

RAPPORT ANNUEL

1997-1998



Chute Vauréal, île d'Anticosti, Québec.
© Pierre Sorel, 1998
Reproduit avec la permission du photographe

I NRS-EAU

VINGT-NEUVIÈME RAPPORT ANNUEL

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

Décembre 1998

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

TABLE DES MATIÈRES

1	RAPPORT DU DIRECTEUR	1
2	RESSOURCES HUMAINES	5
3	ENSEIGNEMENT	9
	Maîtrise en sciences de l'eau	9
	Doctorat en sciences de l'eau	11
4	RECHERCHE	13
	AUCLAIR, Jean-Christian	13
	BANTON, Olivier	14
	BERNIER, Monique	17
	BOBÉE, Bernard	18
	CAMPBELL, Peter G.C.	22
	CLUIS, Daniel	25
	FORTIN, Jean-Pierre	27
	HARE, Landis	28
	JONES, H. Gerald	29
	LACHANCE, Marius	30
	LAFRANCE, Pierre	31
	LECLERC, Michel	32
	MORIN, Guy	35
	OUARDA, Taha B.M.J.	37
	OUELLET, Marcel	38
	RASMUSSEN, Peter F.	38
	SASSEVILLE, Jean-Louis	39
	SECRETAN, Yves	40
	TESSIER, André	41
	TYAGI, R.D.	42
	VILLENEUVE, Jean-Pierre	43
5	PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS	51
	Articles publiés dans les revues scientifiques	51
	Livres ou ouvrages collectifs	53
	Communications ou publications avec arbitrage	54
	Communications ou publications sans arbitrage	58
	Rapports de recherche	59
	Rapport interne	61
	Thèses de doctorat et mémoires de maîtrise	61
	Publication diverse	63
	Statistiques des publications et communications des membres de l'INRS-Eau publiées durant l'année 1997-1998	64
6	SÉMINAIRES ET COLLOQUES	65
7	SERVICES	67
	Administration	67
	Documentation	67
	Informatique	67
	Laboratoires	68
8	RAPPORT FINANCIER	71

1 RAPPORT DU DIRECTEUR

Faits saillants

En 1997-1998, les activités de recherche et d'enseignement se sont poursuivies au même rythme que l'année dernière. De nouveau, c'est l'effort conjugué de tous les membres du Centre, qui nous a permis d'atteindre nos objectifs et de rencontrer nos obligations financières. Conscients de la pertinence de nos activités, nous avons tout mis en œuvre pour que le Centre continue d'être scientifiquement reconnu comme un pôle international en sciences de l'eau. Nous n'avons ménagé aucun effort pour que nos activités de recherche et les résultats qui en découlent contribuent à l'essor économique et social du Québec.

Sur le plan des activités scientifiques, de nouveaux projets relativement importants ont débuté au cours de l'année. Notons, entre autres, les suivants: *Évaluation des pertes en phosphore dans l'environnement reliées aux activités agricoles* (Olivier Banton); *Analyse détaillée des conditions d'hydraulicité sur la rivière Chicoutimi dans la région des ouvrages (Chute-Garneau et Pont-Arnaud)* (Michel Leclerc); *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* (Guy Morin); *Le processus de bioconversion de boues d'épuration en un produit à haute valeur ajoutée* (Rajeshwar D. Tyagi); *SYMPEAU - Organisation du Symposium sur la gestion de l'eau au Québec* (Jean-Pierre Villeneuve). Notons aussi le renouvellement de la chaire en hydrologie statistique, subventionnée conjointement par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG), Hydro-Québec et l'INRS.

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 105 projets de recherche étaient en cours cette année. On se doit de signaler les suivants: *Suivi du*

couvert nival à l'aide des données de RADARSAT (Monique Bernier); *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)* (Peter G.C. Campbell); *Métallothionéine comme outil pour déceler des effets délétères provoqués par les métaux toxiques chez les organismes aquatiques*; *évaluation sur le terrain chez des organismes sentinelles indigènes* (Peter G.C. Campbell); *Regroupement des sols selon leur vulnérabilité aux pertes, suite aux apports de phosphore en relation avec leurs caractéristiques physiques et chimiques* (Daniel Cluis); *Bilans des flux et des stocks de N et de P comme aide à la gestion intégrée d'un bassin versant agricole: le cas de la rivière Boyer* (Daniel Cluis); *Simulations diverses d'apports naturels au Lac Kénogami et de scénarios de laminage du Lac* (Jean-Pierre Fortin); *Modélisation hydrodynamique opérationnelle du fleuve Saint-Laurent entre Cornwall et Trois-Rivières* (Michel Leclerc); *Modélisation hydrologique à l'aide du modèle hydrologique CEQUEAU de la crue de juillet 1996 et des rivières du Saguenay* (Guy Morin); *Vecteurs des métaux traces pour les organismes benthiques en milieu naturel* (André Tessier); *Auscultation et diagnostic des réseaux d'aqueduc et d'égout de la ville de Montréal* (Jean-Pierre Villeneuve).

Pour réaliser ces activités, le Centre comptait sur 19 professeurs, 35 chercheurs, 13 techniciens de recherche, 11 employés de bureau, 75 étudiants et 50 (12 ETC) stagiaires. (Figure 1).

