

# **RAPPORT ANNUEL**

## **1995-1996**



Vallée de la Rivière Jacques-Cartier

**INRS-EAU**

Vallée de la Rivière Jacques-Cartier.  
Courtoisie d'Environnement et Faune Québec, Direction régionale de Québec.

## VINGT-SEPTIÈME 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  
<http://www.inrs-eau.quebec.ca/>

Décembre 1996

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

© INRS-Eau, 1996

# TABLE DES MATIÈRES

1	RAPPORT DU DIRECTEUR .....	1
2	RESSOURCES HUMAINES .....	5
3	RECHERCHE .....	9
3.1	Hydrologie .....	9
3.1.1	Aménagement des bassins versants .....	9
3.1.2	Écoulements .....	13
3.1.3	Hydrogéologie .....	22
3.2	Biogéochimie .....	23
3.2.1	Eaux de surface .....	24
3.2.2	Eaux souterraines .....	26
3.2.3	Eaux atmosphériques .....	27
3.2.4	Sédiments .....	27
3.2.5	Sol (bassin versant) .....	29
3.2.6	Ichtyologie - Étude et gestion des habitats .....	30
3.3	Assainissement, contrôle de la pollution et technologies environnementales .....	30
3.3.1	Boues .....	31
3.3.2	Rejets miniers .....	32
3.3.3	Contrôle .....	33
3.3.4	Métaux .....	34
3.3.5	Transfert technologique .....	35
3.3.6	Évaluation, configuration et transfert biologique .....	36
4	ENSEIGNEMENT .....	37
4.1	Maîtrises en sciences de l'eau .....	37
4.2	Doctorat en sciences de l'eau .....	38
5	PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS .....	41
5.1	Articles publiés dans les revues scientifiques .....	41
5.2	Communications avec arbitrage .....	43
5.3	Communications ou publications sans arbitrage .....	47
5.4	Rapports de recherche .....	48
5.5	Rapports internes .....	50
5.6	Thèses de doctorat et mémoires de maîtrise .....	50
5.7	Publications diverses .....	51
5.8	Statistiques des publications et communications des membres de l'INRS-Eau publiées durant l'année 1995-1996 .....	53
6	SÉMINAIRES ET COLLOQUES .....	55
7	SERVICES .....	57
7.1	Administration .....	57
7.2	Documentation .....	57
7.3	Informatique .....	57
7.4	Laboratoires .....	58
8	RAPPORT FINANCIER .....	61



# 1 RAPPORT DU DIRECTEUR

## Faits saillants

L'année 1995-1996 s'est déroulée sous le signe de l'austérité financière. Bien que soumis aux mêmes restrictions que l'ensemble du monde universitaire, notre Centre, grâce à son haut taux de financement, a pu absorber avec moins de difficulté les coupures budgétaires. Les activités scientifiques se sont amplifiées, particulièrement celles ayant trait au transfert technologique. Les activités d'enseignement se sont accrues en raison de l'augmentation des inscriptions à la maîtrise professionnelle. L'effort conjugué de tous les intervenants du Centre, à tous les niveaux d'activité, nous a permis de réaliser encore cette année la majorité de nos objectifs de formation et de recherche et de satisfaire à nos obligations financières. Sur la base de nos acquis et conscients de la pertinence de nos activités, nous avons tout mis en œuvre pour que le Centre continue d'être reconnu parmi les meilleurs et que les résultats de notre recherche contribuent à l'essor économique et social du Québec.

Sur le plan des activités scientifiques, l'année a été marquée par la recherche de nouveaux projets. Les efforts ont été poursuivis en ce qui a trait à la promotion de l'utilisation des résultats scientifiques. Cette promotion s'est faite particulièrement dans les projets MÉTRIQUE sur la modélisation hydrodynamique en rivière et dans le projet GIBSI sur la gestion intégrée des bassins versants. Ces efforts de promotion se sont aussi traduits dans une entente-cadre avec la firme HMS Énergie inc. Une entente spécifique sur la réalisation d'un projet portant sur la modélisation hydrologique a découlé de cet accord. Quatre autres ententes avec cette firme sont en cours de négociation et devraient aboutir au cours de l'année 1996. De plus, une entente avec la compagnie PAN-O-LAC inc. a été conclue pour la mise au point d'un projet sur le développement d'un procédé industriel de production de Bt.

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).

Au total, plus de 106 projets de recherche étaient en cours cette année. On se doit de signaler ceux portant sur le développement de méthodologies et de logiciels en hydrologie statistique, sur la modélisation et la prévision des apports de bassins versants, sur le développement et l'application de senseurs pour le suivi des métaux traces dans les eaux naturelles, sur le développement d'outils pour la gestion intégrée de la ressource en eau souterraine, sur la production de Bt à partir de boues d'épuration et sur la mise au point d'un procédé de décontamination des cendres d'incinérateur. Pour réaliser ces activités, le Centre comptait sur 20 professeurs, 34 chercheurs, 13 techniciens de recherche, 10 employés de bureau, 83 étudiants et 36 stagiaires (Figure 1). La chaire en hydrologie statistique, subventionnée conjointement par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG), Hydro-Québec et l'INRS, a poursuivi avec succès ses activités de recherche, conformément aux échéanciers fixés lors de l'établissement de la programmation de la chaire.

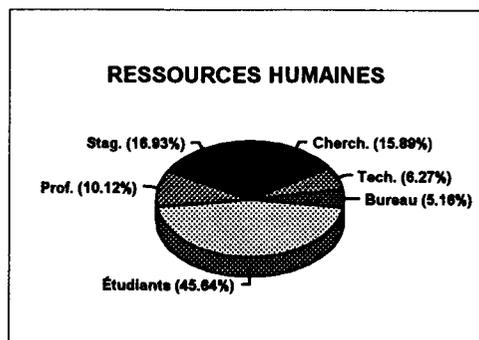


Figure 1

Les études avancées et l'encadrement des étudiants ont aussi constitué une partie importante des tâches réalisées au Centre. En effet, nous avons accueilli 9 étudiants postdoctoraux, 42 étudiants au doctorat, 41 à la maîtrise et 36 stagiaires de recherche. De ce nombre, 19 étaient nouvellement inscrits à la maîtrise et 4 au doctorat. Le programme de maîtrise professionnelle a accueilli 7 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 chercheurs de l'INRS-Eau ont été impliqués au cours de l'année dans plus de trente ententes de partenariat et de coopération à travers le monde.

Cette année 1995-1996 a encore été dominée par la problématique de l'autofinancement des activités de recherche. Les revenus extérieurs dépensés ont totalisé près de 4 500 000 \$. Ces sommes sont équivalentes à 64% des dépenses de fonctionnement du Centre (Figure 2). Ces revenus extérieurs sont constitués entre autres de subventions pour un montant de 3 091 000 \$ et de contrats de recherche pour un montant 1 144 000 \$. Les principaux organismes subventionnaires qui nous ont soutenus sont le fonds pour la Formation de chercheurs et l'aide à la recherche (FCAR), 312 000 \$; le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG), 1 344 000 \$; et le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, 668 066 \$ (Figure 3). Les contrats de recherche viennent de différentes sources, notons entre autres: Hydro-Québec, 305 332 \$; la Société d'électrolyse et de chimie Alcan Itée, 221 242 \$; et le ministère de l'Environnement du Canada, 205 198 \$.

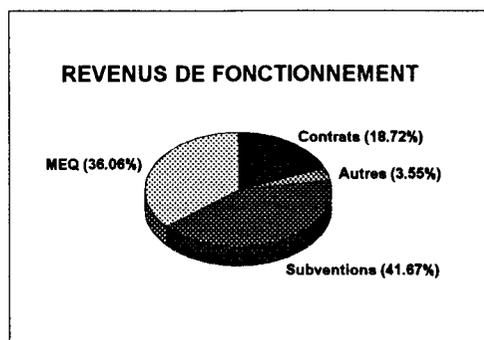


Figure 2

Nous devons encore souligner l'implication et les efforts déployés par les professeurs pour défrayer une part de plus en plus importante des frais indirects de la recherche. Cet effort a permis, encore une fois, de terminer l'année avec un excédent significatif des revenus sur les dépenses, ce qui est de plus en plus exceptionnel dans le contexte économique très difficile où se retrouvent actuellement placés la recherche et le développement scientifique.

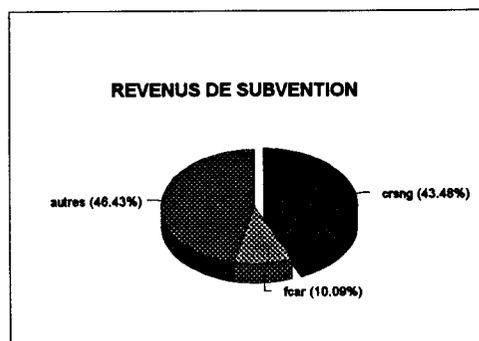


Figure 3

En effet, le sous-financement systématique de l'infrastructure de base du Centre s'est encore amplifié et cette charge supplémentaire s'est traduite par de nouvelles contraintes financières imposées aux activités de recherche. Il est d'ailleurs devenu de plus en plus difficile d'atteindre l'équilibre budgétaire en comptant sur une plus grande entrée de fonds externes puisque, là aussi, la rareté s'installe en raison d'une plus forte demande.

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. De plus, le service de documentation de l'INRS-Eau a efficacement pris la relève de l'Association québécoise des techniques de l'environnement (AQTE) comme coéditeur de la revue en partenariat avec Lavoisier Abonnements.

Au cours de l'année, des espaces supplémentaires ont été acquis pour répondre aux problèmes criants de locaux du Centre. Les besoins en espaces de laboratoire restent entiers. La séparation des équipes de recherche continue à soulever des difficultés pour un centre dont la dynamique interne se veut essentiellement interdisciplinaire. Il est devenu 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. Conscient de la pertinence des activités de recherche en cours, le Centre encouragera leur développement et favorisera, d'une façon particulière, l'intensification de certaines d'entre elles dans le cadre d'une programmation thématique. Cette programmation se veut la synthèse des activités de recherche qui ont lieu au Centre et qui y seront poursuivies au cours des prochaines années. Ces activités de recherche sont regroupées dans 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 spatiotemporelles des composantes du cycle hydrologique aux niveaux local, régional et continental. En outre, des approches comme la théorie de la décision, l'analyse du risque, le contrôle optimal et les systèmes experts ouvrent de nouvelles applications.

**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, pesti-

cides, N, S) 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 sans relâche nos efforts de recherche appliqués à la solution des problèmes qui touchent notre environnement et nous avons participé à la formation de chercheurs et de spécialistes en sciences de l'eau et de l'environnement. Nous avons concentré avec succès nos efforts sur la promotion et la valorisation des résultats de nos travaux de recherche et nous avons développé de nouveaux partenariats. Globalement, le Centre a encore connu une excellente année pour ses activités scientifiques et d'enseignement. Sur le plan financier, nos objectifs budgétaires ont été dépassés grâce notamment aux efforts soutenus des professeurs.

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*

Jean-Christian AUCLAIR

Olivier BANTON

Monique BERNIER

Bernard BOBÉE

Peter G.C. CAMPBELL

Daniel CLUIS

Denis COUILLARD

Jean-Pierre FORTIN

Landis HARE

H. Gerald JONES

Marius LACHANCE

Pierre LAFRANCE

Michel LECLERC

Guy MORIN

Marcel OUELLET

Peter Funder RASMUSSEN

Jean-Louis SASSEVILLE

Yves SECRETAN

Michel SLIVITZKY

Jean STEIN

André TESSIER

Rajeshwar D. TYAGI

Jean-Pierre VILLENEUVE

#### *Professeurs ou chercheurs invités*

Lumony M. BANGOY, Firme Ageos Inc.

Goze Bertin BÉNIÉ, Univ. de Sherbrooke

Louis BERNATCHEZ, Université Laval

Jacques BERNIER, Retraité de l'EDF

Jacques BUFFLE, Université de Genève

Claude CAMIRÉ, Université Laval

Georges CAVADIAS, Retraité, Univ. McGill

Pierre-Mathieu CHAREST, Université Laval

Pierre COUTURE, UQAR

Jacques DELLEUR, Purdue University

Lucien DUCKSTEIN, University of Arizona

Nassir EL-JABI, Université de Moncton

Donald M. GRAY, Univ. of Saskatchewan  
Vit KLEMES, Retraité Environnement Canada

James R. KRAMER, McMaster University

Robert LAGACÉ, Université Laval

Pierre LAVALLÉE, ASSEAU inc.

Richard MARCEAU, ÉNAP

Van Than Van NGUYEN, Université McGill

Éric PARENT, ENGREF

Alain R. PESANT, Agriculture Canada

Paul PILON, Environnement Canada

André P. PLAMONDON, Université Laval

Moumtaz RAZACK, Université de Poitiers

Jose D. SALAS, Colorado State University

Réjean SAMSON, IRB

Régis Réginald SIMARD, Agr. Canada

Hau Ta TRUNG, Société d'électrolyse et de chimie Alcan Ltée

J.R. VALÉRO, Centre de Foresterie des Laurentides

Norman YAN, Ministère de l'Environnement et de l'Énergie (Ont.)

#### *Chargés de cours*

Gaston ARTEAU, MRN

Michel BEAULIEU, MEF

Bernard GABOURY, MEF

Sam HAMAD, Roche limitée

Serge ST-LAURENT, MEF

Francine TANGUAY, Consultants BPR

#### *Associés de recherche*

Jean-François BLAIS

Richard De VITRE<sup>1</sup>

Alain MAILHOT

Taha OUARDA

#### *Boursiers postdoctoraux*

Hossine AMOKRANE<sup>1</sup>

Néhmé BAGHDADI

Hervé CAPRA

Sylvie CHEVALIER

Olivier ERRECALDE

Mourad HENICHE

Alain ROUSSEAU

Sylvie VALENTIN

Dacheng WANG

Feiyue WANG

Lesley WARREN<sup>1</sup>

---

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

**Personnel de recherche**

Paul BOUDREAU  
 Josée BOURGOIN<sup>1</sup>  
 Myriam CHARTIER  
 Danielle DE SÈVE<sup>1</sup>  
 Marie-Renée DOYON  
 Josée FITZBACK  
 Pierre GAGNÉ  
 Jean GAUTHIER  
 Yves GAUTHIER  
 Mario HACHÉ  
 Serge MASSICOTTE  
 Carl MATHIEU<sup>1</sup>  
 Guy MERCIER  
 Pierre PAQUET  
 Luc PERREAULT  
 Hugues PERRON  
 Lise POTVIN<sup>1</sup>  
 Marie-Emmanuelle QUENTIN  
 Lise RANCOURT  
 Élisabeth RAINVILLE  
 Lise RANCOURT  
 Christine RIVARD  
 Guy ROBERGE  
 Wanda SOCHANSKI  
 Pierre TRUDEL

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

**Administration**

Gaétane BÉLANGER<sup>1</sup>  
 Jean-Louis BLANCHET  
 Jean-Léon DOYON  
**Denise DOYON-PAQUET<sup>2</sup>**  
 Ginette LÉGARÉ

**Secrétariat**

Danielle ARSENAULT  
 Martyne CHARBONNEAU  
 Johanne DESROSIERS  
 Suzanne DUSSAULT  
 Lucie MERCIER  
 Éline PARENT  
 Lise RAYMOND

**Laboratoire**

Paul BOISVERT  
 Pauline FOURNIER

Michelle GEOFFROY-BORDELEAU  
 Brigitte PATRY<sup>1</sup>  
**Stéfane PRÉMONT<sup>2</sup>**  
 René RODRIGUE  
 Sylvie ST-PIERRE  
 Bernard VEILLEUX

**Documentation**

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

**Cartographie**

André PARENT

**Informatique**

Claude BISSON  
 Claude BLANCHETTE  
**Jean LACROIX<sup>2</sup>**  
 Alain POIRIER

**Stagiaires**

Pierre BEAULIEU<sup>1</sup>  
 Julie BERNIER  
 Gwendolyne BOBÉE  
 Geneviève BOUCHER<sup>1</sup>  
 Charline BOURQUE  
 Alexandre BUREAU<sup>1</sup>  
 Dominique CANTIN  
 Aurel CECIU<sup>1</sup>  
 Éric CHAMBERLAND  
 Dominique DOYON  
 Nicolas DROLET<sup>1</sup>  
 Doris DUCHAINE<sup>1</sup>  
 Serge DUFOR  
 Josée FRANCOEUR  
 André GAGNÉ  
 Martin GAGNÉ<sup>1</sup>  
 Jean-François GAGNON  
 Éric Gaudreau  
 Marc-André GOSSELIN  
 Serge LABRECQUE<sup>1</sup>  
 Jean-François LAGACÉ  
 Martin LANGLOIS  
 Isabelle LATULIPPE  
 Steve LEBLANC<sup>1</sup>  
 Martial LEBRUN  
 Vladimir MALTCHIKOVSKI<sup>1</sup>  
 Bruno MORIN

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

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

Éric MORISSETTE<sup>1</sup>  
 Oscar NILO MELLADO  
 Isabelle PAPINEAU  
 Geneviève PELLETIER<sup>1</sup>  
 Isabelle POULIOT<sup>1</sup>  
 Rachel RACINE  
 Daniel RIOUX<sup>1</sup>  
 Giuseppe SALERA  
 Jonathan SCHEIBE<sup>1</sup>  
 Daniel SOUCY<sup>1</sup>  
 Éric ST-JEAN  
 Richard TURCOTTE  
 Aditi D. TYAGI  
 Nancy VERREAULT<sup>1</sup>  
 Bernard VIGNEAULT<sup>1</sup>

Isabelle MARTINEAU  
 Jacinthe PAQUET  
 Geneviève POMERLEAU, CRSNG  
 Martine PROULX  
 Jacinthe RACINE  
 Élizabeth RAINVILLE  
 Marie ROY, FCAR  
 Vishal SACHDEVA  
 Christine SAUVAGEAU  
 Martin SIMARD  
 Véronique SIMON, FCAR  
 Daniel SOUCY  
 André VACHON  
 Bernard VIGNEAULT

### COMMUNAUTÉ ÉTUDIANTE

#### Étudiants à la maîtrise

Marie-Hélène APRIL  
 Sophie BÉDARD, CRSNG<sup>3</sup>  
 Jean-François BÉLANGER  
 Andrée BILODEAU  
 Jean-Mathieu BINGBOURÉ, Francophonie  
 Simon BOIVIN  
 Stéphanie BOUCHARD  
 Sophie CANTIN, FCAR  
 Édouard CISHAHAYO, Burundi  
 Patrick CHARBONNEAU  
 Éric CORMIER  
 Michael CORMIER, CRSNG  
 Isabelle COTÉ, CRSNG  
 Simon COUSINEAU  
 Marie-Noëlle CROTEAU, FCAR  
 Sophie DUCHESNE, CRSNG  
 Steeve DUFRESNE, FCAR  
 Claude FORTIN  
 Pierre GAGNÉ, FCAR  
 Stéphan GAGNON  
 Martin GAMACHE, FCAR  
 Éric GAUDREAU  
 Joël GAUTHIER, FCAR  
 André GAUVREAU  
 François GODIN  
 Marie-Claude GUIMOND, CRSNG  
 Kanza LACHHAB, Francophonie  
 Julie LAFLEUR  
 Mireille LAPOINTE  
 Anny-Christine LAVOIE, FCAR  
 Élisabeth MARCEAU, FCAR  
 Chantal MARCOTTE

#### Étudiants au doctorat

Irène ABI-ZEID, FCAR  
 Suzanne BEAUCHEMIN, Éco-Recherche  
 Hamel BENMOUSSA  
 Raynald CHASSÉ, FCAR  
 Albert CRAIG  
 Louise DESCHÊNES, FCAR  
 Marie-Hélène DE SÈDE  
 Danielle DE SÈVE  
 Marième DIALLO, Francophonie  
 Bernard DOYON  
 Yangguang DU  
 Marc DUCHEMIN  
 Sophie DUFRESNE, CRSNG  
 Kamal EL-HAJI  
 Mohammed ESSADAoui  
 Vincent FORTIN, CRSNG  
 Diane FOURNIER, Éco-Recherche  
 Hélène GLÉMET, FCAR  
 Daniel HOULE, FCAR  
 Julien HOUNTIN  
 Nlombi KIBI  
 Rachid LABCHIR  
 Claude LABERGE, CRSNG/FCAR  
 Stéphane LAPOINTE, CRSNG  
 Marco LATRAVERSE  
 Yvon MARANDA  
 Patrick MARCEAU  
 François MARQUIS  
 Daniel MARTIN, FCAR  
 Michel MARTIN, FCAR  
 Jean MORIN, FCAR  
 Catherine MUNGER, FCAR  
 Geneviève PELLETIER  
 B.R. RAVISHANKAR  
 Agnès RENOUX  
 Robert ROY, FCAR

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

<sup>3</sup> Boursier ou boursière

Isabelle ROYER  
Frédéric SHOONER  
André ST-HILAIRE  
Maria de Lourdes TIRADO MONTIEL  
Michael TWISS, CRSNG / FCAR / Éco-  
Recherche  
Luc VESCOVI  
Fenghai WANG

## 3 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.

### 3.1 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 les différents compartiments du cycle hydrologique. Les

travaux en analyse numérique touchent notamment la simulation hydraulique et hydro-dynamique 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, tant au niveau local que régional ou continental. En outre, des approches comme la théorie de la décision, l'analyse du risque, le contrôle optimal et les systèmes experts ouvrent de nouvelles applications.

#### 3.1.1 Aménagement des bassins versants

**Daniel CLUIS**

##### *Détection des tendances régionales (Réseau des lacs des régions d'Algoma, Muskoka et Sudbury)*

Ce projet de recherche vise à analyser les tendances régionales de la réponse des lacs des régions d'Algoma, de Muskoka et de Sudbury à la diminution des précipitations acides entre 1988 et 1995.

