Vallée de la Rivière Jacques-Cartier

RAPPORT ANNUEL

INRS-EAU 1996-1997

VINGT-HUITIÈME 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.uquebec.ca/



TABLE DES MATIÈRES

1	RAPPORT DU DIRECTEUR	1
2	RESSOURCES HUMAINES	5
3	RECHERCHE 3.1 Hydrologie 3.1.1 Aménagement des bassins versants 3.1.2 Écoulements 3.1.3 Hydrogéologie 3.2 Biogéochimie 3.2.1 Eaux de surface 3.2.2 Eaux souterraines 3.2.3 Eaux atmosphériques	9932346
	3.2.4 Sédiments	7 9 0
	3.3.1 Boues 3 3.3.2 Rejets miniers 3 3.3.3 Contrôle 3 3.3.4 Métaux 3 3.3.5 Transfert technologique 3 3.3.6 Évaluation, configuration et transfert biologique 3 3.3.7 Infrastructures municipales 3	2 3 4 5 6
4	ENSEIGNEMENT	7
5	PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS 5.1 Articles publiés dans les revues scientifiques 5.2 Livres ou ouvrages collectifs 5.3 Communications ou publications avec arbitrage 5.4 Communications ou publications sans arbitrage 5.5 Rapports de recherche 5.6 Rapports internes 5.7 Thèses de doctorat et mémoires de maîtrise 5.8 Publications diverses 5.9 Statistiques des publications et communications des membres de l'INRS-Eau publiées durant l'année 1996-1997 5.5	13778001
6	SÉMINAIRES ET COLLOQUES	5
7	SERVICES 5 7.1 Administration 5 7.2 Documentation 5 7.3 Informatique 5 7.4 Laboratoires 5	7 7 7
8	RAPPORT FINANCIER	1



Faits saillants

À l'instar de l'année précédente, c'est l'austérité financière qui s'est imposée en arrière plan de toutes les activités du Centre. C'est encore grâce au haut niveau d'autofinancement des projets des professeurs que l'on a réussi à contrer non sans difficulté la réduction de la subvention d'infrastructure. Les activités scientifiques et les activités d'enseignement se sont maintenues sensiblement au même niveau. De nouveau, c'est l'effort conjugué de tous les membres du Centre, qui nous a permis d'atteindre nos objectifs de formation et de recherche et de rencontrer 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, les professeurs ont entrepris d'importants nouveaux projets. Les professeurs Michel Leclerc, Guy Morin et Yves Secretan ont été appelés à mettre leur expertise à profit pour les études sur les crues au Saguenay. Le professeur Morin a de plus agi comme membre de la commission Nicolet qui avait pour mandat d'analyser les raisons de cette catastrophe. Les travaux sur les eaux souterraines réalisés par le professeur Olivier Banton ont mené à la conclusion d'ententes de recherche de trois ans avec Agéos et Les Breuvages Nora (Eau Naya). L'équipe du professeur Jean-Pierre Villeneuve conjointement avec une équipe de chercheurs de l'INRS-Urbanisation s'est vu accorder un important contrat de recherche sur les infrastructures urbaines d'eau. Le Symposium international Écohydraulique 2000, a réuni à Québec des centaines de biologistes et d'hydrauliciens en provenance de 30 pays. Cette rencontre scientifique, sous la responsabilité du professeur Michel Leclerc, a été organisée conjointement par l'INRS-Eau et la Fédération québécoise pour le saumon atlantique.

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 103 projets de recherche étaient en cours cette année. On se doit de signaler ceux portant sur la gestion intégrée de l'eau des bassins versants à l'aide d'un système informatisé (GIBSI-I); sur l'analyse fréquentielle des apports au Lac Kénogami; sur le développement de versions autonomes de Hydrotel et Physitel: sur la modélisation du système aquifère Nava-Mirabel exploité pour les eaux embouteillées; sur l'utilisation du métallothionéine comme outil pour déceler des effets délétères provoqués par les métaux toxiques chez les organismes aquatiques; sur l'évaluation sur le terrain chez des organismes sentinelles indigènes; sur le développement et l'application aux eaux douces de senseurs in situ: sur l'inhibition par les métaux et sur l'élimination des métaux dans le traitement des eaux usées; et sur la décontamination, pour les métaux, des cendres volantes d'incinérateur des déchets municipaux.

Pour réaliser ces activités, le Centre comptait sur 21 professeurs, 33 chercheurs, 13 techniciens de recherche, 10 employés de bureau, 79 étudiants et 48 stagiaires (Figure 1).

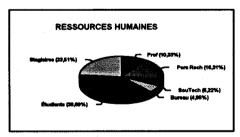


Figure 1

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'INR S, a poursuivi avec succès ses activités de recherche, conformément aux échéanciers fixés lors de

l'établissement de la programmation de la chaire.

Les études avancées et l'encadrement des étudiants ont aussi constitué une partie importante des tâches réalisées au Centre. En effet, nous avons accueilli 14 étudiants postdoctoraux, 33 étudiants au doctorat, 32 à la maîtrise et 48 stagiaires de recherche. De ce nombre, 10 étaient nouvellement inscrits à la maîtrise de recherche et 4 au doctorat. Le programme de maîtrise professionnelle a accueilli 4 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 29 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 4 700 000 \$. Ces sommes sont équivalentes à 67% des dépenses de fonctionnement du Centre (Figure 2). Ces revenus extérieurs sont constitués entre autres de subventions pour un montant de 2 774 000 \$ et de contrats de recherche pour un montant 1 976 000 \$. 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), 1 303 000 \$; le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, 483 000 \$ (Figure 3). Les contrats de recherche viennent de différentes sources, notons entre autres: Hydro-Québec, 137 000 \$; la Société d'électrolyse et de chimie Alcan Itée,

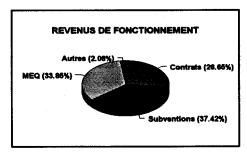


Figure 2

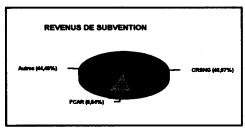


Figure 3

188 000 \$; le ministère de l'Environnement du Canada, 75 000 \$; et la ville de Montréal 259 000 \$.

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 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. 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. En effet, là aussi la rareté s'installe, particulièrement auprès des organismes subventionaires soumis aussi aux restrictions et où l'augmentation du nombre des demandes crée une concurrence de plus en plus grande.

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

La séparation 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, 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 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 eausédiment 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 inter programmes 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 Bio-géochimie. 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 en les orientant directement à la solution des problèmes qui touchent notre environnement. Nous avons formé des chercheurs et des spécialistes en sciences de l'eau et de l'environnement. Nous avons concentré avec succès nos énergies à la promotion et la valorisation des résultats de nos travaux de recherche et nous avons établi de nouveaux partenariats. Le Centre a encore connu une excellente année pour ses activités scientifiques et d'enseignement. Enfin sur le plan financier, nos objectifs budgétaires ont été dépassés grâce notamment aux efforts soutenus des professeurs.

Le directeur du centre INRS-Eau.

2 RESSOURCES HUMAINES

DIRECTION

Jean-Pierre VILLENEUVE

<u>Secrétariat</u> Isabelle ST-JACQUES

RECHERCHE ET ENSEIGNEMENT

Corps professoral

Jean-Christian AUCLAIR **Olivier BANTON** Monique BERNIER Bernard BOBÉE Peter G.C. CAMPBELL **Daniel CLUIS** Denis COUILLARD¹ Jean-Pierre FORTIN Landis HARE H. Gerald JONES **Manus 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 Bernard CHOCAT, INSA Lyon Jacques DELLEUR, Purdue University Lucien DUCKSTEIN, University of Arizona Nassir EL-JABI, Université de Moncton Vit KLEMES, Retraité Env. Cana-James R. KRAMER, McMaster University Robert LAGACÉ, Université Laval Michel LAPOINTE. Université McGill Pierre LAVALLÉE, ASSEAU inc. Marc R. LAVERDIÈRE, Université Laval Réal LEMIEUX, Société canadienne de la Croix-Rouge Yvon MARANDA, Min. Environnement et Faune Richard MARCEAU, ÉNAP Éric PARENT, ENGREF Paul PILON, Environnement Ca-André P. PLAMONDON, Université Lavai Jose D. SALAS, Colorado State University Maurice K. SÉGUIN, retraité Univ. Régis Réginald SIMARD, Agr. Canada Jery R. STEDINGER, Cornell University Martyn TRANTER, Université de **Bristol** Ta TRUNG, Hau Société d'électrolyse et de chimie, Alcan Ltée José R. VALÉRO, Centre de Foresterie des Laurentides Norman David Yan, Ministère de l'Environnement et de l'Énergie

(Ont .)

¹ Départ au cours de l'année.

Chargés de cours

Gaston ARTEAU, MRN
Michel BEAULIEU, MEF
Bernard GABOURY, MEF
Sam HAMAD, Roche limitée
Yvon MARANDA, MEF
Serge ST-LAURENT, MEF
Francine TANGUAY, Consultants BPR

Associés de recherche

Jean-François BLAIS Mourad HÉNICHE Alain MAILHOT Taha OUARDA

Boursiers postdoctoraux

Néhmé BAGHDADI¹ Hervé CAPRA¹ Sylvie CHEVALIER¹

Yan DING Olivier ERRECALDE Laurent GIRAULT Mourad HÉNICHE¹ Emmanuelle MUSSO Alain ROUSSEAU¹ Dominique TAPSOBA Sylvie VALENTIN¹ Dacheng WANG¹ Feiyue WANG

Personnel de recherche

Pascal BOLDUC **Paul BOUDREAU** Myriam CHARTIER Marie-Renée DOYON Marylène FILLION¹ Josée FITZBACK Pierre GAGNÉ¹ Jean GAUTHIER¹ Yves GAUTHIER Mario HACHÉ Joëlle MARION Serge MASSICOTTE Nathalie MEUNIER¹ Guv MERCIER Pierre PAQUET Luc PERREAULT Hugues PERRON1 Élizabeth RAINVILLE1 Lise RANCOURT

Christine RIVARD
Guy ROBERGE
Yves ROY
Wanda SOCHANSKI
Jean-François TREMBLAY
Richard TURCOTTE
Pierre TRUDEL1

SERVICE À LA RECHERCHE ET À L'ENSEIGNEMENT

Administration

Jean-Louis BLANCHET¹
Jean-Léon DOYON
Denise DOYON-PAQUET²
Ginette LÉGARÉ
André PARENT

Secrétariat

Martyne CHARBONNEAU Johanne DESROSIERS Suzanne DUSSAULT Lucie MERCIER Élaine PARENT Lise RAYMOND

Laboratoire

Paul BOISVERT
Pauline FOURNIER
Michelle GEOFFROY-BORDELEAU
Brigitte PATRY
Stéfane PRÉMONT²
René RODRIGUE
Sylvie ST-PIERRE
Bemard VEILLEUX

Documentation

Jean-Daniel BOURGAULT Chantal PAQUIN Sophie RENAUD² Jocelyne ROBERGE Anne ROBITAILLE¹

¹ Départ au cours de l'année

² Responsable de service.

Informatique

Stephen ABGRALL Claude BISSON¹ Claude BLANCHETTE Jean LACROIX² Alain POIRIER

Stagiaires

Virginie BONAMY¹ Julie BERNIER¹ Gwendolvne BOBÉE¹ Stéphanie BOUCHARD1 Charline BOURQUE **Dominique CANTIN** Éric CHAMBERLAND¹ Danielle COMEAU¹ Florence COMPAIN¹ Isabelle COUTURE1 **Dominique DOYON** Nicolas DROLET¹ Cécile DROUOT1 Serge DUFOUR1 Dany FAUCHER¹ Josée FRANCOEUR¹ André GAGNÉ¹ Stéphane GAGNÉ¹ Jean-François GAGNON Éric GAUDREAU Éric GAUTHIER1 Joël GAUTHIER¹ Marc-André GOSSELIN Yves GRANGER¹ Ronald GREENDALE¹ Julien HOTTON Éric HOUENOU1 Frédérick HUNEAU1 Dany JOHNSTON¹ Jean-François LAGACÉ¹ Francine LANGLOIS¹ Martin LANGLOIS Marie LAROCQUE Frédérique LASERRE¹ Isabelle LATULIPPE Martial LEBRUN¹ Damien MERCIER¹ Bruno MORIN Stéphanie NARS¹ Roxanne NÉRON¹ Oscar NILO MELLADO Gisèle NITCHEU

Isabelle PAPINEAU Éric PAQUET1 Karine PELLERIN¹ Rachel RACINE¹ Michel ROUX Giuseppe SALERA¹ Barbara SOCHANSKI Geneviève SOUCY1 Éric ST-JEAN1 Rébecca TREMBLAY1 Richard TURCOTTE Sébastien TURGEON Aditi D. TYAGI

COMMUNAUTÉ ÉTUDIANTE

Étudiants à la maîtrise

Pierre-Yves BEAULIEU Sophie BÉDARD, CRSNG³

Andrée BILODEAU Jean-Mathieu BINGBOURÉ, Francophonie Simon BOIVIN Geneviève BOUCHER

Sophie CANTIN, FCAR Patrick CHARBONNEAU Steve Côté

Marie-Noële CROTEAU, FCAR

Doris DUCHAINE

Steeve DUFRESNE, FCAR

Dany FAUCHER

Martin GAMACHE, FCAR

Éric GAUDREAU

Abdelaziz HAMZA

Kanza LACHHAB, Francophonie

Jean-Philippe LAFLEUR

Julie LAFLEUR Isabelle LANDRY

Anny-Christine LAVOIE, FCAR Élisabeth MARCEAU, FCAR

Chantal MARCOTTE

Roxanne NÉRON Jacinthe PAQUET

Jean-Cléophas ONDO

Geneviève POMERLEAU, CRSNG

Martine PROULX Élizabeth RAINVILLE

Daniel RIOUX

Isabelle ROY, FCAR

¹ Départ au cours de l'année

² Responsable de service.

³ Boursier ou boursière.

Vishal SACHDEVA
Christine SAUVAGEAU
Véronique SIMON, FCAR
Daniel SOUCY
Sébastien STREBELLE
Sébastien THÉRIAULT
Bernard VIGNEAULT

Étudiants au doctorat

Irène ABI-ZEID, FCAR

Catalina ALFARO DE LA TORRE,

Excellence

Raynald CHASSÉ, FCAR

Albert CRAIG

Danielle DE SÈVE

Bernard DOYON

Yangguang DU

Marc DUCHEMIN

Sophie DUCHESNE, CRSNG

Sophie DUFRESNE, CRSNG

Kamal EL-HAJI

Mohammed ESSADAOUI

Claude FORTIN

Vincent FORTIN, CRSNG

Diane FOURNIER, Éco-Recherche

Hélène GLÉMET, FCAR

Nlombi KIBI

Rachid LABCHIR

Stéphane LAPOINTE, CRSNG

Marco LATRAVERSE

François MARQUIS

Daniel MARTIN, FCAR

Michel MARTIN, FCAR

Jean MORIN, FCAR

Catherine MUNGER, FCAR

Geneviève PELLETIER, FCAR

Robert ROY, FCAR

Isabelle ROYER

André ST-HILAIRE

Maria de Lourdes TIRADO MONTIEL

Mexique

Anne TREMBLAY

Luc VESCOVI

Fenghai WANG

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 spatiotemporelles 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

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 de Recherches en Pêche et en Agrico-alimentaire du Québec / Coll.: S. Beauchemin, M.-E. Quentin; M. Nolin, R. Simard (Agriculture et Agro-alimentaire Canada)

Rationalisation du réseau des lacs RLTAP de la région de Sudbury pour minimiser la perte de puissance régionale à détecter les tendances temporelles

Le projet vise à analyser les performances d'un réseau de 600 lacs de la région de Sudbury, Maskoka et Algoma, suivis depuis 1988 pour détecter la récupération éventuelle du milieu aquatique, suite à la réduction des précipitations acides. Il s'agit donc d'un réseau de détection des tendances temporelles à l'échelle régionale.