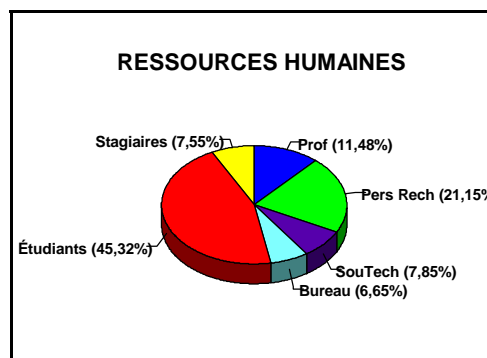


Figure 1

Les études avancées et l'encadrement des étudiants ont aussi constitué une partie importante des tâches réalisées au Centre. En effet, nous avons accueilli 11 étudiants post-doctoraux, 30 étudiants au doctorat, 34 à la maîtrise et 50 stagiaires de recherche. De ce nombre, 10 étaient nouvellement inscrits à la maîtrise de recherche et 13 au doctorat. Le programme de maîtrise professionnelle a accueilli 10 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 32 ententes de partenariat et de coopération à travers le monde.

Cette année 1997-1998 a encore été dominée par la problématique de l'auto-financement des activités de recherche. Les revenus extérieurs dépensés ont totalisé près de 5 021 800\$. Ces sommes sont équivalentes à 71% des dépenses de fonctionnement du Centre (Figure 2).

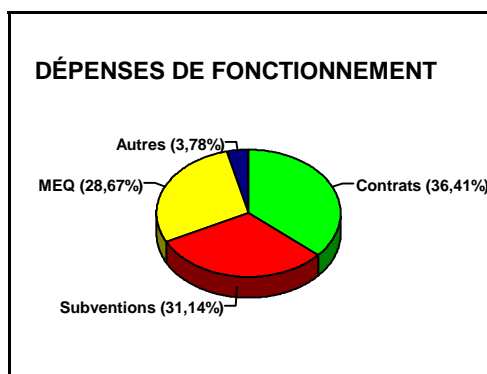


Figure 2

Ces revenus extérieurs sont constitués entre autres de subventions pour un montant de 2 314 000\$ et de contrats de recherche pour un montant 2 706 000\$. Les principaux organismes subventionnaires qui nous ont soutenus sont le fonds pour la Formation de chercheurs et l'aide à la recherche (FCAR), 154 983\$; le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG), 1 006 781\$; le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, 377 945\$; le U.S. Environmental Protection

Agency (EPA), 82 742 \$ (Figure 3). Les contrats de recherche viennent de différentes sources, notons entre autres: Hydro-Québec, 418 154\$; le ministère de l'Environnement du Canada, 312 000\$; le Conseil exécutif, 281 073\$; le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) 231 779\$; la ville de Montréal, 188 292\$; et la Société d'électrolyse et de chimie Alcan ltée, 176 466 \$.

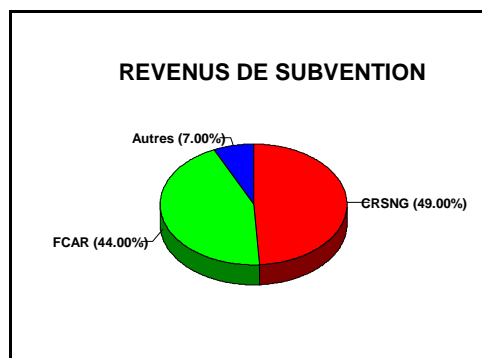


Figure 3

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

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

La séparation des équipes de recherche continue à soulever des difficultés pour un centre dont la dynamique interne se veut essentiellement interdisciplinaire. Il est à souhaiter qu'aux autres aussi il apparaisse impératif de regrouper les chercheurs et nous espérons tous que les démarches en cours, afin de doter l'INRS-Eau de locaux adéquats, se réalisent.

Recherche

L'INRS-Eau poursuivra, au cours des prochaines années, son objectif général de collaboration à l'essor et au développement de la recherche dans le domaine des sciences de l'eau et de l'environnement. 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 de l'estimation et de la

prévision des crues et des étiages, de la modélisation de la variabilité climatique et de l'évolution temporelle et spatiale de la qualité des eaux. Les recherches en modélisation portent sur l'élaboration de modèles numériques permettant la simulation des mouvements de l'eau et des déplacements de substances nutritives et toxiques à travers différents compartiments du cycle hydrologique. Les travaux en analyse numérique touchent notamment la simulation hydraulique et hydrodynamique des écoulements fluviaux. Le traitement numérique d'images obtenues par télédétection et la géomatique permettent, enfin, de mieux comprendre et estimer les variations spatio-temporelles des composantes du cycle hydrologique aux niveaux local, régional et continental. 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 eau-sédiment et dans les eaux souterraines. Les résultats de ces recherches servent à raffiner des modèles conceptuels du comportement des contaminants dans divers milieux; il existe ici des liens importants avec le programme Hydrologie (modélisation des écoulements). D'autres travaux visent à définir des méthodes d'évaluation des risques liés à la présence de contaminants dans l'environnement. Il s'agit d'étudier les mécanismes de bioaccumulation des contaminants et de leur détoxification, et d'identifier des indicateurs biochimiques

ques 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 Biogéochimie. Outre ces travaux sur des procédés d'assainissement, d'autres recherches visent à fournir des outils informatiques et des modèles d'aide à la décision, susceptibles d'orienter et d'appuyer les choix d'aménagements et les décisions concernant le contrôle de la pollution de l'eau. Parmi les applications les plus directes de ces dernières recherches, mentionnons celles touchant la localisation et l'optimisation des usines d'assainissement, l'élaboration de stratégies de contrôle des usines de traitement soumises à des effets chocs ainsi que la gestion des réseaux d'égouts sanitaires.