Le projet comporte les étapes suivantes:

- 1) Regrouper la base de données sur les lacs selon des classifications proposées.
- 2) Pour chacun des paramètres, dériver des régressions régionales et en déduire la pente des tendances, par paramètre, avec leurs intervalles de confiance et leur degré de signification. Identifier éventuellement les lacs aberrants. Estimer les valeurs initiales et finales des valeurs régionales des paramètres.
- 3) Appliquer la méthode de Larsen, Urquhart et Kugler (1995) pour déterminer les différentes sources de variabilité.
- 4) Déterminer la puissance de détection des tendances sur des moyennes régionales et en déduire un plan d'échantillonnage pour maximiser cette puissance / Environnement Canada, Région de l'Ontario / Coll.: C. Laberge

##### *Apport de la géomatique pour localiser les zones à risque de pollution du Loiret et de la rivière Boyer*

Cette étude visait à montrer l'utilité des systèmes d'information géographique basés sur le

format matriciel pour la problématique de contamination des eaux de surface par des sources non ponctuelles d'origine agricole. Deux cas ont été présentés: la région française du Loiret et le bassin versant de la rivière Boyer au Québec. Les analyses spatiales effectuées vont du simple calcul de superficies à des opérations plus complexes de cumul de distances de drainage et de modélisation de l'érosion d'après l'équation universelle de perte de sol, en passant par les fonctions classiques dans les SIG de superposition de couches et combinaison de variables localisées et attributs spatiaux. Les résultats obtenus s'avèrent utiles en particulier pour cibler des zones potentiellement génératrices de pollution où il faudrait intervenir prioritairement / Ministère de l'Environnement (France) / Coll.: M.-E. Quentin, A. Haidar (Université d'Orléans)

***Développement d'indicateurs de contamination potentielle des eaux par le phosphore pour des séries de sol supportant de grandes surfaces de cultures défrichées***

Ce projet vise à développer des indices de solubilité du phosphore applicables dans les cas de lessivage à partir de données de sol facilement disponibles, à établir un lien entre la teneur en phosphore extractible par la solution de Mehlich 3 et la concentration en phosphore des eaux de drainage et à fournir une présentation géomatique des résultats mettant en évidence la vulnérabilité des séries de sols du Québec supportant les plus grandes surfaces de cultures défrichées / Conseil des Recherches en Pêche et en Agricole-alimentaire du Québec / Coll.: S. Beauchemin, M.-E. Quentin; M. Nolin, R. Simard (Agriculture et Agro-alimentaire Canada)

**Marius LACHANCE**

***Mise à jour et orientation de l'information sur les habitats de poisson du golfe du Saint-Laurent***

Il s'agit d'un ensemble de projets réalisés conjointement avec le Groupe Environnement Shooner pour le ministère des Pêches et Océans du Canada, direction de la gestion de l'habitat du poisson. Le but de ces projets consiste à effectuer une cartographie des ressources halieutiques et de leurs habitats

dans diverses régions côtières du Québec (baie des Chaleurs, baie d'Hudson, baie James...), à constituer une base de données géographiques facilement interrogeable dans un système d'information géographique et à proposer différents plans de mise en valeur des habitats en milieu côtier en vue d'interventions dans ce milieu / Groupe Environnement Shooner / Pêches et Océans Canada / Coll.: M. Boies, R. Lalumière

**Michel LECLERC**

***Modélisation du lac Saint-François (fleuve Saint-Laurent) en vue de la restauration de l'écosystème et des usages de l'eau***

Le projet consiste à implanter un modèle hydrodynamique sur ce milieu en vue d'analyser les schémas de propagation des contaminants d'origine industrielle ou urbaine. Une modélisation lagrangienne (suivi de particules) sera mise en oeuvre en utilisant les résultats hydrodynamiques et en tenant compte de la position des émissaires et des charges rejetées au milieu. Le lac Saint-François présente des conditions d'hydraulicité très particulières dues à la présence de macrophytes en abondance, d'une bathymétrie complexe et à l'influence des ouvrages de génie. Le projet doit tenir compte aussi de l'apport multidisciplinaire (social, économique, biologique, chimique, etc...) des autres équipes participantes / Plan vert en collaboration avec l'Institut de recherche en environnement et économie de l'Université d'Ottawa (programme des 3 conseils du CNRC) / Coll.: Y. Secretan, P. Boudreau

***Voie navigable du Saint-Laurent - Étude en vue d'un projet d'approfondissement à 11,3 m de la voie navigable entre Montréal et le Cap à la Roche***

Le projet consiste à modifier la bathymétrie du modèle hydrodynamique existant du tronçon Tracy - lac Saint-Pierre pour tenir compte de l'approfondissement du chenal maritime et de la disposition des matériaux de dragage. Pour ce faire, les données seront fournies par Procéan. Les débits passant par les réservoirs du delta de Sorel seront mis à jour dans le modèle. L'hydrodynamique et les forces tractrices en conditions actuelle et modifiée seront calculées / Procéan / Coll.: P. Boudreau, J. Morin, Y. Secretan

### **Mise à jour et validation du modèle de micro-habitat du saumon de la rivière Moisie**

La dérivation d'affluents à la tête du bassin de la rivière Moisie (Careil et aux Pékans) dans le cadre du projet SM3 d'Hydro-Québec requiert la détermination de débits réservés aux différentes phases de vie du cycle vital du saumon. Cette exigence est établie au site Taoti en aval du détournement, un tronçon représentatif du cours d'eau particulièrement riche en habitats tant pour la reproduction que pour la croissance des jeunes. La procédure appliquée est celle de la modélisation des microhabitats (MMH). Suite à l'examen des méthodes mises en oeuvre pour en arriver à fixer un régime hydrologique adapté lors de la première phase des études (entre 1987 et 1993), il est ressorti que le modèle d'habitat nécessitait une validation plus poussée surtout en ce qui concerne la composante biotique / Génivar groupe conseil / Coll.: P. Boudreau, Y. Secretan; G. Bourgeois (Génivar)

### **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. 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); N. Bergeron (INRS-Géoressources)

**Guy MORIN**

### **Modèle prédictif de quantité et qualité de l'eau en rivière comme support à la gestion environnementale**

L'objectif de cette recherche est de développer des sous-modèles mathématiques permettant d'estimer l'évolution dans le temps et dans l'espace, de certains paramètres de qualité de

l'eau, pour des conditions naturelles ou aménagées d'un bassin versant. Les sous-modèles de qualité seront couplés au modèle hydrologique CEQUEAU. Les paramètres à modéliser sont la température de l'eau, les solides en suspension, les solides dissous, l'azote total, le phosphore total, les sulfates et le mercure. La présente étude portera principalement sur les grands bassins versants du Nord québécois / CRSNG - Partenariat de recherche (Hydro-Québec) / Coll.: D. Cluis, D. Couillard, G. Jones, W. Sochanska

### **Consultation pour la mise en oeuvre du modèle hydrologique CEQUEAU sur le bassin versant du Nakombé (Burkina Faso)**

Le but du projet est de modifier le modèle CEQUEAU pour faire une version CEQUEAU-ONU. Les modifications à effectuer sont de deux ordres soit de dimensions et hydrologiques.

Les modifications des dimensions ont pour but de permettre la simulation d'un grand bassin versant du Burkina Faso en utilisant des carreaux de 10x10 km et de permettre la prise en compte de nombreux petits barrages. Les dimensions retenues sont: 500 carreaux entiers, 1000 carreaux partiels, 50 stations hydrométriques avec ou sans barrage réel, 100 stations hydrométriques fictives et 100 stations météorologiques.

Les modifications hydrologiques portent sur la spatialisation des principaux paramètres de la fonction de production. Modification des prélèvements d'évaporation dans les barrages et dans la rivière durant la phase de transfert. Permettre le retrait de l'eau des retenues pour l'approvisionnement en eau potable et pour l'irrigation. Les programmes exécutables seulement sont donnés aux Nations-Unies / Organisation des Nations-Unies (ONU) / Coll.: W. Sochanska, P. Paquet

**Jean STEIN**

### **Modélisation de l'écoulement dans un bassin versant forestier boréal**

Comprendre les processus et modéliser le cheminement de l'eau entre l'atmosphère et l'exutoire du bassin en période de fonte. Les

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

**CHAIRE INDUSTRIELLE EN HYDROLOGIE  
STATISTIQUE**

Titulaire: Bernard Bobée

Responsables administratifs:

Jean-Pierre Villeneuve (INRS-Eau)

Gilbert Neveu, directeur (Hydro-Québec)

Comité adviseur:

Gilbert Neveu, Octave Caron et Jean-Louis

Bisson, secrétaire (Hydro-Québec)

Jean-Pierre Villeneuve et Bernard Bobée

(INRS-Eau)

Financement:

Hydro-Québec, CRSNG et INRS-Eau

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

**Projet C1: Validation des apports historiques**

La connaissance des apports naturels, c'est-à-dire de la quantité d'eau en amont d'un ouvrage hydraulique, 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 déversé. Or, ces trois mesures sont souvent entachées d'erreurs et l'apport naturel est alors très imprécis. Malgré une validation des composantes du bilan hydrique à chaque site, certaines incohérences régionales demeurent dans les séries d'apport. Les objectifs généraux de ce projet sont: (i) une étude et une évaluation de la procédure d'acquisition des données à Hydro-Québec; (ii) une étude des données hydrométriques des systèmes hydriques du réseau d'Hydro-Québec; (iii) le développement d'un système de contrôle de la fiabilité des apports historiques pour la validation globale, c'est-à-dire la cohérence des données hydrométriques aux différents sites d'un même complexe hydroélectrique / Coll.: M. Haché; J.-L. Bisson (chargé de projet: Hydro-Québec); L. Perreault, H. Perron; P. Bruneau, M. Durocher, B. Houle, N. Kang, D. Tremblay (Hydro-Québec)

**Projet C2: Étude des séries historiques d'apports énergétiques**

Hydro-Québec dispose de mesures d'apports énergétiques mensuels pour l'ensemble des centrales de son parc d'équipement. Les statistiques issues de la série agrégée (cumul des apports énergétiques à chaque site en une série globale annuelle) des apports énergétiques sont utilisées comme intrants dans des modèles de planification énergétique à court, moyen et long termes. Or, cette série présente de nombreuses irrégularités statistiques (non-stationnarité, par exemple) qui peuvent avoir un impact sur la prise de décision. Le présent projet vise tout d'abord à effectuer une étude statistique approfondie de la construction de cette série globale et ensuite à développer des outils de modélisation permettant de tirer le maximum d'informations de ces observations. Ce projet est divisé en trois sous-projets: (i) étude critique des données de base nécessaires au calcul des apports énergétiques des huit complexes hydroélectriques; (ii) étude critique et évaluation du calcul des intrants des modèles de planification énergétique; (iii) modélisation des séries d'apports énergétiques des différents complexes et détermination des probabilités d'occurrence d'événements extrêmes / Coll.: L. Perreault; J.-L. Bisson (chargé de projet: Hydro-Québec); M. Slivitzky, M. Haché; P. Bruneau, D. Tremblay (Hydro-Québec)

**Projet C3: Détermination des crues de conception**

L'estimation des crues de conception des ouvrages (*design flood*) est importante pour déterminer de manière optimale le dimensionnement des évacuateurs de crue. Une surestimation conduit à un surdimensionnement des ouvrages entraînant ainsi des coûts de construction plus élevés tandis qu'une sous-estimation peut occasionner des risques d'inondation et des pertes de vies humaines. Ce projet consiste à développer un outil efficace pour aider à la détermination des crues de conception à partir de la modélisation par des distributions statistiques des pointes et des volumes pour les crues maximums annuelles. Dans le cas où les données à un site sont peu nombreuses, nous utiliserons une approche régionale. On envisage également l'élaboration d'un module d'aide à la décision pour aider les non-spécialistes dans le choix d'une distribution et

d'une méthode d'estimation adéquates pour la modélisation des crues de conception. Ce projet est divisé en quatre sous-projets: (i) système d'aide à la décision pour le choix d'une loi statistique; (ii) étude sur les méthodes de caractérisation des crues; (iii) module d'estimation régionale (suite à la réalisation du projet C5); (iv) projet intégrateur / Coll.: H. Perron; P. Bruneau (chargé projet: Hydro-Québec); P.F. Rasmussen, L. Perreault; J.-L. Bisson, G. Brosseau, D. Sparks (Hydro-Québec)

**Projet C4: Élaboration d'un modèle stochastique appliqué aux systèmes hydriques d'envergure**

Pour le dimensionnement et la gestion intégrée des grands systèmes hydriques tels que ceux opérés par Hydro-Québec, on a besoin de connaître les caractéristiques stochastiques des apports naturels. Les apports observés fournissent la base de cette connaissance. Cependant, pour mieux comprendre le champ de variation des apports ainsi que leur cohérence spatiale on doit faire appel à la modélisation stochastique. Dans ce projet, on développe un modèle stochastique multidimensionnel (plusieurs sites) qui permet de modéliser les apports à différentes échelles de temps (saisonnière, mensuelle, hebdomadaire, journalière). L'accent est mis sur les modèles d'agrégation du type PARMA, mais on considère aussi des modèles de désagrégation linéaire et de désagrégation non paramétrique / Coll.: P. F. Rasmussen; L. Fagherazzi (chargé de projet: Hydro-Québec); T.B.M.J. Ouarda, M. Slivitzky, M. Haché; J.-C. Rassam (Hydro-Québec), J.D. Salas (Colorado State University)

**Projet C5: Régionalisation des événements hydrologiques extrêmes**

La qualité des études portant sur l'estimation d'événements hydrologiques extrêmes est fortement dépendante de la qualité et de la longueur des séries historiques de débits disponibles. Pour les sites où l'on dispose de peu ou même d'aucune information hydrologique, il peut être nécessaire d'estimer des événements hydrologiques extrêmes correspondant à une période de retour T donnée. Pour ce faire, on utilise l'information régionale provenant de sites jaugés considérés similaires au site d'intérêt selon des critères hydrologiques. Hydro-Québec dispose de nombreux sites qui sont caractérisés par un manque d'information importante, et l'application de ces techniques de régionalisation à ces sites permettra d'améliorer considérablement la qualité d'estimation des événements extrêmes. On envisage également l'application de ces techniques à d'autres types de données, telles que les précipitations et les volumes de crues / Coll.: T.B.M.J. Ouarda; J.-L. Bisson (chargé de projet: Hydro-Québec); P.F. Rasmussen, M. Haché; P. Bruneau, S. Weyman (Hydro-Québec)

térisés par un manque d'information importante, et l'application de ces techniques de régionalisation à ces sites permettra d'améliorer considérablement la qualité d'estimation des événements extrêmes. On envisage également l'application de ces techniques à d'autres types de données, telles que les précipitations et les volumes de crues / Coll.: T.B.M.J. Ouarda; J.-L. Bisson (chargé de projet: Hydro-Québec); P.F. Rasmussen, M. Haché; P. Bruneau, S. Weyman (Hydro-Québec)

**Projet C6: Risque et fiabilité en hydrologie**

L'analyse du risque et de la fiabilité appliquée à l'hydrologie est un domaine qui a connu des développements importants au cours des dernières années. L'équipe de la chaire s'engage dans ce domaine, afin d'y effectuer des travaux de recherche susceptibles de trouver de nombreuses applications à Hydro-Québec. La probabilité de défaillance d'un système hydrique peut être reliée au risque hydrologique (dû à la variabilité de l'écoulement), ou au risque hydraulique global (le risque hydrologique et aussi le risque de défaillance de la structure elle-même). L'objectif général de ce projet est d'analyser et d'évaluer les risques de défaillances énergétiques et d'inondations associés aux différentes activités en cours à Hydro-Québec incluant l'établissement des courbes enveloppes, le développement des systèmes d'alerte et des modèles de gestion optimale de la production et de la planification annuelle de l'exploitation / Coll.: T.B.M.J. Ouarda; L. Fagherazzi (chargé de projet: Hydro-Québec); P.F. Rasmussen, M. Haché, L. Perreault; A. Turgeon, J.-L. Bisson, P. Bruneau, J.-C. Rassam, S. Weyman (Hydro-Québec)

**Adaptation de REMUS à l'environnement Windows**

Compte tenu des lacunes observées dans les programmes actuels REMUL et HEC-4: (i) non-examen systématique de la normalité (hypothèses *a priori* que les débits mensuels sont distribués suivant la loi log-normale ou la loi log-Pearson type 3, hypothèses qui ne sont pas vérifiées); (ii) non-prise en compte de la structure de dépendance des variables indépendantes, l'objectif de ce projet est d'adapter le logiciel REMUS, réalisé par l'INRS-Eau et déjà utilisé à Hydro-Québec, à l'environnement Windows.

Le modèle proposé (REMUS II) rassemblera toutes les particularités de son prédécesseur (REMUS) mais sera développé à l'aide du langage C++ sous l'environnement Windows / CRSNG Programme de partenariats de recherche (Hydro-Québec) / Coll.: H. Perron; P. Bruneau (chargé de projet: Hydro-Québec); L. Perreault, S. Leblanc, P. Trudel

#### ***Estimation ponctuelle et régionale des caractéristiques hydrologiques extrêmes***

Il est important, en pratique, pour la construction d'ouvrages ou la gestion des réservoirs, d'estimer les débits de crues ( $Q_T$ ) de période de retour donnée (centenaire, millénaire, ...). On vise à: (i) poursuivre les travaux déjà entrepris sur les distributions de Halphen. Ces distributions présentent des propriétés intéressantes (estimation optimale des paramètres) et sont encore peu utilisées en raison de la complexité du calcul de leur fonction de distribution; (ii) établir des modèles d'estimation régionale de crue en considérant la notion de zone d'influence récemment introduite et de distribution régionale (on étudiera l'utilisation d'une loi régionale de Halphen); (iii) examiner la transposition des approches et modèles développés en A et B pour les crues aux débits d'étiage / CRSNG - Dépenses courantes / Coll.: P.F. Rasmussen, L. Perreault, H. Perron

#### ***Validation des apports non contrôlés***

Développement d'une méthodologie de validation et de correction des apports non contrôlés historiques; application aux principaux réservoirs d'Alcan. Étude préliminaire concernant l'élaboration d'une procédure de validation et de correction des apports non contrôlés en temps réel / Alcan / Coll.: M. Haché; B. Larouche (chargé de projet: Alcan); L. Mathier, L. Perreault, H. Perron, P. Trudel; I. Doré, C. Gignac (Alcan)

#### ***Analyse de fréquence des apports naturels extrêmes saisonniers et des volumes de crue des bassins du réseau hydrométrique d'Alcan***

La connaissance de la probabilité d'occurrence d'événements comme les apports naturels extrêmes saisonniers et les volumes de crue pour les principaux bassins du réseau est très importante pour Alcan. Dans ce projet, nous cherchons à estimer par ajustement de lois de

probabilité les quantiles  $X_T$  de période de retour  $T$  ( $T = 1, \dots, 10\,000$  ans) pour un ensemble de séries de données hydrologiques saisonnières des principaux bassins versants du réseau d'Alcan. Plus précisément, les deux objectifs du projet sont de fournir à Alcan, pour chacun des bassins versants, des recommandations concernant les lois de probabilité les plus aptes à représenter: (i) les apports naturels extrêmes (printemps, été et automne); (ii) les volumes de crues printanières. Les bassins versants considérés sont: Lac Manouane, Passes-Dangereuses, Chute du Diable, Lac St-Jean, Amont, Aval et Total. Le bassin Total possède des données d'apports calculés depuis 1913, les bassins Lac St-Jean et Chute du Diable depuis 1953 et les autres bassins depuis 1943.