Pour mettre en évidence la puissance régionale du réseau à détecter les tendances, on évalue d'abord l'importance des corrélations spatiales entre lacs de différentes classes (effets de distance entre lacs par semi-variogramme) et l'autocorrélation des différents paramètres dans le temps, ce qui permettra de définir le contenu en information du réseau et le nombre équivalent de lacs indépendants: on effectuera aussi une décomposition de la variabilité, les effets de lacs et les effets d'années selon la méthode développée par Larsen, Urquhart et Kuger (1995). Enfin, on suggérera la constitution d'un réseau réduit vu les compressions budgétaires actuelles minimisant la perte de puissance du réseau à détecter les tendances, c'est-à-dire le nombre d'années d'opération nécessaires du réseau rationalisé, pour détecter dans l'avenir des changements d'amplitude 0.5 o, 5 fois ou 9 fois sur 10 / Environnement Canada / Coll.: C. Laberge

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

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

Le projet comporte 2 étapes:

 l'acquisition de données nouvelles, à partir des séries de sol et de systèmes culturaux représentatifs; les pertes en azote et en phosphore sous forme soluble ou associées avec les particules solides exportées à l'extérieur des champs;

2) l'intégration de toutes les données en un bilan annuel vertical et latéral des charges et des flux en éléments nutritifs pour l'ensemble des parcelles culturales (échelle cadastrale) et le développement d'un schéma de transport amont-aval de ces charges vers le cours d'eau et l'intégration géomatique des résultats. La définition des zones les plus vulnérables et l'établissement de scénarios d'intervention / CORPAQ / Coll.: M. Laverdière (Univ. Laval); C. Bernard, S. Tran (MAPAQ); R. Simard (Agriculture Canada)

Michel LECLERC

Analyse d'un concept de biodiversité d'habitats appliqué à un problème d'isolement de sédiments contaminés à l'île aux Chats (lac St-François)

Le projet vise à revoir un concept préliminaire d'aménagement proposé par Tecsult en vue d'isoler des dépôts de sédiments contaminés autour de l'île aux Chats sur le lac Saint-François. Le concept original; quoiqu'efficace pour les sédiments, laissait peu de place à une restauration d'habitats diversifiés. Un concept alternatif basé sur la biodiversité des habitats a été soumis en échange. Le principe de la méthode d'analyse repose sur la notion de microhabitats. Les principales variables abiotiques suivantes ont été considérées: vitesse de courant, profondeur, climat des vagues et substrats. Les données de vitesse et de vaque sont obtenues par modélisation / Tecsult pour le compte d'Allied Signal / Coll.: J. Morin, P. Boudreau, S. Côté

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

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

Le projet vise à analyser le transfert des crues dans la rivière Montmorency, dans le secteur de la prise d'eau municipale Des llets 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)

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 Beauhamois. 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)

Guy MORIN

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 processus du cheminement de l'eau en périodes d'accumulation de la neige, de fonte printanière et estivale sont étudiés sur un bassin boisé (Lac Laflamme, Forêt

Montmorency) par la mesure en continu des paramètres du cycle hydrologique. La prédiction du type de gel et son effet sur l'infiltration doivent être élucidés pour améliorer la précision des modèles hydrologiques. Ainsi, durant les prochaines années, nous compléterons l'étude des mécanismes reliés au gel du sol et à son effet sur l'infiltration. L'intégration de ces connaissances se fait par le développement, le couplage et la validation d'un modèle de fonte de la neige (SNOW17) et de génération de l'écoulement (VSAS2) à l'échelle du bassin / FCAR Équipe (Univ. Laval / CRSNG - recherche)

Effets du gel saisonnier et du pergélisol sur l'hydrologie des pentes subarctiques et des bassins versants

Le gel saisonnier et le pergélisol affectent significativement l'emmagasinement et le mouvement de l'eau. La composante terrain de ce projet va étudier le comportement thermique et massique combiné sur les pentes et bassins versants subarctiques et contribuera ainsi à notre compréhension des sciences hydrologiques en régions froides. Des données environnementales du bassin de recherche de Wolf Creek au Yukon seront prises pour permettre la paramétérisation d'un modèle. Les résultats de terrain provenant de l'étude de processus combinés avec l'information provenant d'autres recherches hydrologiques effectuées dans le cadre de GEWEX (Global Energy and Water Experiment) vont être incorporés dans un modèle de bassin qui sera modifié pour accentuer le rôle du gel dans la description de l'hydrologie nordique / Climate Research Program / SEA / CRSNG / Coll.: L. Martz (Univ. Sask.), M. Woo (Univ. McMaster)

Jean-Pierre VILLENEUVE

Modèles mathématiques appliqués

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

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

GIBSI est un outil informatique qui permet aux gestionnaires de l'eau d'explorer divers scénarios de gestion à l'échelle du bassin versant. Cet outil informatique d'aide à la gestion comprend une base de données (spatiales et attributs), un système d'information géographique (SIG), une base de données relationnelle (BD) et des modèles mécanistes de simulation (hydrologie, érosion des sols et en rivières, transport et transformations de l'azote, du phosphore et de pesticides dans les sols et qualité de l'eau dans les rivières et les lacs). Cet outil permet au gestionnaire d'estimer quantitativement l'impact de différents scénarios d'aménagements du territoire. Ces outils permettront de juger de la capacité de support des cours d'eau. d'évaluer l'efficacité de programmes d'assainissement, de permettre l'affectation de la ressource hydrique, d'identifier les priorités d'intervention, d'évaluer les bénéfices de programmes de

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

Formation d'un Cercle scientifique: "La technologie RADAR et le suivi du couvert nival"

Les activités de coopération internationale réalisées dans le cadre de ce cercle scientifigue (1995-1997), sont complémentaires aux activités de recherche sur le couvert nival de l'INRS-Eau réalisées au Québec. Quatre projets conjoints sur le développement de méthodes pour suivre les propriétés du couvert nival par des images RADAR (ERS-1, SIR-C, RADARSAT) ont été réalisés. Les principaux partenaires français sont le Laboratoire de la Montagne Alpine et Météo-France à Grenoble, le CEMAGREF de Montpellier, l'Institut de Recherche et d'Enseignement Supérieur aux Techniques de l'Électronique ((TRESTE) de Nantes. Deux firmes de consultants sont impliquées dans le transfert technologique: Viasat (Montréal) et GEOSYS (Toulouse). On retrouve aussi Hydro-Québec et Électricité de France comme utilisateurs finaux de nouvelles méthodes / FCAR-Action concertée de soutien à la coopération scientifique internationale / Coll.: M. Bernier, J.-P. Dedieu, J-P. Fortin, Y. Gauthier, P. Vincent

Simulateurs d'écoulements en réseau

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

3.1.2 Écoulements

Monique BERNIER

Système de surveillance du couvert nival par télédétection

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

(1993-98) du Programme Professeures-Boursières

Suivi du couvert nival à l'aide des données de radarsat

Étant donné l'intérêt d'Hydro-Québec pour vérifier le potentiel des images radar pour estimer l'équivalent en eau de la neige au sol sur le bassin de la rivière La Grande, l'INRS-Eau réalisa en 1994 et 1995 une étude en ce sens. Il fut démontré qu'il était possible de dériver un algorithme pour estimer l'équivalent en eau de la neige à partir d'une scène d'hiver et d'une scène d'automne prises par le capteur radar du satellite ERS-1. Ces résultats ont encouragé Hydro-Québec à poursuivre la recherche avec les données de RADARSAT (opérationnel depuis le 1 avril 1996) et à développer un prototype fonctionnel qui sera utilisé par le Service Prévision pour la cartographie de l'équivalent en eau via des images satellitaires. Les objectifs scientifiques de ce projet sont: 1) Estimation de la distribution spatiale: a) de l'équivalent en eau du couvert nival; b) de la neige humide; c) du sol gelé; et cela à des fins de prévision hydrologique pour la gestion des stocks énergétiques, la planification de la production hydroélectrique et la détermination des risques d'inondation. 2) Détermination du produit ou de la combinaison de produits du satellite RADARSAT susceptible(s) de fournir les estimations définies ci-dessus avec la précision souhaitée / Hydro-Québec / Coll.: J.P. Fortin, Y. Gauthier, J. Fitzback

Bernard BOBÉE

CHAIRE INDUSTRIELLE EN HYDROLOGIE STATISTIQUE

Titulaire: Bernard Bobée Responsables administratifs:

Jean-Pierre Villeneuve (INRS-Eau) Hugues St-Onge, directeur (Hydro-Québec)

Comité aviseur:

Hugues St-Onge, Marcel Paul Raymond et René Roy, 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 (nonstationnarité, 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. Haché, M. Slivitzky; 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 nonspécialistes 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); M. Haché, P.F. Rasmussen; 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'v 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); M. Haché, P.F. Rasmussen, 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. Lebianc

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 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 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

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 XT de période de retour T

(T = 1, ..., 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: i) d'identifier les tributaires du fleuve Saint-Laurent qui doivent être mesurés pour assurer une connaissance adéquate du débit du fleuve à différents troncons; ii) 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 iii) présenter une revue bibliographique des méthodes de prévision des débits à court. moven 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 Xt 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 sousprojets: i) étude de sensibilité de la partition de l'année en 2 saisons (4 ou 5 sites témoins); ii) modélisation des séries de précipitations extrêmes saisonnières; et iii) comparaison des ajustements effectués et recommandations d'une distribution /Alcan / Coll.: M. Haché; L. Rémillard (chargé de projet: Alcan); L. Perreault, 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

Rationalisation du réseau hydrométrique de l'Ontario

M.M. Dillon Limited effectue actuellement une étude pour le ministère des Ressources naturelles de l'Ontario visant la rationalisation du réseau hydrométrique de l'Ontario. La compagnie souhaite introduire des aspects statistiques (contenu d'information, etc...) dans la procédure de rationalisation. L'objectif de ce projet: application de la procédure statistique de rationalisation développée récemment pour le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec aux données hydrométriques de l'Ontario / M.M. Dillon Limited / Coll.: T. Ouarda, P.F. Rasmussen

Revue bibliographique des différents tests d'homogénéité d'indépendance et de stationnarité

La recherche sera menée par l'équipe de la Chaire en Hydrologie statistique comprendra les deux points suivants: i) revue bibliographique des différents tests de discordance et de stationnarité ainsi que d'autres tests reliés aux séries chronologiques hydrométéorologiques tels que les tests d'homogénéité et d'indépendance: ii) préparation d'un plan pour les prochaines étapes du projet consistant à effectuer une comparaison théorique et par simulation des différents tests identifiés, à appliquer les meilleures procédures aux séries du "réseau national de référence", à développer un logiciel permettant d'effectuer les tests les plus performants et à préparer des recommandations pour Environnement Canada / Environnement Canada / Coll.: T. Ouarda, J.C. Ondo, D. Faucher, P.F. Rasmussen, L. Perreault

Commercialisation du logiciel Ajust

Dans le but de commercialiser le logiciel Ajust, développé par l'équipe de la Chaire en Hydrologie statistique, des améliorations seront apportées au logiciel: i) modification de l'interface pour rendre le logiciel plus convivial; ii) ajout de nouvelles distributions et prise en compte des données historiques / HMS Énergie / Coll.: H. Perron

Analyse de fréquence des équivalents en eau mesurés aux bassins et aux stations du réseau hydrométrique d'Alcan

Ce projet vise à estimer les équivalents en eau XT de période de retour T des mois de janvier, février et mars pour les principaux sites du réseau hydrométrique d'Alcan (44 séries au total). Ce projet est divisé en trois parties: i) modélisation des séries d'équivalents en eau; ii) comparaison des ajustements effectués et recommandations; et iii) rédaction des documents / Alcan / Coll.: M. Haché, L. Perreault, L. Rémillard (Chargé de projet: Alcan) R. Tremblay

Modélisation de l'incertitude en sciences de l'eau

Ce projet de recherche a pour but de développer et d'appliquer des techniques mathématiques et statistiques avancées pour la modélisation des incertitudes (analyse bavésienne, méthode de Dempster-Shafer, approche floue), et en particulier, à leur potentiel dans le cadre de la gestion des systèmes hydriques du Québec. Plusieurs techniques sont déjà fréquemment utilisées dans d'autres domaines, tels que l'économie, le génie des systèmes, la santé, etc. mais sont encore relativement peu utilisées dans le domaine de l'eau. Il importe donc de faire la revue des méthodes existantes pour modéliser les incertitudes et d'identifier leur complémentarité ainsi que leur potentiel pour résoudre différents types de problèmes reliés aux sciences de l'eau / FCAR - Équipe / P.F. Rasmussen, T, Ouarda, É. Parent

Méthodes d'estimation régionale en hydrologie

Séminaire de recherche tenu au CEMA-GREF de Lyon (26-28 mai 1997) financé par le Fonds Jacques-Cartier et Hydro-Québec. Réunion des scientifiques franco-phones provenant essentiellement du Québec et de la région Rhône-Alpes pour présenter les approches utilisées de part et d'autre pour la régionalisation des variables hydrologiques, c'est-à-dire l'utilisation de l'information hydrologique à des stations ayant un comportement semblable à celui

d'un site où l'on manque d'information / Fonds Jacques-Cartier et Hydro-Québec / Coll.: B. Bobée; M. Lang (CEMAGREF)

Analyse fréquentielle des apports au Lac Kénogami

La crue du 21 juillet 1996 dans la région du Saguenay a causé des dommages importants, en particulier à deux barrages centrales (Pont Arnaud et Chutes Gameau) situés sur la rivière Chicoutimi qui décharge le lac Kénogami. La capacité d'évacuation de crue de ces deux barrages opérés par Hydro-Québec s'est avérée nettement insuffisante lors de l'événement observé en juillet 1996. Le but de ce projet était d'effectuer une analyse fréquentielle des apports naturels au Lac Kénogami afin d'estimer la crue décamillénaire qui servirait ensuite pour le redimensionnement des évacuateurs de crue. L'estimation a été améliorée par l'introduction systématique de l'information historique sur les grandes crues observées avant la période de jaugeage. Le projet a également inclus une modélisation stochastique des apports journaliers au lac Kénogami. Le modèle stochastique a permis de simuler un grand nombre de séries d'apport synthétique qui ont ensuite été laminées dans des modèles de gestion afin de vérifier l'adéquation des règles de gestion actuellement utilisées / Hydro-Québec / Coll.: P. Rasmussen, T. Ouarda, M. Haché

Daniel CLUIS

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

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

difficile. Nous nous attardons à développer des méthodes robustes et des algorithmes permettant la défection 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, correspondant à chaque couvert du sol à l'intérieur du par l'albédo exemple: pixel, 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 HYDROSOFT

Le projet est réalisé dans le cadre de l'entente générale de collaboration entre HMS Energie et INRS-Eau. Nous participons 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 a été sélectionnée et des sites expérimentaux précisés. Des images radar de la région ont été acquises et des campagnes de terrain permettront de recueillir les données nécessaires à leur interprétation. Après étalonnage des images acquises, on a procédé à l'extraction des informations désirées sur les images et au traitement des mesures au sol sur les divers sites. On a passé 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 a enfin été 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 multidate 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

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

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 ont porté 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 ont porté 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. Bemier, Y. Gauthier, S. Massicotte

Développement de versions autonomes de Hydrotel et Physitel

L'INRS-Eau propose de réaliser quatre versions de PHYSITEL et de HYDROTEL au cours de la période couverte par le projet. La première version commercialisée sera essentiellement identique aux versions actuelles de PHYSITEL et HYDROTEL, mais comprendra tout de même l'ajout de fonctionnalités que nous considérons primordiales. L'objectif de la première

version est de mettre rapidement sur le marché PHYSITEL et HYDROTEL tout en s'assurant de la qualité de ceux-ci. La deuxième version, disponible environ six mois après la première, permettra d'élargir l'éventail des fonctionnalités que les utilisateurs potentiels devraient souhaiter dans des logiciels de ce type. Cette seconde version permettra d'utiliser conjointement les informations provenant de la télédétection et des modèles numériques d'altitude pour déterminer les caractéristiques de bassins versants, de vérifier divers scénarios d'aménagement (barrages, canaux de dérivation, changement d'occupation du territoire...) et d'effectuer les calculs de crues maximales probables, pour ne nommer que ces quelques exemples. La troisième version comportera surtout l'addition des fonctionnalités nécessaires à la prévision des écoulements en temps réel. Dans la quatrième, nous ajouterons les fonctionnalités nécessaires à une meilleure utilisation dans HYDROTEL et PHY-SITEL des résultats découlant des développements que nous aurons réalisés en télédétection au cours des années précédentes (distribution spatiale de l'équivalent en eau de la neige au sol. de la neige humide en période de fonte, de l'albédo des surfaces, de l'occupation du territoire...) / HMS Énergie / Coll.: M. Bernier

