possible les facteurs hydrauliques ayant influencé le comportement des ouvrages hydrauliques de la Chute-Garneau et Pont-Arnaud lors des crues du Saguenay en 1996. Le projet s'inscrit dans le cadre de la poursuite des assureurs de l'Alcan contre Hydro-Québec et le MEF / Hydro-Québec (Contentieux) / Coll.: Y. Secretan, P. Boudreau, M. Heniche, J. Marion

#### ***Modélisation intégrée de l'habitat des plantes, des vagues et de l'hydrodynamique en vue de la réhabilitation des berges de l'île aux Chats, lac Saint-François***

Le projet vise à établir un concept de restauration des berges submergées de l'île aux Chats dans le lac Saint-François (fleuve Saint-Laurent). Les sédiments sont contaminés par le fer à cet endroit et un recouvrement (capage) est prévu afin de soustraire ces sédiments à l'action érosive du fleuve. Le concept proposé est basé sur la modélisation des micro-habitats dans laquelle interviennent les variables abiotiques comme les courants et les vagues. Ces variables sont produites numériquement pour des débits de référence considérés comme structurants pour la présence des sédiments. L'élaboration du concept d'aménagement tient compte de l'objectif d'établissement de conditions abiotiques diversifiées en vue de favoriser la biodiversité future des lieux. Les espèces végétales aquatiques potentielles ont été identifiées dans les secteurs environnants / TecSult / Coll.: J. Morin, P. Boudreau

<b>Guy MORIN</b>
------------------

hydrométriques de la rivière La Sarre seront disponibles, revoir l'ajustement des paramètres pour cette rivière / Hydro-Abitibi / Coll. W. Sochanska

---

---

## **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 qualité du modèle hydrologique CEQUEAU pour utiliser quatre chiffres 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 faite à la phase 1 et 2 du projet avec ALCAN. Cet ajustement des paramètres sera faite en utilisant les données disponibles les plus récentes et en introduisant également 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

### ***Modélisation hydrologique et prévision en temps réel des apports des bassins versants de la rivière La Sarre en amont des centrales LS-1 et LS-2***

Le but du projet est de mettre en opération le modèle hydrologique CEQUEAU pour la prévision des débits en temps réel aux deux mini centrales de Hydro-Abitibi sur la rivière La Sarre.

Les principales étapes du projet sont:  
1) préparer les banques de données physiographiques et hydro-météorologiques pour la rivière La Sarre; 2) revoir l'ajustement des paramètres du modèle CEQUEAU sur la rivière Harricana (le modèle CEQUEAU a déjà été appliqué à cette rivière); 3) transposer les paramètres de la rivière Harricana à la Rivière La Sarre; 4) lorsque les données

**Taha B.M.J. Ouarda**

## **Hydrologie: Écoulements**

### **Estimation régionale des débits**

La conception et l'opération des ouvrages hydrauliques nécessitent une bonne connaissance des débits des rivières. En effet, une surestimation des crues entraîne généralement un sur-dimensionnement des ouvrages hydrauliques et par conséquent des coûts supplémentaires. D'autre part, une sous-estimation peut se traduire par des dégâts matériels et des pertes de vies humaines. En raison de la grande étendue des territoires du Canada et du Mexique, il serait impossible d'installer des stations d'acquisition de mesures de débits dans tous les points d'intérêt. Par conséquent, on est souvent amené à estimer des caractéristiques hydrologiques (telles que les crues de conception d'ouvrages hydrauliques, ou les niveaux de gestion des barrages) à des sites où l'on dispose de peu ou même d'aucune information hydrologique. On a alors recours à l'utilisation des modèles régionaux. Les méthodologies d'estimation régionale développées par l'équipe canadienne peuvent être adaptées spécialement pour les conditions hydrologiques mexicaines. L'utilisation au Mexique des techniques d'estimation régionale les plus performantes résulteront en des retombées économiques importantes. Il est aussi prévu de transférer les méthodologies élaborées à d'autres utilisateurs au Mexique, telles que les autres institutions de recherche, les compagnies hydroélectriques ou les agences qui se chargent de la gestion des ressources en eau dans le pays. Ce projet de recherche permettra de promouvoir une compréhension plus raffinée des problématiques dans les deux pays, et une meilleure connaissance réciproque entre les chercheurs des deux établissements / CRDI, AUCC (Subventions pour la coopération en recherche entre le Canada, l'Amérique latine et les Antilles) / Coll.: B. Bobée, A. Cârsteanu; M-V. Esteller, C.D. Delgado, K. Ba (Universidad Autonoma Del Estado de Mexico

### **Effet de la méthode du voisin le plus proche sur le modèle de prévision d'hydro-Québec**

La création des séries prévisionnelles d'apports comporte plusieurs étapes. L'une d'elles est la formation des séries chronologiques climatiques qui sont utilisées comme intrants dans le modèle météo-apports d'Hydro-Québec. La procédure de raccordement des séries habituellement utilisée à Hydro-Québec est basée sur la date. Ce type de raccordement ne tient pas compte de la variabilité climatique inter-annuelle. L'objectif de ce projet est de tester la performance de l'approche non paramétrique du voisin le plus proche pour effectuer un raccordement basé sur une mesure de la similarité entre les conditions actuelles et celles observées dans le passé / Hydro-Québec / Coll.: B. Bobée, M. Haché

### **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 un 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)

***Correction du débit en présence d'un effet de glace - Étude de faisabilité pour le développement d'un logiciel***

Une proportion importante des rivières québécoises et canadiennes sont affectées par l'effet de glace (i.e. le débit estimé par la courbe de tarage ne correspond pas au débit réel à cause de la présence de glace dans la rivière (glace de surface, glace de fond, glace en aiguilles, etc.)). Dans le cadre de ce projet, on répond à certaines des priorités immédiates du MEQ et d'EC en matière de correction du débit sous la glace et on tient compte des méthodes, recherches et documentations issues des deux ministères. Ce travail sera concentré sur les 3 volets suivants: 1) étude critique des approches adoptées par le MEQ et EC pour l'estimation des débits de rivières durant la période de présence de glace; 2) revue bibliographique des différentes approches développées pour la correction du débit en présence d'un effet de glace; et 3) étude de faisabilité pour le développement d'un logiciel qui permettra d'effectuer la tâche de correction du débit en période de présence de glace d'une façon automatique et rationnelle.

Il est important de noter que la disponibilité d'observations précises des débits sous la glace peut être très utile pour la détection des emplacements et temps d'occurrence des embâcles et débâcles de glace en temps réel / Environnement Canada - Environnement Québec / Colls.: B. Bobée, P. Coulibaly, D. Faucher; V.H. Hoang (Environnement Québec), J.F. Cantin (Environnement Canada)

***Development of analytical tools for detection of nonstationarities in climatic series: application to canadian data / Développement d'outils analytiques pour la détection des non-stationnarités dans les séries climatiques: application aux données canadiennes***

L'objectif de ce travail de recherche est de développer de nouveaux outils analytiques bayésiens qui permettent d'analyser et de quantifier les non-stationnarités dans les variables climatiques, et puis d'appliquer ces outils pour l'étude des séries climatiques

canadiennes. Les procédures bayésiennes diffèrent des tests statistiques classiques par le fait qu'ils permettent d'obtenir la fonction de probabilité entière de la date et de l'amplitude de changement. Les objectifs spécifiques de la recherche sont: 1) appliquer la procédure bayésienne univariée aux séries chronologiques des stations principales d'environnement Canada; 2) développer une procédure bayésienne bivariée pour tester la signification d'un changement de moyenne d'une variable aléatoire hydrologique ou météorologique à une date inconnue. Cette procédure tient compte de la structure de corrélation entre deux variables données (par exemple les séries de données de deux stations hydrométriques voisines, ou les séries de données d'une station météorologique et d'une station hydrométrique); 3) valider la procédure sur la base de séries générées et ensuite l'appliquer aux séries chronologiques des stations principales et non-principales opérées par Environnement Canada. Ceci permettra d'identifier tous changements qui pourraient être reliés aux instruments de mesure ou aux procédures de collection des données; 4) appliquer la procédure bayésienne bivariée aux séries chronologiques de différentes variables hydrométéorologiques pour étudier leurs réponses aux changements dans d'autres séries climatiques; 5) poursuivre le développement de procédures régionales / Environnement Canada / Coll.: B. Bobée, A. Cârsteanu; J. Asselin

***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: 1) caractérisation et suivi de la glace en rivière par télédétection radar; 2) étude du débit et du couvert de glace dans des conditions de changement climatique et 3) prévision et détection des embâcles / Agence Spatiale Canadienne, programme ADRO-2 / Coll.: M. Bernier, Y. Gauthier B. Bobée, J.P. Fortin

### ***Étude de faisabilité pour l'augmentation du débit d'étiage dans la rivière du Loup***

Le débit de la rivière Fourchue influence directement le débit de la rivière du Loup dont il est un des tributaires. Le barrage du lac Morin, situé sur la rivière Fourchue, a été historiquement géré de façon à fournir un débit minimum pour les centrales situées à l'aval. Une variable souvent utilisée au Québec pour caractériser les étiages est le débit minimum annuel sur une période de 7 jours dont la période de retour est de 10 ans (noté 7Q10). L'objectif de la présente étude est de vérifier s'il est possible de gérer le barrage du lac Morin de façon à augmenter la valeur du débit 7Q10 contrôlé dans la rivière du Loup / P. Riebel et Associés / Coll.: B. Bobée, A. Cârsteanu

### ***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 concernant: 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; vi) le développement de modèles

régionaux utilisant les queues des distributions (parties extrêmes des distributions) ainsi que l'information alternative (par exemple, données historiques).

#### **- Application à la modélisation des apports prévisionnels**

Ces travaux s'inscrivent dans le cadre de l'estimation et 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

#### ***Serveur NT-4 avec système Raid***

Acquisition d'un serveur NT-4 à disques durs de stockage de données ainsi que des stations de calculs (workstations) nécessaires pour assurer le déroulement des activités de recherche du candidat et de ses étudiants. En effet, cet appareillage ne représente pas simplement un outil informatique, mais l'appareillage est utilisé dans le cadre du programme de recherches portant sur l'estimation régionale des variables hydrologiques. Le sujet de l'estimation régionale est d'une importance cruciale au Canada à cause de la grande étendue du pays, de sa diversité physiographique et climatique, et de la faible densité du réseau de mesure / FCAR Équipement

---

---

**SASSEVILLE, Jean-Louis*****Assainissement, contrôle de la pollution et technologies environnementales: Boues******Transfert technologique: mise en chantier d'un véhicule complet de développement et de transfert de technologies environnementales (Fonds privés)***

Ce programme de recherche-action en est à sa quatrième année, il s'agit de concevoir et d'implanter un véhicule complet de développement et de transfert rapide de technologies porteuses de développement durable. Ce projet comporte un volet recherche technologique, un volet évaluation technologique ainsi qu'un volet de R&D portant sur les méthodes organisationnelles et financières requises pour soutenir le développement de technologies en demande sur le marché et d'enclencher leur diffusion commerciale. Les travaux ont porté au cours de l'année 1998-99 sur l'évaluation de plusieurs technologies (i.e. système de lecture à distance de consommation d'eau, de gaz et d'électricité, système de distribution et de conservation d'eau potable, ainsi que plusieurs technologies informatiques à haut potentiel de diffusion). Des travaux préliminaires de démonstration visant la mise en place d'une vitrine technologique pour les technologies Metix ont été réalisés et ont donné lieu à un contrat de 250 000\$ avec la Communauté urbaine de Montréal. Enfin l'effort principal a été mis sur le développement de méthodes organisationnelles et financières visant le financement des activités de commercialisation des technologies environnementales / Fonds privés / Coll.: J.P. Villeneuve, J.F. Blais, R.D. Tyagi; M. Grondin La Fe inc.); M. Lounès, S. Lachapelle, M. Lemoine (La FST inc.); L. Barré (Mabarex) et al.