Ce projet est divisé en quatre sous-projets: (i) détermination des  $k$  saisons pour les apports naturels extrêmes (étude de sensibilité); (ii) modélisation des séries d'apports extrêmes saisonniers; (iii) modélisation des séries de volumes de crues de printemps; (iv) comparaison des ajustements effectués sur les séries d'apports et de volumes et recommandations d'une loi de probabilité / Coll.: L. Perreault; L. Rémillard (chargé de projet: Alcan); M. Haché

#### ***Rationalisation du réseau hydrométrique du Québec***

Les deux objectifs principaux du projet sont: a) d'identifier les tributaires du fleuve Saint-Laurent qui doivent être mesurés pour assurer une connaissance adéquate du débit du fleuve à différents tronçons; b) identifier les variables hydrologiques qui permettent de suivre les changements climatiques, déterminer le nombre et la répartition des stations hydrométriques requises afin de détecter tout changement climatique, et d'étudier l'évolution de la ressource résultant de ces changements; et c) présenter une revue bibliographique des méthodes de prévision des débits à court, moyen et long termes / Environnement Canada / Coll.: T.B.M.J. Ouarda; J.-F. Cantin (chargé de projet: Environnement Canada); P.F. Rasmussen; R. Laurence (Environnement Canada)

#### ***Analyse de fréquence des précipitations extrêmes saisonnières du réseau hydrométrique d'Alcan***

Ce projet vise à estimer les précipitations extrêmes saisonnières  $X_t$  de période de retour  $T$

pour les principaux sites du réseau d'Alcan (31 séries annuelles pour 2 saisons). Ce projet est divisé en trois sous-projets: A- Étude de sensibilité de la partition de l'année en 2 saisons (4 ou 5 sites témoins); B- Modélisation des séries de précipitations extrêmes saisonnières; et C- Comparaison des ajustements effectués et recommandations d'une distribution /Alcan / L. Perreault, M. Haché, S. Lavoie

#### ***Méthodologie de rationalisation du réseau hydrométrique du Québec***

Ce projet présente une méthodologie générale pour évaluer la pertinence des différentes stations d'un réseau de mesure d'un point de vue statistique. Cette méthodologie opérationnelle permet d'identifier les stations qui pourraient être éliminées de façon à minimiser la perte globale d'information. La méthodologie est appliquée au réseau hydrométrique du Québec / ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec / Coll.: T.B.M.J. Ouarda; V.D. Hoang (chargé de projet: ministère de l'Environnement et de la Faune); P.F. Rasmussen; G. Barabé, N. Trempe (ministère de l'Environnement et de la Faune)

#### ***Évaluation des coûts et bénéfices reliés à l'utilisation d'un courantomètre de type AFFRA***

Le débit d'une rivière est habituellement estimé à partir du niveau d'eau, ce qui demande d'établir au préalable une relation niveau-débit, et de la valider par échantillonnage manuel quelquefois par année. Pour obtenir plus rapidement des mesures du débit en continu, Environnement Canada a mis au point un courantomètre acoustique, nommé AFFRA, qui s'installe dans la section d'écoulement et permet d'évaluer le débit à partir de la vitesse d'écoulement. L'objectif du projet est d'étudier l'incertitude sur le débit mesuré à l'aide de cet appareil et de comparer les coûts et bénéfices reliés à l'utilisation de cette technologie à ceux des procédures d'échantillonnage actuellement utilisées, en particulier pour des sites où la relation niveau-débit est instable et en présence d'un couvert de glace / Environnement Canada / Coll.: B. Bobée; K. Wiebe (Environnement Canada); V. Fortin

#### ***Daniel CLUIS***

#### ***Persistance des séries hydrologiques. Utilisation des coefficients d'autocorrélation pour étudier la persistance des séries temporelles en hydrologie quantitative et qualitative***

Ce projet vise à résoudre, à moyen terme, trois groupes de problèmes: (i) dans le domaine de la surveillance de la qualité de l'eau, l'estimation des débits massiques constitue un prérequis nécessaire à l'interprétation des phénomènes de transport, à des relations sources-effets et à la calibration des modèles de qualité de l'eau; (ii) dans le domaine de l'étude structurale des séries environnementales, les caractéristiques d'asymétrie et de non-stationnarité en moyenne et en variance, ainsi que la présence de valeurs aberrantes, douteuses, censurées ou tronquées, rendent l'analyse difficile. Nous nous attachons 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***

#### ***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 multitemporelles.

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, corres-

pendant 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 multitemporelles 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

#### ***Participation de l'INRS-Eau à la recherche et au développement de la plate-forme HYDRO-SOFT***

Le projet sera réalisé dans le cadre de l'entente générale de collaboration entre HMS Energie et INRS-Eau. Nous participerons à la conception et au développement des modules portant sur (1) la formation des séries chronologiques de données météorologiques, (2) le contrôle de la production des séries chronologiques d'apports naturels et (3) la prévision des apports naturels. Ces modules sont réalisés pour la phase 1 du logiciel GESTEAU permettant de fournir les informations nécessaires à la gestion des barrages pour la production hydro-électrique / HMS Énergie / Coll.: M. Fillion, J. Fitzback, S. Massicotte, P. Trudel, R. Turcotte

#### ***Traitement d'images ERS-1 pour la prévision hydrologique***

L'objectif du projet est d'estimer les caractéristiques de la neige au sol par un radar à antenne synthétique à bord d'un satellite (ERS-1 ou RADARSAT). Pour ce faire, une région représentative du bassin de la rivière La Grande sera sélectionnée et des sites expérimentaux précisés. Des images radar de la région seront acquises et des campagnes de terrain permettront de recueillir les données nécessaires à leur interprétation. Après étalonnage des images acquises, on procédera à l'extraction des informations désirées sur les images et au traitement des mesures au sol sur les divers sites. On passera finalement à l'établissement de la relation entre les données acquises par télédétection et les données acquises au sol, en

vue de l'estimation de l'équivalent en eau de la neige. Une stratégie opérationnelle de mesure sera enfin proposée / Hydro-Québec / Coll. M. Bernier, Y. Gauthier et S. Massicotte

#### ***Logiciel de traitement intégré de données de radars à ouverture synthétique (ROS) et d'autres capteurs satellitaires pour le suivi opérationnel du couvert nival***

Le projet a pour objectif général le développement d'un logiciel de traitement, à des fins hydrologiques, des données du capteur radar à ouverture synthétique (ROS) du futur satellite canadien RADARSAT. Plus spécifiquement, on désire: a) analyser les données fournies par un capteur aéroporté ROS en vue d'évaluer leur potentiel pour l'estimation des caractéristiques du couvert nival; b) mettre au point une approche multicapteur et multidade pour l'estimation des caractéristiques du couvert nival; c) vérifier et améliorer l'approche définie précédemment, à l'aide des données ROS du satellite ERS-1 / CRSNG - Dépenses courantes

#### ***Précipitations maximales probables (PMP) en régions boréales***

L'objectif de l'étude est de revoir la méthodologie initialement développée pour l'estimation des précipitations maximales probables aux latitudes moyennes, de façon à déterminer les modifications nécessaires pour des estimations en régions boréales. On s'intéressera plus particulièrement aux aspects suivants: (i) révision des critères pour la sélection des données d'orages extrêmes dans les régions boréales; (ii) établissement des règles de transposition des orages extrêmes sur de longues distances; (iii) intégration de données non publiées; (iv) confiance à accorder à la méthode actuelle d'établissement du point de rosée; (v) règle réaliste de réorientation des orages en régions boréales.

L'INRS-Eau agira comme consultant pour tous ces aspects. De plus, nous préciserons de quelle façon les données acquises par télédétection pourront être intégrées aux données au sol pour améliorer la précision des estimations de PMP / Canadian Electrical Association / Coll.: M. Bernier, B. Bobée

**Stratégie d'estimation de l'équivalent en eau de la neige au sol pour utilisation conjointe des micro-ondes actives (radar) et passives: phase I**

Le programme de recherche proposé se divise en deux phases. La phase I vise à vérifier le potentiel de divers capteurs opérant dans les micro-ondes, et la phase II à intégrer les informations fournies par ces capteurs dans une stratégie opérationnelle d'estimation de l'équivalent en eau du couvert nival sur les bassins d'HYDRO-QUÉBEC.

Les activités porteront en particulier sur la sélection de sites expérimentaux, l'analyse des images ERS-1 et des mesures au sol et la stratégie d'estimation de l'équivalent en eau du couvert nival sur les bassins d'HYDRO-QUÉBEC.

Les activités du volet micro-ondes passives porteront en particulier sur la sélection d'algorithmes existants permettant d'estimer l'équivalent en eau du couvert nival à partir des données SSM/I, l'analyse des données SSM/I et des données au sol en vue de l'adaptation d'un algorithme à l'environnement de la taiga / CRSNG - programme Université-Industrie / Coll.: M. Bernier, Y. Gauthier, S. Massicotte

**Michel LECLERC**

**Modélisation par éléments finis d'écoulements à surface libre**

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 langragien 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.-J. L'Heureux

**Développement d'une méthode de calcul de débit réservé pour la protection de l'habitat du poisson**

L'exploitation des cours d'eau par la mise en place d'ouvrages hydro-électriques, l'irrigation ou d'autres causes peuvent affecter l'habitat du poisson. À des fins de protection de ces milieux, le projet vise à élaborer une méthode permettant de déterminer des débits réservés pour la faune ichthyologique. Il comporte 4 activités principales: 1) revue des méthodes existantes, 2) classification éco-hydrologique du territoire québécois, 3) identification des espèces-cibles à protéger, revue de leurs préférences d'habitats et de leur cycle vital (phases sensibles), 4) proposition régionalisée et saisonnière de seuils de débit à maintenir / MEF / ministère des Pêches et Océans Canada / Génivar groupe conseil

**Modélisation de l'habitat salmonicole d'un tronçon de la rivière Betsiamites**

Le projet consiste à élaborer un modèle hydrodynamique d'un tronçon représentatif de la rivière Betsiamites. Cette rivière est influencée par un ouvrage hydro-électrique à l'amont qui opère en régime de pointe. Le groupe Environnement Shooner collabore à la réalisation de ce projet et fournit les données de base nécessaires à la modélisation. Une modélisation de l'habitat du site doit être réalisée en utilisant le modèle salmonicole de la rivière Moisie. Une relation débit-habitat résultera de l'analyse de sensibilité au débit / Hydro-Québec / Génivar groupe conseil / Coll.: Y. Secretan, P. Boudreau

**Modélisation de l'habitat salmonicole d'un tronçon du ruisseau expérimental Catamaran, Nouveau-Brunswick**

Le projet, en collaboration avec le consultant principal, Génivar groupe conseil, consiste à élaborer un modèle hydrodynamique d'un tronçon du ruisseau Catamaran, Nouveau-Brunswick, à partir de données recueillies sur le terrain par le ministère des Pêches et Océans. En vue d'établir la relation débit-habitat du site, des simulations de la disponibilité et de la distribution des habitats salmonicoles à partir du modèle d'habitat propre au ruisseau en question seront effectuées / ministère des Pêches et Océans Canada / Génivar groupe conseil / Coll.: P. Boudreau

**Projet de modélisation des microhabitats 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 Interdisciplinaire de Recherche sur le Saumon Atlantique / CIRSA / Coll.: M. Leclerc, Y. Secretan, P. Boudreau, J. Lafleur

**Guy MORIN**

**Modélisation hydrologique et prévision en temps réel des apports des bassins versants Chute du Diable et Mistassibi à l'aide du modèle CEQUEAU**

L'objectif de l'étude est d'utiliser le modèle CEQUEAU pour simuler les apports hydrauliques naturels journaliers des bassins versants en amont de la centrale Shipshaw dans le cadre de la prévision à court terme (1 à 7 jours) et à moyen terme (1 mois).

Pour atteindre cet objectif les données hydro-métriques et météorologiques de 1985 à 1989 seront utilisées comme données de calibration et les données de 1990 à 1995 seront utilisées pour la prévision. Les procédures de mise à jour (updating) développées dans le contrat précédent seront utilisées et modifiées si nécessaire pour tenir compte des particularités des bassins versants.

Le modèle une fois calibré et validé, permettra de simuler dans des conditions naturelles et aménagées les apports à plusieurs sites de tous les bassins versants. Les procédures de mises à jour permettront de prévoir les débits à court terme et d'estimer les apports moyens à moyen terme. L'analyse des résultats permettra de quantifier la précision des prévisions à différents pas de temps et pour différentes procédures de mise à jour / Alcan / Coll.: W. Sochanska, P. Paquet, Stagiaire

**Modélisation hydrologique et prévision en temps réel des apports des bassins versants en amont de la centrale Shipshaw sauf Chute du Diable et Mistassibi à l'aide du modèle CEQUEAU**

L'objectif de l'étude est d'utiliser le modèle CEQUEAU pour simuler les apports hydrauliques naturels journaliers pour tous les bassins versants en amont de la centrale Shipshaw sauf Chute du Diable et Mistassibi dans le cadre de la prévision à court terme (1 à 7 jours) et à moyen terme (1 mois).

Pour atteindre cet objectif les données hydro-métriques et météorologiques de 1985 à 1989 seront utilisées comme données de calibration et les données de 1990 à 1995 seront utilisées pour la prévision. Les procédures de mise à jour (updating) développées dans le contrat précédent seront utilisées et modifiées si nécessaire pour tenir compte des particularités des bassins versants.

Le modèle une fois calibré et validé, permettra de simuler dans des conditions naturelles et aménagées les apports à plusieurs sites de tous les bassins versants. Les procédures de mises à jour permettront de prévoir les débits à court terme et d'estimer les apports moyens à moyen terme. L'analyse des résultats permettra de quantifier la précision des prévisions à différents pas de temps et pour différentes procédures de mise à jour / Alcan / Coll.: W. Sochanska, P. Paquet, Stagiaire

**Peter Funder RASMUSSEN**

**Élaboration d'un modèle stochastique multidimensionnel appliqué au système hydrique de la rivière des Outaouais**

Le système hydrique de la rivière des Outaouais dispose de 43 centrales et 30 réservoirs. Dans le cadre d'une évaluation de la capacité des évacuateurs de crue, Hydro-Québec désire simuler des séries stochastiques multidimensionnelles. Le projet de l'INRS-Eau a pour objectifs: (i) l'agrégation des sous-bassins du système hydrique en cinq régions; (ii) le développement d'un modèle PARMA (2,2) multivarié pour la simulation des débits hebdomadaires intermédiaires des cinq régions. Une nouvelle méthode d'estimation basée essentiellement sur la méthode des moments est développée;

(iii) l'application du modèle SVD (Singular Value Decomposition) / Hydro-Québec / Coll.: B. Bobée, L. Mathier, M. Haché; L. Fagherazzi, J.-C. Rassam (Hydro-Québec), G. Cavadias, V.T.V. Nguyen (Univ. McGill)

#### **Application de méthodes bayésiennes en hydrologie statistique**

Les méthodes bayésiennes sont, en raison de leur complexité, peu utilisées en hydrologie statistique. Cependant, les aspects théoriques de cette approche pourraient être adaptés avec profit à plusieurs problèmes hydrologiques. En effet, ces méthodes permettent de prendre des décisions optimales (en minimisant l'espérance mathématique des coûts) et d'incorporer explicitement des informations supplémentaires pour un problème donné. L'objectif de ce projet est d'explorer l'application des méthodes bayésiennes en hydrologie statistique / CRSNG - Dépenses courantes / Coll.: B. Bobée, L. Perreault

#### **Développement des méthodes bayésiennes en hydrologie statistique**

Les objectifs de cette subvention sont d'explorer l'application des méthodes bayésiennes en hydrologie statistique. Plus particulièrement, on considère les cas suivants: (i) l'estimation d'un quantile de crue à un site jaugé à partir d'une série de débits maximums annuels et la quantification de la précision de cette estimation. Dans un contexte bayésien, ceci peut être effectué en déterminant, par le théorème de Bayes, la distribution *a posteriori* du quantile inconnu, (ii) l'estimation d'un quantile de crue à un site non jaugé, en considérant l'information hydrologique, physiographique et météorologique provenant des sites similaires au site cible (estimation régionale), à l'aide de l'approche bayésienne. Cette méthodologie est particulièrement adéquate pour combiner l'information locale et régionale, (iii) la comparaison de la performance des méthodes d'estimation régionale. Ceci est un problème complexe auquel l'approche bayésienne peut offrir une solution appropriée, (iv) l'estimation du risque hydrologique (probabilité de défaillance), en tenant compte de l'incertitude sur l'estimation des paramètres d'une distribution / FCAR - Programme établissement de nouveaux chercheurs

#### **Détermination des séries mensuelles types pour l'aménagement optimal d'un bassin**

Les chercheurs de l'IREQ effectuent actuellement des modifications au logiciel MINERVE, modèle d'optimisation de l'aménagement d'un bassin. Auparavant, seuls les apports historiques étaient considérés dans le modèle. Les modifications actuelles visent à introduire l'aspect stochastique.

Le but principal du présent projet est de développer une méthodologie générale pour déterminer des séries mensuelles types qui seront considérées dans MINERVE. On procède par simulation stochastique et en fixant différents critères un sous-ensemble de séries représentant des scénarios pessimiste, moyen et optimiste est ensuite sélectionné / Hydro-Québec / Coll.: B. Bobée, M. Haché, L. Perreault

**Yves SECRETAN**

#### **Système de modélisation hydroécologique; développement de logiciels scientifiques**

Le projet permettra de doter les gestionnaires scientifiques de l'environnement oeuvrant dans le secteur privé ou dans les agences gouvernementales d'un outil numérique et intégré pour: (i) supporter efficacement la planification, l'évaluation, l'analyse, la mise en oeuvre et/ou le contrôle des interventions sur l'environnement aquatique à l'échelle de tronçons de rivières, fleuves ou estuaires, (ii) résoudre localement les conflits d'usages, actuels ou potentiels.

Le projet a pour objectif de compléter le développement et de rendre opérationnelles les composantes logiciels déjà existantes, certaines étant relativement avancées, alors que d'autres sont à l'état embryonnaire / FRDTE-PREE / Coll.: M. Leclerc, P. Boudreau

### 3.1.3 Hydrogéologie

**Olivier BANTON**

#### ***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.: M. Bernier, P. Lafrance, M. Seguin (Univ. Laval)

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

Le projet comprendra le développement d'une méthodologie de gestion et des outils associés. L'étape théorique conduira 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 hydro-géologiques / AGEOS (FRDTE - MEF)

#### ***Développement méthodologique et application de la modélisation mathématique à la gestion des droits et conflits d'usages des eaux souterraines***

La subvention octroyée s'inscrit dans le cadre du développement d'une gestion intégrée des ressources d'eaux souterraines à l'échelle du territoire régional. Ce projet est réalisé en collaboration avec la compagnie Agéos de Montréal. La méthodologie développée et les outils qui y sont associés sont appliqués sur un contexte hydrogéologique typique du Québec, présentant un ensemble d'usages des ressources d'eau / Corporation de développement des Laurentides (MAM)

#### ***La modélisation du système aquifère Naya-Mirabel exploité pour les eaux embouteillées***

Les conditions d'écoulement des eaux de l'aquifère du milieu fissuré multicouche exploité pour l'embouteillage sont simulées, de même que les conditions d'apparition des concentrations en fer et manganèse. La problématique de la simulation dans les milieux hétérogènes est abordée de façon théorique et appliquée, principalement en termes de variabilité spatiale et d'incertitude. La problématique du fer et du manganèse liée aux environnements géologiques des Basses Terres du St-Laurent est abordée par la géochimie (lixiviation, rôle des microorganismes, précipitation) et étudiée en regard des conditions d'exploitation de l'aquifère / Les Breuvages Nora / Coll. AGEOS

#### ***Développement d'un outil informatique d'évaluation des pertes environnementales de fertilisants et produits phytosanitaires utilisés dans le contexte des cultures en pépinières***

Le projet vise le développement d'un outil fiable et facile d'utilisation permettant la réduction des pertes environnementales de fertilisants et pesticides utilisés en pépinières. Un outil infor-

matique est développé, basé sur la simulation des processus de migration de l'eau et des solutés associés, ainsi que des processus de transformation affectant les formes azotées et les pesticides. L'outil est ensuite appliqué et validé sur les données de terrain / ministère des Ressources Naturelles / Coll.: P. Lafrance

### ***Développement d'un outil d'évaluation des pertes environnementales de pesticides***

Le projet vise le développement d'un outil d'évaluation des pertes environnementales de pesticides destiné aux gestionnaires de l'environnement et de l'agriculture. Cet outil sera intégré au logiciel AgriFlux développé à l'INRS-Eau (Banton et al., 1993) contenant actuellement les modules HydriFlux et Nitriflux, permettant respectivement l'évaluation des flux d'eau et de nitrates vers les eaux superficielles et souterraines. L'intégration d'un module PestiFlux dans le logiciel fournira aux gestionnaires des ressources un outil complet et intégré / MEF - PARDE / Coll.: P. Lafrance

### ***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.: P. Lafrance

### ***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 villages représentant environ 100 000 habitants. On étudiera particulièrement l'impact des aménagements relatifs au barrage et au développe-

ment 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.: P. Lafrance, J.P. Villeneuve

## **3.2 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, N, S) 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 au 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 d'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 sur le Bouclier canadien, 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.

### 3.2.1 Eaux de surface

**Jean-Christian AUCLAIR**

#### *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 oxydoréducteur du H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> qui est produit lors de la photo-oxydation 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.

**Peter G.C. CAMPBELL**

#### *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, Mz<sup>+</sup>. Pour un organisme

aquatique donné, les effets biologiques d'un métal dissous vont également dépendre de divers autres facteurs environnementaux (ex.: pH, dureté, [Ca], alcalinité, [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 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 tout particulièrement aux métaux dont les concentrations augmentent en réponse à l'acidification environnementale (ex.: Al, Mn, Cd et Zn). 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 indéniante 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 [Ca<sup>2+</sup>], 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 bioessais. Les cibles biologiques sont exposées aux métaux, en contrôlant avec soin la spéciation du métal dans le milieu d'exposition - la manipulation de la spéciation des métaux dans le milieu externe permet d'explorer les limites du modèle et de le raffiner / CRSNG - Subvention de recherche. CRSNG - Subvention pour projet de recherche concerté / Environnement Canada (Plan vert - subvention administrée par le Réseau canadien de Centres de Toxicologie, le RCCT) / Coll.: B. Hale (U. Guelph), F. Denizéau (UQAM), É. Pelletier (INRS-Océanologie), A. Boudou (U. Bordeaux), É. Dufourc (CRPP-Bordeaux); O. Errecalde, C. Fortin, J. Gauthier, R. Roy; M. Seidl (stagiaire France-Québec)

#### ***Rôle du picoplancton dans le cycle des métaux traces dans la région pélagique des Grands Lacs Laurentiens***

Des chercheurs s'intéressant aux Grands Lacs se sont récemment rendus compte que le picoplancton (<2 µm) contribue beaucoup à la production primaire de ces vastes plans d'eau. Compte tenu de ces caractéristiques propres (rapport surface:volume élevé; croissance très rapide des cellules; renouvellement fréquent de la surface cellulaire; broutage intense par le microzooplancton), le picoplancton devrait jouer un rôle important non seulement dans le cycle des éléments nutritifs mais également dans celui des métaux traces (exemple: adsorption des métaux sur le picoplancton; ingestion du picoplancton par le micro-zooplancton; égestion d'une partie des métaux sous forme dissoute ou colloïdale . . . ce qui aurait pour effet de prolonger le séjour des métaux dans l'épilimnion du lac). Ce projet a pour objectif de vérifier cette hypothèse. Il implique des essais au laboratoire avec une chaîne trophique modèle (picoplancton - nanoflagellé hétérotrophe) ainsi qu'avec la communauté planctonique naturelle du Lac Érié. Cette dernière phase du projet est réalisée en collaboration avec l'Institut national de Recherche sur l'Eau (INRE) à Burlington, Ontario / CRSNG - Subvention de recherche / Coll.: J.-C. Auclair, M. Twiss; D. Lean (INRE)

#### ***Problématique de la contamination environnementale par les métaux***

La pollution de l'environnement par les substances toxiques, dont certains métaux (ex.: Ag, Cd,

Hg, Sn), constitue un des problèmes majeurs auxquels doit faire face notre société. Comment ces métaux peuvent-ils exercer d'effets toxiques, une fois introduits dans le milieu aquatique? Cinq aspects importants sont à considérer: (a) la spéciation du métal dans le milieu externe (c.-à-d., dans le milieu d'exposition); (b) la réaction du métal au niveau des barrières biologiques qui séparent les êtres vivants de leur environnement; (c) le transport du métal à travers ces structures d'interface, pour atteindre le milieu intérieur (cytosol; hémolymphe; sang; ...); (d) la répartition du métal entre divers ligands intracellulaires, avec des conséquences métaboliques concomitantes; et (e) l'expression de la réponse biologique.