Michel LECLERC

Nouvelles applications environnementales d'hydraulique numérique fluviale

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

Mise à jour et validation du modèle de microhabitat 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 troncon 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)

Logiciel Hydrosim (simulateur hydrodynamique)

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

Simulation hydrodynamiques des rivières Chicoutimi et des AH! AH! lors des crues exceptionnelles de juillet 1996

Procéder à la reconstitution de tous les épisodes-clés qui ont marqué le passage des crues exceptionnelles dans les rivières des Ah! Ah! et Chicoutimi, simuler l'hydrodynamique de ces cours d'eau en régime non-stationnaire et analyser des scénarios alternatifs de gestion des ouvrages. Diffuser les résultats sur site WEB et séquence vidéo animée / Commission scientifique et technique pour la gestion des barrages

Projet métrique

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

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

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 hydrométriques 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 hydrométriques 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

Modifications du modèle hydrologique CEQUEAU pour la prévision en temps réel au pas de temps journalier et horaire

L'objectif de l'étude est de modifier le modèle CEQUEAU pour qu'il puisse fonctionner à différentes échelles de temps (horaire à journalier) avec mise à jour statistique ou déterministe, pour faire la prévision en temps réel. Le modèle modifié sera utilisé pour la prévision des débits de quelques rivières du Saguenay et de la région de Montréal / Environnement et Faune / Coll.: W. Sochanska, P. Paquet

Modélisation hydrologique à l'aide du modèle hydrologique CEQUEAU de la crue de juillet 1996 et des rivières du Saguenay

Le but de l'étude est de reconstituer, pour les principales rivières de la région du Saguenay, le phénomène hydrologique de la crue de juillet 1996. L'étude consiste à préparer les banques de données physiographiques et hydro-météorologiques des rivières, de calibrer le modèle hydrologique CEQUEAU avec les données disponibles de quelques rivières, d'introduire les données météorologiques mesurées en juillet 1996 pour reconstituer les débits de toutes les rivières / Commission scientifique et technique sur la gestion des barrages / Coll.: W. Sochanska, P. Paquet, M. Duchemin

Membre de la Commission scientifique et technique sur la gestion des barrages

Participer aux travaux de la Commission scientifique et technique sur la gestion des barrages comme spécialiste en hydrologie dans le but de reconstituer et d'analyser les événements de la crue de juillet 1996 et de faire des recommandations pour améliorer la sécurité des barrages / Commission scientifique et technique sur la gestion des barrages

Peter Funder RASMUSSEN

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 bavésiennes 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 bavésienne. 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 modifica-

tions 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

Logiciel modeleur

Le but du projet est de développer un simulateur de terrain (géométrie, occupation du sol) et un pré-processeur pour la simulation hydrodynamique du milieu fluvial. Il doit permettre de prendre en compte numériquement et graphiquement tout ensemble de données pertinent au simulateur HYDROSIM, mailles en éléments finis le domaine d'écoulement et préparer les fichiers de commande / HMS Énergie Inc. / Coll.: Équipe métrique

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 mathématiquesinformatiques 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. Sequin (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 hydrogéologiques / 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 informatique 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 concemant 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-Adiamé de Côte-d'Ivoire. vise l'étude de l'écosystème fortement anthropisé du barrage de Buyo (Ouest de la Côted'Ivoire). La région de Buyo couvre un territoire de 11000 km², comprenant trente-cing villages représentant environ 100 000 habitants. On étudiera particulièrement l'impact des aménagements relatifs au barrage et au développement agricole sur la santé de l'écosystème aquatique et celle de la population. Cette étude multidisciplinaire regroupe des spécialistes des sciences naturelles, humaines et de la santé / Centre de recherches pour le développement international / Coll.: P. Lafrance, J.P. Villeneuve

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

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

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

Le projet vise à valider les paramètres utilisés dans le logiciel Sylvie pour la simulation du cycle de l'azote. Parmi les résultats obtenus de Sylvie, certains concernent l'évaluation de l'azote minéralisé à partir de l'azote organique du sol et l'azote minéral perdu par ruissellement et lessivage. Ces résultats pouvant être utilisés de façon prévisionnelle par les gestionnaires des pépinières, entre autres au travers d'un couplage avec le logiciel Plantec du MRN, la validation de l'outil Sylvie s'avère nécessaire pour donner plus d'assurance à cette évaluation. Cette demière nécessite donc d'une part la réalisation d'une analyse de sensibilité visant à identifier l'importance relative des paramètres dans le devenir de l'azote, et d'autre part la comparaison des résultats d'évaluation obtenus avec des valeurs observées dans un contexte réel de pépinière / Ministère des Ressources naturelles - secteur forêts

Modélisation de la contamination des eaux souterraines à la base de Bagotville

Ce projet vise la modélisation des écoulements et du transport dans la formation aquifère sous-jacente la base de Bagotville. Dans une première étape, les propriétés du milieu doivent être décrites de façon statistique de manière à intégrer leur variabilité spatiale et l'incertitude reliée à leur connaissance. Ces propriétés sont alors utilisées dans une approche stochastique pour simuler les scénarios probables d'écoulement sur le site. Ces scénarios doivent permettre la localisation de puits d'observation de l'état de qualité des eaux souterraines. Ces scénarios permettront dans une deuxième étape de simuler le transport et la persistance des contaminants azotés potentiels, et d'optimiser les traitements in situ de décontamination / Forces Armées / IRB / Coll.: P. Lafrance

Étude hydrogéologique de l'écoulement des eaux souterraines du site de la source Saint-André

Ce projet vise la modélisation des écoulements et du transport dans la formation aquifère de la source Saint-André exploitée pour l'embouteillage d'eau. Parallèlement, on étudiera les relations hydrodynamiques entre les différents milieux géologiques (substratum cristallin, grès de Postdam, intrusif du Crétacé, argiles marines). Ceci devra s'appuyer et expliquer entre autres le chimisme des eaux souterraines dans ce secteur, particulièrement en ce qui a trait à la présence de proches fossiles d'eau salée marine. La simulation visera les conditions optimales d'exploitation du gîte aquifère en regard de la qualité naturelle des eaux et des contaminations potentielles / Agéos

Michel LECLERC

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

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

Partage optimal des évacuations du lac Kénogami entre les rivières Chicoutimi et aux Sables

Le projet vise à développer une approche géoréférencée pour l'analyse des dommages résidentiels d'inondations. Les données de base des dommages sont celles correspondant aux dédommagements au Saguenay en 1996. Les données hydrauliques pour lier les dommages aux crues sont fournies par la modélisation hydrodynamique bidimensionnelle (programme HYDROSIM). Le MODELEUR est utilisé pour l'analyse spatiale. Les dommages résidentiels de crues doivent être évalués pour trois unités hydrographiques séparées: rivières Chicoutimi et aux Sables, et le lac Kénogami / Ministère de l'Environnement et de la Faune / Coll.: J. Marion, M. Heniche, T. Ouarda, Y. Secretan; B. Bouchard (MEF)

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 ichtyologique. 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

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 bioéneraétiques. Ces modèles seront appliqués sur un troncon 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

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 bio-accumulation 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_B sur les communautés planctoniques des eaux du Bouclier canadien

L'amincissement de la couche d'ozone augmentera le flux des rayons UV_B 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_B sur des organismes cibles par rapport aux effets <u>indirects</u> opérant sur les composantes abiotiques de l'écosystème. Parmi les effets <u>directs</u>, 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 H2O2 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 $_{300-400nm}$ > 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 (-UVA+R [polycarbonate], -UV, [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⁺. 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 influencant 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 géo-

chimie 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 indéniable de rationaliser la grande majorité des données toxicologiques obtenues au laboratoire, dans des milieux artificiels. Il s'agit ici de tester les limites du MIL dans des conditions réalistes, notamment en ce qui concerne le pH, la [Ca2+], 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. Denizeau (UQAM), É. Pelletier (INRS-Océanologie), A. Boudou (U. Bordeaux), É. Dufourc (CRPP-Bordeaux); O. Errecalde, C. Fortin, J. Gauthier, R. Roy

Problématique de la santé des écosystèmes

Les principaux objectifs sont: le développement de la recherche et consolidation d'un réseau à l'Université du Québec en écotoxicologie: l'amélioration de la qualité de la formation aux 2e et 3e cycles en sciences environnementales, par le biais d'échanges de professeur et d'étudiants entre les constituantes et les laboratoires impliqués, et de modifications apportées aux programmes de l'INRS, de l'UQAM et de l'UQAR pour en accroître la complémentarité: le renforcement de l'image de l'Université du Québec dans le domaine de l'environnement; accroissement de sa compétitivité auprès des candidats aux études avancées et, finalement, le renforcement du réseau de la coopération internationale.

Au sein de l'Université, il existe déjà des collaborations fructueuses entre chercheurs s'intéressant à l'écotoxicologie des métaux. Le présent programme vise à consolider et à compléter ces collaborations, et à les étendre dans une perspective écosystémique. Une telle approche implique nécessairement l'élargissement du champs d'intérêt, pour y intégrer des aspects biogéochimiques et écotoxicologiques et pour prendre en compte une plus grande gamme de contaminants (y compris des contaminants organiques). De plus, grâce aux contacts fréquents avec nos collaborateurs français et suédois, ce programme fera accroître la dimension internationale de nos programmes d'études (stages à l'étranger pour nos étudiants; cours d'appoint donnés par des professeurs visiteurs). Notre objectif ultime est nul autre que de faire de l'Université du Québec, dans ce domaine, la référence québécoise au plan de l'enseignement et de la recherche / UQ - FODAR / Coll.: L. Hare, A. Tessier; É. Pelletier, B. Sundby (INRS-Océanologie); M.R. Laflèche, N. Tassé (INRS-Géoressources); de Mora, J. Pellerin-Massicotte (Université du Québec à Rimouski); Barwicz (Université du Québec à Trois-Rivières); F. Denizeau, Fournier, Hontela, Houde, Lafont, Sarhan (Université du Québec à Montréal); A. Boudou, Dufourc (Bordeaux); Tjalve (Uppsala)

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

La société d'électrolyse et de chimie d'Alcan Ltée opère plusieurs installations dans la région Saguenay - Lac St-Jean. Les installations Alcan à Jonquière et Arvida déchargent des effluents contenant de l'Al dans la rivière Saguenay. La charge en Al totale a été estimée, à environ 500 kg/j, dans un volume de 67,000 m³/j. L'aluminium rejeté se trouve à la fois en solution et sous forme particulaire, les proportions relatives variant selon le pH. La concentration moyenne de l'Al dans les effluents serait d'environ 7-8 mg/L, et après dilution dans la rivière la concentration de l'effluent varierait entre 10 à 20%.

L'objectif principal de la présente étude est de répondre aux préoccupations de l'Alcan concernant l'impact de ses rejets sur la rivière Saguenay. Cet objectif sera atteint en étapes: i) préparation d'une revue succinte de la littérature scientifique qui traite de la chimie de l'Al dans les eaux naturelles; ii) détermination de la spéciation de l'aluminium dans des échantillons provenant du milieu récepteur (en aval et en amont des installations) et du milieu de référence: iii) simulation au laboratoire du mélange des effluents avec de l'eau de la rivière Saguenay, et suivi de la spéciation de l'Al après ce mélange: ces essais seront réalisés au laboratoire, en respectant le taux de dilution observé sur le terrain; iv) évaluation de la toxicité chronique de l'eau provenant du milieu récepteur en aval des installations (échantillons prélevés dans le panache de l'effluent) / BAR Environmental Inc. / R. Roy (Bar Environmental Inc.); S. Prémont

Métallothionéine comme outil pour déceler des effets délétères provoqués par les métaux toxiques chez les organismes aquatiques; évaluation sur le terrain chez des organismes sentinelles indigères

Ce projet vise la mise au point d'un outil qui permettra de prévoir l'apparition, chez des organismes aquatiques indigènes, d'effets délétères provoqués par des métaux toxiques. Les objectifs généraux de ce projet seront: i) d'évaluer l'état de santé des populations d'un organisme sentinelle (Pyganodon grandis, mollusque d'eau douce) dans une région fortement influencée par les activités minières, à l'aide de mesures faites à différents niveaux d'organisation biologique (individus; population); et ii) d'élucider des liens entre cet état de santé et la répartition subcellulaire de métaux chez les organismes indigènes, adultes et juvéniles (c.-à-d., Jeur "metallothionein status" - rapport (([M], - [M], / [M]c)). L'hypothèse clé à tester est qu'il existe un lien entre la spéciation intracellulaire des métaux (phénomène de "débordement", où la vitesse de bio-accumulation du métal dépasse le taux de biosynthèse de la métallothionéine et le métal se lie à d'autres sites intracellulaires) et l'apparition d'effets écotoxicologiques délétères aux niveaux des organismes individuels (physiologie) et de la population (reproduction).

La méthodologie retenue implique des études sur le terrain, dans une série de lacs situés le long d'un gradient de contamination en métaux. Dans chaque lac on devra déterminer i) la qualité de l'habitat disponible pour l'organisme sentinelle choisi, *Pyganodon grandis*; ii) l'état de santé de la population indigène de cette espèce; et iii) l'efficacité apparente de la détoxification des métaux chez les organismes adultes, ainsi que les juvéniles (larves), telle que reflétée par la distribution cytosolique des métaux.

Résultats escomptés. Ces travaux permettront d'évaluer le potentiel qu'offrent les métallothionéines comme outil de gestion des risques de la contamination environnementale en métaux pour diverses espèces animales clé de l'écosystème aquatique / CRSNG - projets stratégiques ; CANMET; Noranda / Coll.: L. Hare, B. Pinel-Alloul (Université de Montréal)

Influence de la matière organique dissoute (MOD) sur la bioaccumulation du Cd par un poisson juvénile (Salmo Salar)

Pour un organisme aquatique donné, les effets biologiques d'un métal toxique dépendront de divers 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 projet vise à élucider l'influence d'un de ces facteurs, la matière organique dissoute ou "MOD".