Conclusion

Nous avons poursuivi sans relâche nos efforts de recherche en les orientant directement à la solution des problèmes qui touchent la protection de notre environnement et une utilisation rationnelle des ressources en eau. Nous avons formé des chercheurs et des spécialistes en sciences de l'eau et de l'environnement. Nous avons concerté nos efforts à la promotion et la valorisation des résultats de nos travaux de recherche et nous avons établi de nouveaux partenariats. Le Centre a encore connu une excellente année pour ses activités scientifiques et d'enseignement. Enfin sur le plan financier, nos objectifs budgétaires ont été atteints grâce notamment aux efforts soutenus des professeurs.

Le directeur du centre INRS-Eau,

Jean-Pierre VILLENEUVE

2 RESSOURCES HUMAINES

DIRECTION

Jean-Pierre VILLENEUVE

Secrétariat

Isabelle ST-JACQUES

RECHERCHE ET ENSEIGNEMENT

Corps professoral

Jean-Christian AUCLAIR

Olivier BANTON

Monique BERNIER

Bernard BOBÉE

Peter G.C. CAMPBELL

Daniel CLUIS

Jean-Pierre FORTIN

Landis HARE

H. Gerald JONES

Marius LACHANCE

Pierre LAFRANCE

Michel LECLERC

Guy MORIN

Taha B.M.J. OUARDA

Marcel OUELLET

Peter F. RASMUSSEN

Jean-Louis SASSEVILLE

Yves SECRETAN

Michel SLIVITZKY

Jean STEIN¹

André TESSIER

Rajeshwar D. TYAGI

Jean-Pierre VILLENEUVE

Professeurs ou chercheurs invités

Lumony M. BANGOY, Firme Ageos Inc.

Goze Bertin BÉNIÉ, Université de Sherbrooke

Louis BERNATCHEZ, Université Laval

Jacques BERNIER, retraité, EDF

Jacques BUFFLE, Université de Genève

Claude CAMIRÉ, Université Laval

Georges CAVADIAS, retraité, Université McGill

Pierre-Mathieu CHAREST, Université Laval

Bernard CHOCAT, INSA Lyon

Jean-Pierre DEDIEU, Université Joseph Fourier

Frédéric DELAY, Université de Paris VI

Jacques DELLEUR, Purdue University

Lucien DUCKSTEIN, University of Arizona

Nassir EL-JABI, Université de Moncton

Vit KLEMEŠ, retraité, Environnement Canada

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, Environnement et Faune

Michel NOLIN, Agriculture et Agro-alimentaire Canada

Richard MARCEAU, ÉNAP

Éric PARENT, ENGREF

Paul PILON, Environnement Canada

André P. PLAMONDON, Université Laval

Gilles POREL, Université de Poitiers

Jose D. SALAS, Colorado State University

Maurice K. SÉGUIN, retraité, Université Laval

Régis Réginald SIMARD, Agriculture Canada

Jery R. STEDINGER, Cornell University

Martyn TRANTER, Université de Bristol

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

José R. VALÉRO, Centre de Foresterie des Laurentides

Norman D. YAN, ministère de l'Environnement et de l'Énergie (Ontario)

Chargés de cours

Gaston ARTEAU, MRN

Michel BEAULIEU, MEF

Gilles BRUNET, MEF

Ernest DE SA, Consultants De Sa & Ass.

Josée DUPONT, MEF

Bernard GABOURY, MEF

Francine TANGUAY, Consultants BPR

Luc VALIQUETTE, MEF

¹ Départ au cours de l'année

² Responsable de service.

Associés de recherche

Jean-François BLAIS¹
 Mourad HÉNICHE
 Alain MAILHOT
 Taha B.M.J. OUARDA¹
 Alain ROUSSEAU

Boursiers postdoctoraux

Yan DING¹
 Olivier ERRECALDE¹
 Laurent GIRAULT
 Marie LAROCQUE
 Dominique TAPSOBA
 Feiyue WANG¹

Personnel de recherche

Pascal BOLDUC¹
 Paul BOUDREAU
 Myriam CHARTIER
 Fabrice DESILES
 Marie-Renée DOYON
 Nadine ETONG
 Josée FITZBACK¹
 Vincent FORTIN
 Yves GAUTHIER
 Marc-André GOSSELIN
 Mario HACHÉ
 Fang Han LI
 Joëlle MARION¹
 Serge MASSICOTTE¹
 Guy MERCIER
 Pierre PAQUET
 Luc PERREAULT¹
 Hugues PERRON¹
 Lise RANCOURT
 Christine RIVARD¹
 Guy ROBERGE
 Michel ROUX
 Yves ROY
 Alain ROYER
 Wanda SOCHANSKI¹
 Jean-François TREMBLAY¹
 Richard TURCOTTE
 Sébastien TURGEON
 Ymed YAHMADI