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

Ce ensemble d'activités de recherche est réalisé en vue de préparer un programme structuré de recherche sur le développement et l'implantation de modèles d'administration

publique de l'eau et de politiques de développement durable. Les sujets abordés au cours de l'année 1998-99 ont porté sur le contrôle de la pollution agricole de l'eau, sur la gestion de l'eau par bassin, sur l'efficacité énergétique dans le contrôle de la pollution et sur les usages conflictuels de l'eau en Afrique sub-saharienne. Ce projet a donné lieu à une subvention de 250 000\$ du CRDI sur les usages conflictuels de l'eau en Afrique, projet piloté en collaboration par L'IE inc / Fonds privés / Coll.: Y Maranda (MEF); N. Kibi (Ressources Expert Plus); R. Tremblay (L'IE inc.) et al.

---

---

**Yves SECRETAN*****Hydrologie: Écoulements******Plan d'action et de développement pour l'aménagement de la Petite-Décharge au Saguenay - Lac Saint-Jean (Québec)***

Formation et soutien à l'utilisation des logiciels Modeleur/Hydrosim. Partenaire dans la réalisation du projet de restauration et d'aménagement de la Petite-Décharge / Comité ZIP Alma-Jonquière/ Coll.: M. Leclerc, M. Heniche

***Adaptation de Dispersim à Hydrosim***

Dispersim est un modèle de transport-diffusion qui permet de traiter en parallèle plusieurs variables ainsi que leurs interactions. Les facteurs pris en considération sont les suivants: les matières solides en suspension, l'oxygène dissous, la DBO, les coliformes fécaux, les métaux lourds et les toxiques organiques. C'est une modèle bi-dimensionnel intégré sur la verticale, les variables calculées sont donc des valeurs moyennes dans la hauteur de la colonne d'eau. Dispersim est un modèle aux éléments finis, d'approximation linéaire sur des éléments triangulaires. La résolution est stationnaire ou transitoire, sur une hydrodynamique stationnaire.

Dispersim, dans sa forme actuelle, souffre de limitations qui le rendent inutilisable pour de gros domaines d'études. De plus, toutes une série de test doivent être fait pour en assurer la fiabilité et la robustesse. Le projet proposé veut transformer le modèle numérique Dispersim afin de le rendre utilisable pour des simulations de transport de sédiment sur de gros domaines d'étude / Pêches et Océans Canada / Coll.: M. Heniche

---

**André TESSIER*****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 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) les 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) les réactions dans les sédiments avec les oxyhydroxydes de fer et de manganèse et avec les sulfures et polysulfures; iii) le 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 de recherche / Coll. C. Alfaro-De la Torre, A. Villegas, L. Rancourt.

***Biogéochimie de substances polluantes dans le milieu aquatique***

Les objectifs du programme de recherche sont: i) de comprendre et modéliser les réactions géochimiques auxquelles sont soumises les substances polluantes dans un bassin versant; ii) de modéliser l'accumulation des substances polluantes dans les organismes aquatiques; iii) de déterminer les effets des substances polluantes sur les organismes biologiques, les populations et les communautés. Dans le cadre de ces objectifs généraux, les projets proposés portent sur la diagénèse des métaux traces dans les sédiments récents et sur l'accumulation de métaux traces par des organismes

aquatiques / FCAR - soutien aux équipes de recherche / Coll. M. Amyot, P.G.C. Campbell, L. Hare; Coll. externes: N. Yan, L. Poissant, A. Boudou, J. Buffle, W. Davison, R. Carignan, F. Denizeau, A. Hontela, B. Pinel

#### ***Développement et application de la dialyse *in situ* pour la mesure de métaux traces***

Beaucoup de progrès ont été réalisés au cours des vingt dernières années concernant les méthodes analytiques et les protocoles propres pour mesurer de façon correcte les concentrations de métaux traces dissous à des niveaux nanomolaires ou subnano-molaires en milieu aquatique. L'application de procédures propres est cependant coûteuse en temps et matériel et n'est pas à la portée de tous les laboratoires. Même si un grand soin est pris, des risques de contamination ou de perte demeurent présents; pour ces raisons, on doit envisager des méthodes de mesure *in situ* comme la dialyse. Dans ce cadre, les objectifs du projet sont: i) de valider la méthode de dialyse *in situ* pour la mesure des métaux traces en rivières; ii) de former le personnel du ministère de l'Environnement du Québec à l'utilisation de cette technique; iii) de vérifier l'applicabilité de cette technique pour un réseau d'acquisition de données de surveillance des métaux traces. / PARDE / Coll. L. Rancourt, D. Berryman, D. Thomassin.

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

La technique DGT (Diffusion Gradient in Thin films) a le potentiel de mesurer *in situ* la spéciation du Cd et Pb dans le milieu aquatique et ainsi à évaluer le risque de la contamination du milieu aquatique par ces métaux. 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. On veut:

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; iii) vérifier, l'applicabilité de la technique DGT pour prédire l'accumulation de Cd et Pb par un organisme aquatique *Hyalella azteca* / Initiative de recherche sur les substances toxiques / Coll.: M. Twiss

#### ***Mobilité géochimique des métaux dans les sédiments: influence de la diagénèse***

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, on examine le comportement géochimique et on détermine la mobilité post-dépositionnelle de métaux traces (Hg, Cd, Zn, Ni, Pb) dans des sédiments de lacs. On étudie aussi les possibilités d'utiliser des techniques *in situ* (micro-électrodes voltammétriques 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

---

---



**Rajeshwar D. TYAGI**

### **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. Le premier projet consiste à tester et 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. Le deuxième projet vise à déterminer l'applicabilité de la biolixiviation comme technique de pré-oxydation 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. Le 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

#### **Inhibition par les métaux et élimination des métaux dans le traitement des eaux usées**

Ce projet de recherche a comme objectif d'étudier l'inhibition par les métaux sur la réponse dynamique de la biodégradation d'une substance, des performances du

séparateur secondaire et de la digestion anaérobie. L'élimination par lixiviation microbienne des métaux des boues digérées anaérobie fait également l'objet de la présente recherche / CRSNG - Dépenses courantes

#### **Le processus de bioconversion de boues d'épuration en un produit à haute valeur ajoutée**

L'objectif de ce projet multidisciplinaire est d'utiliser les boues d'épuration produites par les stations de traitement des eaux usées comme substrat pour la production de biopesticides *Bacillus thuringiensis* (Bt). Nous avons établi que les boues d'épuration peuvent servir comme substrat pour la croissance et, par la suite, la sporulation du Bt (biopesticides). La toxicité des suspensions de Bt ainsi obtenues (Bt kurstaki HD-1) a été 4 à 6 fois supérieure à celle obtenue en utilisant les produits commerciaux. Nous sommes aussi en train d'isoler des souches de Bt indigènes aux boues, lesquelles ont une croissance plus rapide (1,5 fois) dans des boues et produisent une entomotoxicité 2,5 fois (70B) supérieure à celle de souche conventionnelle. Pour la production de nouvelles souches et pour des souches déjà identifiées (utilisées comme biopesticides en agriculture), les objectifs spécifiques sont: d'identifier de nouvelles souches; d'optimiser leurs conditions de croissance en erlenmeyers ainsi qu'en bioréacteur; et de tester la stabilité de ces biopesticides obtenus à partir des boues. Ces nouveaux procédés de production de biopesticides ont l'avantage d'utiliser des boues d'épuration de façon sécuritaire et en même temps de leur donner une valeur ajoutée / CRSNG Stratégique / Coll.: J.P. Villeneuve, J.R. Valéro (Forêt Canada)

**Jean-Pierre VILLENEUVE**

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

### **Revue de la littérature scientifique et technique (GIBSI-II)**

Réaliser une revue de la littérature scientifique et technique portant sur les approches et outils pour la détermination d'objectifs environnementaux de rejets dans un contexte de gestion par bassin versant en vue du contrôle des sources diffuses de pollution d'origine agricole / Environnement Québec / Coll.: A.N. Rousseau, E. Salvano

### **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 agricole du ministère de l'Environnement, 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 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 météoro-logiques 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-COS

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

Ce projet PARDE a pour objectifs: a) 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), b) générer les distributions liées aux différentes variables simulées en divers points du réseau hydrographique et c) faire des recommandations pour la mise en place et le calage des différents modèles de GIBSI / INRS-Eau, Environnement Québec / Coll.: A. Le Page, A. Mailhot, A.N. Rousseau, J. Dupont

### **Étude du projet d'aménagement des plans d'eau du Sud-Bénin**

L'étude du projet d'aménagement des plans d'eau du Sud-Bénin vise l'établissement d'un diagnostic de l'état des plans d'eau du Sud-Bénin couvrant toutes les thématiques liées à la production halieutique. Le volet hydrologie et sédimentation avait plus spécifiquement pour objectifs de: a) comprendre globalement la dynamique hydrologique et hydraulique du complexe fluvio-lagunaire associé au lac Ahémé; b) analyser la question du comblement du lac Ahémé; c) proposer des aménagements en vue de diminuer la sédimentation dans le lac Ahémé; d) examiner la problématique du lac Nikoué à la lumière de la littérature existante / Roche Ltée, Groupe-Conseil / Coll.: J.P. Fortin, M. Leclerc, A. Mailhot

### **Coopération internationale: développement durable des ressources hydriques dans le bassin versant de la rivière Tarim - Chine**

Ce projet de coopération canado-chinoise a pour objectif le renforcement de la capacité de gestion de l'eau du bureau des ressources hydriques de la province du Xinjiang, région autonome Uygur, afin de prévenir le tarissement de la zone riveraine de la rivière

Tarim dans le désert du Taklimakan. Cette coopération s'inscrit dans le cadre d'un projet de Conservation et d'utilisation durable des ressources naturelles du bassin versant de la rivière Tarim (1 000 000 km<sup>2</sup>). Le maître d'oeuvre de ce projet financé par l'Agence Canadienne de Développement International est Jacques Whitford Environment Ltd de Calgary avec la collaboration de Roche Ltée, Groupe Conseil, de Sainte-Foy, en ce qui concerne tous les aspects liés à la gestion de l'eau. C'est à titre de consultant externe pour Roche Ltée que l'équipe du Professeur Villeneuve est impliquée avec une équipe de professeurs de l'Université de l'Agriculture du Xinjiang dans l'étude et l'analyse du bilan hydrologique du bassin versant de la rivière Tarim et du bassin versant de la rivière Hotan, un sous-bassin versant de 50 000 km<sup>2</sup> de la rivière Tarim. Les résultats de ces travaux seront utilisés pour élaborer différents scénarios de gestion des eaux. L'équipe du Professeur Villeneuve collabore avec les professeurs: Fortin, Banton, Bernier et Ouarda également responsable de la formation continue d'un groupe d'ingénieurs du bureau des ressources hydriques du Xinjiang. Cette formation porte sur l'apprentissage de techniques de modélisation en hydrologie mécaniste et statistique, en hydrogéologie et en gestion intégrée de l'eau à l'échelle du bassin versant / Agence Canadienne de Développement International / Coll.: A.N. Rousseau, A. Mailhot, O. Banton, M. Bernier, J.P. Fortin, Y. Gauthier, M. Larocque, T. Ouarda, R. Turcotte; Roche Ltée, Groupe Conseil: Y. Lord, A. Trudel, F. Thibeault et d'autres collaborateurs; Jacques Whitford Environment Ltd: S.W. Speller; Saskwater: W. Dybvig

### **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, 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

### **Gestion intégrée de l'eau des bassins versants à l'aide d'un système informatisé (GIBSI-I)**

GIBSI est un outil informatique qui permet aux gestionnaires de l'eau d'explorer divers scénarios de gestion à l'échelle du bassin versant. Cet outil informatique d'aide à la gestion comprend une base de données (spatiales et attributs), un système d'information géographique (SIG), une base de données relationnelle (BD) et des modèles mécanistes de simulation (hydrologie, érosion des sols et en rivières, transport et transformations de l'azote, du phosphore et de pesticides dans les sols et qualité de l'eau dans les rivières et les lacs). Cet outil permet au gestionnaire d'estimer quantitativement l'impact de différents scénarios d'aménagements du territoire.