Les expériences projetées découlent de résultats déjà obtenus dans notre laboratoire. En étudiant la bioaccumulation du Cd, chez le saumon atlantique (Salmo salar) dans des conditions simulant celles rencontrées dans les aux du Bouclier canadien au printemps (acidité: dominance des anions organiques), nous avons mis en évidence un effet protecteur inattendu de la MOD. Nous voulons répéter ces expériences dans les conditions neutres à pH 7, afin de tester l'hypothèse que l'effet protecteur de la MOD soit relié à son adsorption sur les branchies du poisson (l'adsorption de la MOD diminue remarquablement entre pH 5.5 et pH 7.0) / Canadian Network of Toxicology Centres

Influence de métabolites de poids moléculaire faible sur la biodisponibilité du Cd et du Zn envers les algues

Pour plusieurs métaux bivalents (ex.: Cd, Zn), et pour des métaux artificiels étudiés au laboratoire, il existe beaucoup d'évidence à l'effet que la réponse biologique provoquée par le métal disssous dépend de la concentration de l'aquo ion M2+. Signalons cependant que ce modèle a été développé au laboratoire, dans des milieux artificiels, avec des ligands organiques synthétiques hydrophiles (EDTA; NTA) très différents des ligands naturels trouvés dans les eaux naturelles. En effet, en présence des métabolites de poids moléculaire faible (ex. acides aminés; acide citrate), il arrive parfois que le métal s'avère plus "disponible" que prévu selon l'activité de son ion libre. Ce projet a pour but d'étudier ce phénomène de "disponibilité accrue" observé en présence de tels ligands, et d'en élucider la cause. Nous avons choisi comme modèle biologique l'algue verte unicellulaire Selenastrum capricornutum cultivée en milieu de culture défini. Deux métaux seront étudiés, le Cd et le Zn; comme réponses biologiques nous suivrons la croissance de l'algue, la photosynthèse, ainsi que la bioaccumulation du métal / Canadian Network of Toxicology Centres / Coll.: O. Errecalde

Landis HARE

Métaux traces et animaux aquatiques: biodisponibilité et bioaccumulation

Le niveau de contamination d'un lac en métaux (cadmium, cuivre, etc...) peut être évalué en mesurant les concentrations de ces polluants chez les animaux exposées. ces demiers devenant alors des bioindicateurs. Pour ce faire, il suffit de déterminer la relation entre la concentration du métal dans le milieu et dans le bioindicateur. Les relations les plus "polyvalentes" sont basées à partir de modèles rationnels, c'està-dire de modèles construits à partir de faits biologiques et géochimiques, par opposition aux modèles purement empiriques. L'objectif majeur de nos recherches est de développer de tels modèles qui permettent de prédire l'état de contamination des lacs à partir de plusieurs espèces d'invertébrés aquatiques (Chaoborus, Sialis. etc...). Nos objectifs de recherche spécifiques sont: i) d'expliquer la faible bioaccumulation du Cd dans les lacs hautement acides; ii) de déterminer l'importance relative de l'eau et de la nourriture comme source de métaux traces pour les animaux, iii) d'évaluer l'influence du type de nourriture sur les concentrations en métaux chez le consommateur: iv) de mesurer les taux d'entrée et de sortie des métaux chez les animaux. Des études permettant d'atteindre ces objectifs seront réalisées en laboratoire et sur le terrain / CRSNG / U.S. Environmental Protection Agency / Coll.: A. Tessier

3.2.2 Eaux souterraines

Pierre LAFRANCE

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 hyrocarbures 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 contamination des eaux souterraines par des sources diffuses en milieu agricole

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

3.2.3 Eaux atmosphériques

H. Gerald JONES

Le rôle du couvert de neige dans les échanges sol-atmosphère

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 maieur 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 N₂O, NO, NO₂, HNO₃ et N-organique aux interfaces atmosphère-neige et sol-neige. Les processus physiques présentement à l'étude sont l'évolution thermique du système solneige-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 (NO2, HNO3 et N-organique, dépôts secs et humides) et entre le sol et la neige (N2O, N2, 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 / ministère de l'Agriculture Canada, Plan Vert / l'Otan) / Coll.: T. Davies (Univ. De l'East Anglia, Angleterre); J. Pomeroy, P. Marsh (NHRI, Environnement Canada), M. Tranter (Univ. De Bristol, Angleterre) N.E. Peters (USGS, Atlanta), E. van Bochove (Min. Agro-alimentaire

3.2.4 Sédiments

Landis HARE

Métaux traces sédimentaires: biodisponibilité, bioaccumulation et toxicité

L'objectif est d'estimer les contributions relatives de l'eau interstitielle et de l'eau sumageante dans l'accumulation des métaux traces par les organismes benthiques. Cet objectif sera atteint en appliquant deux modèles développés récemment aux mesures effectuées sur le terrain (concentrations de métaux dans l'eau sumageante et interstitielle, dans les sédiments et les organismes). Le premier modèle (modèle d'AVS) suppose que les organismes benthiques n'accumulent les métaux dans l'eau interstitielle que lorsque la concentration de ces métaux dans les sédiments anoxiques dépasse celle des sulfures volatilisés en acide (AVS). Ce modèle est proposé par le "Environmental Protection Agency" des EU comme base pour fixer les critères de qualité des sédiments. Le deuxième modèle, développé à l'INRS-Eau, permet de prédire la concentration des métaux dans les organismes benthiques à partir de variables sédimentaires reliées aux concentrations de métaux traces dans l'eau sumageante. Nous nous servirons de bacs contenant des sédiments contaminés avec différentes concentrations de métaux (Cd ou Pb / Environmental Protection Agency des EU / 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 Bromont sur le Parc, 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 Bromont sur le Parc / Coll.: P. Pagé, UQAM

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 sumageante. 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 synthétique. 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

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

Vecteurs des métaux traces pour les organismes benthiques en milieu naturel

Deux modèles sont actuellement considérés par les organismes gouvernementaux pour développer des critères de qualité des sédiments qui soient d'application générale; ce sont le modèle d'AVS (AVS=Acid Volatile Sulfide) qui suggère que le sédiment est la source de métal pour les organismes et le modèle EqP (EqP= Equilibrium partitioning) qui suggère que c'est l'eau surnageante. L'objectif du projet est de déterminer in situ lequel de ces deux modèles est le plus approprié pour prédire l'accumulation de Cd et Pb dans des organismes benthiques. Pour rencontrer l'objectif, on contamine artificiellement des sédiments lacustres avec différentes quantités de Cd ou Pb (pour créer un gradient de métal sédimentaire), on les replace au fond du lac et on les laisse coloniser pendant une année par les organismes benthiques du milieu: la concentration des métaux dans l'eau sumageante demeure faible et constante, le lac agissant comme réservoir infini pour les métaux qui s'échappent des sédiments. En mesurant les concentrations de métaux dans les organismes à la récolte, on peut déterminer la source des métaux / CRSNG-stratégique / Collaborateur: L. Hare

3.2.5 Sol (bassin versant)

Marius LACHANCE

Variabilité spatiale des propriétés physicochimiques 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

La minéralogie des sols du RESEF et la solution de sol

L'augmentation des dépôts atmosphériques acides de sulfates et de nitrates, au cours des 30 dernières années, serait un des facteurs explicatifs du dépérissement de certaines forêts du Québec. Le lessivage accru et l'appauvrissement subséquent en bases conduiraient à une acidification du sol et à une mobilisation accrue de l'aluminium pouvant mener à des conditions adverses de croissance. Récemment le Ministère des Ressources naturelles a évalué, à partir de modèles chimiques (PROFILE et SMB), les charges critiques et dépôts de N et S aux différentes stations du Réseau d'Étude et de Surveillance des Écosystèmes Forestiers (RESEF) du Québec. Cette étude a montré que la charge critique est dépassée dans le sud-ouest et le centre du Québec, suggérant que cette surcharge serait à l'origine d'une diminution de la croissance de l'épinette noire et de l'érable à sucre.

Le projet de recherche consiste donc à vérifier si, dans les érablières du RESEF, les résultats obtenus de la modélisation peuvent être confirmés par des observations effectuées directement sur la solution de sol. la minéralogie et les taux d'altération. Plus particulièrement, le projet de recherche a pour objectifs de: - caractériser la composition de la solution de sol de l'horizon organique et de l'horizon minéral de surface; - déterminer la minéralogie des horizons B et C du sol; - quantifier la solubilité de la matrice minérale afin d'estimer les taux d'altération minérale et de libération des éléments nutritifs: - évaluer l'incidence de la minéralogie du sol sur la composition de la solution de sol et la nutrition des arbres: - confronter les résultats avec ceux produits par modélisation / Min. des Ressources naturelles du Québec / Coll.: C. Camiré (Univ. Laval); R. Ouimet (Min. des Ressources naturel-

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 / FODAR / 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 foumir 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 FeSO₄•7H₂O de solubilisation des métaux lourds dans les boues d'épuration

Le procédé de biolixiviation au FeSO₄•7H₂O 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 FeSO₄•7H₂O, 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

Évaluation de l'utilisation du produit algiboss de Chem.A.Co International pour hausser le rendement épuratoire des étangs aérés de la municipalité de St-Cyrille-de-Wendover

Le produit ALGI-BOSS a été testé avec succès pour améliorer le rendement épuratoire dans un étang d'épuration non-aéré des eaux usées dans l'étang de la Louisiane. L'action bénéfique semble avoir été le résultat d'une élimination des algues par l'action du sulfate de cuivre présent dans le produit.

Une étude récente menée dans nos laboratoires a également pu montrer que le produit ALGI-BOSS pourrait être efficace, notamment pour accroître l'enlèvement des indicateurs bactériens de la présence de pathogènes. Le projet consiste donc à tester l'utilisation du produit ALGI-BOSS à l'échelle de la station d'épuration de cette municipalité.

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.)

Description et exploration technologique du procédé DECO-BC pour la décontamination des boues d'épuration municipales

Les recherches ont portées sur le développement d'une variante des technologies de décontamination des boues municipales. Cette variante permet de contourner les difficultés reliées à la dégradation des équipements lors de la déshydratation des boues en milieu acide / Industrielle de l'environnement inc./ Coll.: J.F. Blais

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

Évaluation des sites d'enfouissement (Meloche) pour la génération des gaz méthane

Ce projet consiste à évaluer la production du gaz méthane à un site d'enfouissement (Meloche) au Québec avec la génération d'électricité comme un but futur. Une compagnie américaine de conseil, AMF Energy Systems Inc., a effectué les calculs du potentiel de la production du gaz et les suggestions techniques. Notre équipe à l'INRS-Eau a préparé la critique technique de ce rapport ainsi que des améliorations sur les suggestions techniques / Société de cogénération Meloche Inc. / Coll.: V. Sachdeva

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 les diverses concentrations en solides, les 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 fermentateurs 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 de procédé de production de Bt à partir de boues d'épuration dans un fermenteur de capacité de 10 litres et 70 litres afin de maximiser l'activité pesticide et minimiser le temps de fermentation / Bio-Sag inc. / Coll.: R.D. Tyagi, J.R. Valéro

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

Les forêts sont vulnérables à la défoliation très sévères causée par la tordeuse d'épinette (Chroistoneura fumiferana). L'application de Bacillus thuringiensis est considérée comme une très bonne solution à ce problème. Le coût actuellement élevé de ce produit en suspension ont amené à considérer les boues d'épuration comme substrat alternatif pour le production de Bt. Il a été démontré qu'à l'échelle du laboratoire, la sporulation et l'entomotoxicité du BT produit par les boues est comparable à celles des produits conventionnels. Toutefois des travaux de recherche sont requis pour améliorer la toxicité du produit ainsi que pour réduire le temps de production et le coût du produit / CRSNG, Ministère des Ressources Naturelles du Canada / Coll. R.D. Tyagi, J.R. Valéro

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 demières 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 concue 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 opérationalisation. La recherche a permis de faire le point sur les acquis technologiques, le reste à réaliser, et les risques technologiques / Fonds de développement technologique du Québec / Itec-Mineral / Coll.: J.F.Blais; R. Péloquin et F. Baril, (Bumigène) B. Côté, J. Larivée (ITEC-Mineral)

3.3.3 Contrôle

Denis COUILLARD

Solubilisation biologique des métaux lourds dans les sédiments fortement contaminés

Le dragage des voies navigables et des ports est souvent nécessaire pour permettre la navigation maritime. Des quantités importantes de sédiments sont draguées chaque année dans le système fluvial et la plupart de ceux-ci sont rejetés en eau libre. Cependant, une proportion de ces sédiments est trop contaminée pour un rejet en eau libre et le confinement en milieu terrestre est alors requis. Ce confinement est coûteux en plus de toujours présenter un risque de non-étanchéité à long terme qui pourrait amener la contamination de l'environnement. Un procédé biologique d'enlèvement des métaux lourds dans les boues d'épuration a été développé à l'INRS-Eau. Ce procédé est appliqué sur les boues aérobies ou anaérobies; ce qui laisse supposer qu'il pourrait être appliqué et optimisé pour la décontamination des sédiments. Les sédiments seraient traités dans des réacteurs installés sur des chalands puis neutralisés à pH=7, dépendamment de l'option de disposition envisagée, ils seront rejetés en eau libre, ce qui présente l'avantage d'un coût nul pour la disposition finale ou utilisés en milieu terrestre pour consolidation des berges, construction de route ou usage sur des terrains industriels. Des essais d'extraction sélective seront effectués sur les sédiments traités afin d'évaluer la diminution

de la quantité de métaux totaux et de la biodisponibilité des métaux via l'estimateur de remplacement de l'ion libre suite au procédé de décontamination. Le développement d'une méthode économique (le procédé biologique consomme 5 à 7 fois moins d'acide que les procédés chimiques) d'enlèvement des métaux des sédiments serait un mode de gestion beaucoup plus efficace et écologiquement convenable / CRSNG - Dépenses courantes

Jean-Pierre Villeneuve

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 destion 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) l'introdution d'un modèle hydraulique dans SWIFT capable de simuler la mise en charge des conduites, 2) l'impact des incertitudes sur la prévision de la pluie sur la performance de la gestion et 3) l'utilisation d'éventuelles mesures de débit en temps réel dans le réseau, afin d'augmenter la robustesse du simulateuroptimisateur SWIFT et de palier les incertitudes des mesures de précipitations. Enfin, il est prévu, dans une phase ultérieure, de regrouper les connaissances développées dans un système d'aide à la décision devant aider les gestionnaires de réseaux à utiliser le modèle de simulation et l'assister dans la prise de décision dans la réalisation d'aménagements / CRSNG Stratégique / Coll.: O. Banton, M. Leclerc. A. Mailhot, C. Blanchette, A. Bilodeau, S. Duchesne, E. Marceau, L. Vescovi, A. Ceciu, J.-C. Deutsch, P. Lavallée. C. Marcoux

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

Ce projet réalisé conjointement par les Consultants BPR et l'INRS-Eau vise à doter la Communauté Urbaine de Québec (CUQ) d'un système de contrôle des réseaux d'interception et des stations d'épuration qui permette de minimiser les charges polluantes déversées aux cours d'eau en réduisant les débordements des réseaux en temps de pluie et en optimisant le rendement des stations d'épuration. Pour ce faire, divers outils seront développés afin de prévoir les conditions conflictuelles et adverses d'opération, d'identifier et de valider les stratégies d'exploitation permettant de parer à ces situations et de mettre en place, à l'intention de l'opérateur, un outil d'aide à la décision / Communauté Urbaine de Québec (Les Consultants BPR) / Coll. C. Blanchette, A. Mailhot, P. Lavallée, C. Marcoux

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 demières 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 35 t 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

Évaluation d'opportunité d'une plate-forme de télédétection environnementale

Dans le but de promouvoir la commercialisation de la technologie RADARSAT et de permettre à l'industrie québécoise de développer leur compétence dans ce domaine technologique, l'Agence spatiale canadienne (ASC) a cherché à définir et mettre sur pied une plate-forme en télédétection environnementale liée à l'exploitation de RADAR-SAT. L'ASC a ainsi confié à l'Industrielle de l'environnement Inc et à ses partenaires (l'INRS-Eau et Sciences Ressources) le mandat d'identifier, d'analyser et de documenter les opportunités offertes auprès de huit sociétés et ministères (québécois et fédéraux) et de fournir l'information concernant la pertinence et la faisabilité technique de ces plates-formes. Pour se faire, une revue des domaines d'intérêts en environnement et des besoins en information spatiale des huit organismes ciblés a été effectuée. Un questionnaire a été préparé par Sciences Ressources et l'INRS-Eau pour identifier les domaines d'intérêt et les besoins ainsi que les niveaux de connaissance de la technologie RADARSAT. Une visite des organismes a suivi l'envoi du questionnaire et 18 personnes ont été rencontrées par Sciences Ressources. Dans un deuxième temps, l'équipe de télédétection de l'INRS-Eau procéda à l'évaluation de la faisabilité technique d'utiliser RADARSAT pour chacun des projets définis lors des rencontres. Un total de 21 projets ont été retenus. Parmis-ceux-ci, six projets pourraient faire l'objet d'une plate-forme environnementale à plus ou moins court terme / Industriel de l'environnement Inc. / Coll.: J.P. Fortin, Y. Gauthier; E. Salvano, B. Bussières (Sciences Ressources)

Développement et diffusion des technologies de télédétection, basées sur les micro-ondes, pour le suivi du couvert nival

Ce projet a deux volets. D'une part, évaluer le potentiel de diffusion des nouvelles technologies de télédétection (micro-ondes passives et actives) à la gestion des réservoirs hydroélectriques: application pour le suivi du couvert nival. Outre les travaux sur les dimensions théoriques du transfert technologique, nous préconisons une approche méthodologique, en trois étapes: une enquête de type DELPHI destinée à connaître les attentes des utilisateurs, une analyse multicritère pour retenir certains types de capteurs satellitaires et dégager un scénario optimal de mesure du couvert nival et une évaluation économique du scénario retenu, au niveau de l'entreprise hydroélectrique et de la collectivité nationale.