Il existe beaucoup d'évidence dans la littérature scientifique à l'effet que la disponibilité biologique d'un métal dépendra intimement de sa spéciation ("spéciation" = répartition du métal parmi différentes formes physico-chimiques). Dans cette optique, ce projet de recherche a pour objectif global d'élucider comment la spéciation chimique des métaux traces influence sur leur biodisponibilité (bioaccumulation; toxicité). On s'intéresse à la fois à la spéciation des métaux dans le milieu d'exposition, et à leur spéciation dans le milieu intracellulaire. Les cibles biologiques comprennent les algues unicellulaires ainsi que les cellules animales en culture / UQ - Fonds de développement académique du réseau / Coll.: S. de Mora (UQAR), F. Denizéau (UQAM), É. Pelletier (INRS-Océanologie)

#### ***Denis COUILLARD***

#### ***Évaluation à partir de bioessais du potentiel de fertilité et de la toxicité des eaux de ruissellement d'origine agricole***

Au Québec, la qualité des eaux de ruissellement ou souterraine en milieu agricole ne cesse de se détériorer parce qu'une grande partie des fertilisants (organiques ou inorganiques) et des herbicides utilisés dans la production agricole n'est pas récupérée par les cultures et devient susceptible de migrer vers les eaux superficielles ou souterraines. Dans une perspective de développement durable, le projet a pour objectif de quantifier, en parcelles confinées situées à St-Lambert, Deschambault, Sorel et St-Anicet et cultivées en maïs-

grain, l'impact des fertilisants (N et P) et des herbicides utilisés sur les eaux de ruissellement superficiel. L'influence de la texture (loam, limons-argileux, loam sableux et loam argileux), du travail du sol (charrue, chisel, semis directs), du type de fertilisants et d'herbicides (atrazine et tropotox) sur cette pollution sera étudiée par analyses chimiques et bioessais / Agriculture Canada (Plan Vert) / COGISOL Inc / Coll.: K. Lachhab; M.R. Laverdière (Univ. Laval)

### 3.2.2 Eaux souterraines

**Pierre LAFRANCE**

#### *Évaluation environnementale des pratiques culturales sur maïs pour la réduction des pertes d'herbicides*

Ce projet étudie et compare entre elles les pratiques culturales, et identifie celles qui permettent une réduction des pertes en herbicides vers les eaux de surface et souterraines, c'est-à-dire qui minimisent les risques d'impacts environnementaux. L'objectif général du projet est de quantifier, pour des conditions typiques du Québec, l'impact de certaines pratiques de culture du maïs actuellement courantes, et de certaines pratiques culturales pouvant être associées aux systèmes de culture intégrés, sur la perte en herbicides vers les eaux de surface et souterraines et sur la persistance au champ de ces herbicides. Les objectifs sont de: 1) mesurer le niveau des apports de contaminants aux eaux de surface par entraînement d'herbicides, par ruissellement et érosion; 2) mesurer le niveau des apports aux eaux souterraines par infiltration; 3) caractériser les processus physiques et chimiques qui conditionnent la persistance et le transport des herbicides dans l'eau et le sol; 4) décrire l'effet de certaines pratiques culturales sur la grandeur de ces processus; 5) évaluer la faisabilité agronomique de pratiques culturales associées aux systèmes de culture intégrés; et 6) évaluer l'efficacité environnementale de pratiques culturales conçues pour réduire de façon significative les taux d'application en herbicides sur maïs / PREE du FRDTE / MENVIQ / Coll.: O. Banton, F. Bernard

#### **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 biogéochimie et au traitement des contaminations, principalement les hydrocarbures lourds fortement adsorbés au sol. Les démarches de recherche comprendront: 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 bio-procédé de décontamination *in situ* / CRSNG - Subvention de recherche

**Jean-Pierre VILLENEUVE**

#### *Évaluation de la vulnérabilité des eaux souterraines à la contamination par des sources diffuses*

Ce projet vise à étudier les processus conditionnant la migration des contaminants potentiels vers les eaux souterraines ainsi que les paramètres hydrogéologiques et bio-physico-chimiques intervenant dans la prédiction du destin des contaminants dans le sol. Les activités seront réparties à l'intérieur de quatre axes de recherche: 1) Établissement et vérification en laboratoire d'hypothèses concernant la complexation / adsorption, la biotransformation, et le transport des contaminants dans les sols et les eaux souterraines. Acquisition des données sur le terrain; 2) Caractérisation des variabilités spatiales et temporelles des processus et paramètres, ainsi que des corrélations entre les paramètres utilisés dans la modélisation du transport; 3) Modélisation stochastique du transport dans les zones non-saturées et saturées. Calibration des modèles. Développement de logiciels d'évaluation de la vulnérabilité

des nappes phréatiques et des points de captage, et; 5) Développement, application et vérification des méthodologies spécifiques d'investigation de la vulnérabilité, ainsi que des logiciels développés / FCAR - Soutien aux équipes de recherche / Coll.: O. Banton, P. Lafrance, M. Leclerc

### 3.2.3 Eaux atmosphériques

**H. Gerald JONES**

#### *Chimie environnementale du couvert de neige et de la fonte de la neige*

Cette étude vise à établir le rôle de la neige dans les cycles de l'eau et de l'azote afin d'évaluer l'influence du changement global du climat sur ce rôle. La méthodologie comprend la détermination des mécanismes physiques, chimiques et microbiologiques qui exercent un contrôle majeur sur la transformation et le transfert des composés azotés entre le sol et l'atmosphère, en hiver. Les travaux visent en particulier la dynamique de  $N_2O$ ,  $NO$ ,  $NO_2$ ,  $HNO_3$  et N-organique aux interfaces atmosphère-neige et sol-neige. Les processus physiques présentement à l'étude sont l'évolution thermique du système sol-neige-atmosphère et métamorphisme du couvert de neige, l'interaction neige-vent et la ventilation du couvert, et l'influence de la radiation solaire. Les processus chimiques et microbiologiques comprennent les flux de composés entre l'atmosphère et la neige ( $NO_2$ ,  $HNO_3$  et N-organique, dépôts secs et humides) et entre le sol et la neige ( $N_2O$ ,  $N_2$ ,  $NO$  et émissions gazeuses) en périodes froides et l'activité des populations d'algues pendant la fonte. La méthodologie fait appel aux expériences sur le terrain en milieux forestier et agricole, et en laboratoire avec des simulateurs de couvert de neige / CRSNG - Dépenses courantes / FCAR - Université Laval / ministère de l'Agriculture Canada, Plan Vert / l'Otan) / Coll.: J. Stein; T. Davies (Univ. De l'East Anglia, Angleterre); A. Plamondon (Univ. Laval), J. Pomeroy (NHRI, Environnement Canada), M. Tranter (Univ. De Bristol, Angleterre)

### 3.2.4 Sédiments

**Peter G.C. CAMPBELL**

#### *Indicateurs biochimiques de stress provoqués par les métaux toxiques chez les invertébrés benthiques*

Une des approches qui s'offrent en matière de protection des écosystèmes aquatiques contre l'agression de contaminants toxiques est celle des indicateurs biochimiques de santé environnementale, ou biomarqueurs. Le présent projet vise à élucider les mécanismes de détoxification de métaux qui prévalent chez des organismes benthiques indigènes (vivant dans des conditions contaminées), et à évaluer le potentiel des molécules impliquées dans cette détoxification (ex: métallothionéines, ou autres ligands aptes à complexer des métaux) comme biomarqueurs précoces d'une atteinte à leur santé. Le projet comprend des études le long d'un gradient de contamination en métaux (notamment le Cd), ainsi que des expériences de transplantation impliquant le transfert d'organismes benthiques d'un milieu propre à un milieu contaminé / CRSNG - stratégique / Coll.: L. Hare, A. Tessier, D. Wang

#### *Évaluation des impacts environnementaux de la mine Porgera (Papouasie / Nouvelle Guinée)*

Ce projet vise à évaluer les impacts environnementaux de la mine d'or Porgera, située en Papouasie / Nouvelle Guinée. L'opération minière comprend des activités souterraines ainsi que de l'excavation à ciel ouvert, avec un traitement du minerai sur le site même par flottation et cyanidation. Un groupe de travail s'est rendu à Porgera en janvier 1996 pour visiter la mine ainsi que les milieux fluviaux et lacustres situés en aval.

Le projet a pour but de confirmer: (a) que tous les impacts en aval ("downstream impacts") ont été identifiés; (b) que le programme de recherche et de surveillance de la compagnie minière est adéquat pour quantifier ces impacts; (c) que la qualité des données recueillies permettra une évaluation juste des impacts environnementaux; (d) que les impacts mis en évidence sont du même ordre de grandeur que ceux prévus lors de l'étude réalisée avant la

mise en chantier de la mine; et (e) que le programme de surveillance actuel permettra de suivre l'évolution future des impacts environnementaux de la mine / Institute of Natural Resources and Environment, CSIRO, Canberra, Australie / Coll.: G. Harris (CSIRO, Canberra); T. McMahon (U. Melbourne); B.T. Hart (Monash U.); R. Cardwell (Parametrix Inc.); D. Fox (CSIRO, Perth); T. Taufan (Port Moresby, PNG); J. Tilleard et A. Markham (I.D. & A. Pty. Ltd., Townsville)

### **Richard CARIGNAN**

#### ***Application de l'électrochimie et de la robotique à l'étude in situ de l'interface eau-sédiment***

Dans les océans, les lacs et les eaux courantes, plusieurs réactions donnant lieu à des transformations et des flux quantitativement importants de polluants et d'éléments nutritifs se déroulent à l'interface eau-sédiment. Ces réactions ont souvent lieu sur une échelle verticale microscopique (quelques dizaines de microns à quelques millimètres). Le développement récent par l'INRS d'un micro manipulateur submersible permet maintenant l'étude de la structure fine des propriétés physiques et chimiques de l'interface. Nous demandons un soutien financier pour développer un nouveau type de micro-électrodes à iridium qui serviront à l'étude de la chimie et des flux de métaux traces à l'interface eau-sédiment. Nos principaux objectifs sont: (i) la détermination des propriétés de la couche stagnante benthique; (ii) le développement de micro-électrodes pour les métaux traces (Pb, Cu, Cd, Zn) et la quantification des flux de métaux traces à l'interface eau-sédiment; (iii) la description des transformations géochimiques des métaux traces à l'intérieur de la zone de transition redox, près de l'interface eau-sédiment / CRSNG / Coll.: A. Tessier, R. De Vitre

### **Landis HARE**

#### ***Métaux traces et les invertébrés aquatiques: biodisponibilité, bioaccumulation et effets toxiques***

Les métaux traces en milieu lacustre ont tendance à s'accumuler dans les sédiments et les

animaux. On peut utiliser des animaux comme indicateur de l'état de contamination des systèmes aquatiques lorsque les relations entre le bio-indicateur, le contaminant et le milieu sont bien connues. Les objectifs spécifiques des recherches sont: i) d'expliquer l'effet atténuateur de  $[H^+]$  sur les concentrations en métaux traces chez les insectes aquatiques, tel qu'observé pour des lacs acides, et d'en tenir compte spécifiquement dans la formulation d'un modèle de prédiction; ii) d'améliorer la prédiction de  $[M^{2+}]$  à partir des variables sédimentaires dans un sous-modèle géochimique; iii) d'étudier en laboratoire, dans des conditions contrôlées, les facteurs chimiques et biologiques influençant l'accumulation des métaux chez les animaux aquatiques; iv) d'estimer les contributions relatives des métaux traces provenant de la zone oxygène et de la zone anoxique, dans l'accumulation des métaux par des invertébrés benthiques. Ces recherches généreront des équations de prédiction de concentrations de métaux dans les animaux aquatiques / CRSNG - Dépenses courantes, ministère de l'Éducation du Québec / MEF - Projets de Recherche Exploratoire en Environnement / Coll.: A. Tessier, P. Campbell / Dével. des Ressources Humaines Canada / Environmental Protection Agency des E.U. / Coll.: A. Tessier

### **Marcel OUELLET**

#### ***La dynamique des lacs de carrières***

L'objectif du projet consiste à caractériser la dynamique des cycles géobiochimiques des lacs de carrières de la région sud-est de Montréal, dans le but d'évaluer le potentiel de réhabilitation de ces anciens sites d'extraction d'agrégats. À cette fin, le promoteur, la Société Désourdy 1949 inc., prévoit la construction de plusieurs unités d'habitations sur les plateaux supérieurs entourant l'excavation, ainsi que l'aménagement d'un plan d'eau qui comblerait la dépression / Société Désourdy 1949 inc. / Coll.: P. Pagé

### André TESSIER

#### **Géochimie d'éléments traces dans les sédiments lacustres récents**

On propose d'améliorer un modèle qui permet de prédire la distribution des éléments traces entre les sédiments oxiques et l'eau surnageante. Des mesures *in situ* sont effectuées dans des lacs le long d'un gradient de pH; ces mesures nous permettent d'obtenir des constantes conditionnelles globales de sorption de ces éléments traces sur la matière organique et les oxyhydroxydes de Fe et Mn, en faisant intervenir des concepts de complexation de surface. Ces constantes conditionnelles sont confrontées avec celles calculées à partir de la géochimie des lacs étudiés et des caractéristiques d'adsorption des oxyhydroxydes de Fe et Mn synthétiques. Une concordance entre les deux indique quelles phases synthétiques sont les plus utiles pour prédire l'association des éléments traces avec les sédiments lacustres / CRSNG - Subvention de recherche

#### **Invertébrés benthiques lacustres: prédiction de leur concentration en métaux traces**

Nous avons développé et vérifié *in situ* un modèle qui permet de relier la concentration du métal dans un organisme aquatique à celle dans l'eau ou les sédiments oxiques superficiels. Le projet vise à améliorer ce modèle en tenant compte spécifiquement de l'effet compétitif de  $H^+$  sur "l'uptake" des métaux par des insectes aquatiques (*Chaoborus*, *Chironomus*) qui sont très répandus dans des lacs de différentes valeurs de pH. Ces insectes offrent aussi un bon potentiel d'utilisation comme biomoniteurs. Le projet propose des expériences de terrain et de laboratoire pour vérifier l'hypothèse qu'il y a une compétition entre  $H^+$  et les métaux dissous pour les sites biologiques "d'uptake" des métaux et que cette compétition est importante dans les lacs de bas pH / CRSNG - Stratégique - Pêches et Océans Canada / Coll.: P.G.C. Campbell, L. Hare

#### **Développement et application aux eaux douces de senseurs *in situ***

Les objectifs du projet sont de développer des méthodes *in situ* simples et fiables pour:

- i) déterminer de faibles concentrations de

métaux dissous et particulaires dans les eaux douces; ii) obtenir des informations sur la spéciation des métaux traces; iii) déterminer les profils de métaux traces dans les eaux interstitielles avec une bonne résolution; iv) valider ces méthodes dans les eaux douces. Pour rencontrer l'objectif 1, on compte développer des appareils submersibles basés sur le principe de la dialyse *in situ*. Pour évaluer la spéciation des métaux, on se basera sur le principe du transport dans des membranes liquides maintenues dans des supports poreux. Pour obtenir des microprofils de métaux dans les eaux interstitielles, on utilisera des microsenseurs électrochimiques fixés à un micromanipulateur submersible, ainsi que des échantillonneurs à gel en couche mince insérés dans les sédiments / CRSNG - Projet concerté / Coll.: R. Carignan, J. Buffle, W. Davison, J. Nriagu.

### 3.2.5 Sol (bassin versant)

#### Marius LACHANCE

#### **Variabilité spatiale des propriétés physico-chimiques de la solution de sol des forêts boréales en relation avec les facteurs environnementaux**

La solution de sol joue un rôle clé au sein de plusieurs processus physiques, chimiques et biologiques ayant cours dans les sols forestiers. Sa composition est par le fait même liée aux caractéristiques du milieu et sensible aux perturbations naturelles et anthropiques. Ce projet de recherche a pour but de caractériser la solution de sol dans différents écosystèmes forestiers et d'identifier les variables du milieu ayant le plus d'influence sur les propriétés de celle-ci. Un rapprochement sera fait entre la qualité de la solution de sol, celle des eaux de drainage (ruisseaux) et la caractérisation écologique des écosystèmes étudiés. L'objectif à long terme est la prédiction des changements de la qualité de la solution de sol, et incidemment de la qualité des eaux de drainage, engendrés par un changement du couvert forestier sur un bassin versant / IAF / FODAR / Coll.: D. Paré, S. Blais

**André TESSIER**

**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, sur l'accumulation de métaux traces par des organismes aquatiques, ainsi que sur l'identification des réservoirs de soufre dans un bassin versant / FCAR - Soutien aux équipes de recherche / Coll.: P.G.C. Cambell, R. Carignan, L. Hare, J. Buffle, R. De Vitre

**3.2.6 Ichtyologie - Étude et gestion des habitats**

**Louis BERNATCHEZ**

**Performances physiologiques à basse température et variation génétique chez les hybrides naturels d'omble de fontaine et d'omble chevalier**

L'omble de fontaine est un salmonidé d'importance majeure au Québec. On estime à 150 millions de dollars par an les retombées économiques reliées directement ou indirectement à la pêche récréative et à la production aquicole. Une contrainte majeure à laquelle font face les producteurs d'omble est celle du régime de basses températures qui limitent la croissance. Nous avons récemment identifié au Québec certaines populations d'omble de fontaine qui ont naturellement incorporé dans leur bagage génétique des gènes mitochondriaux d'une espèce arctique (adaptée aux eaux froides) apparentée, soit l'omble chevalier.

Notre hypothèse de recherche est donc que ces populations devraient démontrer une performance accrue à basse température / FO-

DAR / Coll.: P. Blier, P. Magnan

**Évaluation de l'effet des perturbations anthropiques sur la diversité génétique des populations d'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis* Mitchill) du Parc national de la Mauricie**

Compte tenu de l'état précaire de plusieurs populations du Parc de la Mauricie et des impacts négatifs potentiels de la perte de diversité génétique, l'objectif principal de cette étude sera d'évaluer l'influence des facteurs agissant sur la diversité génétique de l'omble de fontaine. Plus spécifiquement, nous vérifierons l'hypothèse voulant que les pressions imposées par les activités d'origine anthropique, notamment la pêche sportive, ajoutées à celles des facteurs environnementaux, favorisent la détérioration de l'intégrité génétique chez les populations de tailles réduites / Environnement Canada / Coll.: P. Magnan

**3.3 Assainissement, contrôle de la pollution et technologies environnementales**

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 de 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 qui touchent 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 et d'égouts sanitaires.

### 3.3.1 Boues

**Denis COUILLARD**

#### *Étude à l'échelle pilote du procédé au $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ de solubilisation des métaux lourds dans les boues d'épuration*

Le procédé de biolixiviation au  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  permet de débarrasser les boues de leurs métaux en 18 heures avec une efficacité de l'ordre de 90%. L'objectif majeur de cette recherche est la mise à l'échelle, donc la démonstration industrielle pour fin de commercialisation (à court terme), du procédé au  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , dont l'optimisation est complétée au niveau du laboratoire. Plus spécifiquement, il s'agit de démontrer l'applicabilité du procédé à l'échelle pilote et d'évaluer le degré de décontamination des boues traitées et leur valeur agricole / CRSNG - Subventions de recherche / Coll.: G. Mercier, M. Chartier, G. Roberge

#### *Détermination de l'influence de différentes pratiques de valorisation des boues d'épuration des eaux urbaines sur la productivité des érablières et des sapinières et évaluation des risques de contamination du sol et des ressources hydriques*

Le présent projet vise à étudier l'épandage sylvicole de boues d'épuration dans une érablière et dans une culture de sapins de Noël. L'effet de diverses doses d'épandage sera étudié quant à son effet sur la croissance des arbres et sur la contamination en métaux de la sève d'érable. L'effet du pH du sol sera étudié ainsi que l'accumulation des métaux dans le sol. L'effet des épandages sur le réseau hydrique sera étudié par la variation de la qualité des eaux de surface et de l'eau de la zone non saturée du sol. Trois pentes de sol différentes seront évaluées afin de pouvoir estimer l'effet de ce paramètre sur la contamination des eaux de surface en particulier. Les principaux contaminants à mesurer sont  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  et les métaux qui sont présents dans une boue d'épuration / ministère de l'Environnement du Québec (FRDTE) / Agriculture Canada / Com-

munauté Urbaine de Québec / Université de Sherbrooke / Groupe Conseil Solivar Inc. / Coll.: M. Roy, P. Chouinard, G. Mercier

**Jean-Louis SASSEVILLE**

#### *Procédé chimique de décontamination des boues municipales*

Les activités de RD & D touchant la décontamination des boues municipales ont porté sur la simulation coûts-dimensionnement et coûts-efficacité, ainsi que l'analyse technico-économique de divers procédés chimiques et biologiques développés à l'INRS-Eau, en comparaison avec les autres méthodes de gestion des boues. Ces travaux sont réalisés en vue de soutenir les efforts de montage financier destiné à la construction de prototypes industriels et à la démonstration de leur performance. Ces travaux mettent en évidence tant les difficultés de mise en marché que les rendements escomptables des investissements. De plus, ils montrent l'importance de la simulation dans la détermination des problèmes technologiques à résoudre et dans la formulation de protocoles expérimentaux efficaces / Fonds privés d'investissement en montage / Fonds de développement de L'Industrielle de l'environnement inc. / D. Couillard, R. Tyagi, J.P. Villeneuve, J.F. Blais, M. Grondin, R. Tremblay (IE Inc.).