Les applications de GIBSI permettront de juger de la capacité de support des cours d'eau, d'évaluer l'efficacité de programmes d'assainissement, de permettre l'affectation de la ressource hydrique, d'identifier les priorités d'intervention, d'évaluer les bénéfices de programmes de contrôle et d'optimi-

ser les processus de contrôle de pollution diffuse et ponctuelle. Parmi les types de scénarios considérés mentionnons les scénarios agricoles (types d'épandage, cheptel, types de rotation, etc.), de rejets ponctuels (modifications des attributs de rejets, ajout ou élimination de rejets, etc.), de modifications de l'occupation du sol (changements de cultures, déforestation, urbanisation, etc.) et hydrauliques (ajouts ou élimination de barrages, irrigation, etc.) / Ministère de l'Environnement et de la Faune / Coll.: O. Banton, J.P. Fortin, P. Lavallée, G. Morin, Y. Secretan, A. Mailhot, A.N. Rousseau, R. Turcotte, M. Duchemin, M. Roux

### ***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.: M. Leclerc, A. Mailhot, C. Blanchette

## ***Écoulements***

### ***Technologies de l'eau et de l'environnement***

Ce projet de coopération canado-tunisienne a pour objectif le renforcement de la capacité professorale et scientifique de l'équipe d'enseignement et de recherche de l'École Nationale d'Ingénieurs de Tunis (ENIT) afin de pouvoir répondre plus adéquatement aux besoins plus spécifiques du secteur privé. Des experts canadiens dans les domaines de l'eau et de l'environnement sont dépêchés en Tunisie afin de collaborer à l'élaboration d'un certain nombre de cours et de

matériel pédagogique. Les interventions se feront à trois niveaux: 1) formation initiale; 2) formation continue et 3) stage de professeurs et d'étudiants tunisiens au Canada / ACCC et AUCC / Coll.: O. Banton, M. Bernier, B. Bobée, J.P. Fortin, H.G. Jones, P. Lafrance, M. Leclerc, G. Morin, T. Ouarda, Y. Secretan, A. Mailhot, A.N. Rousseau, autres chercheurs de d'autres universités

## ***Eaux souterraines***

### ***Évaluation de la contamination des eaux souterraines par des sources diffuses en milieu agricole***

Le projet vise à établir une méthodologie d'évaluation de la vulnérabilité et à développer les outils nécessaires à son application. Les thèmes suivants sont abordés dans le cadre de ces travaux: 1) étude des processus d'atténuation des contaminants, vérification d'hypothèses sur la mobilité et sur la persistance, 2) méthodes de caractérisation des environnements hydrogéologiques et de la variabilité spatiale des paramètres physiques et hydrodynamiques de la zone non saturée des aquifères, 3) développement d'outils pour l'évaluation de la vulnérabilité, modélisation du transport dans la zone non saturée et cartographie de la vulnérabilité, 4) intégration des résultats et des outils de gestion développés pour les eaux souterraines à la problématique de la gestion des ressources en eau des bassins versants et interactions entre eaux de surface et souterraines / Fonds FCAR / Coll.: O. Banton, P. Lafrance, P.G.C. Campbell.

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

### ***L'utilisation des boues d'épuration pour une lutte efficace contre les ravageurs***

Les forêts sont vulnérables à la défoliation très sévères causée par la tordeuse d'épinette (*Chroistoneura fumiferana*). L'application de *Bacillus thuringiensis* est considérée comme une très bonne solution à ce problème. Le coût actuellement élevé de ce produit en suspension ont amené à considérer les boues d'épuration comme substrat alternatif

pour la production de Bt. Il a été démontré qu'à l'échelle du laboratoire, la sporulation et l'entomotoxicité du Bt produit par les boues est comparable à celles des produits conventionnels. Toutefois des travaux de recherche sont requis pour améliorer la toxicité du produit ainsi que pour réduire le temps de production et le coût du produit / CRSNG, Ministère des Ressources Naturelles du Canada / Coll. R.D. Tyagi, J.R. Valéro

## **Contrôle**

### ***Modélisation mathématique pour le contrôle des débordements des réseaux d'égouts par temps de pluie***

En période d'orage, la gestion en temps réel des réseaux d'égouts apparaît comme une voie efficace et économique pour limiter les débordements de ces réseaux et, par conséquent, limiter la pollution des milieux récepteurs. Les travaux de recherche portent sur: 1) l'introduction d'un modèle hydraulique dans SWIFT capable de simuler la mise en charge des conduites, 2) l'impact des incertitudes sur la prévision de la pluie sur la performance de la gestion et 3) l'utilisation d'éventuelles mesures de débit en temps réel dans le réseau, afin d'augmenter la robustesse du simulateur-optimisateur SWIFT. Enfin, il est prévu, dans une phase ultérieure, de regrouper les connaissances développées dans un système d'aide à la décision devant aider les gestionnaires de réseaux à utiliser le modèle de simulation et l'assister dans la prise de décision dans la réalisation d'aménagements / CRSNG Stratégique / Coll.: O. Banton, M. Leclerc, A. Mailhot, C. Blanchette, P. Lavallée, C. Marcoux

### ***Contrôle de l'opération des ouvrages d'interception de la Communauté Urbaine du Québec (CUQ)***

Ce projet réalisé conjointement par les Consultants BPR et l'INRS-Eau vise à doter la Communauté Urbaine de Québec (CUQ) d'un système de contrôle des réseaux d'interception et des stations d'épuration qui permette de minimiser les charges polluantes déversées aux cours d'eau en réduisant les débordements des réseaux en temps de

pluie et en optimisant le rendement des stations d'épuration. Pour ce faire, divers outils seront développés afin de prévoir les conditions conflictuelles et adverses d'opération, d'identifier et de valider les stratégies d'exploitation permettant de parer à ces situations et de mettre en place, à l'intention de l'opérateur, un outil d'aide à la décision / Communauté Urbaine de Québec (Les Consultants BPR) / Coll.: C. Blanchette, A. Mailhot, P. Lavallée, C. Marcoux

## **Infrastructures municipales**

### ***Auscultation et diagnostic des réseaux d'aqueduc et d'égout de la ville de Montréal***

Le projet consiste à identifier l'ampleur des besoins en réhabilitation des réseaux d'aqueduc et d'égout de Montréal et les besoins financiers qui y sont associés. Les principaux objectifs du projet sont: 1) connaître l'état actuel des ouvrages, tant sur le plan fonctionnel que structural, 2) sélectionner les méthodes les plus efficaces d'auscultation et d'appréciation du diagnostic fonctionnel des ouvrages, 3) faire l'évaluation budgétaire des travaux de remplacement et de réhabilitation, y incluant l'identification du surcoût possible ou des économies potentielles associées à des méthodes innovatrices et 4) établir une planification des travaux à réaliser à court (0-5 ans), moyen (5-10 ans) et long terme (10-20 ans) / Ville de Montréal (CERIU) / Coll.: Les Consultants BPR

---

---



## 5 PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS

---

### **Articles publiés dans les revues scientifiques**

Abi-Zeid, I. et B. Bobée (1999). La modélisation stochastique des étiages: une revue bibliographique / The stochastic modeling of low-flows: a literature review. *Rev. Sci. Eau*, 12(3): 459-484.

Amyot, M., D.R.S. Lean, L. Poissant et M.R. Doyon (2000). Distribution and transformation of elemental mercury in the St. Lawrence river and lake Ontario. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 57 (suppl. 1):155-163.

Baghdadi, N., J.P. Fortin et M. Bernier (1999). Accuracy of wet snow mapping using simulated radarsat backscattering coefficients from observed snow cover characteristics. *Int. J. Remote Sens.*, 20(10): 2049-2068.

Baghdadi, N., Y. Gauthier, M. Bernier et J.P. Fortin (2000). Potential and limitations of RADARSAT SAR Data for wet snow monitoring. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing*, 38(1 p1): 316-320.

Banton, O., L. Bangoy, M. Larocque, C. Hurtrez, D. Richard et C. Rivard (1999). Contribution des outils mathématiques à la caractérisation hydrogéologique des Basses-Terres du Saint-Laurent de la région de Mirabel (Québec, Canada). *Hydrogéologie*, 4: 33-42.

Banton, O. et A. Rouleau (1999). Eaux souterraines et hydrogéologie au Québec. *Hydrogéologie*, 4: 1-4.

Bernier, M., J.P. Fortin, Y. Gauthier, R. Gauthier, R. Roy et P. Vincent (1999). Determination of snow water equivalent using RADARSAT SAR data in eastern Canada. *Hydrol. Process*, 13(18): 3031-3042.

Blais, J.F., S. Dufresne et G. Mercier (1999). État du développement technologique en matière d'enlèvement des métaux des effluents industriels. *Rev. Sci. Eau*, 12(4): 689-713.

Bobée, B. (1999). Estimation des événements extrêmes de crue par l'analyse fréquentielle: une revue critique / Extreme flood events valuation using frequency analysis: a critical review. *La Houille Blanche*, (7/8): 100-105.

Cârsteanu, A., V. Venugopas et E. Foufoula-Georgiou (1999). Event-specific multiplicative cascade models and an application to rainfall. *J. Geophys. Res.*, 104 (D24): 31,611-31,622.

Chevalier, S. et O. Banton (1999). Modelling of heat transfer with the random walk method. Part 1. Application of thermal energy storage in porous aquifers. *J. Hydrol.*, 222: 129-139.

Chevalier, S. et O. Banton (1999). Modelling of heat transfer with the random walk method. Part 2. Application of thermal energy storage in fractured aquifers. *J. Hydrol.*, 222:140-151.

Coulibaly, P., F. Anctil et B. Bobée (1999). Prévision hydrologique par réseaux de neurones artificiels: état de l'art / Hydrological forecasting with artificial neural networks: The state of the art. *Can. J. Civ. Eng.*, 26(3): 293-304.

Desy, J.C., J.F. Archambault, B. Pinel-Alloul, J. Hubert et P.G.C. Campbell (2000). Relationships between total mercury in sediments and methyl mercury in the freshwater gastropod prosobranch *Bithynia tentaculata* in the St. Lawrence River, Quebec. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 57 (suppl. 1): 164-173.

Du, Y.G., R.D. Tyagi et R. Bhamidimarri (1999). Use of fuzzy neural-net model for rule generation of activated sludge process. *Process Biochem.*, 35:77-83.

Flessas, C., Y. Couillard, B. Pinel-Alloul, L. St-Cyr et P.G.C. Campbell (2000). Metal concentrations in two freshwater gastropods (Mollusca) in the St. Lawrence River and relationships with environmental contamination. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 57 (suppl. 1): 126-137.