D'autre part, en collaboration avec le Centre climatique canadien, développer et valider un algorithme spécifique à la région de la rivière La Grande pour extraire l'équivalent en eau du couvert nival des données micro-ondes passives du capteur SSM/I. Pour ce faire, nous proposons d'évaluer et d'adapter les algorithmes publiés, d'étudier le rôle des différentes occupations du sol (forêt boréale, tourbières, lac. brûlis) à l'intérieur d'un même pixel (25 km), de suivre l'évolution temporelle (automne-hiver) de la température de brillance sur le bassin pour deux hivers (95-96 et 96-97) et de réaliser des cartes d'équivalent en eau pour les quatre hivers (1994 à 1997) pour lesquels nous avons des données de terrain (lignes de neige, données météo, températures du sol, description des caractéristiques du couvert nival) / Environnement Canada (Entente de collaboration - projet CRYSIS) / Coll.: J.L. Sasseville, J.P. Fortin

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 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. Lemercier (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 facon 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 inc. / Fonds l'environnement 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

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 inc. / CRIQ / Coll. : J.F. Blais; M. J. Hardy (CRIQ)

3.3.7 Infrastructures municipales

Jean-Pierre VILLENEUVE

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

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

Évaluation des besoins des municipalités québécoises en réfection et construction d'infrastructures d'eaux

Ce projet est réalisé conjointement par les équipes de l'INRS-Urbanisation et de l'INRS-Eau. Le mandat de L'INRS-Urbanisation a consisté à dresser, sur la base d'un questionnaire distribué à près de 200 municipalités au Québec, un portrait de l'état structural des infrastructures d'eau au Québec tant externes que souterraines. Ce bilan devait par la suite servir à estimer les besoins et les coûts de réfection et de réhabilitation de ces infrastructures à moven terme à l'échelle du Québec. Le mandat de l'INRS-Eau consistait à développer deux modèles. l'un pour l'aqueduc et l'autre pour l'égout, capable de prédire, sur la base des informations actuellement disponibles dans la plupart des municipalités, l'évolution de l'état structural des réseaux et ce sur des périodes de 5 à 20 ans. De plus, ces modèles permettent d'estimer l'impact sur l'état structural des réseaux de différents scénarios de remplacements. Ce modèle, développé à partir de données exhaustives recueillies auprès de sept municipalités, a ensuite été transposé et appliqué, dans un premier temps, à l'ensemble des municipalités couvertes par le questionnaire d'INRS-Urbanisation et, dans un deuxième temps, à l'ensemble des municipalités du Québec, Enfin, un logiciel a été développé qui permet de visualiser différentes données relatives aux réseaux (cartes) et d'effectuer des simulations afin d'estimer l'évolution de l'état structural en fonction de différents scénarios de remplacements / Ministère des Affaires Municipales du Québec / Coll. P.J. Hamel, M. Trépanier (INRS-Urbanisation), A. Mailhot, G. Pelletier, S. Duchesne, E. Musso, J.F. Tremblay

4.1 Maîtrises en sciences de l'eau

Avec mémoire, Pierre LAFRANCE 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 parfaire une recherche en présentant un mémoire, tout en orientant, au moyen d'un choix de trois cours, sa spécialisation dans un ou deux champs d'intérêt.

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

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

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

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'enseigne-ment 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 quarantecinq (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, 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, Ichtvologie, 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, Ichtvologie, 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 1996-1997, onze étudiants se sont inscrits au programme de deuxième cycle avec mémoire et six au profil sans mémoire. Durant la même année, onze étudiants ont obtenu leur diplôme de maîtrise en sciences de l'eau de l'Université du Québec, soit cinq avec mémoire et six 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 multi-disciplinaire 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 1996-1997, quatre nouveaux étudiants se sont inscrits au programme de doctorat, ce qui porte le total à trente-trois (33). 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

- Amokrane, H. et J.P. Villeneuve (1996). A numerical method for solving the water flow equation in unsaturated porous media. *Ground Water*, 34 (4): 666-674.
- Baghdadi, N., Y. Gauthier et M. Bemier (1997). Capability of multitemporal ERS-1 SAR data for wet-snow mapping. *Remote Sensing Environ.*, 60 (2): 174-186.
- Banton, O. et L.M. Bangoy⁴ (1996). A new method to determine storage coefficient from pumping test recovery data. *Ground Water*, 34 (5): 772-777.
- Beauchemin, S., R.R. Simard⁴ et D. Cluis (1996). Phosphorus sorption-desorption kinetics of soil under contrasting land uses. *J. Environ. Qual.*, 25 (6): 1317-1325.
- Bernier, M., Y. Gauthier et J.P. Dedieu⁵ (1996). Interprétation d'une image radar du satellite ERS-1 prise en période de fonte au Québec: illustration du phénomène de diffusion dans les hyperfréquences. Revue photo-interprétation, (1): 3-7.
- Blais, J.F., N. Meunier et R.D. Tyagi (1997). Simultaneous sewage sludge digestion and metal leaching at controlled pH. *Environ. Technol.*, 18 (5): 499-508.
- Chartier, M. et D. Couillard (1997). Biological process: the effects of initial pH, percentage inoculum and nutrient enrichment on the solubilization of sediment bound metals. Water Air Soil Pollut., 96: 249-267
- Delmas⁴, V., H.G. Jones, M. Tranter⁵ et R. Delmas⁴ (1996). The weathering of aeolian dusts in alpine snows. *Atmos. Environ.*, 30 (8): 1317-1325.

- Deschênes, L., P. Lafrance, J.P. Villeneuve et R. Samson⁵ (1996). Adding sodium dodecyl sulfate and *Pseudomonas aeruginosa* UG2 biosurfactants inhibits polycyclic aromatic hydrocarbon biodegradation in a weathered creosote-contaminated soil. *Appl Microbiol Biotechnol*, 46 (5-6): 638-646.
- Du, Y.G., R.D. Tyagi et R. Bhamidimarri⁵ (1996). Neural network analysis of the diffusional limitations in activated sludge flocs. *Process Biochem.*, 31 (8): 753-763.
- Du, Y.G., R.D. Tyagi et T.R. Sreekrishnan⁴ (1996). Operational strategy for metal bio-leaching based on pH measurements Closure. *J. Environ. Eng. ASCE*, 122 (9): 884-885.
- Dupuy⁵, A., O. Banton et M. Razack⁴ (1997).
 Contamination nitratée des eaux souterraines d'un bassin versant agricole hétérogène. 1- Évaluation des apports à la nappe (Modèle AgriFlux). Rev. Sci. Eau, 10 (1): 23-40.
- Fortin, V., J. Bernier et B. Bobée (1997). Simulation, Bayes, and bootstrap in statistical hydrology. *Water Resour.* Res., 33 (3): 439-448.
- Gangbazo⁵, G., A.R. Pesant⁴, D. Côté⁴, G.M. Barnett⁴ et D. Cluis (1997). Spring runoff and drainage N and P losses from hog-manured corn. *J. Am. Water Resour. Assoc.*, 33 (2): 405-411.
- GREHYS: Groupe de recherche en hydrologie statistique (1996). Inter-comparison of regional flood frequency procedures for Canadian rivers. *J. Hydrol.*, 186: 85-103.
- GREHYS: Groupe de recherche en hydrologie statistique (1996). Presentation and review of some methods for regional flood frequency analysis. *J. Hydrol.*, 186: 63-84.

⁴ Publication faite en collaboration avec des personnes externes à l'INRS-Eau

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

- Lafrance, P., O. Banton, H. Sabik⁴, S. Cooper⁴, P. Brousseau⁴ et M. Fournier⁴ (1996). Comparaison d'une méthode immuno-enzymatique avec la chromatographie en phase gazeuse pour le dosage d'échantillons dilués d'atrazine dans l'eau ruisselée. *Analysis*, 24 : 133-138.
- Laouali⁴, G., C. Delisle⁴, G. Vincent⁴ et D. Couillard (1996). Étude expérimentale de traitement des eaux usées par des lagunes facultatives et à hydrophytes libres au Niger. *Water Qual. Res. J. Canada*, 31(1): 37-51.
- Larocque, M. et O. Banton (1996). Using field data and simulation modeling to determine nitrogen cycle parameters. Soil Sci. Soc. Am. J., 60 (6): 1840-1845.
- Leclerc, M., P. Boudreau, J.A. Bechara⁵ et L. Belzile⁵ (1996). Numerical method for modelling spawning habitat dynamics of landlocked salmon, *Salmo salar*. *Regul Riv Res Manage*, 12 (2-3): 273-285.
- Madsen⁴, H., P. F. Rasmussen et D. Rosbjerg⁴ (1997). Comparison of annual maximum series and partial duration series methods for modeling extreme hydrologic events. 1. At-site modeling. *Water Resour. Res.*, 33 (4): 747-757.
- Mercier, G., M. Chartier et D. Couillard (1996). Strategies to maximise the microbial leaching of lead from metal contaminated aquatic sediments. Water Res., 30(10): 2452-2464.
- Munger, C. et L. Hare (1997). Relative importance of water and food as cadmium sources to an aquatic insect (Chaoborus punctipennis): implications for predicting Cd bioaccumulation in nature. Environ. Sci. Technol., 31 (3): 891-895.
- Ouarda, T.B.M.J., B. Bobée, P.F. Rasmussen et J. Bernier⁴ (1997). Comment on "Multiscaling and skew separation in regional floods" by David R. Dawdy and Vijay K. Gupta. *Water Resour. Res.*, 33 (1): 271-272.

- Padilla⁵, F., J. P. Villeneuve et J. Stein (1997). Simulation and analysis of frost heaving in subsoils and granular fills of roads. *Cold Reg. Sci. Technol.*, 25 (2): 89-99.
- Rasmussen, P.F., J.D. Salas⁴, L. Fagherezzi⁴
 J.C. Rassam⁴ et B. Bobée (1996).
 Estimation and validation of contemporaneous PARMA models for streamflow simulation. *Water Resour.*Res., 32 (10): 3151-3160.
- Rousseau, A.N., L.D. Albright⁴ et K.E. Torrance⁴ (1997). A short comparison of damping functions of standard low-Reynolds-number kappa-epsilon models. *J. Fluid Eng.*, 119 (2): 460-463.
- Sreekrishnan⁵, T.R., R.D. Tyagi, J.F. Blais, N. Meunier et P.G.C. Campbell (1996). Effect of sulfur concentration on sludge acidification during the SSDML process. *Water Res.*, 30 (11): 2728-2738.
- Sreekrishnan⁵, T. R., R.D. Tyagi, J.F. Blais, N. Meunier et P.G.C. Campbell (1996). Modeling bacterial decay coefficient during SSDML process. *J. Environ. Eng. ASCE*, 122 (11): 995-1002.
- Stein, J., G. Laberge⁴ et D. Levesque⁴ (1997).

 Monitoring the dry density and the liquid water content of snow using time domain reflectometry (TDR).

 Cold Reg. Sci. Technol., 25 (2): 123-136.
- Twiss, M.R. (1996). The importance of chemical speciation: From the bulk solution to the cell surface Comment. J. Phycol., 32 (5): 885-886.
- Twiss, M.R., P.G.C. Campbell et J.C. Auclair (1996). Regeneration, recycling, and trophic transfer of trace metals by microbial food-web organisms in the pelagic surface waters of lake Erie. *Limnol. Oceanogr.*, 41 (7): 1425-1437.

⁴ Publication faite en collaboration avec des personnes externes à l'INRS-Eau

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

- Tyagi, R.D., J.F. Blais, N. Meunier et H. Benmoussa (1997). Simultaneous sewage sludge digestion and metal leaching Effect of sludge solids concentration. *Water Res.*, 31 (1): 105-118.
- Tyagi, R.D., Y.G. Du et R. Bhamidimarri⁴ (1996). Dynamic behavior of the activated sludge process under shock loading: Application of the floc model. *Water Res.*, 30 (7): 1605-1616.
- Tyagi, R.D., N. Meunier et J.F. Blais (1996).
 Simultaneous sewage sludge digestion and metal leaching Effect of temperature. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 46: 422-431.
- van Bochove⁵, E., D. Couillard, M. Schnitzer⁴ et H.R. Schulten⁴ (1996). Pyrolysis-field ionization mass spectrometry of the four phases of cow manure composting. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 60 (6): 1781-1786.
- van Bochove⁵, E., H.G. Jones, F. Pelletier⁴ et D. Prévost⁴ (1996). Emission of N²O from agricultural soil under snow cover: A significant part of N budget. *Hydrol. Process*, 10 (11): 1545-1549.

5.2 Livres ou ouvrages collectifs

- Leclerc, M., H. Capra⁵, S. Valentin⁵, A. Boudreault⁴ et Y. Côté⁴ (1996). 2nd International Symposium on Habitat Hydraulics Proceedings/ 2ième Symposium international sur l'hydraulique et les habitats, Comptesrendus. Québec, INRS-Eau, 2 volumes.
- Rosbjerg⁴, D., N.E. Boutayeb⁴, A. Gustard⁴, Z. W. Kundzewicz⁴ et P.F. Rasmussen (1997) Sustainability of water resources under increasing uncertainty. (IAHS Publication; 240). Oxfordshire, UK, IAHS. 527 pages.
- Sparling⁴, E.W., T.P. Lowe⁴, and P.G.C. Campbell (1997). The ecotoxicology of aluminum to fish and wildlife. Dans: Research Issues in Aluminum Toxicity. pp. 47-68. Washington, DC, Taylor & Frances Publ.

5.3 Communications ou publications avec arbitrage

- Bangoy⁴, L.M., D. Richard⁴, M. Rheault⁴, D. Duchaine et O. Banton (1996). Acquisition et traitement des informations multi-sources pour la cartographie de la vulnérabilité des eaux souterraines. Dans: ESRA'96, L'eau souterraine en région agricole, actes du colloque internationale, pp. S7: 5-8. Poitiers, France, 9-12 septembre 1996. Université de Poitiers & INRS-Eau, Université du Québec.
- Banton, O. et P. Lafrance (1997). Application de la modélisation et des SIG à l'évaluation de la vulnérabilité des eaux souterraines et à la gestion des risques. Dans: Séminaire national HydOsystèmes Groupe français des pesticides: Produits phytosanitaires processus de transfert et modélisation dans les bassins versants, Belamie, R., Gouy, V. et Verrel, J.L., (Eds), pp. 167-185. Nancy, France, 22-23 mai 1996. Cachan, Fr. Cemagref Éditions.
- Beauchemin, S., R.R. Simard⁴ et D. Cluis (1996). Drainage water P concentrations in nine gleysolic soil series from the St-Lawrence lowlands. Dans: Canadian Society of Soil Science Conference Annual Conference, Lethbridge, Alb., 7-11 iuillet 1996.
- Beauchemin, S., R.R. Simard⁴ et D. Cluis (1996). Forms and concentrations in P in drainage water of 27 sites from the St-Lawrence lowlands. Dans: 88th Annual Meeting of the American Society of Agronomy (ASA), CSSA and SSSA, Indianapolis, IN, 3-8 novembre 1996.

⁴ Publication faite en collaboration avec des personnes externes à l'INRS-Eau

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

- Bernier, M. (1996). [Conférencière invitée].
 Application de la télédétection à la gestion des eaux souterraines. Dans:
 ESRA'96, L'eau souterraine en région agricole, actes du colloque internationale, pp. S 6: 1-4. Poitiers, France, 9-12 septembre 1996.
 Université de Poitiers & INRS-Eau, Université du Québec.
- Bernier, M. (1997). [Conférencière invitée]. Les principes de la télédétection et ses possibilités en agriculture. Dans: Colloque Nouvelles technologies en agriculture, Campus du Fort St-Jean, Saint-Jean-sur-le Richelieu, QC, 12 mars 1997.
- Bernier, M., J.P. Fortin, Y. Gauthier et N. Baghdadi (1996). Premilinary results on the validation of RADARSAT data for the monitoring of the snowpack parameters. Dans: PIERS: Progress in Electromagnetics Research Symposium Proceeding, p. 135. Innsbruck, Autr., 8-12 juillet 1996.
- Bobée, B. (1996). Chaire industrielle Hydro-Québec CRSNG en hydrologie statistique: introduction générale. Dans: 49e Conférence annuelle de l'Association canadienne des ressources hydriques: Développement durable et rationnel des ressources hydriques / Rational and Sustainable development of Water Resources, Delisle, C.E. et Bouchard, M.A., (Eds), pp. 19-23. Sainte-Foy, QC, 26-28 juin 1996.
- Boudreau, P., G. Bourgeois⁴, M. Leclerc, A. Boudreau⁴ et L. Belzile⁴ (1996). Two-dimensional habitat model validation based on spatial fish distribution: Application to Moisie river (Quebec, Canada). Dans: 2nd International Conference on Habitat Hydraulics, Proceedings / 2ième Symposium international sur l'hydraulique et les habitats, comptes-rendus, Leclerc, M., Capra, H., Valentin, S., Boudreault, A. et Côté, Y., (Eds), pp. B365-B380. Québec, INRS-Eau, 11-14 juin 1996.