**Rajeshwar D. TYAGI**

#### *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

#### *Biolixiviation-digestion des boues d'épuration municipales*

Les activités scientifiques menées à l'intérieur de ce projet consistent à l'optimisation, en laboratoire, du procédé simultané de biolixivia-

tion des métaux lourds et de digestion des boues d'épuration. De plus, des travaux mathématiques sont réalisés afin de modéliser la dynamique de cette technologie / CRSNG - Stratégique / Coll.: J.-C. Auclair, P.G.C. Campbell, T.R. Sreerishnan

### **Jean-Pierre VILLENEUVE**

#### ***Production d'un biopesticide (*Bacillus thuringiensis*) par fermentation à partir des boues de traitement des eaux usées***

Le projet vise à produire du Bt en utilisant des boues d'épuration comme substrat. Le but principal du projet est de produire du Bt à une entomotoxicité égale ou inférieure à 21,7 B/1 à un coût de production minimal. Diverses expériences (optimisant des paramètres des boues comme des diverses concentrations en solides, des paramètres microbiologiques comme le rapport comptes cellules/spores, la quantité de toxines, ainsi que des paramètres opérationnels comme l'agitation, l'aération et la température) seront réalisées en utilisant des fermenteurs de 10 et 100 litres afin de maximiser l'entomotoxicité/ml du produit final. Les données ainsi obtenues seront utilisées pour développer une stratégie d'opération (incluant le contrôle de qualité) pour une usine éventuelle de Bt produisant au minimum 1 million de litres sur une base annuelle / BIO-SAG, Inc. / Coll.: R.D. Tyagi, J. Valero.

#### ***Production de Bt à partir de boues d'épuration***

Optimisation des paramètres du procédé de production de Bt à partir de boues d'épuration dans un fermenteur de capacité de 10 L. et 70 L. pour maximiser l'activité pesticide et minimiser le temps de fermentation / Coll.: R.D. Tyagi, J.R. Valéro

#### ***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. Cette gestion fait appel à l'utilisation intégrée de modèles de simulation hydraulique du réseau (pour tester différents scénarios de gestion) et

de méthodes de recherche du scénario le plus adapté (optimisation, système expert...). Les travaux de recherche portent sur: 1) le raffinement de la modélisation hydraulique dans SWIFT, et particulièrement des aspects touchant la simulation des mises en charge, 2) la prise en compte des incertitudes sur la prévision de la pluie dans le processus d'optimisation des consignes de gestion du réseau, et 3) l'utilisation d'éventuelles mesures de débit en temps réel dans le réseau, afin d'augmenter la robustesse du simulateur-optimisateur SWIFT et de pallier les incertitudes des mesures de précipitations. Enfin, il est prévu, dans une phase ultérieure, de regrouper les connaissances développées au cours de la recherche dans un système d'aide à la décision devant aider les gestionnaires de réseaux dans l'utilisation du modèle de simulation et dans la prise de décision pour la réalisation d'aménagements / CRSNG Stratégique / Coll.: O. Banton, M. Leclerc, A. Mailhot, C. Blanchette, S. Duchesne, E. Marceau, L. Vescovi, A. Ceciu, J.-C. Deutsch, P. Lavallée, C. Marcoux

### **3.3.2 Rejets miniers**

#### **Jean-Louis SASSEVILLE**

#### ***Intégration de la technologie du recyclage des résidus sulfureux***

Plusieurs techniques de contrôle des processus acidogènes et des drainages acides ont été développées au cours des quinze dernières années. Cependant, aucune d'entre elles ne tient compte des valeurs économiquement exploitables que peuvent contenir les résidus miniers. Pourtant, les analyses minéralogiques réalisées sur divers résidus miniers révèlent des teneurs en métaux démontrant l'intérêt d'appliquer les techniques de recyclage en vue de les restaurer. NEVARM-TEC est une technologie qui a été spécialement conçue pour retraiter les résidus miniers sulfureux, en tirant profit des valeurs qu'ils contiennent tout en permettant une réhabilitation complète et définitive des sites qui ont servi comme lieu de disposition. L'INRS-Eau s'est vu confié le mandat d'intégrer les diverses composantes de la technologie et les diverses étapes conduisant à son opérationnalisation. La recherche a permis d'établir la logique économique et sociale de l'approche de la restauration des sites sulfureux par recyclage

environnemental, d'analyser des impacts des terrils sulfureux, de comparer les diverses méthodes de contrôle des processus acidogènes et des drainages acides, d'exposer l'état de développement de chaque segment du procédé, et de justifier les choix opérationnels réalisés pour en maximiser l'efficacité. La recherche a permis de plus de simuler l'application de la technologie de recyclage à un site particulier et ainsi, d'en justifier les investissements d'implantation / Fonds de développement technologique du Québec / Itec-Mineral / Coll.: J.F. Blais; R. Pélouquin et F. Baril, (Bumigène) B. Côté, J. Larivée (ITEC-Mineral)

#### ***Progiciel d'évaluation coûts-efficacité de l'applicabilité de NEVARM-TEC***

La prise de décision en ce qui a trait à la mise en oeuvre de projets d'exploitation industrielle de parcs à résidus miniers sulfureux nécessite une connaissance détaillée de la faisabilité technico-économique des activités de recyclage des résidus miniers. Avant d'en arriver à une décision définitive concernant l'exploitation d'un site de résidus, des études traditionnelles de pré-faisabilité et de faisabilité technico-économique doivent être effectuées. Or, compte tenu du nombre important de sites miniers potentiellement valorisables à travers le monde et des coûts élevés associés aux études de pré-faisabilité et de faisabilité, il est important de pouvoir établir rapidement les projets de recyclage présentant le plus grand intérêt commercial. À cette fin, un modèle informatisé a été conçu à l'aide du logiciel Microsoft Excel version 7.0. Il s'agit d'un modèle de simulation d'évaluation technico-économique de la technologie NEVARM. Le modèle de calcul fonctionne en regard des diverses variables de simulation (plus de 2 500 variables de calculs dont environ 210 sur les données opératoires et économiques de base définies par le simulateur). Ce modèle intègre l'ensemble des caractéristiques géomorphologiques locales, des disponibilités en équipements, des paramètres technologiques, des conditions de travail, des considérations de marché, ainsi que tous les facteurs porteurs de coûts et de revenus propres à l'opération de réhabilitation, ceci suivant diverses variantes de procédés choisies par le simulateur. Ce faisant, il permet de simuler la performance des diverses configurations industrielles du procédé de réhabilitation et d'orienter les choix vers la plus performante. De plus, sur la base d'une variante préférée, il permet de

simuler l'effet de diverses hypothèses d'optimisation sur les coûts d'opération et d'investissement, ainsi que sur les bénéfices avant et après impôts / Fonds de développement technologique du Québec / Itec-Mineral / Coll.: J.F. Blais; R. Pélouquin et F. Baril, (Bumigène) B. Côté, J. Larivée (ITEC-Mineral)

### **3.3.3 Contrôle**

**Denis COUILLARD**

#### ***Étude des effets-chocs sur les systèmes de traitement biologique***

Les usines de traitement biologique conventionnelles doivent souvent absorber des apports subits (dits effets-chocs) des usines à traitement biologique.

Le but principal de ce projet de recherche est d'établir, à l'aide d'un laboratoire-pilote, une stratégie de manoeuvres de contrôle à effectuer lorsque l'usine de traitement biologique est soumise à des apports subits (ou effets-chocs) d'eau riche en substrat organique ou contenant des toxiques (métaux lourds). Les retombées prévues se manifestent surtout par: (i) la réduction des coûts d'opération de l'usine de traitement biologique, en permettant d'éviter les périodes d'inefficacité de la biomasse (lessivage et empoisonnement); (ii) une meilleure gestion des toxiques, évitant l'inefficacité causée par l'empoisonnement de la biomasse; (iii) une meilleure gestion des rejets combinés (eaux municipales et industrielles), permettant aux usines traditionnelles d'absorber des charges-chocs / CRSNG - Dépenses courantes

**Michel LECLERC**

#### ***Étude par modélisation hydrodynamique de solutions visant la restauration de la plage de la baie de la Faim, lac Saint-François***

Le projet consiste à étudier et proposer une solution au problème de dégradation de la plage de la zone nord de la baie de la Faim. L'augmentation significative des vitesses d'écoulement reliée à l'exploitation du canal de Beauharnois a érodé le sable de la plage située à proximité. Les vagues, importantes à cet endroit, contribuent également à l'accélération de

l'érosion.

Dans une étude préliminaire visant à proposer des solutions à ce problème, Hydro-Québec préconisait la construction d'une digue permettant d'isoler la baie de la Faim de l'influence hydrodynamique du canal de Beauharnois. La modélisation hydro-dynamique servira à vérifier le potentiel d'une telle approche et d'optimiser les dimensions d'un tel ouvrage. / Hydro-Québec / Coll.: Y. Secretan, P. Boudreau; M. Drapeau (Consultants BPR)

**Michel LECLERC**  
**Yves SECRETAN**

#### **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 bidi-mensionnelle 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 plate-forme" selon la philosophie "orientée-objet" avec le langage C++ / Coll.: Y. Secretan, Y. Roy

#### **3.3.4 Métaux**

**Denis COUILLARD**

#### **Décontamination, pour les métaux, des cendres volantes d'incinérateur des déchets municipaux**

Les cendres volantes provenant de la dépollution des gaz générés par les incinérateurs de

déchets urbains dépassent les normes de lixiviation, posent un problème de gestion et menacent les nappes phréatiques et les cours d'eau. Elles devraient donc être traitées avant d'être rejetées dans l'environnement. Le présent projet vise à la décontamination de ces cendres par des procédés physico-chimiques et/ou biologiques. La recherche, d'une durée de 9 mois à l'échelle pilote portera sur la mise au point d'une méthode économique de décontamination des cendres selon des critères environnementaux. Globalement, il s'agit d'enlever, par solubilisation, la partie nocive des métaux, de recycler les métaux dans l'industrie métallurgique et d'enfouir les cendres inertes. Le procédé mis à l'échelle a déjà été développé et optimisé aux laboratoires depuis les 2 dernières années / Environnement Canada / Communauté urbaine de Québec / Firme Alex Sol Inc. / Coll.: G. Mercier, M. Chartier, G. Roberge, C. Sauvageau.

#### **Développement technologique pour le traitement et/ou le recyclage de résidus en métaux**

Ce projet de recherche vise le développement de procédés qui permettent de traiter des produits contaminés en métaux ou de recycler des résidus en contenant. Les sols, les sédiments, les boues d'épuration sont des produits qui souffrent souvent de la contamination par les métaux et les volumes qu'ils représentent sont importants. Le premier projet de recherche porte donc sur la décontamination des sols et sédiments. L'équipe développera donc un procédé mixte (biologique et chimique) capable de décontaminer des sols à un coût très compétitif. Le deuxième projet aborde la problématique des métaux et du recyclage d'un autre angle, car il vise la réutilisation de boues rouges de l'Alcan pour alléger le fardeau financier des petites municipalités qui doivent faire la déphosphatation de leurs eaux usées pendant l'été. Le troisième projet aborde la problématique des boues trop contaminées pour l'épandage agricole. Ce volet propose de continuer les recherches sur la biolixiviation de métaux et la digestion combinée des boues d'épuration (procédé BDC). Un quatrième projet vise la modélisation dynamique du procédé de boues activées en combinaison avec le procédé BDC afin de développer une stratégie efficace de contrôle du procédé en développement / FCAR - Soutien aux équipes de recherche / Coll.: D. Cluis, R.D. Tyagi, G. Mercier

***Procédé de décontamination de sols fins et de sédiments fortement chargés en métaux avec présence de contamination légère d'hydrocarbures et de HPA***

La contamination des sols par des métaux est un problème complexe et coûteux. La plupart des technologies existantes actuellement visent la fixation des métaux afin de les stabiliser; cette technique est peu acceptée par le gouvernement du Québec. Les méthodes d'enlèvement des métaux via la solubilisation sont rares et leur coût unitaire de traitement est souvent trop élevé pour être utilisable.

Ce projet d'une durée de 2 ans vise la mise au point à l'échelle pilote d'un procédé de décontamination des métaux polluants des sols et des sédiments. Les métaux problématiques sont dans la plupart des cas, Cu, Cd, Zn et surtout Pb. L'équipe a développé depuis quelques années un procédé mixte alliant les capacités des thiobacilles à solubiliser les métaux à des étapes de lavage chimique. Un tel procédé a été appliqué avec succès au niveau des sédiments. Le présent projet vise, pour sa part, à appliquer le même genre de procédé à l'échelle du laboratoire pour les sols et, par la suite, à faire la décontamination de la fraction fine d'un sol (< 2mm) à l'échelle pilote. Il y aura donc pré-traitement de 35t d'un sol contaminé par le Centre de recherche minérale du Québec. De cela, 11 tonnes de fines contaminées serviront à la mise au point du procédé au pilote. Le procédé sera étudié à l'échelle pilote sur une période de 13 mois pour les sols et 2 mois pour les sédiments / CRSNG Stratégique / Environnement Canada / Université du Québec - FODAR / Firme Alex Sol Inc. / Coll.: G. Mercier, M. Chartier, G. Roberge, C. Sauvageau

### 3.3.5 Transfert technologique

***Monique BERNIER***

***Enquête du type DELPHI auprès des gestionnaires des compagnies hydroélectriques***

Cette enquête s'inscrit dans le cadre d'une thèse de doctorat dont l'objectif est d'évaluer le potentiel de diffusion des nouvelles technologies de télédétection (micro-ondes passives et actives) à la gestion des réservoirs hydroélectri-

ques: application pour le suivi du couvert nival. La partie empirique de la thèse fait appel à trois méthodes d'analyse distinctes: 1) collecte d'informations par le biais d'une enquête de type DELPHI destinée à connaître et à quantifier les attentes des utilisateurs, 2) une analyse multicritère pour retenir certains types de capteurs satellitaires et dégager un scénario optimal pour le suivi du couvert nival et 3) une évaluation économique du scénario retenu, au niveau de l'entreprise hydro-électrique et de la collectivité nationale. Environ quarante personnes tant canadiens qu'étrangers (hydrologues, gestionnaires, télédétections) ont effectivement participé à l'enquête DELPHI qui s'est déroulée au printemps et à l'été 1996 / Environnement Canada (1995-1996) / Coll.: J.L. Sasseville

***Daniel CLUIS***

***Des nouvelles sources d'eau potable pour la côte dalmate***

Établir un partenariat technologique avec l'Institut de santé publique de Split (Croatie) dans le but d'évaluer les besoins en infrastructures d'eau potable nécessaires au développement touristique de la côte dalmate / Ass. des Universités et Collèges du Canada

***Jean-Louis SASSEVILLE***

***Développement des industries de l'environnement en Europe de l'Est***

Suite à diverses missions réalisées en République tchèque et en Slovaquie par un consortium québécois, dont l'INRS-Eau assure la direction scientifique dans le secteur de l'environnement, un véhicule de transfert technologique a été implanté dans la région de Spišská Nová Ves, en Slovaquie. Une société d'économie-mixte (publique-privée) a pris en charge, avec l'aide des institutions et de la communauté d'affaires régionales et suivant des règles commerciales de gestion et d'investissement, l'implantation et l'opération de compagnies ou de services dans le cadre du développement des industries de l'environnement, dans le secteur forestier, énergétique et environnemental. Des projets sur la gestion éco-énergétique, le recyclage des résidus miniers, la valorisation des déchets organiques,

le traitement des sols, le traitement de l'eau contaminée, etc., sont en développement pour faire partie des programmes de transfert / MAIQ, BCSD, UNDP, MAEC, BM / Coll.: J. Barussaud (BCSD), O. Langlais, M. Lemerrier (Pluralité), R.Volders (Interel)

***Implantation d'un véhicule complet de développement et de diffusion commerciale de technologies environnementales***

L'INRS-Eau, en collaboration avec le Centre de recherche industrielle du Québec et le Groupe Conseil Gesco, créait en septembre 1995 une société sans but lucratif répondant au nom de L'Industrielle de l'environnement inc.. Cette société fait partie d'un véhicule complet de développement et de diffusion commerciale présentement en développement. Elle a comme mission la concertation des ressources corporatives, humaines, techniques et financières en vue de développer ou d'acquérir des technologies environnementales, et de les configurer de façon à ce qu'elles soient adaptées aux besoins et contraintes exprimés sur le marché. Plus particulièrement, son rôle est d'oeuvrer de concert avec les équipes de technologues universitaires ou privés, avec les promoteurs et les investisseurs en vue d'amener rapidement et à moindre coût sur le marché des technologies environnementales porteuses. Son rôle est aussi de dépister des technologies déjà en configuration de marché en vue de prendre des options pour leur commercialisation, créant ainsi un portefeuille de technologies et un spectre intégré de savoir-faire en mesure de favoriser l'émergence de sociétés québécoises sur les marchés internationaux. Plusieurs projets de développement et de transfert de technologies sont en développement au sein de L'Industrielle de l'environnement inc. / Fonds d'investissement régional (CRCDQ) / MAI / BFDRQ etc. / Coll. J.P.Villeneuve, P. Roy (CRIQ); R. Blais, G. Bellemare, P. Toupin (CRIQ), M. Grondin, R. Tremblay (Industrielle de l'environnement inc.)

**3.3.6 Évaluation, configuration et transfert technologique**

**Jean-Louis SASSEVILLE**

***Évaluation et pré-configuration d'une technologie de captage et de production commerciale de CO<sub>2</sub>***

Une nouvelle technologie permettant la production industrielle du CO<sub>2</sub>, fait l'objet d'analyse de configuration et de performance en vue de passer rapidement les étapes de test de laboratoire et de prototypage post-laboratoire. Les analyses ont porté tant sur les applications que sur le procédé de production. Une simulation technico-économique a été aussi réalisée. Le promoteur de cette technologie est le Groupe Conseil Gesco / Groupe Conseil Gesco / L'Industrielle de l'environnement / Coll. : J.F. Blais / P. Rogers (Gesco) / CRIQ

***Analyse et développement stratégique d'une technologie de production d'un biofongicide***

Un bio-procédé de production de deux molécules inhibitrices de la croissance de champignons pathogènes a fait l'objet de diverses analyses visant à accélérer son transfert vers le marché. La simulation des coûts de production et les analyses de nouvelles applications ont été amorcées au printemps 96 / L'Industrielle de l'environnement / CRIQ / Coll. : J.F. Blais; M. J. Hardy (CRIQ)

## 4 ENSEIGNEMENT

### 4.1 Maîtrises en sciences de l'eau

**Avec mémoire, Landis HARE**  
**Sans mémoire, Yves SECRETAN**

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 paraître 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.

**Pour être admis 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.

**Pour être admis au 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.

**Pour être admis au 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 cours de base, de trois crédits chacun, sont Mathématiques appliquées, Hydrologie et Limnologie et une activité de terrain d'un crédit. Les huit 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, Gestion de projet, Échantillonnage et suivi environnemental, Techniques d'analyses en laboratoire, 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 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 1995-1996, onze étudiants se sont inscrits au programme de deuxième cycle avec mémoire et sept au profil sans mémoire. Durant la même année, quinze étudiants ont obtenu leur diplôme de maîtrise en sciences de l'eau de l'Université du Québec, soit douze avec mémoire et trois sans mémoire.