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

Charline BOURQUE
 Fabienne BOUTIN
 Jean-Léon DOYON
Denise DOYON-PAQUET¹
 Ginette LÉGARÉ²
 Jacques RAYMOND

Secrétariat

Sylvie BOURASSA¹
 Martyne CHARBONNEAU
 Johanne DESROSIERS
 Suzanne DUSSAULT
 Lucie MERCIER¹
 Élane PARENT¹
 Lise RAYMOND
 Diane TREMBLAY

Laboratoire

Paul BOISVERT
 Pauline FOURNIER
 Michelle GEOFFROY-BORDELEAU
 Hélène LAVOIE¹
 Brigitte PATRY¹
Stéfane PRÉMONT²
 René RODRIGUE
 Sylvie ST-PIERRE
 Bernard VEILLEUX¹

Documentation

Jean-Daniel BOURGAULT
 Chantal PAQUIN
Sophie RENAUD²
 Jocelyne ROBERGE

Informatique

Claude BLANCHETTE
Jean LACROIX²
 Alain POIRIER

Stagiaires

Jean-Philippe BAILLARGEON¹
 François BEAUCHAMP¹
 Julie BEAUCHEMIN¹
 Sébastien BEAUDOIN¹
 Guylaine BIENVENUE¹

¹ Départ au cours de l'année

² Responsable de service.

François BOUFFARD¹
 Steve BOURASSA¹
 Charline BOURQUE¹
 Nelson BRIÈRE¹
 Éric CADORET¹
 Dominique CANTIN
 Marie N'deye DIALLO¹
 Dominique DOYON¹
 Jonathan DOYON¹
 Nicolas DROLET¹
 Charles FORTIN¹
 Patrice FORTIN
 Suzanne FOURNIER¹
 Jean-François GAGNON¹
 Anik GIGUÈRE¹
 Hugo GINGRAS¹
 Claude GIRARD¹
 Patrick GIROUX¹
 Marc-André GOSSELIN¹
 Monique GOULET¹
 Mélanie GUILLOT¹
 Yves GRANGER¹
 Ronald GREENDALE¹
 Dominic GRENIER¹
 Christian JALBERT¹
 Julie LAFLEUR¹
 Frédéric LEBLANC¹
 Manon LELIÈVRE¹
 Nicolas LEVASSEUR¹
 Suzanne LÉVESQUE¹
 Michel MARCOUX¹
 Antoine MARTIN¹
 Bruno MARTIN¹
 Matthew MCKERNAN¹
 Bruno MORIN¹
 Oscar NILO MELLADO¹
 Gisèle NITCHEU¹
 Pascal NOE¹
 Nadia PARADIS¹
 Keaven PINEAU¹
 Michel ROUX¹
 Nancy SIMARD¹
 Sébastien THÉRIAULT¹
 Sébastien TURGEON¹
 Aditi D. TYAGI¹

COMMUNAUTÉ ÉTUDIANTE

Étudiants à la maîtrise

Julien BAUDRAND
 Pierre-Yves BEAULIEU
 Samiha BENHAMMANE
 Myriam BLAIS
 Geneviève BOUCHER
 Sophie CANTIN
 Steve Côté
 Mamadou DIARRA
 Doris DUCHAINE
 Nabil EL ABBOUDI
 Dany FAUCHER
 Anik GIGUÈRE
 Hugo GINGRAS
 Claude GIRARD
 Marie-Josée GOULET
 Dominic GRENIER
 Abdelaziz HAMZA
 Renaud JUILLET de SAINT-LAGER
 Oumar Housseynou KA
 Isabelle LANDRY
 Marie-Line LECLERC
 Chantal MARCOTTE
 Nathalie MEUNIER
 Roxanne NÉRON
 Daniel RIOUX
 Julie ROCHEFORT
 Isabelle ROY
 Vishal SACHDEVA
 Véronique SIMON
 Stébastien STREBELLE
 Stébastien THÉRIAULT
 Adrian Jimenez VILLEGAS
 Philippe WILLIAMS
 Abderrahmane YAGOUTI

Étudiants au doctorat

Catalina ALFARO DE LA TORRE
 Albert CRAIG
 Marie-Noële CROTEAU
 Danielle DE SÈVE
 Bernard DOYON
 Yangguang DU
 Marc DUCHEMIN
 Sophie DUCHESNE
 Sophie DUFRESNE
 Kamal EL-HAJI
 Claude FORTIN

¹ Départ au cours de l'année

² Responsable de service

³ Boursier ou boursière

Jean-François GUAY
Rachid LABCHIR
Kanza LACHHAB
Stéphane LAPOINTE
Marco LATRAVERSE
François MARQUIS
Daniel MARTIN
Michel MARTIN
Jean MORIN
Catherine MUNGER
Jean-Cléophas ONDO
Geneviève PELLETIER
Luc PERREAULT
Christine RIVARD
Isabelle ROYER
André ST-HILAIRE
Anne TREMBLAY
Bernard VIGNEAULT

3 ENSEIGNEMENT

Maîtrises en sciences de l'eau

Monique BERNIER (de recherche)
Taha B.M.J. OUARDA (professionnelle)

L'INRS-Eau offre, depuis 1971, un programme d'études avancées multidisciplinaires en Environnement conduisant à la **Maîtrise en sciences de l'eau**. Seul au Québec à décerner une maîtrise en sciences dans le domaine de l'eau, l'INRS-Eau assure, par ce programme, un élargissement des connaissances spécialisées nécessaires aux diplômés de premier cycle qui désirent étudier les problèmes de cette ressource importante. À la fin de sa formation, le diplômé aura appris, à contact des équipes de recherche, à contribuer efficacement aux travaux de groupes multidisciplinaires et devrait, de ce fait, trouver plus facilement un emploi dans un marché du travail vaste et diversifié.