- Bruneau⁴, P. et H. Perron (1996). Détermination des événements hydrologiques extrêmes (projet C3). Dans: 49e Conférence annuelle de l'Association canadienne des ressources hydriques: Développement durable et rationnel des res-sources hydriques / Rational and Sustainable development of Water, Delisle, C. E. et Bouchard, M. A., (Eds), pp. I: 44-53. Sainte-Foy, QC, 26-28 juin 1996.
- Campbell, P.G.C. (1996). [Conférencier invité]. How does the speciation of dissolved trace metals affect their bioavailability? a critical evaluation of the free-ion model. Dans: 4th International Conference of Transport, Fate and Effects of Silver in the Environment, Madison, WI, 25-28 août 1996.
- Campbell, P.G.C. (1996). [Conférencier invité]. Links between the speciation of dissolved trace metals and their bio-availability from the laboratory into the field. Dans: IAHS Publication: Internalional Symposium on Environmental chemistry and Toxicology, Sydney, Australie, 14-18 iuillet 1996.
- Cluis, D. (1996). [Conférencier invité].

 Vegetative buffer strips: Use,
 maintenance and efficiency. Dans:
 Quebec-Vermont Working
 Conference: Agricultural Water Quality
 Issues a bi-national perspective,
 Burlington, VT, 1-3 avril 1996.
- Cluis, D. et E. Quentin (1996). Intégration dans un système d'information géographique de données multisources pour l'étude d'un petit bassin agricole: le cas de la rivière Boyer (Québec, Canada). Dans: ESRA'96, L'eau souterraine en région agricole, actes du colloque internationale, pp. S 6: 17-20. Poitiers, France, 9-12 septembre 1996. Université de Poitiers & INRS-Eau, Université du Québec.

⁴ Publication faite en collaboration avec des personnes externes à l'INRS-Eau

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

- Croteau, M.N., A. Tessier et L. Hare (1997). [Conférenciers invités]. Predicting animal cadmium concentrations in nature using the free-ion activity model. Dans: American Society of Limnology and Oceanography, Santa Fe, NM, février 1997.
- De Sève, D., M. Bernier, J.P. Fortin et A. Walker⁴ (1996). Preliminary analysis of snow microwave radiometry using the SSM/I passive microwave data: The case of La Grande river watershed (Quebec). Dans: International Symposium on Representation of the Cryosphere in Climate and Hydrological Models, Université de Victoria, Victoria, B.-C.., 12-15 août 1996.
- Delage⁴, L., J. Ayele⁴, M. Mazet⁴, O. Banton et P. Lafrance (1996). Rôle du carbone organique et des substances humiques dissoutes dans le devenir de l'herbicide atrazine dans les sols. Dans: *ESRA'96*, L'eau souterraine en région agricole, actes du colloque internationale, colloque, pp. S 3: 5-8. Poitiers, France, 9-12 septembre 1996. Université de Poitiers & INRS-Eau, Université du Québec.
- Delay⁴, F., G. Porel⁴ et O. Banton (1996). Simulations géostatistiques de réservoirs: comment les rendre applicables aux cas concrets. Dans: ESRA'96, L'eau souterraine en région agricole, actes du colloque internationale, colloque, pp. S6: 21-24. Poitiers, France, 9-12 septembre 1996. Université de Poitiers & INRS-Eau, Université du Québec.
- Delmas⁴, J., H.G. Jones, M. Tranter⁴ et R. Delmas⁴ (1996). The weathering of aeolian dust in Alpine Snows. Dans: 22nd Annual Meeting of the Canadian Geophysical Union, Banff, Alb., mai 1996.

- Ding, Y., J. Martz⁴, R. Pomeroy⁴, R. Granger⁴, R. Janowicz⁴ et P. Taylor⁴ (1997). Process modeling strategies in the Wolf Creek watershed. Dans: Rencontre scientifique conjointe de l'Union géophysique canadienne, section hydrologie, des congrès de l'Est et de l'Ouest sur la neige, Banff, Alb., 4-9 mai 1997.
- Duchemin, M., M. Lachance, G. Morin et R. Lagacé⁴ (1997). Modélisation spatiale et temporelle de l'érosion hydrique et du transport des solides en suspension. Dans: Conférence conjointe Société canadienne de génie civil et Société canadienne de génie rural, Sherbrooke, QC, 28-30 mai 1997.
- Dupuy⁵, A., O. Banton et M. Razack⁴ (1996). Suivi et modélisation de la contamination nitratée d'un aquifère des Deux-Sèvres (site expérimental du Bourdet). Dans: *ESRA'96. L'eau souterraine en région agricole, actes du colloque internationale, colloque*, pp. S 4: 21-24. Poitiers, France, 9-12 septembre 1996. Université de Poitiers & INRS-Eau, Université du Québec.
- Durocher⁴, M. et M. Haché (1996). Validation des apports naturels historiques (projet C1). Dans: 49e Conférence annuelle de l'Association canadienne des ressources hydriques: Développement durable et rationnel des ressources hydriques / Rational and Sustainable development of Water, Delisle, C. E. et Bouchard, M. A., (Eds), pp. 24-33. Sainte-Foy, QC, 26-28 juin 1996.
- Fortin, J.P., M. Bernier et J.P. Dedieu⁵ (199. Interpretation of ERS-1 and RADARSAT data using simulations of scattering processes from dry and wet snow snowpacks. Dans: *PIERS: Progress in Electromagnetics Research Symposium Proceedings*, p. 133. Innsbruck, Autr., 8-12 juillet 1996.

⁴ Publication faite en collaboration avec des personnes externes à l'INRS-Eau

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

- Fortin, V. et B. Bobée (1996). A C⁺⁺ library for fuzzy sensitivity analysis and multiple fuzzy linear regression. Dans: 11th International Conference 96 (AIENG XI) on Application of Artificial Intelligence in Engineering, Proceeding, Adey, Trzevski and Sunol, (Eds), pp. 485+495. Clearwater, FL, 11-13 septembre 1996.
- Gagné⁵, P., P. Lafrance et O. Banton (1996). Réduction de l'exportation d'herbicides par ruissellement de surface avec l'application de travaux réduits du sol et de traitement phytosanitaire en bandes pour la culture du maïs. Dans: 10e Congrès de l'Association québécoise des spécialistes en sciences du sol, St-Hyacinthe, QC, 16-18 octobre 1996.
- Gangbazo⁵, G. et D. Cluis (1996). Les défis de la gestion intégrée de l'eau par bassin versant en milieu rural. Dans: *ESRA'96, L'eau souterraine en région agricole, actes du colloque internationale*, pp. S 1: 33-36. Poitiers, France, 9-12 septembre 1996. Université de Poitiers & INRS-Eau, Université du Québec.
- Gauthier, Y. (1997). Détection par radar des zones à risque de gel pour les luzemières. Dans: Colloque Nouvelles technologies en agriculture, pp. 135-144. Campus du Fort St-Jean, Saint-Jean-sur-Richelieu, QC, 12 mars 1997.
- Gauthier, Y., Y. Secretan et M. Leclerc (1997).

 Construction d'un modèle numérique d'évaluation pour l'analyse de crues majeures à l'aide du logiciel MODELEUR. Dans: 9e Symposium international de géomatique, actes, Ottawa, Can., mai 1997.
- Gignac⁴, C., B. Larouche⁴ et G. Morin (1997).
 Comparison of flow forecast precision using an hydrologic model with and without a statistical and deterministic updating procedure the Mistassini river case. Dans: International Conference on Water Resources and Environment Research Proceedings: Towards the 21st Century, Kyoto, Jap, 29-31 octobre 1996.

- Haché, M. et B. Larouche⁴ (1996). Validation des niveaux en temps réel. Dans: 49e Conférence annuelle de l'Association canadienne des ressources hydriques: Développement durable et rationnel des ressources hydriques / Rational and Sustainable development of Water, Delisle, C. E. et Bouchard, M. A., (Eds), pp. 71-80. Sainte-Foy, QC, 26-28 juin 1996.
- Hare, L., A. Tessier et M.N. Croteau (1996).

 Using the free-ion activity model to predict animal cadmium concentrations in nature. Dans: Aquatic Toxicity Workshop, Calgary, Alb
- Hare, L., L. Warren et A. Tessier (1996). Do insects obtain their cadmium from sediment or overlying water? Dans: SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemis-try) 17th Annual Meeting, Washington, DC., 17-21 novembre 1996.
- Hoang⁴, V.D., P.F. Rasmussen, R. Laurence⁴ et T.B.M.J. Ouarda (1996). Apport des méthodes statistiques pour planifier la décroissance des réseaux hydrométriques. Dans: 49e Conférence annuelle de l'Association canadienne des ressources hydriques: Développement durable et rationnel des ressources hydriques / Rational and Sustainable development of Water, Delisle, C.E. et Bouchard, M.A., (Eds), pp. 81-90. Sainte-Foy, QC, 26-28 juin 1996.
- Jones, H.G. (1996). The ecology of snow-covered systems: Snow and the mediation of nutrient cycling. Dans: International Symposium to celebrate the 60th Anniversary of the Federal Institute for Snow and Avalanche Research of Switzerland, Davos, Suisse, novembre 1996.

⁴ Publication faite en collaboration avec des personnes externes à l'INRS-Eau

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

- Jones, H.G. et J.W. Pomeroy⁴ (1996). Celtic emigration to North America: Climate and colonisation, a case study of failure and success in early Welsh colonies. Dans: 1er Colloque interceltique d'hydrologie et de gestion des eaux, actes: Hydrologie dans les pays celtiques, Rennes, Bretagne, 1996. Rennes, Éditions INSA 95-97.
- Jones, H.G., E. van Bochove⁵, E. Pattey⁴, M. J. Edwards⁴, R.L. Desjardins⁴, F. Pelletier⁵, P. Rochette⁴ et D. Prévost⁴ (1996). Two techniques to measure nitrous oxide emissions during snowmelt from clay loam soil in Eastem Canada. Dans: 88th Annual Meeting of ASA, CSSA and SSSA, Indiana-polis, IN, 3-8 novembre 1996.
- Lafrance, P. et O. Banton (1997). Évaluation in situ de l'impact de pratiques culturales sur la persistance et l'exportation d'herbicides. Dans: Séminaire national Hydo-systèmes Groupe français des pesticides: Produits phytosanitaires processus de transfert et modélisation dans les bassins versants, Belamie, R., Gouy, V. et Verrel, J.L., (Eds), pp. 227-235. Nancy, France, 22-23 mai 1996. Cachan, Fr, Cemagref Éditions.
- Lagacé⁴, R., R. Boukchina⁴, F. Salehi⁴, A.M. Laroche⁴, A. Pesant⁴ et D. Cluis (1997). Quelques aspects de la qualité de l'eau d'un petit bassin versant agricole. Dans: Seminario international sobre el manejo de los recursos hidricos, pp. 19. Toluca, Mx, 10-12 avril 1997.
- Leclerc, M., T.B.M.J. Ouarda, Y. Secretan, M. Heniche, G. Morin, J.P. Fortin, M. Lapointe⁴ et J. Morin (1997). Towards a comprehensive multidisciplinary modeling approach for flood plain management in the perspective of sustainable development. Dans: International Seminar of Water Resources Management Canada Latina America, Proceedings, Centro Americano de Recursos del Agua, Toluca, Mx, mars 1997.

- Martin, D. (1996). Analyse multicritère de capteurs satellitaires et aéroportés pour le suivi du couvert nival. Dans: 53rd Annual meeting of the Eastern Snow Conference Proceedings, pp. 67-81. Williamsburg, VA, 2-3 mai 1996.
- Martin, D., M. Bernier et J.L. Sasseville (1996). Survey on expectations of actual and potential users of remote sensing technologies in hydrology. Dans: Third International Workshop Proceedings on Application of Remote Sensing in Hydrology, NHRI Symposium no 17, pp. 167-181. NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD, 16-18 octobre 1996.
- Mathier⁵, L., R. Roy et B. Bobée (1996).
 Probabilistic analysis of low flow conditions using simulated data.
 Dans: 6e International Conference Hydrosoft 96 on Hydraulic Engineering Software, Penang, Malaysie, 10-12 septembre 1996.
- Mejbri⁵, R., G. Matejka⁴ et P. Lafrance (1996).
 Composition de la matière organique des lixiviats de décharge: effet du lagunage aéré. Dans: 17e Édtion Journées information eaux APTEN-Poitiers, Poitiers, Fr, 18-20 septembre 1996.
- Montminy⁵, M., M. Larocque, O. Banton et P. Lafrance (1996). PestiFlux, un outil d'évaluation des pertes environnementales de pesticides intégré au logiciel AgriFlux (HydriFlux, NitriFlux). Dans: ESRA'96, L'eau souterraine en région agricole, actes du colloque internationale, colloque, pp. S 3: 25-28. Poitiers, France, 9-12 septembre 1996. Université de Poitiers & INRS-Eau, Université du Québec.

⁴ Publication faite en collaboration avec des personnes externes à l'INRS-Eau

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

- Morin, J., M. Leclerc, Y. Secretan et P. Boudreau (1996). Integrated two-dimensional macrophytes hydrodynamic modeling application to lake Saint-François (St-Lawrence river, Quebec, Canada). Dans: 2nd International Conference on Habitat Hydraulics, Proceedings / 2ième Symposium international sur l'hydraulique et les habitats, comptesrendus, Leclerc, M., Capra, H., Valentin, S., Boudreault, A. et Côté, Y., (Eds), pp. B187-B203. Québec, QC, 11-14 juin 1996. Québec, INRS-Eau.
- Munger, C., L. Hare et A. Tessier (1996). Food versus water as cadmium sources to Chaoborus larvae. Dans: SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) 17th Annual Meeting, Washington, DC, 17-21 novembre 1996.
- Munger, C., L. Hare et A. Tessier (1997). [Conférenciers invités]. Water versus food as sources of cadmium to larvae of the insect *Chaoborus*. Dans: *Americal Society of Limnology and Oceanography*, Santa Fe, NM, février 1997.
- Ouarda, T.B.M.J. et J.L. Bisson⁵ (1996). Régionalisation des événements hydrologiques extrêmes (projet C5). Dans: 49e Conférence annuelle de l'Association canadienne des ressources hydriques: Développement durable et rationnel des ressources hydriques / Rational and Sustainable development of Water, Delisle, C. E. et Bouchard, M. A., (Eds), pp. 62-70. Sainte-Foy, QC, 26-28 juin 1996.
- Ouarda, T.B.M.J., P.F. Rasmussen et B. Bobée (1997). Hydrometric data collection system rationalisation: Design of the networks of the future. Dans: International Conference on Water Resources and Environment Research Proceedings: Towards the 21st Century, pp. v1: 563-570. Kyoto, Jap, 29-31 octobre 1996.

- Perreault, L. et D. Tremblay⁴ (1996). Projet C2: Étude des séries d'apports énergétiques. Dans: 49e Conférence annuelle de l'Association canadienne des ressources hydriques: Développement durable et rationnel des ressources hydriques / Rational and Sustainable development of Water, Delisle, C. E. et Bouchard, M. A., (Eds), pp. 34-43. Sainte-Foy, QC, 26-28 juin 1996.
- Pomeroy⁴, J.W. et H.G. Jones (1996). The influence of snow on the Welsh settlements of North America. Dans: 53rd Annual meeting of the Eastern Snow Conference Proceeding, pp. 181-188. Williamsburg, VA, 2-3 mai 1996.
- Rasmussen, P.F., L. Fagherazzi⁴ et J.C. Rassam⁴ (1996). Élaboration d'un modèle stochastique appliqué aux grands systèmes hydriques. Dans: 49e Conférence annuelle de l'Association canadienne des ressources hydriques / Rational des ressources hydriques / Rational and Sustainable development of Water, Delisle, C.E. et Bouchard, M.A., (Eds), pp. 53-61. Sainte-Foy, QC, 26-28 juin 1996.
- Rasmussen, P.F., T.B.M.J. Ouarda et B. Bobée (1997). Méthodologies de rationalisation des réseaux hydrométriques. Dans: IAHS 97 Fifth Scientific Assembly: Sustainability of Water Resources under Increasing Uncertainty, Rosbjerg, D., Boutayeb, N.E., Gustard, A., Kundzewicz, Z.W. et Rasmussen, P.F., (Eds), pp. 311-320. Rabat,, 23 avril au 3 mai 1997. Wallingford, G.-B., IASH.
- Rasmussen, P.F., T.B.M.J. Ouarda, M. Haché, J.L. Bisson⁴ et B. Bobée (1997). Stochastic modeling of f orecasted stream-flows. Dans: 17th Annual Hydrology Days, Proceedings of the AGU, Morel-Seytoux, H.J. (Ed) pp. 273-282. Colorado State University, Fort Collins, CO, 14-18 avril 1997.