## 4.2 Doctorat en sciences de l'eau

**Daniel CLUIS**

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

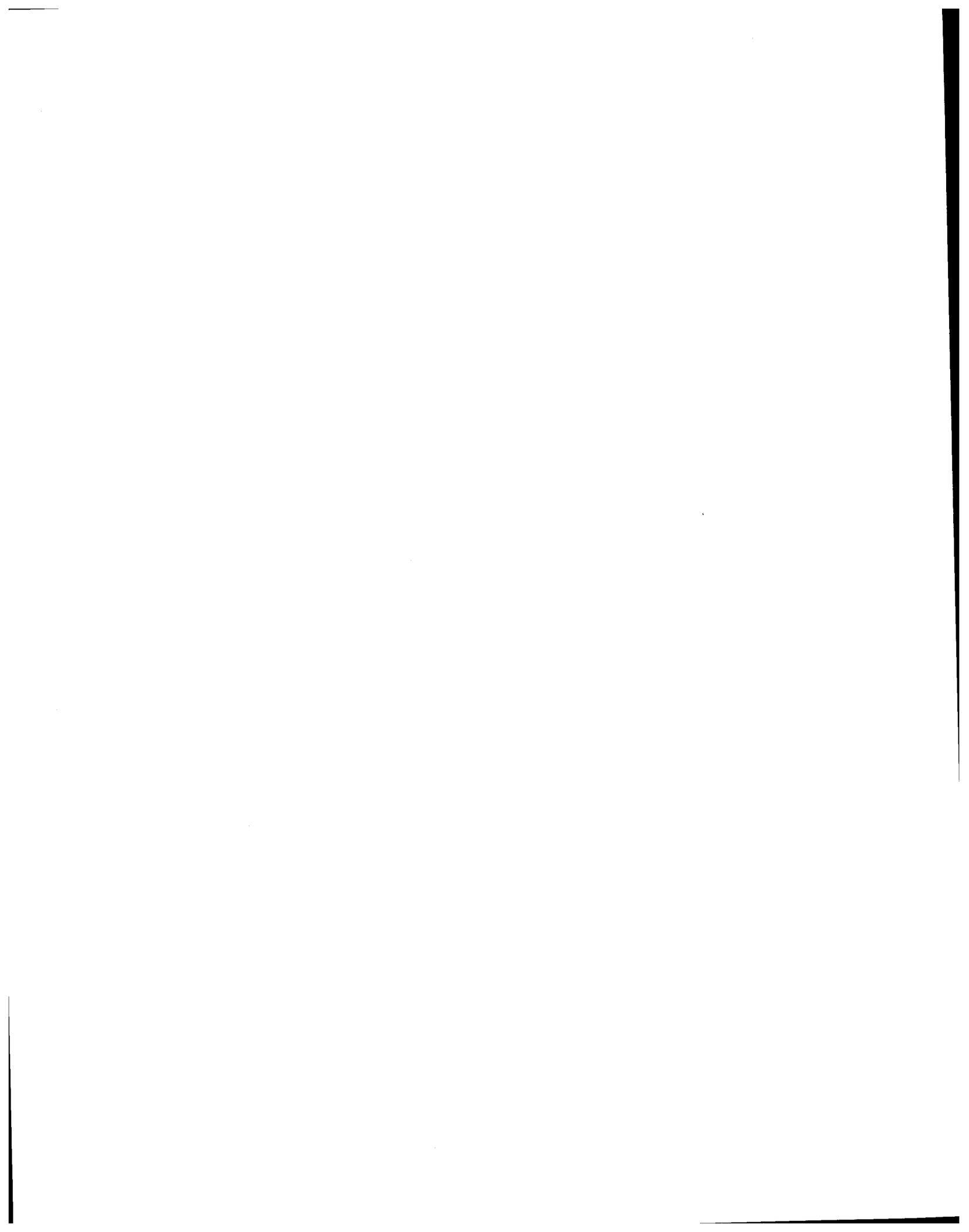
résolution demande une approche multidisciplinaire réelle et intégrale. Le programme de doctorat en sciences de l'eau vise à former des chercheurs spécialisés capables de cerner et résoudre ces problèmes, et de répondre ainsi aux besoins sociaux qui se manifestent dans ce secteur. Il permet à l'étudiant 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, Gestion de projet, Échantillonnage et suivi environnemental, Techniques d'analyses en laboratoire, 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, Problèmes d'administration publique de l'eau et de l'environnement, Travail dirigé, Cours spéciaux et Problèmes spéciaux. En plus, l'étudiant doit effectuer un travail dirigé de quatre (4) crédits, présenter un séminaire équivalant à un (1) crédit, participer aux séminaires et conférences accordant un (1) crédit; enfin, il doit se soumettre à un examen doctoral comptant pour six (6) crédits. La thèse, pour sa part, compte pour soixante-deux (62) crédits.

Durant l'année 1995-1996, quatre nouveaux étudiants se sont inscrits au programme de doctorat, ce qui porte le total à quarante-deux (42). Au cours de la même période, six étudiants ont obtenu leur diplôme de doctorat en sciences de l'eau de l'Université du Québec.



## 5 PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS

### 5.1 Articles publiés dans les revues scientifiques

- Amyot<sup>4</sup>, M., B. Pinel-Alloul<sup>4</sup>, P.G.C. Campbell et J. C. Déry<sup>4</sup> (1996). Total metal burdens in the freshwater amphipod *Gammarus fasciatus* : contribution of various body parts and influence of gut contents. *Freshwater Biol.*, 35 (2): 363-373.
- Ashkar<sup>5</sup>, F. et T.B.M.J. Ouarda (1996). On some methods of fitting the generalized Pareto distribution. *J. Hydrol.*, 177 : 117-141.
- Auclair, J. C. (1995). Implications of increased UV-B induced photoreduction: iron (II) enrichment stimulates picocyanobacterial growth and the microbial food web in clear-water acidic Canadian Shield lakes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 52 (8): 1782-1788.
- Banton, O., S. Jordana<sup>5</sup> et M. Laroque (1996). Simplification rationnelle des outils hydrologiques de gestion. Construction de modèles semi-empiriques à origine mécaniste. *Rev. Sci. Eau*, 9 (2): 147-161.
- Banton, O., M. Laroque et M. Cormier (1995). Modélisation du transport des nitrates dans la zone non saturée pour l'évaluation de la contamination des eaux souterraines. *Hydrogéologie*, (4): 23-30.
- Benazon<sup>5</sup>, N., P. Lafrance, R.R. Simard<sup>4</sup> et J.P. Villeneuve (1995). The effect of residual kerosene on the transport of ammonium and nitrate ions in sandy soil. *J. Contam. Hydrol.*, 20: 111-126.
- Bernier, M., J.P. Dedieu<sup>5</sup> et J.P. Fortin (1995). Suivi du couvert nival par radar dans les Alpes françaises; application d'une approche développée au Québec. *Can. J. Remote Sen.*, 22 (1): 53-64.
- Blais, J.F., J.L. Sasseville, K. Mamouny<sup>5</sup>, N. Kibi et H. Hamelin<sup>4</sup> (1995). Consommation énergétique des stations québécoises d'épuration des eaux usées municipales. *Secteur Environnement*, 28 (2): 25-39.
- Caron<sup>4</sup>, J., O. Banton, D.A. Angers<sup>4</sup> et J.P. Villeneuve (1996). Preferential bromide transport through a clay loam under alfalfa and corn. *Geoderma*, 69 (3-4): 175-191.
- Cranston<sup>4</sup>, P.S. et L. Hare (1995). *Conochironomus* Freeman: An Afro-Australian Chironomini genus revised (Diptera: Chironomidae). *Syst. Entomol.*, 20 (4): 247-264.
- Deschênes, L., P. Lafrance, J.P. Villeneuve et R. Samson<sup>4</sup> (1995). The effect of an anionic surfactant on the mobilization and biodegradation of PAHs in a creosote-contaminated soil. *Hydrol. Sci. J.*, 40 (4): 471-484.
- Drolet<sup>4</sup>, C., O. Banton, P. Lafrance et J.P. Villeneuve (1996). Assessing the fate of polynuclear aromatic hydrocarbons from oily waste land spreading by modelling. *Can. J. Civ. Eng.*, 23 (1): 211-217.
- Gangbazo<sup>5</sup>, G., A.R. Pesant<sup>4</sup>, D. Cluis, D. Couillard et G.M. Barnett<sup>4</sup> (1995). Winter and early spring losses of nitrogen following late fall application of hog manure. *Can. Agr. Eng.*, 37 (2): 73-79.
- Hare, L. (1995). Sediment colonization by littoral and profundal insects. *J. N. Am. Benthol. Soc.*, 14 (2): 315-323.
- Hare, L. et F. Shooner (1995). Do aquatic insects avoid metal-contaminated sediments? *Environ. Toxicol. Chem.*, 14 (6): 1071-1077.
- Hare, L. et A. Tessier (1996). Predicting animal cadmium concentrations in lakes. *Nature*, 380 (6573): 430-432.
- Houle<sup>5</sup>, D., R. Carignan<sup>5</sup>, M. Lachance et J. Dupont<sup>5</sup> (1995). Dissolved organic carbon and sulfur in southwestern Quebec lakes: Relationships with catchment and lake properties. *Limnol. Oceanogr.*, 40 (4): 710-717.
- Lavoie, S., M.C. Nolin<sup>4</sup> et J.L. Sasseville (1995). Pollution issue de l'épandage d'engrais de ferme sur les terres agricoles: causes et processus. *Agrosol*, 8 (1): 43-50.
- Leclerc, M., A. Boudreault<sup>4</sup>, J. A. Bechara<sup>5</sup> et G. Corfa<sup>4</sup> (1995). Two-dimensional hydro-dynamic modeling: A neglected tool in the instream flow incremental methodology. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 124 (5): 645-662.
- Mejbri<sup>4</sup>, R., G. Matejka<sup>4</sup>, P. Lafrance et M. Mazet<sup>4</sup> (1995). Fractionnement et caractérisation de la matière organique des lixiviats de décharges d'ordures ménagères. *Rev. Sci. Eau*, 8 (2): 217-236.

<sup>4</sup> Publication faite en collaboration avec des personnes externes à l'INRS-Eau

<sup>5</sup> Publication faite en collaboration avec des personnes ayant déjà travaillé à l'INRS-Eau

- Meunier<sup>5</sup>, N., R.D. Tyagi et J.F. Blais (1996). Traitement acide pour la stabilisation des boues d'épuration / Acid treatment for stabilization of sewage sludge. *Can. J. Civil Eng.*, 23 (1): 76-85.
- Parent<sup>5</sup>, L., M.R. Twiss et P.G.C. Campbell (1996). Influences of natural dissolved organic matter on the interaction of aluminum with the microalga *Chlorella*: A test of the free-ion model of trace metal toxicity. *Environ. Sci. Technol.*, 30 (5): 1713-1720.
- Perreault, L., R. Roy, L. Mathier<sup>5</sup> et B. Bobée (1995). La combinaison de modèles appliquée à la validation en temps réel des apports naturels aux réservoirs hydriques. *Can. J. Civ. Eng.*, 22 (5): 934-944.
- Ravishankar, B.R., J.F. Blais, H. Benmoussa et R.D. Tyagi (1995). "Bioleaching of metals from sewage sludge: Elementary sulfur recovery". Discussion by Rajesh Seth, Durga Prasad and J. Glynn Henry. *J. Env. Eng. ASCE*, 121 (7): 543-544.
- Roy, R. et P.G.C. Campbell (1995). Survival time modeling of exposure of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) to mixtures of aluminum and zinc in soft water at low pH. *Aquat. Toxicol.*, 33 (2): 155-176.
- Roy, R., L. Mathier<sup>5</sup> et B. Bobée (1995). Analyse probabiliste des conditions de faible hydraulité dans une perspective de production hydro-électrique (mars 1995). *Sécheresse*, 6 (4): 355-363.
- Shoener, F., J. Bousquet<sup>4</sup> et R.D. Tyagi (1996). Isolation, phenotypic characterization, and phylogenetic position of a novel, facultatively autotrophic, moderately thermophilic bacterium, *Thiobacillus thermosulfatus* sp. *Int. J. Syst. Bact.*, 46 (2): 409-415.
- Shoener, F. et R.D. Tyagi (1995). Microbial ecology of simultaneous thermophilic microbial leaching and digestion of sewage sludge. *Can. J. Microbiol.*, 41 (12): 1071-1080.
- Shoener, F. et R.D. Tyagi (1996). Thermophilic microbial leaching of heavy metals from municipal sludge using indigenous sulphur-oxidizing microbiota. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 45: 440-446.
- Simard<sup>4</sup>, R.R., D. Cluis, G. Gangbazo<sup>5</sup> et S. Beauchemin (1995). Phosphorus status of forest and agricultural soils from a watershed of high animal density. *J. Environ. Qual.*, 24 (5): 1010-1017.
- Simard<sup>4</sup>, R.R. et P. Lafrance (1996). Fluoride sorption and desorption indices in Quebec soils. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 27 (3-4): 853-866.
- Sreekrishnan, T.R. et R.D. Tyagi (1996). A comparative study of the cost of leaching out heavy metals from sewage sludges. *Process Biochem.*, 31 (1): 31-41.
- St-Cyr<sup>5</sup>, L. et P.G.C. Campbell (1996). Metals (Fe, Mn, Zn) in the root plaque of submerged aquatic plants collected *in situ*: relations with metal concentrations in the adjacent sediments and in the root tissue. *Biogeochemistry*, 33: 45-76.
- Stein, J., R. Caissy<sup>4</sup>, A.P. Plamondon<sup>4</sup> et P.Y. Bernier<sup>4</sup> (1995). Estimation of potential evapotranspiration with shallow lysimeters in a forest tree nursery. *Forest. Chron.*, 71 (6): 755-758.
- Tessier, A., D. Fortin<sup>5</sup>, N. Belzile<sup>5</sup>, R.R. DeVitre et G.G. Leppard<sup>4</sup> (1996). Metal sorption to diagenetic iron and manganese oxyhydroxides and associated organic matter: Narrowing the gap between field and laboratory measurements. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 60 (3): 387-404.
- Twiss, M.R. et P.G.C. Campbell (1995). Regeneration of trace metals from picoplankton by nanoflagellate grazing. *Limnol. Oceanogr.*, 40 (8): 1418-1429.
- van Bochove<sup>5</sup>, E., D. Couillard et M.C. Nolin<sup>4</sup> (1995). Caractérisation des phases du processus de compostage par une approche multidimensionnelle: application au cycle de l'azote / Characterization of the composting stages by a multivariate analysis: Application to the nitrogen cycle. *Environ. Technol.*, 16 (12): 929-942.

<sup>4</sup> Publication faite en collaboration avec des personnes externes à l'INRS-Eau

<sup>5</sup> Publication faite en collaboration avec des personnes ayant déjà travaillé à l'INRS-Eau

## 5.2 Communications avec arbitrage

- Adamowski<sup>4</sup>, K., P.J. Pilon<sup>4</sup>, Y. Alila<sup>4</sup> et B. Bobée (1995). Regional short duration rainfall intensity-duration-frequency formula for Canada. Dans: *Conférence internationale UNESCO*, Paris, France, septembre 1995.
- April, M. H., P. Lafrance et O. Banton (1995). Persistence au champ de deux herbicides dans deux sols sous trois travaux primaires du sol. Dans: *Congrès de la Société canadienne des sciences du sol / Association québécoise spécialisée dans la science du sol*, Québec, juillet 1995.
- Ashkar<sup>5</sup>, F. et T.B.M.J. Ouarda (1995). An application of the bootstrap resampling procedure in hydrologic frequency analysis. Dans: *American Water Resources Association International Symposium on Water Resources and Environmental Hazards*, pp. 45-54. Honolulu, USA, juin 1995.
- Ashkar<sup>5</sup>, F. et T.B.M.J. Ouarda (1995). Assessment of flood magnitude estimator uncertainty: Tolerance limits for the gamma and generalized gamma distribution. Dans: *Water Power 95*, pp. 2456-2465. San Francisco, California, USA, juillet 1995.
- Auclair, J. C. (1996). [Conférencier invité]. La fotoreducción del hierro (Fell) por los rayos UV estimula la red microbiana en los lagos de alta claridad del Escudo Canadiense. Dans: Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Mexique, février 1996.
- Auclair, J.C. (1996). UV-induced photoreduction of Fe (II) stimulates the microbial food web in clearwater acidic Canadian Shield Lakes. Dans: *Ocean Sciences Meeting, American Society of Limnology and Oceanography and American Geophysical Union*, San Diego, CA, mai 1996.
- Auclair, J.C., M.R. Twiss et D.R.S. Lean<sup>4</sup> (1996). Dilution cultures in "toxic" polyethylene bags and UV radiation exposure revisited. Dans: *39th Annual Conference of International Association for Great Lakes Research*, Mississauga, Canada, mai 1996.
- Beauchemin, S., R.R. Simard<sup>4</sup>, D. Cluis et M. Nolin<sup>4</sup> (1995). Phosphorus saturation of agricultural soils in a intensively cultivated area. Dans: *ASA workshop*, St-Louis, MI, octobre 1995.
- Benmoussa, H., R. D. Tyagi et P.G.C. Campbell (1995). Étude conjointe de la lixiviation biologique des métaux lourds et de la stabilisation des boues municipales: effet du type de boue. Dans: *11th Eastern Regional Conference of CAWQ / 11e Congrès de la région de l'Est de l'Association canadienne sur la qualité de l'eau*, Québec, octobre 1995.
- Bobée, B., L. Perreault, H. Perron, T.B.M.J. Ouarda et P.F. Rasmussen (1995). [Invited tutorial]. Fitting statistical distributions to extreme events. Dans: *3rd International Conference on Computer Methods and Water Resources (CMWR 95)*, Beirut, Lebanon, septembre 1995.
- Brimley<sup>4</sup>, W., J.F. Cantin<sup>5</sup>, D. Gullett<sup>4</sup>, M. Kowalchuk<sup>4</sup>, P. Marsh<sup>4</sup>, T.B.M.J. Ouarda, R. Phinney<sup>4</sup>, P.J. Pilon<sup>4</sup>, M. Renouf<sup>4</sup>, M. Sullivan<sup>4</sup>, R. Wedel<sup>4</sup>, P. Whitfield<sup>4</sup> et T.R. Yuzyk<sup>4</sup> (1996). Monitoring for climate change and variability. Dans: *Environment Canada's Reference Climate and Hydrometric Station Networks*, Banff, Canada, CGU Spring Meeting, mai 1996.
- Charbonneau, P., L. Hare et R. Carignan<sup>5</sup> (1996). Burrowing behavior of benthic insects as revealed by X-ray images. Dans: *Société canadienne de limnologie, conférence 1996*, Montréal, janvier 1996.
- Cluis, D. (1994). [Conférencier invité]. De la parcelle au bassin versant. Dans: *8e Congrès annuel de l'AQSSS sur la variabilité spatio temporelle des propriétés du sol*, Lennoxville, octobre 1994.
- Cluis, D., L. Martz<sup>4</sup>, E. Quentin et C. Rechatin<sup>4</sup> (1996). Coupling GIS and DEM to classify the Hortonian pathways of non-point sources to the hydrographic network. Dans: *HydroGIS 96: Application of Geographic Information Systems in Hydrology and Water Resources Management*, Kovar, K. et Nachtnebel, H. P., (Eds.), pp. 37-44. Vienne, Autriche, avril 1996. Wallingford, G.B., AISH.

<sup>4</sup> Publication faite en collaboration avec des personnes externes à l'INRS-Eau

<sup>5</sup> Publication faite en collaboration avec des personnes ayant déjà travaillé à l'INRS-Eau

- Cluis, D., E. Quentin et G. Gangbazo<sup>5</sup> (1996). Targeting critical areas vulnerable to agricultural pollution using a geographic information system. Dans: *HydroGIS 96: Application of Geographic Information Systems in Hydrology and Water Resources Management*, Kovar, K. et Nachtnebel, H. P., (Eds.), pp. 68-75. Vienne, Autriche, avril 1996. Wallingford, G.B., AISH.
- Deschênes, L., P. Lafrance, J. P. Villeneuve et R. Samson<sup>4</sup> (1995). Surfactant influence on PAH biodegradation in a creosote-contaminated soil. Dans: *Third Int. Symp. In situ and On-site bioreclamation*, Hinchee, E., Brockman, F. J. et Voged, C. M., (Eds.), pp. 51-58. San Diego, CA, avril 1995. Columbus, OH, Battelle Memorial Institute.
- Duchemin, M., M. Lachance, G. Morin et R. Lagacé<sup>4</sup> (1995). Modélisation de l'érosion hydrique et du transport des solides en suspension à l'échelle du bassin versant par l'utilisation conjointe d'un modèle hydrologique et d'un système d'information géographique. Dans: *11th Eastern Regional Conference of CAWQ / 11e Congrès de la région de l'Est de l'Association canadienne sur la qualité de l'eau*, Québec, octobre 1995.
- Dupont<sup>5</sup>, J., J. P. Villeneuve, J. P. Fortin et A. Mailhot (1996). GIBSI: an integrated modular tool for river quality management. Dans: *HydroGIS 96: Application of Geographic Information Systems in Hydrology and Water Resources Management*, Kovar, K. et Nachtnebel, H. P., (Eds.), pp. 98-105. Vienne, Autriche, avril 1996. Wallingford, G.B., AISH. Poster.
- Essadaoui, M. et M. Lachance (1996). Contrainte de contiguïté en classification automatique: étude des problèmes d'inversion dans les méthodes hiérarchiques. Dans: *Association pour la statistique et ses utilisations, XXVIIIe journées de statistique*, Sainte-Foy, Université Laval, mai 1996.
- Fortin, V., B. Bobée, L. Duckstein<sup>4</sup> et Z. Bargaoui<sup>4</sup> (1995). Détermination floue des zones hydrologiques homogènes. Dans: *Modeling and Management of Sustainable Basin-Scale Water Resources Systems*, Simonovic, S. P., Kundzewicz, Z., Rosbjerg, D. et Takeuchi, K., pp. 367-375. Boulder, CO, USA, juillet 1995. Wallingford, G.B., IAHS.
- Fournier, D. et D. Couillard (1996). Importance de la diversité microbienne d'un procédé de solubilisation des métaux lourds contaminant les boues de stations d'épuration. Dans: *24ième Congrès annuel de l'Association pour la prévention de la contamination de l'air et du sol*, pp. 247. Montréal, mai 1996. Anjou, QC. Association pour la prévention de la contamination de l'air et du sol.
- Fournier, D., A. Darveau<sup>4</sup>, R. Lemieux<sup>4</sup> et D. Couillard (1995). Bioleaching of heavy metals in wastewater sludges: synergism between acidophile microorganisms. Dans: *45th Canadian Chemical Engineering Conference / 45ième Congrès canadien de génie chimique*, pp. 247. Québec, octobre 1995. Canadian Society for Chemical Engineering / Société canadienne du génie chimique.
- Hare, L. et A. Tessier (1996). Predicting animal cadmium concentrations in nature with the free-ion activity model. Dans: *Société canadienne de limnologie, conférence 1996*, Montréal, janvier 1996.
- Jones, H. G. et G. Devarenes<sup>5</sup> (1995). The chemistry of artificial snow and its influence on the germination of mountain flora. Dans: *Biogeochemistry of Seasonally Snow-Covered Catchments*, Tonnessen, K., Williams, M. et Tranter, M., (Eds), pp. 355-362. Boulder, CO, juillet 1995. Wallingford, G.B., IAHS.
- Laberge<sup>5</sup>, C. et D. Cluis (1996). Détection de tendances en présence d'autocorrélation et de valeurs aberrantes. Dans: *ASU'96, 28e journée de statistique*, pp. 456-457. Québec, Université Laval, mai 1996.