- Gangbazo, G., G. Barnett, A.R. Pesant et D. Cluis (1999). Disposing hog manure on inorganically-fertilized corn and forage fields in southeastern Quebec. *Can. Agr. Eng.*, 41 (1): 1-12.
- Gangbazo, G., D. Cluis et C. Bernard (1999). Connaissances acquises en pollution diffuse agricole au Québec - 1993-1998: analyse et perspectives. *Vecteur Environment*, 22(4): 36-45.
- Heniche, M., Y. Secretan et P. Leclerc M. Boudreau (2000). A two-dimensional finite element drying-wetting shallow water model for rivers and estuaries. *Adv. Water Resour.*, 23: 359-372.
- Jones, H.G., J.W. Pomeroy, T.D. Davies, M. Tranter et P. Marsh (1999). CO<sub>2</sub> in Arctic snow cover: landscape form, in-pack gas concentration gradients, and the implications for the estimation of gaseous fluxes. *Hydrol. Process*, 13: 2977-2989.
- Jumarie, C., P.G.C. Campbell, M. Houde et F. Denizeau (1999). Evidence for an intracellular barrier to cadmium transport through Caco-2 cell monolayers. *J. Cellular Physiol.*, 180(2): 285-297.
- Labchir, R. et O. Banton (1999). Atténuation des concentrations en nitrates lors de l'échange nappe-rivière. Rôle des zones riveraines au Québec. *Hydrogéologie*, 4: 45-54.
- Laberge, C., D. Cluis et G. Mercier (2000). Metal bioleaching prediction in continuous processing of municipal sewage with Thiobacillus ferrooxidans using neural networks. *Water Res.*, 34(4): 1145-1156.
- Lafrance, P. et I. Giroux (1999). Contamination des eaux souterraines au Québec par les produits phytosanitaires. *Hydrogéologie*, 4: 43-50.
- Lang, M., T.B.M.J. Ouarda et B. Bobée (1999). Towards operational guidelines for overthreshold modeling. *J. Hydrol.*, 225: 103-117.
- Lapointe, S. et B. Bobée (2000). Revision of possibility distributions: A Bayesian inference pattern. *Fuzzy sets and systems*, 116: 119-140.
- Larocque, M., O. Banton, P. Ackerer et M. Razack (1999). Determining karst transmissivities with inverse modeling and an equivalent porous media. *Ground Water*, 37 (6): 897-903.
- Larocque, M. et M. Razack (1999). Synthèse hydrogéologique de l'aquifère karstique de La Rochefoucauld (Charente, France). Bilan des nouvelles connaissances. *Hydrogéologie*, 3: 35-45.
- Lasserre, F., M. Razack et O. Banton (1999). A GIS-linked model for the assessment of nitrate contamination in groundwater. *J. Hydrol.*, 224 (3-4): 81-90.
- Mailhot, A., S. Duchesne, E. Musso et J.P. Villeneuve (2000). Modélisation de l'évolution de l'état structural des réseaux d'égout: application à une municipalité du Québec. *Can. J. Civ. Eng.*, 27 (1): 65-72.
- Maranda, Y. et J.L. Sasseville (1999). Efficacité de l'assainissement des eaux usées sur le bassin de la rivière Chaudière (Québec, Canada) / Water pollution control efficiency in the Chaudière river basin (Quebec, Canada). *Rev. Sci. Eau*, 12(3): 485-507.
- Marchand, C., Y. Simard et Y. Gratton (1999). Concentration of capelin at tidal upwelling and fronts at the head of the Laurentian channel (St. Lawrence estuary). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 56(10): 1832-1846.
- Marcotte, C., J.F. Blais, G. Mercier et G. Roberge (1999). Déshydratation des produits de décontamination des cendres volantes d'incinérateur de déchets municipaux / Dehydration of products from the decontamination of municipal waste incinerator fly ash. *Can. J. Civil Eng.*, 26(6): 736-745.



- Martin, D., M. Bernier et J.L. Sasseville (1999). Évaluation financière de l'intégration de technologies satellitaires, pour le suivi du couvert nival, au sein d'une entreprise hydro-électrique (Le cas de l'utilisation du satellite Radarsat I dans le bassin de la rivière La Grande (Québec)). *Int. J. Remote Sens.*, 20(10): 2033-2048.
- Mercier, G., M. Chartier, D. Couillard et J.F. Blais (1999). Decontamination of fly ash and used lime from municipal waste incinerator using *Thiobacillus ferrooxidans*. *Environ. Manage.*, 24(4): 517-528.
- Munger, C. et L. Hare (2000). Influence of ingestion rate and food types on cadmium accumulation by the aquatic insect *Chaoborus*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 57(2): 327-332.
- Munger, C., L. Hare et A. Tessier (1999). Cadmium sources and exchange rates for *Chaoborus* larvae in nature. *Limnol. Oceanogr.*, 44(7): 1763-1771.
- Nemati, M.R., J. Caron et J. Gallichand (2000). Stability of structural form during infiltration: laboratory measurements on the effect of de-inking sludge. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 64 (2): 543-552.
- Nemati, M.R., J. Caron et J. Gallichand (2000). Using paper de-inking sludge to maintain soil structural form: field measurements. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 64(1): 275-285.
- Pelletier, É., B. Mostagir, S. Roy, M. Gosselin, Y. Gratton, J.P. Chanut, C. Belzile, S. Semers et D. Thibault (1999). Crue éclair de juillet 1996 dans la région du Saguenay (Québec) 1. Impacts sur la colonne d'eau. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 56(11): 2136-2147.
- Perreault, L., B. Bobée et P.F. Rasmussen (1999). Halphen distribution system. I: mathematical and statistical properties. *J. Hydr. Eng. - ASCE*, 4(3): 189-199.
- Perreault, L., B. Bobée et P.F. Rasmussen (1999). Halphen distribution system. II: parameter and quantile estimation. *J. Hydr. Eng. - ASCE*, 4 (3): 200-208.
- Pomeroy, J. W., T.D. Davies, H.G. Jones, P. Marsh, N.E. Peters et M. Tranter (1999). Transformations of snow chemistry in the boreal forest: accumulation and volatilization. *Hydrol. Process*, 13(14-15): 2257+.
- Renoux, A.Y., R.D. Tyagi et R. Samson (1999). Effects of irradiation and freezing on toxicity of sewage sludge elutriate samples. *Water Qual. Res. J. Can.*, 34(4): 589-597.
- Roberge, G., J.F. Blais et G. Mercier (1999). Enlèvement du phosphore des eaux usées par traitement à base de tourbe dopée aux boues rouges. *Can. J. Chem. Eng.*, 77: 1185-1194.
- Rousseau, A.N., A. Mailhot, R. Turcotte, M. Duchemin, C. Blanchette, M. Roux, J. Dupont et J.P. Villeneuve (2000). GIBSI - An integrated modelling system prototype for river basin management. *Hydrobiologia*, 422/423: 465-475.
- Roy, I. et L. Hare (1999). Relative importance of water and food as cadmium sources to the predatory insect *Sialis velata* (Megaloptera). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 56(7): 1143-1149.
- Sachdeva, V., R.D. Tyagi et J.R. Valero (1999). Factors affecting the production of *Bacillus thuringiensis* biopesticides. *Recent Res. Devel. Microbiology*, (3): 363-375.
- Tremblay, A., R.D. Tyagi et R.Y. Surampalli (1999). Effect of SRT on nutrient removal in SBR system. *Practice Periodical of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste Management*, 3(4): 183-190.
- Twiss, M.R., J.C. Auclair et M.N. Charlton (2000). An investigation into iron-stimulated phytoplankton productivity in epipelagic Lake Erie during thermal stratification using trace metal clean techniques. (correction Vol 57, pg 86, 2000). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 57(1): 86-95.

- Twiss, M.R., L. Granier, P. Lafrance et P.G.C. Campbell (1999). Bioaccumulation of 2,2',5,5'-tetrachlorobiphenyl and pyrene by picoplankton (*Synechococcus leopoliensis*, cyanophyceae): influence of variable humic acid concentrations and pH. *Environ. Toxicol. Chem.*, 18(9): 2063-2069.
- Valéro, J.R., S. Mohammedi, N.J. Payne et R.D. Tyagi (1999). Microbial control of defoliating forest insects. *Recent Res. Devel. Microbiology*, (3): 455-646.
- VanBochove, E., H.G. Jones, N. Bertrand et D. Prevost (2000). Winter fluxes of greenhouse gases from snow-covered agricultural soil: Intra-annual and inter-annual variations. *Global Biogeochem. Cycles*, 14 (1): 113-125.
- Wang, F. et A. Tessier (1999). Cadmium complexation with bisulfide. *Environ. Sci. Technol.*, 33(23): 4270-4277.
- Yue, S. (1999). Applying bivariate normal distribution to flood frequency analysis. *Water International*, 24(3): 248-254.
- Yue, S. et M. Hashino (1999). A stochastic model for deriving the basic statistics of J-day averaged streamflow. *Water Resour. Res.*, 35 (10): 3127-3137.
- Yue, S. et M. Hashino (2000). Unit hydrographs to model quick and slow runoff components of streamflow. *J. Hydrol.*, 227 (1-4): 195-206.
- Yue, S., M. Bobée B. Hashino, P.F. Rasmussen et T.B.M.J. Ouarda (1999). Derivation of streamflow statistics based on a filtered point process. *Stoch. Env. Res. Risk Ass.*, 13: 317-326.
- Yue, S., T.B.M.J. Ouarda, B. Bobée, P. Legendre et P. Bruneau (1999). The Gumbel mixed model for flood frequency analysis. *J. Hydrol.*, (226): 88-100.
- Yue, S., T.B.M.J. Ouarda, B. Bobée, P. Legendre et P. Bruneau (2000). The Gumbel mixed model for flood frequency analysis (Vol. 226, p. 88, 1999), corrigendum. *J. Hydrol.*, 228(3-4): 283.
- Zakardjian, B.A., Y. Gratton et A.F. Vézina (2000). Late-spring phytoplankton bloom in the lower St. Lawrence estuary: the flushing hypothesis revisited. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 192: 31-48.
- Zakardjian, B. A., J. Runge, S. Plourde et Y. Gratton (2000). A biophysical model of the interaction between vertical migration of crustacean zooplankton and circulation in the lower St. Lawrence estuary. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 56(12): 2420-2432.

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

Alfaro De La Torre, C. et A. Tessier (1999). In situ measurement of trace metals in an oligotrophic lake by the DGT method. *20th Annual Meeting of Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC)*. Philadelphie, PA.

Amyot, M., D.R.S. Lean et L. Poissant (1999). Distribution and transformation of volatile Hg<sup>0</sup> in Lake Ontario and the St. Lawrence River. *20th Annual Meeting of Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC)*. Philadelphie, PA.

Barnabé, S., R.D. Tyagi et J.R. Valéro (1999). Optimisation du procédé de bio-conversion des boues d'épuration en biopesticides par l'induction de la sporulation chez *Bacillus thuringiensis* avec des changements brusques de facteurs abiotiques. Dans: *14e Congrès de l'Est de l'Association canadienne sur la qualité de l'eau*, p. 5. Sherbrooke, Québec.

Baudu, M., G. Guibaud, D. Raveau et P. Lafrance (1999). Détermination de caractéristiques physico-chimiques de charbons actifs dans le but de développer un modèle prédictif de la durée de vie de filtres à charbon actif. *14e Congrès de l'Est de l'Association canadienne sur la qualité de l'eau*. Sherbrooke, Québec.