⁴ Publication faite en collaboration avec des personnes externes à l'INRS-Eau

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

- Rassam⁴, J.C., T.B.M.J. Ouarda et L. Fagherazzi⁴ (1996). Risque et fiabilité en hydrologie (projet C6). Dans: 49e Conférence annuelle de l'Association canadienne des ressources hydriques: Développement durable et rationnel des ressources hydriques / Rational and Sustainable development of Water, Delisle, C.E. et Bouchard, M.A., (Eds), pp. 91-99. Sainte-Foy, QC, 26-28 juin 1996.
- Rousseau, A.N., A. Mailhot, J. Dupont⁵ et J.P. Villeneuve (1997). Development of an integrated watershed management software for decision makers: The GIBSI project. Dans: *American Geophysical Union (AGU) Conference, spring meeting*, Baltimore, MD, 27-30 mai 1997.
- Rousseau, A.N., A. Mailhot, S. Masiscotte, J. Dupont⁵ et J.P. Villeneuve Développement d'un système informatisé d'aide à la gestion intégrée de la ressource eau à l'échelle du bassin versant: le projet GIBSI. Dans: 12e Congrès de l'Est de l'Association canadienne sur la qualité de l'eau / 12th Eastern Regional Conference of Canadian Association on Water Quality, Université du Québec à Trois-Rivières, TR, 1er novembre 1996.
- Rousseau, A.N., A. Mailhot, S. Massicotte, J.F. remblay, P. Bolduc, M. Duchemin, J. Dupont⁵, R. Turcotte et J.P. Villeneuve (1997). GIBSI- A watershed-based software system for water resources management. Dans: Conférence conjointe Société canadienne de génie civil et Société canadienne de génie rural, Sherbrooke, QC, 28-30 mai 1997.
- Secretan, Y. (1997). [Conférencier invité]. Éléments finis, programmation orientée-objet, logiciels scientifiques: l'expérience de l'INRS-Eau. Dans: GIREF 8ième Journée des éléments finis, Sainte-Foy, QC, Université Laval, mai 1997.

- Secretan, Y. (1996). Programmation orientéeobjet et logiciels de calcul par éléments finis. Dans: Séminaire international, Besançon, Fr, Université de Franche-Comté, octobre 1996.
- St-Hilaire, A., D. Caissie⁴, G. Morin et N. El-Importance of Jabi (1996). hydrological models in habitat issues: Comparison between a stochastic and a deterministic at Catamaran Brook (New-Bunswick). Dans: 2nd International Conference on Habitat Hydraulics, Proceedings / 2ième Symposium international sur l'hydraulique et les habitats, comptes-rendus, Leclerc, M., Capra, H., Valentin, S., Boudreault, A. et Côté, Y., (Eds), pp. A409-A420. Québec, QC, 11-14 juin 1996. Québec, INRS-Eau.
- Tessier, A. (1996). Reactions of trace metals in lake sediments. Dans: 3rd International Conference on transport, Fate and Effects of Silver in the Environment, pp. 203-206. Washington, DC, 1996.
- Tessier, A. et L. Hare (1996). Prediction of animal cadmium concentrations in insects. Dans: 7th International Symposium The Interactions between Sediments and Water, Milan, It., 22-25 septembre 1996.
- Twiss, M. R. et P. G. C. Campbell (1997).

 Trace metal cycling in the surface waters of lake Erie: Linking ecological and geo-chemical fates. Dans: Société canadienne de limnologie, Ottawa. Can, 2-4 janvier 1997.
- van Bochove⁵, E., H.G. Jones, N. Bertrand⁴, F. Pelletier et D. Prévost⁴ (1997). Processes for the production and emission of greenhouse gases from snow cover agricultural soil in Eastern Canada. Dans: 23rd Annual meeting of the Canadian Geophysical Union, Banff, Alb., mai 1997.

⁴ Publication faite en collaboration avec des personnes externes à l'INRS-Eau

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

- van Bochove⁵, E., H. G. Jones, F. Pelletier⁴ et D. Prévost⁴ (1996). Emissions of greenhouse gases during winter and spring from cultivated field and an adjacent forest site in Eastern Canada. Dans: 88th Annual Meeting of American society of agronomy (ASA), CSSA and SSSA, Indianapolis, IN, novembre 1996.
- Vézina⁴, L., P. Lafrance, O. Banton et M. Trudelle⁴ (1996). Influence du travail primaire du sol et des programmes de désherbage sur les populations de mauvaises herbes et le rendement du maïs-grain et de l'orge. Dans: Société de protection des plantes du Québec, Congrès 1996: La lutte physique en phytoprotection, Québec, QC, 6-7 juin 1996.
- Vigneault, B. et P.G.C. Campbell (1997). Interactions of dissolved organic matter at biological surfaces: mechanisms and implications. Dans: 36th Northeast Algal Symposium, Woods Hole, MD, 26-27 avril 1997.
- Warren, L., A. Tessier et L. Hare (1996).
 Sediment or overlying water as sources of cadmium for aquatic invertebrates.
 Dans: 7th International Symposium The Interactions between Sediments and Water, Milan, It., 22-25 septembre 1996.

5.4 Communications ou publications sans arbitrage

Baghdadi, N., M. Bernier, R. Gauthier et I. Neeson (1997). Detection and mapping of wetland from multi-temporal polarimetric data. Dans: Symposium international: La géomatique à l'ère de RADARSAT, Ottawa, Can, 25-30 mai 1997.

Bernier, M. (1996). [Conférencière invitée]. Application de la télédétection à la gestion des eaux souterraines. Dans: INRS-Géoressources, Conférence-Midi, Sainte-Foy, QC, 25 octobre 1996.

- Bernier, M. (1997). [Conférencière invitée]. L'imagerie RADAR et le suivi du couvert nival. Dans: Cours en télédétection et SIG, Québec, QC, Cégep de Limoilou, 24 février 1997.
- Bernier, M. (1996). [Conférencière invitée].
 Suivi des caractéristiques du couvert
 nival à l'aide des micro-ondes actives
 (ERS-1, RADARSAT) et passives
 SSM/I. Sherbrooke, QC, Université de
 Sherbrooke, CARTEL, 13 décembre
 1996.
- Bernier, M. (1997). [Conférencière invitée]. Suivi des caractéristiques du couvert nival à l'aide des micro-ondes actives (ERS/1, RADARSAT) et passives (SSM/I) sur le bassin de la rivière La Grande. Dans: Conférence-Midi du Centre d'études nordi-ques, Sainte-Foy, QC, Université Laval, 28 février 1997.
- Bernier, M., J.F. Fortin, Y. Gauthier, N. Baghdadi, R. Gauthier⁴, Y. Tremblay⁴ et P. Vincent⁴ (1997). Suivi du couvert nival à l'aide des données de RADARSAT. Dans: Symposium international: La géomatique à l'ère de RADARSAT, Ottawa, Can, 25-30 mai 1997.
- Bobée, B., M. Slivitzky⁵ et J.P. Villeneuve (1996). Inondations au Saguenay -Lac Saint-Jean: les effets désastreux d'une combinaison de facteurs. *Journal Le Soleil*, (4 septembre 1996).
- Dedieu⁵, J.P., M. Bernier, J.P. Fortin, I. Pons⁴ et B. Camps⁴ (1997). Apport des données radar SIR-C pour évaluer les propriétés du couvert neigeux dans les Alpes françaises: résultats préliminaires. Dans: 7e Symposium international de la Société internationale de photogrammétrie et de télédétection: Mesures physiques et signatures en télédétection, Courchevel, Fr, 7-11 avril 1997.
- Errecalde, O. et P.G.C. Campbell (1997).

 Toxicity of Cd and Zn to a representative unicellular alga in enhanced in the presence of low molecular weight metabolites such as citrate or alanine. Dans: Canadian Network of Toxicology Centres, Annual Research Symposium, Toronto, Ont., 23-25 mars 1997.

⁴ Publication faite en collaboration avec des personnes externes à l'INRS-Eau

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

- Fortin, C., P.G.C. Campbell et J. Gauthier (1996). An ion-exchange technique for free-metal ion measurements: applications to complex aqueous media. Dans: Canadian Network of Toxicology Centres, Annual Research Symposium, Toronto, Ont., 30 avril-1er mai 1996.
- Fortin, J.P., M. Bernier, D. De Sève et S. Lapointe (1997). Estimation de caractérisation de surface au niveau sous-pixel à partir de données simulées des futurs capteurs Bégétation et HRVIR du satellite SPOT-4. Dans: Symposium international: La géomatique à l'ère de RADARSAT, Ottawa, Can, 25-30 mai 1997.
- Gauthier, J., C. Fortin et P.G.C. Campbell (1996). Effect of natural organic matter (fluvic acid) on bioaccumulation of cadmium in fish: testing the free-ion model. Dans: Canadian Network of Toxicology Centres, Annual Research Symposium, Toronto, Ont., 30 avril-1er mai 1996.
- Martin, D., J.L. Sasseville et M. Bernier (1977).

 La diffusion commerciale des applications des technologies satellitaires: le cas de RADARSAT I pour la gestion des barrages. Dans: Symposium international: La géomatique à l'ère de RADARSAT, Ottawa, Can, 25-30 mai 1997.

Rasmussen, P.F. et B. Bobée (1997). Estimation statistique des crues; risque hydrologique. Dans: Colloque sur la gestion des barrages, Université Laval, Sainte-Foy, QC, 28 février 1997.

Secretan, Y. (1997). Éléments finis en C**: une approche inspirée des STL. Dans: GIREF - Séminaire, Sainte-Foy, QC, Université Laval, février 1997.

Stein, J., J. Martz⁴ et Y. Ding (1997). VSAS2 model results: links to regional model. Dans: *Canadian GEWEX Workshop*, Saskatoon, Sask, 22-26 mars 1997.

Vigneault, B. et P.G.C. Campbell (1997).
Dissolved organic matter and biological surfaces interactions: Mechanisms and implications. Dans: 11th Environmental Science and Engineering Research Conference, Gananoque, Ont., 16-18 février 1997.

Vigneault, B., J. Gauthier et P.G.C. Campbell (1997). Influence of dissolved organic matter on cadmium bioavailability. Dans: Canadian Network of Toxicology Centres, Annual Research Symposium, Toronto, Ont., 23-25 mars 1997.

Vigneault, B., M.R. Twiss, K.J. Wilkinson et P.G.C. Campbell (1996). Living cells and dissolved organic matter interactions. Dans: 10th Environmental Science and Engineering Research Conference, Gananoque, Ont., 6-8 février 1996.

5.5 Rapports internes

Abi-Zeid, I., L. Mathier⁵ et B. Bobée. (1996).

La génération de données
synthétiques: comparaison des
approches directes et indirectes.
Québec, INRS-Eau, 77 pages.

Ballay⁴, S., L. Perreault et B. Bobée. (1996). Loi des fuites. Québec, INRS-Eau, 93

pages.

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.

Bourgeois⁴, G., P. Boudreau, A. Boudreault⁴ et M. Leclerc. (1996). Validation de la modélisation de l'habitat salmonicole au site Taoti sur la rivière Moisie. Québec, INRS-Eau, 49 pages, 2

annexes.

Cluis, D. et C. Laberge⁵. (1996). Regional trend detection and power analyses for chemical parameters monitored at the CWS LRTAP biomonitoring sites in Algoma, Muskoka and Sudbury (1988-1995). Québec, INRS-Eau, 56 pages.

Cluis, D., C. Laberge⁵, E. Gagnon⁴ et J. Deblois⁴. (1997). *Utilisation des réseaux de neurones sur des données de solubilisation des métaux lourds dans un réacteur en continu*. Québec,

INRS-Eau, 45 pages.

⁴ Publication faite en collaboration avec des personnes externes à l'INRS-Eau

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

Fortin, V. et B. Bobée. (1996). Incertitude sur le débit mesuré à l'aide d'un courant après AFFRA. Québec, INRS-

Eau, 72 pages.

Fortin, V., T.B.M.J. Ouarda, P.F. Rasmussen et B. Bobée. (1996). Revue bibliographique des méthodes de prévisions des débits. Québec, INRS-Eau, 26 pages.

Haché, M., L. Perreault et B. Bobée. (1996). Validation des apports naturels historiques, projet C1. Québec, INRS-

Eau, 223 pages.

Haché, M., L. Perreault, L. Rémillard⁴ et B. Bobée. (1996). Analyse de fréquence des précipitations maximums saisonnières. Québec, INRS-Eau, 196 pages.

Haidar⁴, A., D. Cluis et E. Quentin. (1996).

Apport de la géomatique pour localiser
les zones à risque de pollution du Loiret
et de la rivière Boyer. Québec, INRS-

Eau, 139 pages.

INRS-Eau, M. Leclerc et al. (1997). Simulation hydrodynamique et bilan sédimentaire des rivières Chicoutimi et des Ha! Ha! lors des crues exceptionnelles de juillet 1996. Québec, INRS-Eau, 182 pages.

ITEC-MINERAL Inc. (1996). Modélisation et évaluation technico-économique préliminaire d'une nouvelle technologie de traitement de résidus et minerais d'arsénopyrites aurifères. Québec, INRS-Eau, 11 pages, 2 annexes.

Rapport confidentiel.

ITEC-MINERAL Inc. (1996). Modélisation et évaluation technico-économique préliminaire d'une nouvelle technologie de traitement de résidus et minerais de chromite contenant des métaux du groupe platine (PGM). Québec, INRS-Eau, 11 pages, 2 annexes. Rapport confidentiel.

Leclerc, M. (1997). Méthode écohydrologique de détermination des débits réservés pour la protection des habitats du poisson dans les rivières du Québec. Québec, INRS-Eau, 83 pages, 8 annexes. Leclerc, M., Y. Roy et Y. Secretan. (1996).

Projet METRIQUE. 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 no 2.

Québec, INRS-Eau, 36 pages..

Leclerc, M., Y. Secretan, M. Heniche, Y. Roy

Leclerc, M., Y. Secretan, M. Heniche, Y. Roy et al. (1996). Projet MÉTRIQUE: bilan scientifique, rapport d'étape no 3: 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. Québec, INRS-Eau, 237 pages.

Martin, D. et M. Bernier. (1997). Enquête destinée à connaître et à quantifier les attentes des utilisateurs de technologies satellitaires en vue du suivi du couvert nival. Québec, INRS-

Eau, 56 pages, 1 annexe.

Morin, G., W. Sochanski et P. Paquet. (1996).

Modélisation hydrologique et prévision
en temps réel des apports des
bassins versants Chute du diable et
Mistassini à l'aide du modèle
Cequeau. Québec, INRS-Eau, 221
pages.

Ouarda, T.B.M.J., P.F. Rasmussen et B. Bobée (1996). Rationalisation du réseau hydrométrique de la province de Québec pour le suivi des changements climatiques. Québec,

INRS-Eau, 71 pages.

Painchaud⁴, R., C. Sauvageau⁴, M.J. Labrie, G. Salera, D. Couillard, M. Chartier, G. Mercier, G. Roberge, J. Lapointe⁴, B. Delisle⁴ et S. St-Laurent⁴. (1997). Décontamination des cendres volantes d'incinérateur de déchets municipaux. Québec, INRS-Eau, 86 pages, 7 annexes. Rapport confidentiel.

Pelletier, G., A. Mailhot et J.P. Villeneuve. (1997). Évaluation des besoins des municipalités québécoises en réfection et construction d'infrastructures d'eaux. Québec, INRS-Eau, 11 pages. Rapport confidentiel.

⁴ Publication faite en collaboration avec des personnes externes à l'INRS-Eau

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

Perreault, L., B. Bobée et P.F. Rasmussen. (1997). Les lois de Halphen. Québec, INRS-Eau, Chaire en hydrologie statistique, 151 pages.

Perreault, L., M. Haché et B. Bobée. (1996). Analyse statistique des séries d'apports énergétiques. Québec, INRS-Eau, Chaire en hydrologie statistique, 183 pages.