<sup>4</sup> Publication faite en collaboration avec des personnes externes à l'INRS-Eau

<sup>5</sup> Publication faite en collaboration avec des personnes ayant déjà travaillé à l'INRS-Eau

- Lafrance, P. et O. Banton (1995). Exportation des herbicides atrazine et métolachlore par ruissellement de surface sous des pratiques de culture de maïs. Dans: *11th Eastern Regional Conference of CAWQ / 11e Congrès de l'Est de l'ACQE*, Québec, octobre 1995.
- Lapointe, M. et P. Lafrance (1995). Mobilisation en colonne de sol du pyrène adsorbé sur un sable fin par un tensio-actif biologique produit par *Pseudomonas aeruginosa*. Dans: *45th Canadian Chemical Engineering Conference / 45e Congrès de la Société canadienne de génie chimique*, Québec, octobre 1995.
- Munger, C. et L. Hare (1996). Food as a cadmium source to Chaoborus larvae. Dans: *Société canadienne de limnologie, conférence 1996*, Montréal, janvier 1996.
- Ouarda, T. B. M. J. et F. Ashkar<sup>5</sup> (1995). Bootstrap-based intercomparison of regional flood estimation procedures. Dans: *Water Power 95*, pp. 2466-2475. San Francisco, California, USA, juillet 1995.
- Ouarda, T. B. M. J. et F. Ashkar<sup>5</sup> (1995). Data base for regional peaks over threshold flood frequency analysis. Dans: *American Water Resources Association International Symposium on Water Resources and Environmental Hazards*, Honolulu, USA, juin 1995.
- Ouarda, T. B. M. J. et F. Ashkar<sup>5</sup> (1995). The peaks-over-threshold method for regional flood frequency estimation. Dans: *48th Annual Conference of the Canadian Water Resources Association / 48e Conférence annuelle de l'Association canadienne des ressources hydriques*, pp. 641-659. Frédéricton, Nouveau-Brunswick, juin 1995. Cambridge, ON. Association canadienne des ressources hydriques.
- Ouarda, T. B. M. J., N. El-Jabi<sup>4</sup> et F. Ashkar<sup>5</sup> (1995). Flood damage estimation in the residential sector. Dans: *American Water Resources Association International Symposium on Water Resources and Environmental Hazards*, pp. 73-82. Honolulu, USA, juin 1995.
- Ouarda, T. B. M. J., P. F. Rasmussen et B. Bobée (1995). [Invited keynote address]. Hydrologic network rationalisation. Dans: *3rd International Conference on Computer Methods and Water Resources (CMWR 95)*, Beirut, Lebanon, septembre 1995.
- Ouarda, T. B. M. J., P. F. Rasmussen et B. Bobée (1996). On the rationalisation of hydrometric networks. Dans: *16th Annual Hydrology Days (AGU)*, Fort Collins, Colorado, USA, avril 1996.
- Ouellet, M. (1996). Lake sediments and holocene seismic hazard assessment with the St. Lawrence Valley, Quebec, Canada. Dans: *Ocean Sciences Meeting, American Society of Limnology and Oceanography and American Geophysical Union*, San Diego, CA, mai 1996.
- Pagé, P.<sup>4</sup> et M. Ouellet (1996). Limnology of three quarry lakes, Quebec, Canada. Dans: *Ocean Sciences Meeting, American Society of Limnology and Oceanography and American Geophysical Union*, San Diego, CA, mai 1996.
- Painchaud<sup>4</sup>, R., D. Couillard et G. Mercier (1995). Procédés innovateurs de décontamination. Dans: *17th Canadian Waste Management Conference Proceedings / 17e Conférence canadienne sur la gestion des déchets*, pp. 62-72, disquette 3, session 1.0a\23. Québec, septembre 1995.
- Perreault, L. et B. Bobée (1996). Les lois Halphen et leur utilisation en hydrologie. Dans: *XXVIIIe Journées de statistique (AU 96)*, Sainte-Foy, Université Laval, mai 1996.
- Perreault, L., M. Haché et B. Bobée (1995). Validation des apports naturels des grands réservoirs. Dans: *3e Rencontres hydrologiques franco-roumaines*, Montpellier, France, septembre 1995.
- Pomeroy<sup>4</sup>, J. W., P. Marsh<sup>4</sup>, H. G. Jones et T. D. Davies<sup>4</sup> (1995). Spatial distribution of snow chemical load at the tundra-taiga transition. Dans: *Biogeochemistry of Seasonally Snow-Covered Catchments*, Tonnesen, K., Williams, M. et Tranter, M., (Eds), pp. 191-206. Boulder, CO., juillet 1995. Wallingford, G.B., IAHS.

<sup>4</sup> Publication faite en collaboration avec des personnes externes à l'INRS-Eau

<sup>5</sup> Publication faite en collaboration avec des personnes ayant déjà travaillé à l'INRS-Eau

- Rasmussen, P. F., L. Fagherazzi<sup>4</sup>, J. C. Rassam<sup>4</sup> et B. Bobée (1995). Preservation of variance and autocorrelation in synthetic streamflow series. Dans: *Conférence internationale UNESCO*, Paris, France, septembre 1995.
- Rassam<sup>4</sup>, J. C., L. Fagherazzi<sup>4</sup>, P. F. Rasmussen, L. Carballada<sup>4</sup> et B. Bobée (1995). A stochastic approach for evaluating spillway capacity of structures in large scale water resources systems. Dans: *Conférence internationale UNESCO*, Paris, France, septembre 1995.
- Roy, R. et P. G. C. Campbell (1995). The toxicity of Al to Atlantic salmon (*Salmo salar*) in soft, acidic, organic solutions. Dans: *22e Colloque annuel sur la Toxicologie aquatique*, St-Andrews, N.B., octobre 1995.
- Roy, M. et D. Couillard (1995). Évaluation des risques environnementaux associés à la valorisation des boues d'épuration des eaux usées municipales en érablière. Dans: *11th Eastern Regional Conference of CAWQ / 11e Congrès de la région de l'Est de l'ACQE*, pp. 15. Québec, octobre 1995.
- Sasseville, J. L. et J. F. Blais (1995). Valorisation et stabilisation des résidus miniers sulfureux. Dans: *45th Canadian Chemical Engineering Conférence / 45e Congrès de la Société canadienne de génie chimique*, Québec, octobre 1995.
- Sauvageau, C., D. Couillard et G. Mercier (1995). Traitement biologique et/ou chimique des sols contaminés en métaux lourds. Dans: *11th Eastern Regional Conference of CAWQ / 11e Congrès de la région de l'Est de l'ACQE*, pp. 12. Québec, octobre 1995.
- Simard<sup>4</sup>, M., O. Banton et P. Lafrance (1995). Évolution des nitrates dans deux sols sous trois travaux primaires du sol. Dans: *Congrès de la Société canadienne des sciences du sol / Association québécoise spécialisée dans la science du sol*, Québec, juillet 1995.
- Simard<sup>4</sup>, R.R. et P. Lafrance (1995). Fluoride sorption and desorption indices in soils. Dans: *Int. Symp. on Soil and Plant Analysis: Quality of Soil and Plant Analysis in view of Sustainable Agriculture and the Environment*, Wageningen, The Netherlands, août 1995.
- Stein, J. (1996). One-dimensional coupled heat and mass transfer in a snow-soil environment. Rencontre Scientifique de l'Union Géophysique Canadienne, section hydrologie, Banff, Alberta, mai.
- Stein, J. (1996). One-dimensional coupled heat and mass transfer in an agricultural field. 53ième Conférence de l'Est sur la Neige, Williamsburg, Virginie, mai.
- Stein, J. (1996). Hydrological impacts of boreal forest litters on snowmelt infiltration. L'Association Canadienne de Géographes, Saskatoon, Saskatchewan, mai.
- Tessier, A. (1996). [Conférencier invité]. Needs for *in situ* measurements at the sediment-water interface. Dans: *Meeting on in situ sensors in water and sediments*, Bergame, Italie, 1996.
- Twiss, M. R. et P. G. C. Campbell (1995). When algae eat algae: trace metal regeneration in the laboratory and pelagic zone of Lake Erie. Dans: *34th Northeast Algal Symposium*, Woods Hole, MA, avril 1995.
- Twiss, M. R., L. Granier<sup>5</sup>, P. G. C. Campbell et P. Lafrance (1995). Bioaccumulation of PCBs by microalgae is related to the PCB free solute activity. Dans: *38th Conference International Association of Great Lakes Research*, East Lansing, Michigan, mai/juin 1995.
- Vescovi, L. et J. P. Villeneuve (1996). Hydro-bio-chemical catchment modeling approach as an integrated water management tool in the Quebec city urban area. Dans: *International Conference on Urban Wet Weather Pollution: Controlling Sewer Overflows and Stormwater Runoff.*, Québec, juin 1996.
- Vescovi, L. et J. P. Villeneuve (1995). Hydro-biochemical catchment modeling approach as an integrated water management tool in the Saint-Charles river watershed. Dans: *State of the Art, State of the Knowledge, State of the Practice on Watershed Management Symposium Defining.*, Burlington, Ontario, décembre 1995.

<sup>4</sup> Publication faite en collaboration avec des personnes externes à l'INRS-Eau

<sup>5</sup> Publication faite en collaboration avec des personnes ayant déjà travaillé à l'INRS-Eau

- Vescovi, L. et J. P. Villeneuve (1995). Integrated water management in the Quebec city urban area : Preliminary statement on the need for and use of a water quality modeling system based on the ecosystem concept. Dans: *International Symposium on Integrated Water Management in the Urban Areas, contribution to the UNESCO*, Lund, Sweden, septembre 1995.
- Wang, F. et D. Couillard (1995). Influence de l'aluminium des boues d'alun sur le développement des racines de l'orge après épandage agricole. Dans: *45th Canadian Chemical Engineering Conference / 45ième Congrès canadien de génie chimique*, pp. 84. Québec, octobre 1995. Canadian Society for Chemical Engineering / Société canadienne du génie chimique.
- Warren, L., A. Tessier et L. Hare (1996). Do insects obtain their cadmium from sediment or overlying water? Dans: *Société canadienne de limnologie, conférence 1996*, Montréal, janvier 1996.
- Bernier, M., J. P. Fortin, Y. Gauthier, P. Vincent<sup>4</sup>, J. L. Bisson<sup>4</sup>, R. Gauthier<sup>4</sup> et D. Tremblay<sup>4</sup> (1996). Traitement d'images ERS-1 pour la prévision hydrologique. Dans: *9e Congrès de l'Association Québécoise des Techniques de l'Eau*, Duchesnay, Québec, mai 1996.
- Couillard, D., M Chartier et G. Mercier (1995). Bioleaching of metals from contaminated sediments. *R. & D. News, Environmental Science and Engineering*, 8 (3): 43-46.
- Fortin, J. P. et M. Bernier (1996). Results from model comparisons with ERS-1 and field data for snow water equivalent estimation. Dans: *IGARSS'95*, pp. 2176-2178. Florence, Italie, juillet 1995. New-York, N.Y. IEEE.
- Moisan<sup>4</sup>, Y., J. M. Dubois<sup>4</sup> et M. Bernier (1995). An empirical approach to edge identification on SAR images using the ratio detection: the use of C-ERS-1 SGF data. Dans: *17th Canadian Remote Sensing Symposium / 17e Symposium canadien de télédétection*, pp. 244-249. Saskatoon, Saskatchewan, juin 1995.
- Stein J. et M. Bernier (1996). Transfert unidimensionnel couplé de chaleur et de masse dans un milieu agricole. 9ième Congrès annuel de l'Association Québécoise de Télédétection, Université Laval, Duchesnay, mai.
- Stein, J. (1996). Effets du gel saisonnier sur l'hydrologie des bassins versants forestiers (Projet GEWEX), programme de conférence scientifique réseau de l'Université du Québec. UQAC, Chicoutimi, Québec, Canada, janvier.
- Stein, J. (1996). Hydrology of a forested basin during spring snowmelt. Faculté de Foresterie de la Colombie Britannique. Vancouver, Canada, décembre.
- Stein, J. M.K. Woo, S. Carey et L.W. Martz (1995). VSAS2 physical hydrological modeling. Canadian GEWEX Workshop, Toronto, novembre.

### 5.3 Communications ou publications sans arbitrage

- Baghdadi, N., Y. Gauthier et M. Bernier (1996). Cartographie de la neige humide à partir d'une série d'images ERS-1. Dans: *9e Congrès de l'Association Québécoise des Techniques de l'Eau*, Duchesnay, Québec, mai 1996.
- Bernier, M., J. P. Dedieu<sup>5</sup>, J. P. Fortin, A. Beaudoin<sup>4</sup> et N. Stussi<sup>4</sup> (1995). Télédétection RSO du manteau neigeux: application dans les Alpes françaises d'une méthode développée au Québec. Dans: *Symposium international sur l'extraction de paramètres biogéophysiques à partir des données RSO pour les applications terrestres.*, Toulouse, France, octobre 1995.
- Bernier, M., J. P. Fortin et Y. Gauthier (1996). The potential of radarsat data to estimate the snow water equivalent based on results from ERS-1. Dans: *IGARSS'95*, pp. 1496-1498. Florence, Italie, juillet 1995. New-York, N.Y. IEEE.

<sup>4</sup> Publication faite en collaboration avec des personnes externes à l'INRS-Eau

<sup>5</sup> Publication faite en collaboration avec des personnes ayant déjà travaillé à l'INRS-Eau

- van Bochove<sup>5</sup>, E., H. G. Jones, F. Pelletier<sup>4</sup> et D. Prévost<sup>4</sup> (1995). N<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> concentrations in soil and overlying snow cover / Évolution des concentrations de N<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> et CH<sub>4</sub> dans un sol et son couvert de neige. Dans: *Symposium on Trace Greenhouse Gases by Soil / Symposium sur les émissions de gaz à effet de serre par les sols*, Canadian Society of Soil Science, Québec, juillet 1995.
- Vescovi, L. et J. P. Villeneuve (1996). Hydro-bio-chemical catchment modeling approach as an integrated water management tool in the Quebec city urban area. Dans: *International Conference on Urban Wet Weather Pollution from the Stream's Perspective.*, Québec, juin 1996.
- Villeneuve, J. P., J. P. Fortin et K. Mamouny<sup>5</sup> (1995). Gestion intégrée de la ressource en eau à l'échelle du bassin versant à l'aide d'un système informatisé (GIBSI). Dans: *Américana 95, Salon de l'environnement des Amériques*, Montréal, Canada, mars 1995.
- #### 5.4 Rapports de recherche
- Banton, O. et F. Marquis. (1996). *Développement d'un outil informatique d'évaluation des pertes environnementales de fertilisants et de produits phytosanitaires utilisés dans le contexte des cultures en pépinières. Rapport no 2.* Québec, INRS-Eau, 38 pages.  
Rapport réalisé pour le ministère des Ressources naturelles du Québec, secteur Forêts.
- Banton, O., I. Cellier<sup>4</sup> D. Martin, M. Martin et J. C. Samson<sup>4</sup>. (1995). *Contexte social de la gestion des eaux souterraines au Québec.* Québec, INRS-Eau, 146 pages.
- Bureau<sup>4</sup>, A., L. Perreault et B. Bobée. (1995). *Loi de Halphen type A: étude par simulation des estimateurs du maximum de vraisemblance.* Québec, INRS-Eau, 72 pages.
- Cellier<sup>4</sup>, I., J. C. Samson<sup>4</sup> et O. Banton. (1995). *Perception sociale de l'eau et de l'environnement dans la région au nord de Montréal. Enquête anthropologique de terrain. (MRC d'Argenteuil, Deux-Montagnes, Mirabel, La-Rivière-du-Nord, Thérèse-de-Blainville).* Québec, INRS-Eau, 176 pages.
- Couillard, D., P. Chouinard<sup>5</sup> et M. Roy. (1995). *Évaluation environnementale et sylvicole de différentes pratiques de valorisation des boues de station d'épuration des eaux usées urbaines en érablières et en plantation de sapins de Noël.* Québec, INRS-Eau, 426 pages.
- Fortin, J. P., M. Bernier, Y. Gauthier et D. de Sève. (1995). *Stratégie d'estimation de l'équivalent en eau de la neige au sol par utilisation conjointe des micro-ondes actives (radar) et passives: phase I.* Québec, INRS-Eau, 37 pages.
- Fortin, J. P., M. Bernier, Y. Gauthier et D. de Sève. (1996). *Traitement d'images ERS-1 pour la prévision hydrologique, phase IV.* Québec, INRS-Eau, 71 pages.
- Fortin, J. P., M. Bernier, Y. Gauthier et I. Latulippe. (1995). *Traitement d'images ERS-1 pour la prévision hydrologique, phase III.* Québec, INRS-Eau, 29 pages.
- INRS-Eau. (1995). *GIBSI-I: Étude sur les besoins du Québec concernant l'outil d'aide à la gestion intégrée des ressources en eau - PHASE II.* INRS-Eau, pagination multiple.  
Rapport confidentiel.
- INRS-Eau. (1995). *GIBSI-I: Étude sur les besoins du Québec concernant l'outil d'aide à la gestion intégrée des ressources en eau - PHASE I: Analyse des besoins.* Québec, INRS-Eau, pagination multiple.  
Rapport confidentiel.
- ITEC-MINERAL Inc. (1996). *Actualisation de la technologie NEVARM et aides scientifiques à sa diffusion commerciale. Rapport sur le progiciel d'évaluation coûts-efficacité de l'applicabilité de NEVARM-TEC.* Québec, INRS-Eau, 150 pages.  
Rapport confidentiel.
- ITEC-MINERAL Inc. (1996). *NEVARM-TEC, la technologie de l'or vert.* Québec, INRS-Eau, pagination multiple.  
Rapport confidentiel.
- Lachance, M., M. Duchemin et R. Lalumière<sup>5</sup>. (1996). *Intégration des profils environnementaux au système informatisé à référence spatiale de la division de la gestion de l'habitat du poisson.* Québec, INRS-Eau, 29 pages, 1 annexe.

<sup>4</sup> Publication faite en collaboration avec des personnes externes à l'INRS-Eau

<sup>5</sup> Publication faite en collaboration avec des personnes ayant déjà travaillé à l'INRS-Eau

- Lafrance, P., O. Banton et F. Bernard<sup>5</sup> Inc. (1995). *Évaluation environnementale des pratiques culturales sur maïs pour la réduction des pertes d'herbicides - phase no 6*. Québec, INRS-Eau, 190 pages.
- Leclerc, M., Y. Roy et Y. Secretan. (1995). *Projet MÉTRIQUE. Système de modélisation hydroécologique à l'échelle de tronçons de rivière pour la gestion intégrée de la qualité de l'eau, des usages et de l'écosystème aquatique. Rapport d'étape no1: Analyse des besoins*. Québec, INRS-Eau, 79 pages.
- Mailhot, A. et J. P. Villeneuve. (1995). *Modélisation des réserves des usines Chomedey et Pont-Viau*. Québec, INRS-Eau, 73 pages.  
Rapport confidentiel.
- Morin, G. et P. Paquet. (1995). *Le modèle de simulation de quantité et de qualité CEQUEAU pour dos. Guide de l'utilisateur*. Québec, INRS-Eau, 40 pages.
- Morin, G. et P. Paquet. (1995). *Le modèle de simulation de quantité et de qualité CEQUEAU pour windows. Guide de l'utilisateur*. Québec, INRS-Eau, 34 pages.
- Morin, G., P. Paquet et W. Sochanska. (1995). *Le modèle de simulation de quantité et de qualité CEQUEAU pour dos. Manuel de référence*. Québec, INRS-Eau, 281 pages.
- Ouellet, M., P. Pagé<sup>4</sup> et P. Allard . (1995). *Possibilité de réhabilitation de la carrière Goyer par l'aménagement d'un lac artificiel*. Québec, INRS-Eau, 202 pages, 6 annexes.
- Pelletier, G., A. Mailhot et J. P. Villeneuve. (1996). *Projet GIBSI : Revue de littérature des modèles d'érosion et choix de modèles en contexte québécois*. Québec, INRS-Eau, pagination multiple.  
Rapport confidentiel.
- Rasmussen, P. F., T. B. M. J. Ouarda et B. Bobée. (1995). *Méthodologie de rationalisation du réseau hydrométrique du Québec*. Québec, INRS-Eau, 99 pages.  
Rapport rédigé par la Chaire en hydrologie statistique.
- Saameli, R., J. P. Fortin et J. P. Villeneuve. (1996). *Projet GIBSI : Comparaison entre divers modèles hydrologiques*. Québec, INRS-Eau, pagination multiple.  
Rapport confidentiel.
- Saint-Hilaire, A., D. Caissie<sup>5</sup>, E. Quentin et D. Cluis. (1996). *Application d'un système d'information géographique sur le bassin versant du ruisseau Catamaran (N.B.)*. Canada, ministère des Approvisionnements et Services Canada, 41 pages.
- Tessier, A. et P. G. C. Campbell. (1995). *Abiotic factors involved in predicting trace metal levels in freshwater bivalves*. Québec, INRS-Eau, 34 pages, 1 appendice.
- Villeneuve, J. P., C. Blanchette, A. Mailhot, G. Genest<sup>4</sup>, D. Filion<sup>4</sup>, S. Duchesne, N. Gravel<sup>4</sup> et É. Marceau. (1996). *Contrôle de l'opération des ouvrages d'interception de la CUQ - Projet 333. Modèle SWIFT - Guide de l'usager*. Québec, INRS-Eau, 216 pages.
- Villeneuve, J. P., J. P. Fortin, Y. Secretan, C. Blanchette, Y. Gauthier, A. Mailhot, S. Massicotte, G. Pelletier, R. Saameli<sup>4</sup>, P. Trudel et L. Vescovi. (1995). *Projet GIBSI : Rapport d'état d'avancement, août 1995*. Québec, INRS-Eau, pagination multiple.  
Rapport confidentiel.
- Villeneuve, J. P., J. P. Fortin, Y. Secretan, C. Blanchette, Y. Gauthier, A. Mailhot, S. Massicotte et A. N. Rousseau. (1996). *Projet GIBSI : Rapport d'état d'avancement, février 1996*. Québec, INRS-Eau, pagination multiple.  
Rapport confidentiel.
- Villeneuve, J. P., J. P. Fortin, Y. Secretan, C. Blanchette, Y. Gauthier, A. Mailhot, S. Massicotte, A. N. Rousseau, G. Pelletier, R. Saameli<sup>4</sup> et R. Turcotte. (1995). *Projet GIBSI : Rapport d'état d'avancement, décembre 1995*. Québec, INRS-Eau, pagination multiple.  
Rapport confidentiel.
- Villeneuve, J. P., G. Genest<sup>4</sup>, A. Mailhot et C. Blanchette. (1996). *Contrôle de l'opération des ouvrages d'interception de la CUQ - Projet 333. Modèle SWIFT - Manuel de référence*. Québec, INRS-Eau, 82 pages.