- Ben Rebah, F., R.D. Tyagi et D. Prévost (1999). Utilisation des boues d'épuration comme milieu de culture pour la production d'un inoculum commercial de Rhizobium. Dans: *14e Congrès de l'Est de l'Association canadienne sur la qualité de l'eau*, p. 7. Sherbrooke, Québec.
- Bernier, M., J.P. Fortin, Y. Gauthier, R. Gauthier, R. Roy et P. Vincent (1999). Pre-operational determination of Snow Water Equivalent (SWE) using RADARSAT Data. *56th Annual Meeting of the Eastern Snow Conference (ESC 99)*. Fredericton, Canada.
- Bernier, M., J.P. Fortin, Y. Gauthier, R. Turcotte et A. Elbattay (2000). Combined use of VEGETATION and RADARSAT data for updating areal distribution and water equivalent of snow cover, in the HYDROTEL hydrological forecasting model. *Vegetation 2000*. Belgirate, Italie.
- Berthiaume, P., M. Bigfrans-Poulin et A.N. Rousseau (2000). Modélisation de l'impact environnemental des entreprises de production porcine à l'aide de scénarios caractéristiques des élevages porcins du Québec. *68e Congrès de l'ACFAS, Les sciences au XXIe siècle*. Université de Montréal, Montréal, Québec.
- Blais, J.F. et J.L. Sasseville (1999). A computerised model for rapid feasibility studies or reprocessing project of sulfidic mine tailings. *Sudbury'99 - Mining and the Environment II / L'exploitation minière et l'environnement II*. Sudbury, Canada.
- Bobée, B. et T.B.M.J. Ouarda (1999). Rationalisation du réseau hydrométrique de la province de Québec pour le suivi des modifications climatiques. *5e Rencontres hydrologiques franco-roumaines*. Lyon, France.
- Bordas, F. et P. Lafrance (2000). Mise en solution et migration d'un hydrocarbure aromatique polycyclique adsorbé sur un sol en présence de biosurfactants. *Journée scientifique de la Société Française de Chimie: Sections Centre et Centre-Ouest: Énergie et environnement: le rôle de la chimie*, Orléans, France.
- Bordas, F. et P. Lafrance (2000). Utilisation de biosurfactants pour le traitement d'un sol contaminé par un hydrocarbure aromatique polycyclique - Essais en colonnes de sol. Dans: *6e Journées Nationales de l'Étude des Sols. Association française pour l'étude des sols: "Les enjeux actuels de l'anthropisation des sols"*, Nancy, France.
- Campbell, P.G.C. (1999). Metal-organism interactions in aquatic environments. *XIVth International Symposium on Environmental Biogeochemistry: Earth System Interfacial Processes from the Molecular to Global Scale*. Huntsville, Canada.
- Cârsteanu, A., H. Gingras et B. Bobée (1999). A scaling analysis of IDF curves. *American Geophysical Union (AGU) Conference - Fall Meeting*. San Francisco, USA.
- Cârsteanu, A., T.B.M.J. Ouarda et B. Bobée (2000). Multiscale segmentation of hydrologic measurables. *25th General Assembly of European Geophysical Society (EGS)*. Nice, France.
- Chebchoub, A., Z.K. Bargaoui, I. Abi-Zeid et B. Bobée (1999). Modélisation de l'occurrence des étiages à partir des débits moyens journaliers à l'aide des processus ponctuels. Dans: *Hydrological Extremes: Understanding, Predicting, Mitigating*, L. Gottschalk, J.C. Olivry, D. Reed et D. Rosbjerg, (Eds), pp. 155-163. Birmingham, UK, Wallingford, UK, International Association of Hydrological Sciences (IAHS).
- Couillard, Y., A. Giguère, P.G.C. Campbell, O. Perceval, B. Pinel-Alloul et L. Hare (1999). Field evaluation of the use of metallothionein as a biomarker for metal contamination and toxic effects in the freshwater bivalve *Pyganodon grandis*: subcellular metal partitioning. *20th Annual Meeting of Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC)*. Philadelphie, PA.

- Coulibaly, P., F. Anctil et B. Bobée (2000). Spring runoff forecasting of a Northern Canadian catchment using artificial neural networks. Dans: *International Workshop on River Environment Considering Hydraulic and Hydrologic Phenomena in Snowy and Cold Regions, proceedings*, pp. 103-107. Québec, Canada.
- Croteau, M.N., L. Hare et A. Tessier (1999). Differences in cadmium concentrations among species of the biomonitor *Chaoborus*. *20th Annual Meeting of Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC)*. Philadelphie, PA.
- De Sève, D., M. Bernier, J.P. Fortin et A. Walker (1999). Analysis of radiometry of snow cover with SSM/I data in a taïga area: The case of James Bay area (Québec). *56th Annual Meeting of the Eastern Snow Conference (ESC 99)*. Fredericton, Canada.
- Ferro-Famill, L. Pottier E., J. Saillard, J.P. Dedieu, M. Bernier et J.P. Fortin (1999). The potential of full polarimetric data to classify dry snow cover. *International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS) 99 - Remote Sensing of the System Earth -- A Challenge for the 21st Century. Proceedings..* Hambourg, Allemagne, Spring, USA, IEEE GRSS.
- Filali Meknassi, M.Y., R.D. Tyagi et S.K. Narasiah (1999). Biolixiviation des métaux lourds combinée à la stabilisation des boues de stations d'épurations municipales - Effet de l'aération. Simultaneous sewage sludge digestion and metal leaching-effect of aeration. Dans: *14e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association canadienne sur la qualité de l'eau*, p. 29. Sherbrooke, Canada.
- Fiset, J.F., J.F. Blais, R. Ben Cheikh et R.D. Tyagi (1999). Utilisation des déchets forestiers pour l'adsorption des métaux. Dans: *14e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association canadienne sur la qualité de l'eau*, p. 17. Sherbrooke, Canada.
- Fortin, C. et P.G.C. Campbell (1999). Uptake of silver by a unicellular algae: exceptions to the free-ion model (FIM). *20th Annual Meeting of Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC)*. Philadelphie, PA.
- Fortin, J.P., M. Bernier, A. Elbattay et Y. Gauthier (2000). Estimation of Surface Variables at the Sub-pixel Level for Use as Input to Climate and Hydrological Models. *Vegetation 2000*. Belgirate, Italie.
- Fortin, J.P., M. Bernier, Y. Gauthier et R. Turcotte (1999). Methodological developments for RADARSAT and VEGETATION images uses as input to the HYDROTEL hydrological model for snowpack water equivalent and melt monitoring. *56th Annual Meeting of the Eastern Snow Conference (ESC 99)*. Fredericton, Canada.
- Fortin, V., M. Haché, L. Fagherrazzi, M.H. Briand, T.B.M.J. Ouarda et B. Bobée (2000). Taking into account the uncertainty of snow water equivalent estimations in extended streamflow predictions and hydrological risk analysis. Dans: *International Workshop on River Environment Considering Hydraulic and Hydrologic Phenomena in Snowy and Cold Regions, proceedings*, Y. Watanabe et T.B.M.J. Ouarda, (Eds), p. 101. Québec, Canada.
- Gaume, É., M. Desbordes et J.P. Villeneuve (1999). Back to the dynamics of flood frequency. Dans: *2nd Inter-Regional Conference on Environment-Water: Emerging Technologies for Sustainable Land Use and Water management, proceedings*, A. Musy, L.S. Pereira et M. Fritsch, (Éds). Lausanne, Suisse, Lausanne, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.
- Gauthier, Y., M. Bernier, J.P. Fortin, R. Gauthier, R. Roy et P. Vincent (2000). Determination of Snow Water Equivalent Using RADARSAT SAR Data in Eastern Canada. Dans: *International Workshop on River Environment Considering Hydraulic and Hydrologic Phenomena in Snowy and Cold Regions, proceedings*, Y. Watanabe et T.B.M.J. Ouarda, (Éds), pp. 83-85. Québec, Canada.
- Gauthier, Y., M. Bernier, J.P. Fortin, R. Gauthier, R. Roy et P. Vincent (2000). Operational determination of snow water equivalent using Radarsat data over a large hydroelectric complex in Eastern Canada. *Remote Sensing in Hydrology 2000 Symposium, Proceedings*. Santa Fe, Nouveau Mexique.

- Gauthier, Y., M. Bernier, J.P. Fortin, R. Turcotte, A.N. Rousseau, P. Vincent et R. Gauthier (1999). Use of satellite data to estimate the snow characteristics required by distributed hydrological models: the EQeau challenge. *American Geophysical Union (AGU) Conference - Spring meeting*. Boston, Massachusetts.
- Giguère, A., Y. Couillard, O. Perceval, P.G.C. Campbell, L. Hare et J. Pellerin (1999). Field evaluation of the use of metallothionein as a biomarker for metal contamination and toxic effects in the freshwater bivalve *Pyganodon grandis*: responses at the organism level. *20th Annual Meeting of Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC)*. Philadelphie, PA.
- Giguère, G., A. Hontela, J. Rasmussen et P.G.C. Campbell (2000). Links between tissue metal burdens in indigenous fish and metal-induced effects at the organism level. *Metals in the Environment (MITE) Research Network. - Annual Research Symposium*. Hull, Canada.
- Gratton, Y. et A.F. Vézina (2000). The St.Lawrence River: Joint Effects of Cold and Salt. *International Workshop on River Environment Considering Hydraulic and Hydrologic Phenomena in Snowy and Cold Regions, proceedings*. Québec, Canada.
- Hare, L. (1999). Contaminant uptake routes. *CSIRO - Workshop on Sediment Toxicity Testing*. Sydney, Australie.
- Hare, L. et A. Tessier (1999). Importance of burrowing behavior in predicting Cd accumulation and toxicity to benthic animals. *Australian Society for Ecotoxicology*. Geelong, Australie.
- Javelle, P., B. Bobée, M. Lang et T.B.M.J. Ouarda (2000). Application of the index flood method to the flow-duration-frequency approach. *25th General Assembly of European Geophysical Society (EGS)*. Nice, France.
- Jones, H.G., E. Van Bochove et N. Bertrand (1999). The transmission of soil gases through seasonal snow cover: an experiment to determine the diffusivity of N<sub>2</sub>O in snow in situ. Dans: *Interactions between the Cryosphere, Climate and Greenhouse Gases: Proceedings of an international symposium held during IUGG 99, the XXII General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics*, M Tranter, R. Armstrong, E Brun, H.G. Jones, M Sharp et M. Williams, (Eds), pp. 237-244. Birmingham, UK, Wallingford, UK, International Association of Hydrological Sciences (IAHS).
- Lachhab, K., R.D. Tyagi et J. Valéro (1999). Optimisation de la production du bio-insecticide *bacillus thuringiensis* (BT) dans les boues. Dans: *14e Congrès de l'Est de l'Association canadienne sur la qualité de l'eau*, p. 25. Sherbrooke, Québec.
- Lafrance, P., M.H. April et O. Banton (2000). Évaluation des cinétiques de disparition de l'atrazine et du métolachlore dans deux sols du Québec cultivés en maïs. *30e Congrès du Groupe Français des Pesticides*. Reims, France, Université de Reims Champagne-Ardenne.
- Lafrance, P., C. Bernard, D. Castegan et G. Guibaud (1999). Performance de bandes enherbées pour réduire la quantité d'herbicides exportée par ruissellement à l'échelle de la percelle. *13e congrès de l'Association québécoise des spécialistes en sciences du sol (AQSSS)*. Ste-Anne-de-Bellevue, Québec.
- Lafrance, P., F. Bordas, M. Lapointe et R. Villemur (1999). Aptitude de deux tensio-actifs biologiques (rhamnolipides) produits par *Pseudomonas aeruginosa* à mobiliser et transporter le pyrène en colonnes de sol. *14e Congrès de l'Est de l'Association canadienne sur la qualité de l'eau*. Sherbrooke, Québec.
- Lafrance, P., C. Guibaud et C. Bernard (2000). Rendement de zones tampons herbacées pour limiter les pertes d'herbicides en phase dissoute par ruissellement de surface. *30e Congrès du Groupe Français des Pesticides*, Reims, France, Université de Reims Champagne-Ardenne.