Perreault, L., M. Haché et B. Bobée. (1996). Stationnarité et modélisation de la série d'apports énergétiques annuels agrégés: synthèse des principaux résultats et recommandations dans le cadre du projet C2. Québec, INRS-Eau, Chaire en hydrologie statistique,31 pages.

Perreault, L., M. Haché, L. Rémillard et B. Bobée. (1996). Analyse de fréquence des volumes de crue et des apports maximums. Québec, INRS-Eau, Chaire en hydrologie statistique, 68 pages.

Rasmussen, P.F., L. Fagherazzi⁴, R. Duquette⁴, P. Legendre⁴ et L. Perreault. (1996). Détermination de séries mensuelles types pour le modèle Minerve - Phase 1. Québec, INRS-Eau, Chaire en hydrologie statistique, 59 pages.

Rasmussen, P.F., T.B.M.J. Ouarda, B. Bobée et D. Moisa4. (1996). Estimation du débit journalier à des sites non jaugés. Application aux stations hydrométriques situées aux tributaires du fleuve Saint-Laurent. Québec, INRS-Eau, Chaire en hydrologie statistique, 104 pages.

Villeneuve, J.P., E. Musso, S. Duchesne, G. Pelletier et A. Mailhot. (1997). Évaluation des besoins des municipalités québécoises en réfection et construction d'infrastructures d'eaux. Québec, INRS-Eau, 17 pages, 3 annexes. *Rapport confidentiel*.

5.6 Rapport interne

Fortin, C. et P.G.C. Campbell. (1997). Détermination de constantes conditionnelles de formation entre le cadmium et les phyto-chélatines HMPC2 et HMPC3. Québec, INRS-Eau, 28 pages.

5.7 Thèses de doctorat et mémoires de maîtrise

- April, M.H. (1996). Impact de travaux primaires du sol et du mode de pulvérisation des herbicides sur la persistance de l'atrazine et du métolachlore. [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)]. Québec, Université du Québec, 135 pages. P. Lafrance Directeur:
- Beauchemin, S. (1996). Évaluation du risque de lessivage du phosphore dans les sols agricoles. [Thèse de Doctorat es Sciences (Eau)]. Québec, Université du Québec, 154 pages. **Directeur: D. Cluis** Co-directeur: Régis Simard
- Benmoussa, H. (1997). Étude conjointe de la biolixiciation des métaux lourds et de la stabilisation des boues de stations d'épuration. Thèse de Doctorat es Sciences (Eau)]. Québec, Université du Québec, 164 pages, 5 annexes. Directeur: R.D. Tyagi Co-directeur: P.G.C. Campbell
- Diallo, M. (1996). Étude des parcours naturels sénégalais par l'approche combinée de la méthodologie conventionnelle et de la géomatique. [Thèse de Doctorat es Sciences (Eau)]. Québec, Université du Québec, 138 pages. Directeur: D. Cluis
- Fortin, C. (1996). Méthode analytique de mesure de l'ion métallique libre (Cd²+, Zn²+). [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)]. Québec, Université du Québec, 107 pages. Directeur: P.G.C. Campbell
- Gagnon, S. (1996). Caractérisation de la variabilité spatiale des paramètres hydro-géologiques provenant des sources d'information existantes. [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)]. Québec, Université du Québec, 96 pages, 2 annexes. Directeur: O. Banton

⁴ Publication faite en collaboration avec des personnes externes à l'INRS-Eau

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

Hountin, J.A. (1996). Capacité d'adsorption du phosphore et distribution des éléments C, N et P dans un sol agricole traité avec du lisier de porc pendant 14 ans. [Thèse de Doctorat es Sciences (Eau)]. Québec, Université du Québec, 145 pages.

Directeur: D. Couillard

Lapointe, M. (1996). Mobilisation en colonne d'un hydrocarbure aromatique polycyclique (pyrène) adsorbé au sol au moyen d'un biotensioactif produit par Pseudomonas aeruginosa. [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)]. Québec, Université du Québec, 164 pages.

Directeur: P. Lafrance

Shooner, F. (1996). Écologie microbienne de la biolixiviation thermophile des boues d'usines d'épuration des eaux usées domestiques. [Thèse de Doctorat es Sciences (Eau)]. Québec, Université du Québec, 120 pages.

Directeur: R.D. Tyagi

Simard, M. (1996). Impact des pratiques culturales du maïs sur la dynamique de l'eau et de l'azote dans le sol. [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)]. Québec, Université du Québec, 104 pages.

Directeur: O. Banton

Twiss, M. R. (1996). L'influence de la chaîne trophique microbienne sur le cycle des métaux traces dans les lacs: accent sur la zone pélagique du lac Érié / The influence of the microbial food web on trace metal cycling in lakes: an emphasis on the pelagic zone of lake Erie. [Thèse de Doctorat es Sciences (Eau)]. Québec, Université du Québec, 133 pages.

Directeur: P.G.C. Campbell

5.8 Publications diverses

Burkina Faso, ONU, Ministère de l'Environnement et de l'eau, DADSG - New-York et G. Morin. (1997). Rapport de consultation pour la mise en oeuvre du modèle hydrologique CEQUEAU (Ouagadougou, 11 au 21 janvier 1997). Québec, INRS-Eau, 5 pages, 2 annexes.

Commission scientifique et technique sur la gestion des barrages, R. Nicolet⁴, L. Roy⁴, R. Arès⁴, J. Dufour⁴, G. Marinier⁴ et G. Morin. (1997). Rapport de la Commission scientifique et technique sur la gestion des barrages. Québec, Commission scientifique et technique sur la gestion des barrages, 1 v. (pag. multiple), 1 annexe.

Harris⁴, G., P. G. C. Campbell, R. Cardwell⁴, D. Fox⁴, B. Hart⁴, A. Markham⁴, T. McMahon⁴, T. Taufa⁴ et J. Tilleard⁴. (1997). Review of riverine impacts - Porgera Joint Venture, Papua / New Guinea. Dickson, ACT, Australia, CSIRO Environmental Projects Office. 88 pages.

⁴ Publication faite en collaboration avec des personnes externes à l'INRS-Eau

³ Publication faite en collaboration avec des personnes ayant déjà travaillé à l'INRS-Eau

5.9 Statistiques des publications et communications des membres de l'INRS-Eau publiées durant l'année 1996-1997

5.0 Rapport annuel	1
5.1 Articles publiés dans des revues scientifiques	37
5.2 Livre ou ouvrage collectifs	3
5.3 Communications avec arbitrage	70
5.4 Communications ou publications sans artibrage	19
5.5 Rapports de recherche	29
5.6 Rapports internes	1
5.7 Thèses de doctorat et mémoires de maîtrise	11
5.8 Publications diverses	3
TOTAL	174



6 SÉMINAIRES ET COLLOQUES

En 1996-1997, 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 cidessous.

E.J. LAISHLEY

"Biocorrosion of sulfur construction material"
10 juin

H. CAPRA

"Description d'une nouvelle technique d'échantillonnage et d'analyse des données. Étude de l'influence de la dimension temporelle de l'habitat sur la dynamique des populations de truite"

28 août

J. BERNIER

"Risque et décision en gestion de l'eau. Essai d'analyse de la rationalité du dialogue entre hydrologue et gestionnaire" 20 septembre

J.P. DEDIEU

"De l'optique au radar; les applications de la télédétection en nivologie dans les Alpes Françaises" 26 septembre

K. HOSHI

"Outline of Ishikari River Flood Protection Work" 13 janvier

M. NAKATSUGAWA

"Hydrologic Engineering Section, Snow Hydrology" 13 janvier

J. FUNAKI

"Outline of Nature Friendly River Improvement Work (Aqua Green Strategy)" 13 janvier

K. OKABE

"Planning of Chitose River Floodway"
13 janvier

N. BELZILE

"Comportement géochimique du Selenium dans les sédiments lacustres" 31 janvier

M. TRENTER

"Glacial dynamics and the atmosphere: implications for global change"
7 février

R. PRAIRIE

"Besoins en recherche de l'industrie minière canadienne"
7 mars

J. RASMUSSEN

"Use of stable isotopes in the study of trophic relationships in lakes" 14 mars

R. KRZYSZTOFOWICZ

"A meta-gaussian distribution: properties and applications"
17 avril

J. MIQUEL

"Présentation du système opérationnel de prévision des crues et des étiages exploité par électricité de France" 18 avril

R.M. VOGEL

"Regional hydrologic methods for a national water resources assessment"
25 avril

7.1 Administration

Comme chaque année, le Service adminis-tratif a appuyé le directeur dans la gestion administrative du Centre. De plus, il a répondu aux besoins ponctuels de l'ensemble de ses membres, y compris les étudiants et étudiantes.

Les principales activités du Service ont consisté notamment à planifier le budget de fonctionnement du Centre, à en assurer le suivi et à gérer les fonds provenant des contrats et subventions octroyés. Par ailleurs, le traitement des demandes d'achat, des demandes de paiement et des rapports de dépenses de voyage s'est effectué dans le respect des normes établies et dans un délai plus que convenable.

Les restrictions budgétaires imposées par le ministère de l'Éducation ont contraint le Service, encore cette année, à porter une attention particulière aux dépenses courantes. L'année 1996-97 s'est d'ailleurs terminée par le départ à la retraite de deux employés.

7.2 Documentation

L'année 1996-1997 du Service de documen-tation fut surtout marquée par la poursuite du rafraîchissement de certaines parties de notre collection de référence, grâce à une somme additionnelle attribuée à cette fin par le centre. Un certain nombre d'ouvrages (manuels, dictionnaires, répertoires, etc.) ont donc été acquis ainsi que certains autres documents spécifiques pour répondre aux besoins des étudiants.

Le service du prêt-entre-bibliothèques, suite aux nouvelles normes CREPUQ, a instauré le principe de paiement à la pièce, une pratique qui sera appelée à s'étendre dans les prochaines années. Un coût fixe a donc été payé par nos usagers pour chaque document demandé à l'extérieur. L'objectif visé n'était évidemment pas de réduire la qualité du service mais de payer la facture qui sera émise prochainement.

Le développement du site web de l'INRS-Eau s'est poursuivi avec l'ajout de plusieurs sections, dont le rapport en version intégrale sur les événements du Saguenay (juillet 1996), de même que le développement du site de la Revue des Sciences de l'Eau, un journal scientifique de

réputation internatio-nale publié par la maison Lavoisier et co-édité par l'INRS-Eau. Des améliorations du contenu et de la convivialité de l'interface sont en cours de réalisation.

Enfin, notre collection s'est agrandie de plus de 1100 documents durant ces 12 mois.

7.3 Informatique

Le Centre offre aux équipes de recherche divers réseaux de télécommunication interreliés, adaptés aux besoins évolutifs des chercheurs, une gamme de serveurs, de plate-formes de développement performantes et diversifiées, un accès à deux sites Web ainsi qu'à diverses banques d'information tant internes qu'externes. Il offre aussi des services modernes de bureautique et de téléphonie.

Le Service informatique assure notamment le développement et le support des réseaux de télécommunication, la gestion des plateformes informatiques communes et des accès à celles-ci, la gestion et le support du nouveau laboratoire informatique, la gestion du système téléphonique, des photocopieurs et des télécopieurs (FAX). Il s'implique aussi dans l'implantation, la mise à jour et le support de différents logiciels auprès des usagers, dans l'achat des postes de travail et des logiciels communs, dans l'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.

Le Service d'informatique compte sur une équipe polyvalente: outre le responsable, l'équipe comprend un agent de bureau à plein temps, un analyste en informatique, un agent technique et une secrétaire à temps partagé. Notons aussi la collaboration ponctuelle d'informaticiens de recherche, spécialistes des environnements UNIX et Windows NT. La fonction bureautique est assurée par quatre secrétaires rattachées aux équipes de recherche et deux oeuvrant dans les services

du centre.

Les efforts concertés des membres du service et de divers collaborateurs ont permis cette année la création d'un laboratoire informatique pour l'enseignement, l'implantation de Windows 95 et de Corel Office sur la majorité des postes de travail des services et des équipes de recherches. Certaines équipes se sont dotées de serveurs et de stations Windows NT: certaines ont aussi implanté Microsoft Office pour faciliter les transferts avec leurs partenaires. développement d'une base de données en télécommunication a évolué pour englober plusieurs aspects de gestion du Centre, incluant le personnel, les étudiants, l'inventaire des locaux, les répertoi-res téléphoniques et électroniques, la gestion des clés et des cartes de sécurité: nous en sommes à développer les interfaces "usager" pour la mise à jour de l'information sur une base continue. L'implantation du Serveur de domaine local (DNS) est presque complétée.

Pour la prochaine année, nous prévoyons mettre l'accent sur le rapatriement au centre de la gestion du courrier électronique, sur l'implantation d'un serveur Windows NT pour supporter un serveur Intranet, un serveur de bases de données accessible en multi-postes, un serveur Web réservé à l'interne, sur l'extension de la base de données à d'autres aspects de gestion du centre (inventaires, fournisseurs, etc.), ainsi que sur l'ajout d'outils de gestion et de communication avec les usagers. Certaines transformations sont envisagées concernant la répartition des postes de travail en sous-réseaux, la vitesse de transfert et la sécurité des réseaux de télécommunication. L'objectif du passage à l'an 2000 fera aussi l'objet d'un suivi attentif de notre part.

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 com-plète 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 der-nières un soutien matériel et technique, un environnement sécuritaire et un encadrement permanent.

Le responsable du laboratoire voit à la formation et à la supervision du personnel. Il répartit les tâches demandées par les professeurs et les chercheurs, de manière à optimiser l'utilisation des ressources humaines. Il assure aussi la coordination professeurs étudiants - techniciens - assistants - stagiaires et chercheurs postdoctoraux. Il tient à jour la documentation technique concernant les méthodes d'analyse et de traitement d'échantillons. Il voit à l'application des règles de travail et de sécurité au laboratoire et des procédures de contrôle de la qualité.

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

Les techniciens participent au développement des méthodes d'analyse ainsi qu'à l'entraînement des étudiants gradués et effectuent la plupart des travaux d'analyse chimique et biologique requis par les projets de recherche.

Le personnel du laboratoire utilise différents outils pour assurer la qualité des résultats; le laboratoire du Centre participe, entre autres, à des études inter-laboratoires et à des tests de contrôle internes. Il possède une banque d'échantillons certifiés correspondant aux différents matériaux qu'il doit analyser.

Pour répondre aux besoins de ses chercheurs, le Centre met à leur disposition un laboratoire général et plusieurs laboratoires spécialisés de microbiologie, de radioisotopes, de microscopie, de spectrophotométrie, d'essais biologiques, d'analyses chimiques, etc. Les laboratoires sont situés au Complexe scientifique, à Sainte-Foy. L'année 96-97 aura permis l'ajout de près de 260 m² de nouveaux espaces de laboratoire aux 590 m² existants. L'ajout sera bénéfique pour les laboratoires de recherche qui ont passés de 200 m² à 400 m². Les espaces communs de laboratoire se sont agrandis de 60 m².

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. D'ailleurs, cette année, nous avons participé avec le Centre de Recherches Minérales et le Ministère d'Environnement et de la Faune à la certification d'un nouveau matériau de référence (sédiment du fleuve). 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.

SURPLUS (DÉFICIT)

Pour l'exercice terminé le 31 mai 1997

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

REVENUS Total des revenus institutionnels 3493 Autres revenus 233 Subventions de recherche **CRSNG** 1303 **FCAR** 237 1234 **Autres sources** Total des subventions 2774 Contrats de recherche 1976 **TOTAL DES REVENUS** 8476 **DÉPENSES** Recherche et enseignement 6097 Soutien à la recherche et à l'enseignement Frais généraux d'administration 789 Documentation et édition 186 **Direction du Centre** 107 Informatique 105 129 Laboratoire Terrains et bâtiment 1028 Total soutien à la recherche et à l'enseignement 2344 **TOTAL DES DÉPENSES** 8441

35

Pour l'exercice terminé le 31 mai 1997

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 & F-3	1847	43	59	1949
enseignement F-4	2738	827	583	4148
Frais généraux d'administration	476	109	204	789
Documentation et édition	149	32	5	186
Direction du Centre	101	5	1	107
Informatique	40	14	51	105
Laboratoires	80	35	14	129
Terrains et bâtiments	0	0	1 028	1 028
TOTAL	5 431	1 065	1 945	8 441

DÉPENSES PAR FONCTION UNIVERSITAIRE