<sup>4</sup> Publication faite en collaboration avec des personnes externes à l'INRS-Eau

<sup>5</sup> Publication faite en collaboration avec des personnes ayant déjà travaillé à l'INRS-Eau

## 5.5 Rapports internes

- Jacquet<sup>4</sup>, J. et G. Morin. (1996). *Étude hydrologique des bassins de l'Ellez et du Roudoudour, en amont de la centrale des monts d'arrée*. Québec, INRS-Eau, pagination multiple.
- Morin, G. (1996). *Analyse statistique des débits. Serie de Fourier*. Québec, INRS-Eau, pagination multiple.
- Rasmussen, P. F., J. Bernier<sup>4</sup>, L. Mathier<sup>5</sup> et B. Bobée. (1995). *Comparison of regional flood frequency procedures: A Bayesian approach*. Québec, INRS-Eau, 19 pages.

## 5.6 Thèses de doctorat et mémoires de maîtrise

- Chum, M. (1995). *Effet du gel et dégel sur les propriétés hydrologiques et thermiques du sol et de différentes couvertures mortes*. [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)]. Québec, INRS-Eau, Université du Québec, 138 pages.  
**Directeur: J. Stein**  
**Co-directeur: D. Gray**
- Cishahayo, É. (1995). *Modélisation du régime hydrologique du bassin versant de Rwegura (Burundi): évaluation de la contribution des écoulements souterrains*. [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)]. Québec, INRS-Eau, Université du Québec, 79 pages.  
**Directeur: O. Banton**  
**Co-directeur: G. Morin**
- Côté, I. (1996). *Adsorption du phosphate sur des oxyhydroxydes de fer*. [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)]. Québec, INRS-Eau, Université du Québec, 77 pages.  
**Directeur: A. Tessier**
- Cormier, É. (1995). *Impacts de la valorisation des boues d'épuration des eaux usées municipales en culture de sapins de Noël*. [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)]. Québec, INRS-Eau, Université du Québec, 138 pages.  
**Directeur: D. Couillard**
- Cormier, M. (1995). *Évaluation et modélisation de la contamination potentielle des eaux souterraines par les nitrates d'origine agricole*. [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)]. Québec, INRS-Eau, Université du Québec, 151 pages.  
**Directeur: O. Banton**
- de Sède, M. H. (1995). *Potentiels et limites de la carte écologique pour la discrétisation des bassins-versants*. [Thèse de Doctorat es Sciences (Eau)]. Québec, INRS-Eau, Université du Québec, 236 pages.  
**Directeur: J.P. Fortin**
- Deschênes, L. (1995). *Impact de surfactants biologiques et du SDS sur la mobilisation et la biodégradation des HAP contenus dans un sol contaminé à la créosote*. [Thèse de Doctorat es Sciences (Eau)]. Québec, INRS-Eau, Université du Québec, 184 pages.  
**Directeur: J.P. Villeneuve**  
**Co-directeurs: P. Lafrance / R. Samson**
- Desnoyers, C. (1995). *Détermination d'une méthode de mesure de la concentration de cadmium libre (Cd<sup>2+</sup>) dans l'eau interstitielle de sédiments aquatiques*. [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)]. Québec, INRS-Eau, Université du Québec, 133 pages.  
**Directeur: A. Tessier**
- Gagné, P. (1995). *Persistance et migration d'herbicides dans un sol sous culture de maïs: effets du travail primaire du sol et de la période d'épandage du lisier*. [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)]. Québec, INRS-Eau, Université du Québec, 205 pages.  
**Directeur: P. Lafrance**
- Gauthier, J. (1995). *Toxicité et bioaccumulation du cadmium chez le saumon atlantique juvénile (Salmo salar) en présence de matière organique dissoute (MOD) synthétique ou naturelle*. [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)]. Québec, INRS-Eau, Université du Québec, 101 pages.  
**Directeur: P.G.C. Campbell**

<sup>4</sup> Publication faite en collaboration avec des personnes externes à l'INRS-Eau

<sup>5</sup> Publication faite en collaboration avec des personnes ayant déjà travaillé à l'INRS-Eau

Guimond, M. C. (1995). *Impacts du travail primaire du sol et de la période d'application du lisier sur l'exportation de l'atrazine et du métolachlore par ruissellement de surface*. [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)]. Québec, INRS-Eau, Université du Québec, 141 pages.

**Directeur: P. Lafrance**

Houle, D. (1995). *Le cycle biogéochimique du soufre dans une forêt boréale de conifères*. [Thèse de Doctorat es Sciences (Eau)]. Québec, INRS-Eau, Université du Québec, 173 pages.

**Directeur: R. Carignan**

Laberge, C. (1995). *Utilisation de la régression linéaire pour la détection de tendance dans des séries chronologiques environnementales*. [Thèse de Doctorat es Sciences (Eau)]. Québec, INRS-Eau, Université du Québec, 214 pages.

**Directeur: D. Cluis**

**Co-directeur: L.P. Rivest**

Lavoie, S. (1995). *Aptitudes physiques des terres agricoles à recevoir des engrais de ferme: classification à l'aide d'un système expert*. [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)]. Québec, INRS-Eau, Université du Québec, 134 pages.

**Directeur: J.L. Sasseville**

**Co-directeurs: R. Marceau / M. Nolin**

Maranda, Y. (1996). *Défaillance administrative du contrôle de la pollution de l'eau. Le cas de la rivière Chaudière (1981-1992)*. [Thèse de Doctorat es Sciences (Eau)]. Québec, INRS-Eau, Université du Québec, 204 pages.

**Directeur: J.L. Sasseville**

**Co-directeurs: D. Couillard / R. Marceau**

Rainville, É. (1996). *Le contrôle prédictif intégré des débordements de réseaux d'égouts unitaires: performance relative des méthodes de gestion quantitative et qualitative*. [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)]. Québec, INRS-Eau, Université du Québec, 94 pages.

**Directeur: J.P. Villeneuve**

Renoux, A. Y. (1996). *Évaluation de bioprocédés d'assainissement en phase solide/liquide par l'utilisation de biotests écotoxicologiques*. [Thèse de Doctorat es Sciences (Eau)]. Québec, INRS-Eau, Université du Québec, 162 pages.

**Directeur: R.D. Tyagi**

**Co-directeur: R. Samson**

Roy, M. (1995). *Suivi de la qualité de l'eau de ruissellement, de l'eau de percolation et du sol à la suite de l'épandage de boues d'épuration des eaux usées urbaines en érablière*. [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)]. Québec, INRS-Eau, Université du Québec, 187 pages.

**Directeur: D. Couillard**

## 5.7 Publications diverses

Bernier, M., P. Vincent<sup>4</sup>, C. Desmarais<sup>4</sup>, J. P. Fortin, J. Stein et Y. Gauthier (1995). Rapport d'avancement des travaux. Dans: *Projet de recherche sur l'exploitation des données image radar (PREDIR)*, Sainte-Foy, Université Laval, septembre 1995.

Projet PREDIR modules 4 et 5, rapport d'avancement des travaux.

Bernier, M., P. Vincent<sup>4</sup>, C. Desmarais<sup>4</sup>, J. P. Fortin, J. Stein et Y. Gauthier (1995). Rapport d'avancement des travaux. Dans: *Projet de recherche sur l'exploitation des données image radar (PREDIR)*, 62 pages. Sainte-Foy, Université Laval, mars 1995.

Projet PREDIR modules 4 et 5, rapport d'avancement des travaux.

Bernier, M., P. Vincent<sup>4</sup>, C. Desmarais<sup>4</sup>, J. P. Fortin, J. Stein et Y. Gauthier (1996). Rapport d'avancement des travaux. Dans: *Projet de recherche sur l'exploitation des données image radar (PREDIR)*, Sainte-Foy, Université Laval, mars 1996.

Projet PREDIR modules 4 et 5, rapport d'avancement des travaux.

<sup>4</sup> Publication faite en collaboration avec des personnes externes à l'INRS-Eau

<sup>5</sup> Publication faite en collaboration avec des personnes ayant déjà travaillé à l'INRS-Eau

- Bernier, M., P. Vincent<sup>4</sup>, C. Desmarais<sup>4</sup>, J. P. Fortin, J. Stein et Y. Gauthier (1996). Rapport final. Dans: *Projet de recherche sur l'exploitation des données image radar (PREDIR)*, Sainte-Foy, Université Laval, mai 1996.  
Projet PREDIR modules 4 et 5, rapport final.
- Bourgault, J. D. (1995). Usage des ressources de l'Internet comme outils de support pour les logiciels bibliographiques. *Argus*, 24 (2): 36-40.
- Cluis, D. (1995). *Des nouvelles sources d'eau potable pour la côte Dalmate*. Québec, INRS-Eau, pagination multiple. Rapport de mission effectué en Croatie du 21 septembre au 3 octobre 1995 dans le cadre du programme de partenariat professionnel, AUCC.
- Goodison<sup>4</sup>, B., D. Barber<sup>4</sup>, M. Bernier et al. (1995). *Use of the Cryospheric system (CRYSYS) to monitor global change in Canada*. Québec, INRS-Eau, 50 pages. Rapport rédigé pour NASA Review Document.

---

<sup>4</sup> Publication faite en collaboration avec des personnes externes à l'INRS-Eau

<sup>5</sup> Publication faite en collaboration avec des personnes ayant déjà travaillé à l'INRS-Eau

## **5.8 Statistiques des publications et communications des membres de l'INRS-Eau publiées durant l'année 1994-1995**

5.0 Rapport annuel	1
5.1 Articles publiés dans des revues scientifiques	37
5.2 Communications avec arbitrage	59
5.3 Communications ou publications sans arbitrage	14
5.4 Rapports de recherche	30
5.5 Rapports internes	3
5.6 Thèses de doctorat et mémoires de maîtrise	18
5.7 Publications diverses	7
<b>TOTAL</b>	<b>169</b>



## 6 SÉMINAIRES ET COLLOQUES

---

En 1995-1996, le professeur Peter G.C. CAMPBELL 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 conférenciers invités. La liste des communications sur invitation tenues à l'INRS-Eau figure ci-dessous.

**A. SCHÄRLIG**

"L'aide multicritère en gestion environnementale"  
4 octobre

**J. BERNIER**

"Comment chasser les duperies méthodologiques dans l'analyse des problèmes hydrologiques et environnementaux"  
13 octobre

**Z.K. BARGAOUI**

"Détermination de la région d'influence d'une station hydrométrique en utilisant l'approche floue"  
10 novembre

**R. SURAMPALLI**

"Effect of treatment systems on pathogen reduction in municipal sewage sludge"  
1 décembre

**S. VALENTIN**

"Éclusées hydroélectriques (gestion de pointe) dans deux rivières françaises: effets sur les peuplements et les habitats. Conséquences pour la gestion"  
7 février

**M. MOORE**

"Consequences of climatic warming for lakes"  
9 février

**M. LAPOINTE**

"La géomorphologie fluviale et l'habitat des salmonidés"  
8 mars

**N. PETERS**

"The technology explosion: has it contributed to process understanding in hydrology?"  
15 mars

**J. STEDINGER**

"Addressing variability, uncertainty and vulnerability in flood risk management"  
22 mars

**J. DELLEUR**

"Fonctions de transfert du type Box-Jenkins et leur application en hydrologie, hydraulique et climatologie"  
29 mars

**G. CAVADIAS**

"Détection et modélisation des changements climatiques"  
1 avril

**J. BUFFLE**

"Mesures et spéciation des métaux traces *in situ* dans les eaux"  
11 avril

**C. GIGNAC**

"Hydrologie opérationnelle et gestion du complexe hydroélectrique Alcan au Saguenay - Lac Saint-Jean"  
12 avril

**R. CUNJAK**

"Winter habitats of fish ice-covered rivers-physical constraints on production"  
19 avril

**N. ROULET**

"Groundwater-surface interactions in Peatland ecosystems: implications for carbon and mercury studies"  
26 avril

**N. YAN**

"Bythotrephes - a new cladoceran invader of North American lakes"  
2 mai

**S. LUOMA**

"Effects of trace metals on benthic invertebrates: exposure models and interpretation of bioassays"  
3 mai

**R. DURRANS**

"Low-flow estimation with tail models"  
29 mai

**É. PARENT**

"Mise en place d'un modèle statistique  
pour le contrôle des coliformes sur les  
réseaux de distribution d'eau potable"  
31 mai

**Y. ESCOUFIER**

"Regard sur l'analyse des données"  
31 mai

## 7 SERVICES

---

### 7.1 Administration

Le service offre au directeur un support pour la gestion administrative et financière du Centre. De plus, le service répond aux demandes du personnel de recherche, de la clientèle étudiante et des responsables de service pour toutes les questions concernant la gestion administrative.

Ce service voit à préparer et à réviser le budget de fonctionnement accordé par le MESS et assure la gestion des dépenses effectuées à même les revenus de subventions; il exerce un suivi des entrées de fonds "facturations" et voit à la production des états financiers pour les organismes concernés. Dans le cadre de la gestion des revenus externes, il voit à l'application des règles pour les frais indirects et il fait la gestion de ces fonds. Le service contrôle et gère les demandes d'achat, les commandes, les rapports de dépenses de voyage et les demandes de paiement.

L'année 1995-1996 s'est déroulée dans un contexte de contraintes budgétaires; afin d'en arriver à un meilleur équilibre de notre budget de fonctionnement, des efforts supplémentaires ont été mis sur le suivi des revenus des dépenses et un contrôle serré des comptes à recevoir.

### 7.2 Documentation

L'année 1995-1996 du Service de la documentation nous aura permis de poursuivre le catalogage rétroactif de notre collection, concernant plus spécifiquement les rapports provenant des instituts universitaires et gouvernementaux. Il faut aussi mentionner l'ajout d'une catégorie de prêt pour permettre aux étudiants d'aborder des sujets qui leurs sont moins familiers à court terme.

De plus, la gestion des abonnements de périodiques a été améliorée en plusieurs points: a) gestion des abonnements courants par un grossiste de réputation internationale; b) développement d'outils de contrôle concernant la réception et le rappel de nos abonnements; c) mise en place de statistiques afin d'avoir un portrait fidèle de l'utilisation de nos périodiques.

Il est à noter, d'une part, que le Service de la documentation s'est vu confier la responsabilité du développement du site Web de l'INRS-Eau:

<http://www.inrs-eau.quebec.ca/>

Le travail est déjà bien entamé et devrait se poursuivre afin de rendre ce site représentatif et dynamique.

D'autre part, le Service s'est également vu confier pour le continent américain, la distribution de la Revue des Sciences de l'Eau, un journal scientifique de réputation internationale publié par la maison Lavoisier et co-édité par l'INRS-Eau. L'année fut consacrée à l'amélioration de la visibilité de la revue par une campagne de promotion organisée conjointement avec une firme de consultants privée. Mentionnons, de plus, que cette revue scientifique dispose d'un site web autonome où l'on peut consulter les résumés des numéros des dernières années. Une version en langue anglaise est en cours de développement. On peut consulter ce site à l'adresse URL suivante:

<http://www.rse.quebec.ca/>

Enfin, tout comme l'année dernière, nous avons poursuivi nos activités de formation et support aux équipes de recherche, soit par une aide technique pour la constitution de bases de données bibliographiques, soit par un cours crédité d'initiation à la recherche documentaire à notre clientèle étudiante, soit par les ateliers de formation à Internet.

### 7.3 Informatique

A l'ère des télécommunications et de l'informatique décentralisée, le Centre offre aux équipes de recherche divers réseaux de télécommunication adaptés aux besoins évolutifs des chercheurs, diverses plate-formes de calcul et de développement performantes et diversifiées, un accès à diverses banques d'information tant internes qu'externes. Ainsi que des services modernes de bureautique et de téléphonie.

Le Service informatique assure notamment le support des réseaux de télécommunication, la gestion des plate-formes informatiques com-

munes, la gestion du système téléphonique, des photocopieurs et des télécopieurs (FAX), l'implantation, la mise à jour et le support de différents logiciels auprès des usagers et l'entretien de l'équipement. Les applications de l'informatique aux divers programmes de recherche sont assurées par plusieurs informaticiens rattachés aux équipes de recherche et spécialisés dans les domaines propres aux projets des chercheurs. La fonction bureautique est assurée par quatre secrétaires également rattachées aux équipes de recherche.

Le Service informatique comptait cette année sur une équipe polyvalente: outre le responsable, l'équipe comptait un technicien et un agent de bureau à plein temps, un analyste en informatique et une secrétaire à temps partagé. Notons aussi la collaboration ponctuelle d'informaticiens de recherche, spécialistes des environnements UNIX et OS/2.

Les efforts concertés de ces personnes, conjugués aux conseils de spécialistes du Service des télécommunications de l'Université du Québec, ont permis d'implanter un lien sans fil à haute vitesse (WaveLan à 2 Mbps), entre l'Université du Québec, le Complexe scientifique et le Carrefour Molson, de relier chaque bureau du Complexe scientifique au réseau Ethernet local, de relier les usagers externes au réseau local en mode PPP par l'addition d'un NetBlazer et de trois (3) modems à 28,8. L'implantation de Windows 95 s'est faite surtout au niveau des équipes de recherche. La restructuration de la base de données en télécommunication est avancée; nous en sommes à développer les interfaces "usager" pour sa mise à jour sur une base continue. Enfin, en collaboration avec le service de documentation qui en assure le développement, nous avons implanté deux sites Web, l'un pour le centre INRS-Eau, l'autre pour la Revue des Sciences de l'Eau.

Nous prévoyons pour la prochaine année mettre l'accent sur le rapatriement au Centre de la gestion du courrier électronique, sur l'implantation d'un serveur DNS (Domain Name Server), sur le développement de sous-réseaux basés sur des serveurs Windows NT, sur l'extension de la base de données à d'autres services de l'INRS-Eau, ainsi que sur le développement d'outils de gestion et de communication avec les usagers. La

migration à Windows 95 sera complétée en début d'année; certaines équipes migreront directement à NT, en tenant compte de la compatibilité de certains logiciels.

## 7.4 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 spectro-photométrie, 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

---

Pour l'exercice terminé le 31 mai

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

#### REVENUS

Total des revenus institutionnels		3 584
Autres revenus		183
Subventions de recherche		
CRSNG	1 344	
FCAR	312	
Autres sources	1 435	
Total des subventions		3 091
Contrats de recherche		1 144

**TOTAL DES REVENUS** 8 002

#### DÉPENSES

Recherche et enseignement		5 556
Soutien à la recherche et à l'enseignement		
Frais généraux d'administration	752	
Documentation et édition	197	
Direction du Centre	100	
Informatique	160	
Laboratoire	138	
Terrains et bâtiment	1 022	
Total soutien à la recherche et à l'enseignement		2 369

**TOTAL DES DÉPENSES** 7 925

**SURPLUS (DÉFICIT)** 77

Pour l'exercice terminé le 31 mai

DÉPENSES PAR FONCTION UNIVERSITAIRE (x1000)

		Salaires, avantages sociaux et bourses	Frais de terrains, voyages, fournitures et matériel	Services professionnels, contractuels et publics; loyer	TOTAL
Recherche & enseignement	F-3	1795	20	35	1850
	F-4	2513	828	366	3707
Frais généraux d'administration		440	121	190	751
Documentation et édition		145	46	5	196
Direction du Centre		93	6	1	100
Informatique		78	29	53	160
Laboratoires		92	34	12	138
Terrains et bâtiments		0	0	1 022	1 022
<b>TOTAL</b>		<b>5 156</b>	<b>1 084</b>	<b>1 684</b>	<b>7 924</b>

DÉPENSES PAR FONCTION UNIVERSITAIRE