Le profil de formation *avec mémoire* comporte d'abord un tronc commun de matières obligatoires dont l'enseignement assure à tous les étudiants une connaissance de base des disciplines reliées à l'eau; des travaux pratiques et des projets concrétisent l'enseignement et le complètent. La suite du programme de formation permet à l'étudiant de démontrer son originalité et son aptitude à parfaire une recherche en présentant un mémoire, tout en orientant, au moyen d'un choix de trois cours, sa spécialisation dans un ou deux champs d'intérêt.

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

La maîtrise sans mémoire en sciences de l'eau s'adresse, d'une façon générale, aux diplômés en sciences naturelles et en génie qui cherchent une formation spécialisée

orientée vers les applications. Elle s'adresse également aux professionnels oeuvrant déjà dans les bureaux de génie conseil, les laboratoires et les agences des secteurs privés et gouvernementaux.

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

Admission à la Maîtrise en sciences de l'eau, le candidat doit être titulaire d'un baccalauréat, ou l'équivalent, dans une discipline pertinente des sciences pures ou appliquées; **ou** posséder les connaissances requises, une formation appropriée et une expérience jugée pertinente. De plus, il doit y avoir adéquation entre la formation antérieure du candidat et celle requise pour entreprendre des études dans le programme d'enseignement visé.

Profil avec mémoire, le candidat doit démontrer que ses orientations de recherche sont conformes aux objectifs des programmes de recherche qui supportent le programme d'enseignement visé.

Le candidat doit posséder un dossier académique de haute qualité, dont de bons résultats scolaires d'au moins 3,2 (sur 4,3) ou l'équivalent.

Le candidat doit avoir choisi un directeur de recherche et obtenu l'acceptation motivée de celui-ci.

Profil sans mémoire, le candidat doit posséder un dossier académique de qualité, dont de bons résultats scolaires d'au moins 3,0 (sur 4,3) ou l'équivalent.

Le programme de maîtrise *avec mémoire* est un programme d'études comportant quarante-cinq (45) crédits, dont dix-huit (18) sont consacrés aux cours et vingt-sept (27) aux activités de recherche. Les trois (3) cours de base, de trois (3) crédits chacun, sont Mathématiques appliquées, Hydrologie et Limnologie et une activité de terrain d'un crédit. Les huit (8) autres crédits doivent être choisis parmi les cours suivants: Hydrogéologie, Introduction au droit de l'eau et de l'environnement, Introduction à l'administration publique de l'eau, Statistiques d'échantillonnage et de suivi, Chimie physique des eaux douces, Écologie aquatique, Chimie environnementale de la neige, Chimie environnementale de la glace, Contamination souterraine, Écotoxicologie aquatique, Toxiques inorganiques, Toxiques organiques, Traitement préliminaire et primaire des eaux usées, Traitement biologique aérobie, Traitement tertiaire des eaux usées, Traitement anaérobie des eaux usées, Traitement des eaux potables, Aménagement des poissons d'eau douce, Ichtyologie, Écologie du plancton lacustre, Micro-organismes planctoniques, Modélisation hydrodynamique, Modélisation physico-chimique, Modélisation hydrogéologique, Analyse de système, Systèmes experts, Tests statistiques, Lois statistiques, Statistiques multivariées, Télédétection - Principes de base, Télédétection - Extraction de l'information, Paléolimnologie, Aménagement de bassins hydrographiques forestiers, Notion de géologie, Droit et contrôle de la pollution et Problèmes d'administration publique de l'eau et de l'environnement. Les vingt-sept (27) autres crédits sont consacrés aux activités de recherche (séminaires, conférences et mémoire).

Le programme de maîtrise *sans mémoire* comporte quarante-cinq (45) crédits dont vingt-cinq (25) sont consacrés aux douze (12) activités de base suivantes: Hydrologie, Limnologie: eaux lacustres et eaux courantes, Mathématiques appliquées, Stage de terrain, Hydrogéologie, Droit de l'eau et de l'environnement, Administration publique de l'eau, Statistiques d'échantillonnage et de suivi, Gestion de projet en eau et environnement, Échantillonnage et suivi environnemental, Techniques d'analyses en laboratoire et Recherches bibliographiques. Douze (12) crédits sont alloués pour un stage en