- Lalonde, J., M. Amyot, A.M.L. Kraepiel et F.M.M. Morel (2000). Hg<sup>0</sup> photooxidation in fresh and salt waters. *IAGLR 2000 - Great Lakes, Great Rivers 2000 - A Vision for Tomorrow*. NAV CANADA Training and Conference Centre, Cornwall, Canada, Buffalo, USA, International Association of Great lakes Research.
- Lalonde, J., M. Amyot, A.M.L. Kraepiel et F.M.M. Morel (1999). Photooxidation of Hg(O) in aquatic systems. *Chemical Oceanography*. Kimball Union Academy, University of Rhode Island, West Kingston, Gordon Research Conferences.
- Lalonde, J., M. Amyot et F.M.M. Morel (1999). Oxidation of Hg<sup>0</sup> in aquatic systems. *20th Annual Meeting of Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC)*. Philadelphie, PA.
- Larocque, M. et O. Banton (2000). Modeling input from agricultural land to groundwater in Nordic climates. *International Workshop on River Environment Considering Hydraulic and Hydrologic Phenomena in Snowy and Cold Regions, proceedings*. Québec, Canada, Québec.
- Leclerc, M.L., M.C. Nolin, D. Cluis et R.R. Simard (1999). Groupement des sols du sud-est de la plaine de Montréal selon leur capacité de fixation en phosphore au moyen des statistiques multidimensionnelles. *13e Colloque annuel de l'Association Québécoise des Spécialistes en Sciences du Sol (AQSSS)*, p. 15. Ste-Anne-de-Bellevue, Canada.
- Leclerc, M.L., M.C. Nolin, D. Cluis et R.R. Simard (1999). Grouping soils of the Montreal Lowlands area (Québec) according to selected P sorption and desorption characteristics. Dans: *CSSS 99 - Canadian Society of Soil Science*, p. 25. Charlottetown, Canadian Society of Soil Science.
- Marquis, F., C. Camiré, M. Lachance, J. Duchesne et J. Ouimet (1999). Distribution des cations basiques dans la solution de sol de l'horizon humifère de quelques érablières du Québec méridional: représentativité des extraits de sol saturé à l'eau. *13e Colloque annuel de l'Association Québécoise des Spécialistes en Sciences du Sol (AQSSS)*. Ste-Anne-de-Bellevue, Canada.
- Melling, H., Y. Gratton, R.G. Ingram et R.F. Marsden (2000). The North Water Polynya Study: Preliminary Hydrographic Results. Dans: *International Symposium on Okhostk Sea and Sea Ice*. Mombetsu, Japon.
- Meunier, N., R.D. Tyagi et J.F. Blais (1999). Utilisation des boues d'épuration municipales comme milieu de culture pour la production de protéases bactériennes commerciales. Dans: *14e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association canadienne sur la qualité de l'eau*, p. 30. Sherbrooke, Canada.
- Mohammedi, S., R.D. Tyagi et J. Valéro (1999). Bacillus thuringiensis dans les boues résiduelles. Dans: *14e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association canadienne sur la qualité de l'eau*, p. 32. Sherbrooke, Canada.
- Nemati, M.R. et J. Caron (1999). Prédiction des changements du réseau poral du sol durant l'écoulement de l'eau. *13e Colloque annuel de l'Association Québécoise des Spécialistes en Sciences du Sol (AQSSS)*. Ste-Anne-de-Bellevue, Canada.
- Ouarda, T.B.M.J., M. Haché et B. Bobée (1999). Joint regional flood peak and volume frequency estimation with canonical correlation analysis. *ASCE International Water Resources Engineering Conference*, R. Walton et R. E. Nece, (Eds). Seattle, WA, New York, ASCE.
- Ouarda, T.B.M.J., M. Haché, P. Bruneau, B. Bobée et R. Roy (2000). Regional flood frequency analysis in the Northern St-Maurice river basin. Dans: *International Workshop on River Environment considering hydraulic and hydrologic phenomena in snowy and cold regions, proceedings*, Y. Watanabe et T.B.M.J. Ouarda, (Eds), pp.111-112. Québec, Canada.

- Ouarda, T.B.M.J., M. Haché, P.F. Rasmussen et B. Bobée (1999). Generation of ESP forecast series with the non parametric nearest neighbor approach. Dans: *2nd International Conference on Water Resources & Environment Research - 25th Hydrology & Water Resources Symposium: Water 99 Joint Congress*, pp. 1154-1159. Brisbane, Australie.
- Ouarda, T.B.M.J., P. Van GELDER, P.F. Rasmussen et B. Bobée (2000). Intercomparison of various approaches for the use of historical information in flood frequency analysis. *25th General Assembly of European Geophysical Society (EGS)*. Nice, France.
- Perceval, O., A. Giguère, Y. Couillard, B. Pinel-Alloul et P.G.C. Campbell (1999). Field evaluation of the use of metallothionein as a biomarker for metal contamination and toxic effects in the freshwater bivalve *Pyganodon grandis*: responses at the population level. *20th Annual Meeting of Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC)*. Philadelphie, PA.
- Prieur, L., I. Vescovali, C. Copin, J.C. Marty et Y. Gratton (2000). Secondary circulations and biogeochemical features in the frontal jet of the eastern aboran sea. *25th General Assembly of European Geophysical Society (EGS)*. Nice, France.
- Rousseau, A.N., R. Turcotte, A. Mailhot, M. Duchemin, C. Blanchette, M. Roux, J. Dupont et J.P. Villeneuve (1999). GIBSI - An integrated Modelling System for Sustainable Land Use and Water Management. *2nd InterRegional Conference on Environment - Water: Emerging Technologies for Sustainable Land Use and Water Management, proceedings*, A. Musy, L. S. Pereira et M. Fritsch, (Éds). Lausanne, Suisse, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes.
- Rousseau, A.N., R. Turcotte, A. Mailhot, M. Duchemin, J.P. Fortin et J.P. Villeneuve (1999). An integrated modelling system for water management practices and policies. Dans: *American Geophysical Union (AGU) Conference - Spring meeting*. Boston, Massachusetts.
- Sachdeva, V., R.D. Tyagi et J. Valéro (1999). Production of biopesticides as a novel method of wastewater sludge utilization/ disposal. *Specialised Conference on Disposal and Utilisation of sewage Sludge: Treatment Methods and Application modalities (IAWPRC)*. Athènes, Grèce.
- Séguin, M. (1999). Constraints and difficulties of watershed modelling in the Western Cordillera, North America. Dans: *14e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association canadienne sur la qualité de l'eau*, p. 40. Sherbrooke, Canada.
- Shen, S., R.D. Tyagi et J.F. Blais (1999). Metal leaching from the tannery sludge by sulphuric acid - Thermodynamic studies of the leaching process. Dans: *14e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association canadienne sur la qualité de l'eau*, p. 41. Sherbrooke, Canada.
- Tessier, A. (1999). [Conférencier invité]. *In situ* assessment of metal availability. *8th European Research Conference on "Chemical Speciation of Metals and Bioavailability"*. Carfagnana, Italie.
- Tremblay, A., J.F. Blais, G. Mercier, M. Chartier, G. Roberge et R.D. Tyagi (1999). Étude du traitement en RBS du lisier de porc séparé. Dans: *14e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association canadienne sur la qualité de l'eau*, p. 44. Sherbrooke, Canada.
- Turcotte, R., J.P. Fortin et A.N. Rousseau (1999). Operational use of the Hydrologic Model HYDROTEL: a Study of the Impact of Soil and Meteorological Data Resolution, Sub-watershed size and Sub-Model Complexity on Simulation Results. Dans: *American Geophysical Union (AGU) Conference - Spring meeting*. Boston, Massachusetts.
- Tyagi, R.D., J.F. Blais et N. Meunier (1999). Semi-continuous operation of simultaneous sewage sludge stabilization and metal leaching. Disposal and utilisation of sewage sludge: Treatment methods and application modalities. *Specialised Conference on Disposal and Utilisation of sewage Sludge: Treatment Methods and Application modalities (IAWPRC)*. Athènes, Grèce.

Vidyarthi, A.S., M. Desrosiers, R.D. Tyagi et J. Valéro (1999). Foam control in biopesticide production from sewage sludge. Dans: *14e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association canadienne sur la qualité de l'eau*, p. 46. Sherbrooke, Canada.

Vigneault, B. et P.G.C. Campbell (2000). Influence of dissolved organic matter (DOM) on the bioavailability of metals at biological surfaces. *Canadian Network of Toxicology Centres, Annual Research Symposium*. Ottawa, Canada.

Vigneault, B. et P.G.C. Campbell (1999). Species-specific effects of aquatic humic substances on metal bioavailability to phytoplankton. *20th Annual Meeting of Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC)*. Philadelphie, PA,

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

Barnabé, S., R.D. Tyagi et J.R. Valéro (2000). Utilisation des boues d'épuration pour la production de biopesticides: Induction abiotique de la sporulation chez *Bacillus thuringiensis*. *Colloque INRS-2000: Carrefour des professionnels*. Québec, INRS-Eau.

Bélanger, C., Y. Gratton, F.J. Saucier et M. Stacey (2000). Investigation du renouvellement des eaux profondes et la circulation subtidale de nature gravitationnelle dans le fjord du Saguenay. Dans: *CMOS XXXIV - annual meeting*. Victoria, Canada.

Ben Rebah, F., R.D. Tyagi et D. Prévost (2000). Utilisation des boues d'épuration comme milieu de culture pour la production d'un inoculum commercial de *Rhizobium*. *Colloque INRS-2000: Carrefour des professionnels*. Québec, INRS-Eau.

Bernard, C., D. Cluis, G. Gangbazo et M. Laverdière (2000). Un bassin versant expérimental pour étudier une problématique agro-environnementale aiguë: Le bassin de la rivière Boyer. *Colloque INRS-2000: Carrefour des professionnels*. Sainte-Foy, Canada.

Bernard, C., D. Cluis, G. Gangbazo et M. Laverdière (2000). Un bassin versant expérimental pour étudier une problématique agro-environnementale aiguë: le bassin de la rivière Boyer. *Colloque INRS-2000: Carrefour des professionnels*. Québec, INRS-Eau.

Campbell, P.G.C. (2000). Le réseau de recherche sur les métaux dans l'environnement (MITE) - un programme majeur, de la source à la cible. *Colloque annuel du Centre inter-universitaire de recherche en toxicologie (CIRTOX)*. Montréal, Canada.

Couillard, Y., A. Giguère, O. Perceval, P.G.C. Campbell, B. Pinel-Alloul et L. Hare (2000). Évaluation, en milieu naturel, de la métallothioneine comme biomarqueur de contamination et de toxicité des métaux. *Colloque INRS-2000: Carrefour des professionnels*. Québec, INRS-Eau.

Daigneault, M. et C. Gallon (2000). Mise en évidence et quantification du taux d'altération biochimique des calcaires lié au relargage de l'excédant en CO<sub>2</sub> chez les algues endolithes en zone mésotidale. *Colloque INRS-2000: Carrefour des professionnels*. Québec, INRS-Eau.

Fortier, L., M. Fortier, D. Barber, Y. Gratton, B.T. Hardgrave, H. Sasaki, K.A. Hobson, G.L. Hunt, P. Larouche, L. Legendre, P. Minnett, T. Nielson, T. Odate et I.D. Walsh (2000). The International North Water Polynya Study (NOW): Progress report and Early Synthesis. *2000 Ocean Sciences Meeting*. San Antonio, USA.