milieu professionnel. Les huit (8) autres crédits doivent être choisis parmi les activités suivantes: Chimie environnementale de la glace, Contamination souterraine, Écotoxicologie aquatique, Toxiques inorganiques, Toxiques organiques, Traitement préliminaire et primaire des eaux usées, Traitement biologique aérobie, Traitement tertiaire des eaux usées, Traitement anaérobie des eaux usées, Traitement des eaux potables, Aménagement des poissons d'eau douce, Ichtyologie, Écologie du plancton lacustre, Micro-organismes planctoniques, Modélisation hydrodynamique, Modélisation physico-chimique, Modélisation hydrogéologique, Analyse de système, Systèmes experts, Tests statistiques, Lois statistiques, Statistiques multivariées, Télédétection - Principes de base, Télédétection - Extraction de l'information, Paléolimnologie, Aménagement de bassins hydrographiques forestiers, Notion de géologie, Droit et contrôle de la pollution, Problèmes d'administration publique de l'eau et de l'environnement, Assainissement et épuration en milieu urbain, Contrôle de la pollution industrielle, Contrôle de la pollution agricole, Gestion des substances toxiques et des matières dangereuses, Technologies de restauration, Études d'impacts, Modèles hydrologiques de bassin versant, Initiation aux modèles hydrodynamiques, Modèles en hydrogéologie, SIG et bases de données en hydrologie, Application de logiciels statistiques et Application de la télédétection aux sciences de l'eau.

Au cours de l'année 1997-1998, douze (12) étudiants se sont inscrits au programme de deuxième cycle avec mémoire et six (6) au profil sans mémoire. Durant la même année, dix-neuf (19) étudiants ont obtenu leur diplôme de maîtrise en sciences de l'eau de l'Université du Québec, soit dix-sept (17) avec mémoire et deux (2) sans mémoire.

Doctorat en sciences de l'eau

Pierre LAFRANCE

Depuis 1979, l'INRS-Eau offre un programme de troisième cycle en Environnement donnant lieu à un **Doctorat en sciences de l'eau**. La compréhension des problèmes environnementaux reliés à l'eau nécessite l'apport de plusieurs disciplines scientifiques et leur résolution demande une approche multidisciplinaire réelle et intégrale. Le programme de doctorat en sciences de l'eau vise à former des chercheurs spécialisés capables de cerner et résoudre ces problèmes, et de répondre ainsi aux besoins sociaux qui se manifestent dans ce secteur. Il permet à l'étudiant d'élargir et d'approfondir ses connaissances dans le domaine de l'eau et de l'environnement, tout en lui permettant de se spécialiser dans un des champs d'études qui y sont reliés.

Pour être admis au programme de doctorat en sciences de l'eau, le candidat doit être titulaire d'une maîtrise, ou l'équivalent, en sciences de l'eau, en sciences fondamentales ou en sciences appliquées; **ou** être titulaire d'un baccalauréat, ou l'équivalent, dans une des disciplines mentionnées précédemment et posséder les connaissances requises et une formation appropriée.

Le programme de doctorat en sciences de l'eau comporte quatre-vingt-dix (90) crédits répartis de la façon suivante. L'étudiant doit accumuler seize (16) crédits parmi les cours ci-après mentionnés: Hydrogéologie, Introduction au droit de l'eau et de l'environnement, Introduction à l'administration publique de l'eau, Statistiques d'échantillonnage et de suivi, Gestion de projet, Échantillonnage et suivi environnemental, Techniques d'analyses en laboratoire, Chimie physique des eaux douces, Écologie aquatique, Chimie environnementale de la neige, Chimie environnementale de la glace, Contamination souterraine, Écotoxicologie aquatique, Toxiques inorganiques, Toxiques organiques, Traitement préliminaire et primaire des eaux usées, Traitement biologique aérobie,

Traitement tertiaire des eaux usées, Traitement anaérobie des eaux usées, Traitement des eaux potables, Aménagement des poissons d'eau douce, Ichtyologie, Écologie du plancton lacustre, Micro-organismes planctoniques, Modélisation hydrodynamique, Modélisation physico-chimique, Modélisation hydrogéologique, Analyse de système, Systèmes experts, Tests statistiques, Lois statistiques, Statistiques multivariées, Télédétection - Principes de base, Télédétection - Extraction de l'information, Paléolimnologie, Aménagement de bassins hydrographiques forestiers, Notion de géologie, Droit et contrôle de la pollution, Problèmes d'administration publique de l'eau et de l'environnement, Travail dirigé, Cours spéciaux et Problèmes spéciaux. En plus, l'étudiant doit effectuer un travail dirigé de quatre (4) crédits, présenter un séminaire équivalant à un (1) crédit, participer aux séminaires et conférences accordant un (1) crédit; enfin, il doit se soumettre à un examen doctoral comptant pour six (6) crédits. La thèse, pour sa part, compte pour soixante-deux (62) crédits.

Durant l'année 1997-1998, sept (7) étudiants se sont inscrits au programme de troisième cycle ce qui porte le total à trente (30). Durant la même période, onze (11) étudiants ont obtenu leur diplôme de doctorat en sciences de l'eau de l'Université du Québec.

4 RECHERCHE

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

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

Les travaux du Centre font appel à deux approches méthodologiques majeures: d'une part, l'étude, en laboratoire ou dans leur milieu naturel, des processus tels que le transport atmosphérique des polluants ou le cheminement des contaminants dans le cycle hydrologique; d'autre part, la modélisation et la simulation de ces mêmes processus et l'élaboration de méthodes d'analyse de données appliquées aux phénomènes hydrauliques et hydrologiques.