Fortin, C. et P.G.C. Campbell (2000). Uptake of silver by a unicellular alga: the role of anion transporters and diffusive processes. *Canadian Network of Toxicology Centres, Annual Research Symposium*. Ottawa, Canada.

Gangbazo, D., D. Cluis et C. Bernard (2000). État des connaissances en pollution diffuse agricole au Québec. *Colloque INRS-2000: Carrefour des professionnels*. Québec, INRS-Eau.



- Gangbazo, G., G.M. Barnett, A.R. Pesant et D. Cluis (1999). Water quality and soil effects of disposing hog manure on inorganically-fertilized corn and forage fields in south-eastern Québec. *IRDA, Journée d'information sur le phosphore*. Université Laval, Canada.
- Gangbazo, G., D. Cluis et C. Bernard (2000). État des connaissances en pollution diffuse agricole au Québec. *Colloque INRS-2000: Carrefour des professionnels*. Sainte-Foy, Canada.
- Gaudet, J., L. Perreault, T.B.M.J. Ouarda et B. Bobée (2000). Climate change and its impacts on hydrologic regimes over Canada. Dans: *Atelier sur "Reference hydrometric bassin network national assessment initiative"*. Downsview, Canada.
- Giguère, A., Y. Couillard, O. Perceval, P.G.C. Campbell, L. Hare et J. Pellerin (2000). Field evaluation of the use of metal-lothionein as a biomarker for metal contamination and toxic effects in the freshwater bivalve *pyganodon grandis*: responses at the organism level. *Colloque INRS-2000: Carrefour des professionnels*. Québec, INRS-Eau.
- Leclerc, M. (1999). Conservation flows practices in the North-American continent. Dans: *Atelier conjoint entre Section écohydraulique et Section éducation permanente de l'Association internationale de recherche hydrauliques (AIRH) lors du Congrès général de Graz en Autriche*. Graz, Autriche.
- Mei, Z.P., B. Klein, B. Leblanc, Y. Gratton, P. Larouche, T. Parakyakou, N. Price, J.E. Tremblay et L. Legendre (2000). Impact of Physical Characteristics on the Dynamics of Phytoplankton CL a Biomass on the North Water Polynya. *2000 Ocean Sciences Meeting*. San Antonio, USA.
- Melling, H., Y. Gratton et R.G. Ingram (2000). Oceanic circulation within the North Water polynya in Baffin Bay. *CMOS XXXIV - annual meeting*. Victoria, Canada.
- Mohammedi, S., J. Valéro et R.D. Tyagi (2000). Isolement et caractérisation des souches de *Bacillus thuringiensis* à partir des boues des eaux usées: physiologie de croissance et étude de l'activité toxique. *Colloque INRS-2000: Carrefour des professionnels*. Québec, INRS-Eau.
- Nemati, M.R., J. Caron et J. Gallichand (1999). Modification of soil physical properties by de-inking sludge application. *4e Colloque canadien sur la structure des sols*. Leamington, Ontario.
- Ouellet, M., Y. Gratton et L. Prieur (1999). Characterization of inertial oscillations in the eastern Alboran Sea. *CMOS XXXIII - annual meeting*. Montréal, Canada.
- Rousseau, A.N., A. Mailhot, R. Turcotte et J.P. Villeneuve (2000). Mise en place de GIBSI dans un cadre de gestion intégrée de l'eau par bassin versant. *ÉcoLien*, 3(2): 2.
- Royer, I., R.R. Simard, G.M. Barnett, A.R. Pesant, D. Cluis et G. Gangbazo (2000). Impact of six years of hog manure application on water quality and on P and Cu status of silty loam. *Colloque INRS-2000: Carrefour des professionnels*. Québec, INRS-Eau.
- Shen, S., R.D. Tyagi et J.F. Blais (2000). Metal leaching from a tannery sludge by the solution of sulphuric acid: effects of sludge solids concentration and pH. *Colloque INRS-2000: Carrefour des professionnels*. Québec, INRS-Eau.
- Stacey, M. et Y. Gratton (1999). The influence of the tides on the circulation of a two-silled fjord. *IUGG99: 22nd General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics*. Birmingham, UK.
- Stacey, M. et Y. Gratton (2000). The tidal circulation, and tidally induced reverse renewal in a two-silled fjord. *CMOS XXXIV - annual meeting*. Victoria, Canada.
- Tremblay, A., R.D. Tyagi et Y. Comeau (1999). Biological treatment of food industry wastewater rich in P: in aSBR. *34th Central Canadian Symposium on Water Pollution Research (CAWQ)*. Burlington, Ontario.

Tyagi, R.D. et J. Valéro (1999). Production de biopesticides à partir de boues d'épuration. La valorisation des matières résiduelles comme matières premières. *11e Colloque annuel sur l'environnement*. Québec, Canada.

Villeneuve, J.P. (1999). La gestion intégrée à l'échelle du bassin versant - Un concept réalisable. *Congrès de l'Union des Municipalités Régionales de Comté du Québec (UMRCQ)*.

Villeneuve, J.P. (2000). [Paneliste]. Les outils de gestion de l'eau. *Salon des technologies environnementales du Québec 2000*.

Zakardjian, A.B., J.A. Runge, Y. Gratton, Y. Lu, I.A. McLaren, S. Plourde, J. Sheng et K.A. Thompson (2000). The influence of Circulation and Water Temperature on the Distribution and Abundance of *Calanus finmarchicus* in the Gulf of St. Lawrence-Scotian Shelf System. *2000 Ocean Sciences Meeting*. San Antonio, USA.

### **Rapports de recherches**

Bernier, M., J.P. Fortin, Y. Gauthier, E. Salvano et A. Royer (1999). *Méthode opérationnelle d'estimation de l'équivalent en eau de la neige par imagerie RADARSAT. Rapport d'étape 3*. Québec, INRS-Eau.

Bernier, M., J.P. Fortin, Y. Gauthier, R. Turcotte et A. Royer (1999). *Méthode opérationnelle d'estimation de l'équivalent en eau de la neige par imagerie RADARSAT. Rapport d'étape 2*. Québec, INRS-Eau, 35 pages, 3 annexes.

Bernier, M. et Y. Gauthier (1999). *Méthode opérationnelle d'estimation de l'équivalent en eau de la neige par imagerie RADARSAT*. Québec, INRS-Eau.

Bernier, M., Y. Gauthier et M. Maurais (1999). *Guide d'utilisation du logiciel EQeau. Version 1.0*. Québec, INRS-Eau, 30 pages, 1 annexe.

Blais, J.F., C. Cimon, M. Chartier et J.P. Villeneuve (1999). *Étude pilote du procédé mobile de traitement des eaux usées de fosses septiques du groupe SNS Inc.* Québec, INRS-Eau, 36 pages, 5 annexes.

Blais, J.F., J.L. Sasseville, J.P. Raboud, G. Mercier, M. Lounès, M. Chartier et N. Meunier (2000). *Étude pilote du procédé METIX pour l'enlèvement des odeurs et des métaux dans la chaîne de production des granules de boues de la station d'épuration de la CUM en vue de leur valorisation*. Québec, INRS-Eau.

Bourget, F. (1999). *GIBSI II : Construction de pages WEB pour l'équipe du professeur Jean-Pierre Villeneuve et validation informatique de GIBSI*. Québec, INRS-Eau, 12 pages, 4 annexes.

Duchemin, M. et A. Rousseau (1999). *GIBSI II: Élaboration d'une table des caractéristiques physico-chimiques des sols: application au calcul de l'érodabilité des sols du bassin versant de la rivière Chaudière*. Québec, INRS-Eau, 62 pages.

Fortin, C., S. Prémont et P.G.C. Campbell (1999). *Calculs de spéciation pour l'aluminium dans le bassin hydroélectrique Sainte-Marguerite (SM-2)*. Québec, INRS-Eau.

Fortin, J.F., M. Bernier, A. Elbattay et Y. Gauthier (2000). *Estimation of surface variables at the sub-pixel level for use as input to climate and hydrological models*. Québec, INRS-Eau, 59 pages.

Fortin, J.P., R. Turcotte, Y. Gauthier, A. Royer et M. Bernier (2000). *Extrait du rapport: Simulation des crues maximales probables et prévisions des apports sur le bassin de la rivière Mitis par le modèle HYDROTEL: Rapport d'étape 1*. Québec, INRS-Eau, 86 pages, 1 annexe.

Fortin, J.P., R. Turcotte, Y. Gauthier, A. Royer et M. Bernier (1999). *Simulation des crues maximales probables et prévisions des apports sur le bassin de la rivière Mitis par le modèle HYDROTEL: Rapport d'étape 1*. Québec, INRS-Eau, 109 pages, 1 disquette.

Fortin, J.P., R. Turcotte et A. Royer (1999). *Ajustement du modèle hydrologique Hydrotel pour la prévision d'apports sur le bassin de la rivière Mitis*. Québec, INRS-Eau, 36 pages.

Lavigne, M.P. (1999). *GIBSI II : Modélisation hydrologique de l'impact des coupes forestières: synthèse bibliographique et travaux de simulation avec GIBSI*. Québec, INRS-Eau, 125 pages.

Ondo, J.C. et M. Lachance (1999). *Étude comparative de la méthode de régression sur les facteurs d'une analyse des correspondances*. Québec, INRS-Eau, 86 pages.

Ouarda, T.B.M.J., J. Gaudet, M.E. Tremblay et B. Bobée (2000). *Revue bibliographique des techniques statistiques de conception et de consolidation des réseaux hydrométéorologiques*. Québec, INRS-Eau, 36 pages.

Poulin, A. (1999). *GIBSI II : Revue d'articles sur les bases de données informatiques sur les sols et estimation de charges à l'exutoire d'un bassin versant à partir de données de concentrations mesurées*. Québec, INRS-Eau, 55 pages, 7 annexes.

Poulin, A., A. Vontobel, M. Duchemin et A. Rousseau (2000). *GIBSI II: Détermination des charges de polluants aquatiques sur la rivière Beaurivage*. Québec, INRS-Eau, 67 pages.

Villeneuve, J.P., A. Mailhot, A.N. Rousseau, E. Salvano et R. Turcotte (2000). *GIBSI II: Revue de littérature sur l'évaluation des objectifs environnementaux de rejets diffus en milieu agricole dans le contexte de la gestion par bassin versant*. Québec, INRS-Eau, 19 pages.

### **Rapport interne**

Roy, I. et Harem K (1999). *Utilisation de Sialis Sp: de la collecte à l'expérimentation*. Québec, INRS-Eau, 51 pages.

### **Livre ou ouvrage collectif**

Watanabe, Y. et T.B.M.J. Ouarda, Éditeurs (2000). *River Environment considering hydraulic and hydrologic phenomena in snowy and cold regions*. Comptes rendus de l'atelier international tenu à Québec, 20-24 mars; 134 p.

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

De Sève, D. (1999). *Développement d'un algorithme pour cartographier l'équivalent en eau de la neige au sol (EEN) dans un environnement de Taïga à partir des données de micro-ondes passives du capteur SSM/I* [Thèse de Doctorat es Sciences (Eau)], Québec, Université du Québec, 121 pages.

**Directeur: M. Bernier**

**Co-directeur: J.P. Fortin**

Du, Y. (1999). *Modélisation et contrôle opérationnel avancé de procédé de traitement des eaux usées - Applications des réseaux neuronaux artificiels* [Thèse de Doctorat es Sciences (Eau)], Québec, Université du Québec, 38 pages.

**Directeur: R.D. Tyagi**

Grenier, D. (1999). *Évaluation de la performance de modèles ponctuels de précipitation à l'aide des courbes IDF* [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)], Québec, Université du Québec, 97 pages.

**Directeur: P.F. Rasmussen**

**Co-directeur: B. Bobée**

Labchir, R. (1999). *Atténuation de la contamination nitrée des eaux souterraines dans la zone riveraine des cours d'eau* [Thèse de Doctorat es Sciences (Eau)], Québec, Université du Québec, 281 pages.

**Directeur: O. Banton**

Leclerc, M. L. (1999). *Groupement des sols du sud-est de la plaine de Montréal selon leur capacité de fixation du P au moyen des statistiques multidimensionnelles* [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)], Québec, Université du Québec, 179 pages.

**Directeur: D. Cluis**

**Co-directeur: M. Nolin**

***Statistiques des publications et communications  
publiées durant l'année 1999-2000***

Rapport annuel	1
Articles publiés dans des revues scientifiques	62
Communications ou publications avec arbitrage	72
Communications ou publications sans arbitrage	31
Rapports de recherche	19
Rapport interne	1
Livre ou ouvrage interne	1
Thèses de doctorat et mémoires de maîtrise	5
<b>TOTAL</b>	<b>192</b>

## 6 SÉMINAIRES ET COLLOQUES

---

En 1999-2000, le professeur Marius Lachance s'est occupé de l'organisation des séminaires, colloques et conférences de l'INRS-Eau. 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" (présentée par les chercheurs du Centre), ainsi qu'un programme de conférences sur invitation tenues à l'INRS-Eau figure ci-dessous.

### A. MUSY

"Approches conceptuelle et méthodologique pour le calcul des crues et l'estimation de leurs impacts en matière d'inondabilité: application dans la plaine du Rhône en Suisse"  
12 août

### M. LANG

"La méthode "inondabilité""  
16 août

### J. BERNIER

"Usages et abus de la distribution prédictive en hydrologie et autres domaines"  
22 octobre

### S. LOVEJOY

"Multifractales, pluie et hydrologie"  
29 octobre

### M. MOUSSA

"Modélisation hydrodynamique et écologique des lagunes: l'expérience tunisienne"  
12 novembre

### I. LAURION

"Biooptique des lacs alpins et les composés UV-protecteurs synthétisés par le phytoplancton"  
12 novembre

### C. JUMAIRE

"Adsorption du Cd et autres métaux lourds chez l'humain: modèle in vitro, transport membranaire et spéciation"  
24 novembre

### N. YAN

"Transitions in invader demographics and prey community composition following the invasion of Harp Lake, Ontario, by the spiny water flea *Bythotrephes*"  
Changements dans la composition de la communauté zooplanctonique du Harp Lake, Ontario suite à l'invasion d'un crustacé exotique (*Bythotrephes*)  
10 janvier

### J. FITZBACK

"HITA SS: Simulateur d'un imageur hyperspectral"  
12 janvier

### G. CABANA

"Pour une écologie du paysage basée sur la biogéochimie des isotopes stables"  
14 janvier

### E. PARENT

"Le modèle linéaire: représentation approchée d'un système environnemental"  
22 février

### V.K. GUPTA

"On self-similarity in the spatial statistics of river networks and floods"  
Caractéristiques d'échelle des statistiques spatiales des crues et des réseaux de rivières  
31 mars

### P. SARDA

"Estimation spline dans le modèle linéaire fonctionnel"  
14 avril

### X. CHATELLIER

"Les polymères aux interfaces: exemples d'une étude théorique et d'une étude expérimentale"  
5 mai

### L. DUCKSTEIN

"Fuzzy rule-based modelling of regional precipitation and drought under climatic fluctuations"  
Modélisation des précipitations régionales et des étiages à l'aide de règles floues  
18 mai

**D.H. BURN**

“The use of seasonality measures to define catchment similarity”

Utilisation d'indices saisonniers pour caractériser la similitude

19 mai

**G. MCDONALD**

“Metal homeostasis and toxicity in freshwater fish”

Toxicité et homéostasie des métaux chez les poissons d'eau douce

25 mai

Un colloque a été organisé par les étudiants de l'INRS-Eau le 4 février 2000 à l'Hôtel des Gouverneurs de Sainte-Foy, dans le cadre du concours pour la promotion de la vie scientifique étudiante.

Intitulé «Colloque INRS-2000 : Carrefour des Professionnels», le colloque avait pour but de permettre à plusieurs intervenants multidisciplinaires des secteurs privé, public et universitaire de se réunir et d'établir de nouveaux contacts avec les étudiants de l'INRS. Les conférences étaient classées sous trois thématiques correspondant à divers centres de l'INRS (Eau, Géo-Ressources, Urbanisation, Santé et IAF). La journée a été un succès en réunissant plus de 120 auditeurs et 32 conférenciers. Ce colloque a été possible grâce à son comité organisateur: Youssef Filali, Céline Gallon, Samiha Benhammane, Jean-François Fiset, Abderrahmane Yagouti et Simon Barnabé, étudiants à l'INRS-Eau et au soutien financier de M. Jean-Pierre Villeneuve et de l'INRS dans le cadre du concours pour la promotion de la vie scientifique étudiante.

## 7 SERVICES

---

### **Administration**

L'année 1999-2000 s'est déroulée dans un contexte de restriction financière très sévère et à cet effet, le Centre a éprouvé certaines difficultés à financer ses activités. Afin de les contrer, le service de l'administration a poursuivi ses efforts concernant le suivi des contrats d'employés, le contrôle serré des dépenses, la production et l'évaluation périodique des états financiers des projets.

Comme par le passé, la situation financière précaire de certains de nos commanditaires nous a obligé à porter une attention spéciale au recouvrement des comptes à recevoir. Les efforts déployés dans ce sens se sont avérés satisfaisants.

Enfin, les employés du service de l'administration n'ont pas ménagé leurs efforts afin de fournir toute l'aide nécessaire aux équipes de recherche pour toutes les questions concernant la gestion administrative.

### **Documentation**

En 1999-2000, les activités de réseautage et de regroupement des services documentaires INRS ont occupé la place la plus importante de nos activités. Signalons, par exemple, la continuation des efforts de concertation entre services de documentation (collection, services techniques, technologie) et la mise sur pied de projets conjoints via le comité INRSDoc.

Ainsi nous avons débuté en février 2000 le passage au nouveau système intégré de gestion documentaire, en développement à l'UQAM pour l'Université du Québec (projet Manitou). Notre action principale a été l'implantation du client prêt dans les différents centres de documentation INRS. Nous avons parallèlement mis en route une réorganisation technologique du service via l'acquisition, entre autres équipements, de lecteurs optiques et de codes zébrés. Ces équipements devraient être pleinement fonctionnels dans le courant de l'année prochaine.

Enfin, tout comme par les années passées, le service de la documentation a prêté son support technique aux activités et événements scientifiques touchant des chercheurs du centre: répertoires, colloques, publications, support technique et distribution de la Revue des sciences de l'eau, etc. Les deux sites web relevant du service ont également été retravaillés, l'ergonomie, le graphisme et les fonctionnalités ayant fait l'objet d'importantes modifications durant l'année.

### **Informatique**

Le Centre offre aux équipes de recherche un réseau de télécommunication intégré, formé de composantes adaptées aux besoins évolutifs des chercheurs, un ensemble de serveurs spécialisés, une gamme de plateformes de développement performantes et diversifiées, le support de sites Web relatifs au Centre ou au domaine de l'Eau, l'accès pour tous au courrier électronique et à Internet, ainsi qu'à diverses banques d'information tant internes qu'externes. Il offre aussi des services modernes de bureautique et de téléphonie.

Le Service informatique assure notamment le développement et le support du réseau de télécommunication, la sécurité d'accès au réseau informatique, le contrôle du courrier électronique et du transfert via Internet, la gestion des plateformes informatiques communes, la gestion et le support du laboratoire informatique des étudiants, 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, quoique restreinte, est très polyvalente. Le responsable s'occupe entre autre de la gestion des télécommunications et de l'implantation de la base de données; un analyste en informatique à mi-temps est responsable de la gestion et du support du courrier électronique, des stations UNIX et des plateformes du sous-réseau des

étudiants. Un agent de bureau est responsable du support informatique auprès des services du Centre et des chercheurs du Carrefour Molson; il assure aussi la gestion de serveurs NT4, génère les rapports pour la facturation des services rendus. Un agent technique offre les mêmes services, sur une base ponctuelle, aux usagers du complexe scientifique. Enfin, une agente de secrétariat assure le lien entre les usagers et le service, au niveau des demandes, gère l'accès au photocopieurs et télécopieurs, prépare les documents pour la facturation, en plus de participer activement au soutien de la base de données du Centre. Dans le cadre d'un projet spécifique, une technicienne en informatique voit au développement des modules de ladite base de données. La fonction bureautique est assurée par trois agentes de secrétariat rattachées aux équipes de recherche et trois oeuvrant dans les services du centre.

Au bilan des réalisations, signalons les points suivants. Côté réseau, l'installation de la fibre optique entre l'Université du Québec, le Complexe scientifique et le Carrefour Molson est presque complétée. Le fractionnement du trafic sur les réseaux locaux est en voie de réalisation avec l'implantation de concentrateurs Ethernet. Côté informatique, le passage à l'an 2000 s'est fait dans l'harmonie. La base de données s'est enrichie de modules de gestion touchant l'inventaire et les rapports. Notons enfin l'implantation de serveurs NT4 dédiés, la mise à niveau de postes de travail à Windows 2000.

Dans un avenir prévisible, nous compléterons la configuration des liens sur le réseau de fibre optique; nous déplacerons les équipements WaveLan pour relier le site de Biolix au réseau local: nous développerons un site Intranet à l'usage du Centre.

## **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.

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'analyse chimique et biologique requis par les projets de recherche.

Le personnel du laboratoire utilise différents outils pour assurer la qualité des résultats; le laboratoire du Centre participe, entre autres, à des études inter-laboratoires 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 radioisotopes, 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. L'INRS-Eau 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 d'analyses 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 2000

<b>REVENUS</b>		
Total des revenus institutionnels		3481
Autres revenus		262
Subventions de recherche		
CRSNG	1239	
FCAR	163	
Autres sources	1013	
Total des subventions		2415
Contrats de recherche		1383
<b>TOTAL DES REVENUS</b>		<b>7541</b>
<b>DÉPENSES</b>		
Recherche et enseignement		5526
Soutien à la recherche et à l'enseignement		
Frais généraux d'administration	1010	
Documentation et édition	146	
Direction du Centre	111	
Informatique	192	
Laboratoire	200	
Terrains et bâtiment	978	
Total soutien à la recherche et à l'enseignement		2637
<b>TOTAL DES DÉPENSES</b>		<b>8163</b>
<b>SURPLUS (DÉFICIT)</b>		<b>-622</b>

## DÉPENSES PAR FONCTION UNIVERSITAIRE (x1000)

Pour l'exercice terminé le 31 mai 2000

		Salaires, avantages sociaux et bourses	Frais de terrains, voyages, fournitures et matériel	Services professionnels, contractuels et publics; loyer	TOTAL
Recherche & enseignement	F-3	2271	59	46	2376
	F-4	1746	1101	303	3150
Frais généraux d'administration		307	114	589	1010
Documentation et édition		114	29	3	146
Direction du Centre		105	5	1	111
Informatique		150	4	38	192
Laboratoires		150	31	19	200
Terrains et bâtiments		0	0	978	978
<b>TOTAL</b>		<b>4843</b>	<b>1343</b>	<b>1977</b>	<b>8163</b>

## DÉPENSES PAR FONCTION UNIVERSITAIRE