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

Chacun des trois domaines de recherche regroupe des projets de recherche qui répondent soit à une demande spécifique d'organismes extérieurs, soit à un problème spécifique (souvent rencontré lors de la réalisation de la recherche contractuelle) qui a fait l'objet d'une subvention.

Jean-Christian AUCLAIR

Biogéochimie: Eaux de surface

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 indirects opérant sur les composantes abiotiques de l'écosystème. Parmi les effets directs, nous quantifions l'altération du taux de croissance, les mécanismes pigmentaires de photoprotection et les remplacements d'espèces ayant lieu dans les communautés naturelles planctoniques des eaux du Bouclier canadien. Parmi les effets indirects, d'une part, nous élucidons l'effet d'un accroissement de la photoréduction du fer (Fe[III]6Fe[II]) sur la croissance microbienne planctonique, et d'autre part, nous examinons le rôle oxydo-réducteur 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 (-UV_{A+B} [poly-carbonate], -UV_A [mylar]) ou à l'aide de pièges spécifiques à radicaux libres et/ou ajout d'agents complexants ou réducteurs / CRSNG

Olivier BANTON

Hydrogéologie

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

La recherche vise le développement d'une approche intégrée de caractérisation et de modélisation des écoulements et du transport de contaminants pour les milieux hétérogènes. Elle vise à apporter des connaissances sur 1) la physique des écoulements dans ces milieux; 2) la variabilité spatiale des paramètres physiques et hydrodynamiques; 3) la représentation mathématique des écoulements et des processus de transport des contaminants; 4) l'évaluation des risques de contamination et des méthodes de restauration de la qualité; et 5) la gestion des droits et conflits d'usage des eaux souterraines / CRSNG - subvention de recherche

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

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

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

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

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

Le projet 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) / Coll.: L. Bangoy, V. Bonamy, I. Cellier, S. Chevalier, F. Courageot, F. Delay, D. Duchaine, S. Dufresne, A. Dupuy, M.A. Gosselin, P. Lafrance, M. Larocque, A.C. Lavoie, R. Marceau, D. Martin, M. Martin, P. Paquet, G. Porel, G. Pommerleau, M. Rheault, D. Richard, C. Rivard, J.C. Samson, M. Séguin, V. Simon, D. Soucy, J. Tournebize, S. Turgeon, J. Wilson

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) / Coll.: L. Bangoy, V. Bonamy, I. Cellier, S. Chevalier, D. Duchaine, S. Dufresne, C. Hurtrez, P. Lafrance, A.C. Lavoie, R. Marceau, M. Martin, M. Rheault, D. Richard, C. Rivard, J.C. Samson, M. Séguin, D. Soucy, J. Wilson

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 micro-organismes, précipitation) et étudiée en regard des conditions d'exploitation de l'aquifère / Les Breuvages Nora / Coll.: L. Bangoy, S. Chevalier, N.M. Diallo, D. Duchaine, M. Rheault, D. Richard, C. Rivard, D. Soucy

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

Le projet vise le développement d'outils et méthodes concernant l'étude, l'évaluation et la gestion de la problématique de la contamination des eaux souterraines par les activités agricoles génératrices d'impacts. La recher-

che étudie les mécanismes et processus contrôlant le devenir des contaminants agricoles dans l'eau et le sol, au niveau de la zone non saturée et de la nappe phréatique. De même, on travaille au développement et à l'application des méthodes d'étude et de simulation des milieux fracturés / Subvention Québec-France / Ministère des Affaires Internationales / Coll.: A. Dupuy, P. Lafrance, M. Larocque, F. Lasserre, G. Porel, M. Razack, M. Thinon-Larminach

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

Le projet, réalisé en collaboration avec l'Université d'Abobo-Adjamé de Côte-d'Ivoire, vise l'étude de l'écosystème fortement anthropisé du barrage de Buyo (Ouest de la Côte-d'Ivoire). La région de Buyo couvre un territoire de 11000 km², comprenant trente-cinq (35) villages représentant environ 100 000 habitants. On étudiera particulièrement l'impact des aménagements relatifs au barrage et au développement agricole sur la santé de l'écosystème aquatique et celle de la population. Cette étude multidisciplinaire regroupe des spécialistes des sciences naturelles, humaines et de la santé / Centre de recherches pour le développement international / Coll.: I. Cellier, P. Houénou, P. Lafrance, J.P. Villeneuve

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

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

résultats d'évaluation obtenus avec des valeurs observées dans un contexte réel de pépinière / Ministère des Ressources naturelles - secteur forêts / Coll.: S. Fouletier, J. Gagnon, M. Larocque, M.A. Gosselin

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 / CNRC-IRB / Forces Armées / Coll.: S. Delisle, S. Fouletier, P. Lafrance, M. Larocque, C. Rivard, B. Tartakovsky

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 / Coll.: L. Bangoy, S. Chevalier, D. Duchaine, M. Rheault, D. Richard, C. Rivard

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

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

Monique BERNIER

Hydrologie: Écoulements

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

Ce projet répond aux objectifs du projet pan-canadien CRYSYS et s'inscrit dans notre programme de développement de nouveaux outils de télédétection en hydrologie. Il comprend 2 objectifs: d'abord, 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 l'impact des différentes occupations du sol (forêt boréale, tourbières, lac, brûlis) à l'intérieur d'un même pixel (25 km) sur la température de brillance, de suivre l'évolution temporelle (automne-hiver) de la température de brillance sur le terrain pour trois hivers (95-96, 96-97 et 97-98) et de réaliser et d'évaluer la précision de cartes d'équivalent en eau (lignes de neige, données météo, températures du sol).

Développer et valider une approche pour suivre le gel saisonnier du sol sur le bassin de la Rivière La Grande à partir de l'utilisation conjointe d'images RADARSAT et d'images SSM/I. Cette dernière approche pourrait éventuellement s'appliquer pour le suivi des paramètres du couvert nival. Pour ce faire, nous comptons utiliser les données SSM/I et RADARSAT déjà à notre disposition. En effet, durant la saison 1996-1997, nous avons obtenu via Environnement Canada et le programme ADRO de l'Agence spatiale canadienne, une couverture hebdomadaire du capteur SSM/I du début octobre à fin mars et trois images étalonnées du satellite RADARSAT, en mode Standard 1, prises de la fin septembre à la fin novembre et une quatrième prise en février. Nous comptons aussi utiliser les données météorologiques prises en continue à trois stations temporaires installées dans le secteur

expérimental de LG4 par Hydro-Québec / Environnement Canada / Coll.: J.P. Fortin

Système de surveillance du couvert nival par télédétection

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

Bernard BOBÉE

Hydrologie: Écoulements

CHAIRE INDUSTRIELLE EN HYDROLOGIE STATISTIQUE

Titulaire: Bernard Bobée

Responsables administratifs:

Jean-Pierre Villeneuve (INRS-Eau)

Hugues St-Onge, directeur (Hydro-Québec)

Comité avisier:

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 hydro-électrique / Coll.: J.-Bisson (chargé de projet: Hydro-Québec); M. Haché, L. Perreault, H. Perron; P. Bruneau,

M. Durocher, B. Houle, N. Kang, D. Tremblay (Hydro-Québec)

Projet C2: Étude des séries historiques d'apports énergétiques

Hydro-Québec dispose de mesures d'apports énergétiques mensuels pour l'ensemble des centrales de son parc d'équipement. Les statistiques issues de la série agrégée (cumul des apports énergétiques à chaque site en une série globale annuelle) des apports énergétiques sont utilisées comme intrants dans des modèles de planification énergétique à court, moyen et long termes. Or, cette série présente de nombreuses irrégularités statistiques (non-stationnarité, par exemple) qui peuvent avoir un impact sur la prise de décision. Le présent projet vise tout d'abord à effectuer une étude statistique approfondie de la construction de cette série globale et ensuite à développer des outils de modélisation permettant de tirer le maximum d'informations de ces observations. Ce projet est divisé en trois sous-projets: i) étude critique des données de base nécessaires au calcul des apports énergétiques des huit complexes hydro-électriques; 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 non-spécialistes dans le choix d'une distribution et d'une méthode d'estimation adéquates pour la modélisation des crues de conception. Ce projet est divisé en quatre sous-projets: i) système d'aide à la décision pour le choix d'une loi statistique; ii) étude sur les méthodes de caractérisation des crues; iii) module d'estimation régionale (suite à la réalisation du projet C5); iv) projet intégrateur / Coll.: H. Perron; P. Bruneau (chargé projet: Hydro-Québec); P.F. Rasmussen, L. Perreault; J.L. Bisson, G. Brosseau, D. Sparks (Hydro-Québec)

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

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

Projet C5: Régionalisation des événements hydrologiques extrêmes

La qualité des études portant sur l'estimation d'événements hydrologiques extrêmes est fortement dépendante de la qualité et de la longueur des séries historiques de débits disponibles. Pour les sites où l'on dispose de peu ou même d'aucune information hydrolo-

gique, 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; 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'y effectuer des travaux de recherche susceptibles de trouver de nombreuses applications à Hydro-Québec. La probabilité de défaillance d'un système hydrique peut être reliée au risque hydrologique (dû à la variabilité de l'écoulement) ou au risque hydraulique global (le risque hydrologique et aussi le risque de défaillance de la structure elle-même). L'objectif général de ce projet est d'analyser et d'évaluer les risques de défaillances énergétiques et d'inondations associés aux différentes activités en cours à Hydro-Québec incluant l'établissement des courbes enveloppes, le développement des systèmes d'alerte et des modèles de gestion optimale de la production et de la planification annuelle de l'exploitation / Coll.: T.B.M.J. Ouarda; L. Fagherazzi (chargé de projet: Hydro-Québec); M. Haché, P.F. Rasmussen; A. Turgeon, J.-L. Bisson, P. Bruneau, 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.: P. Bruneau (chargé de projet: Hydro-Québec); V. Fortin, F. Désiles

Estimation ponctuelle et régionale des caractéristiques hydrologiques extrêmes

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

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

La recherche menée par l'équipe de la Chaire en Hydrologie statistique comprend les deux (2) 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.: P. Pilon, K. Weibe, R. Hale (Environnement Canada); T.B.M.J. Ouarda, J.C. Ondo, D. Faucher, P.F. Rasmussen, L. Perreault

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 (3) 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 bayésienne, 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.B.M.J. Ouarda, É. Parent

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 (2) barrages centrales (Pont Arnaud et Chutes Garneau) situés sur la rivière Chicoutimi qui décharge le Lac Kénogami. La capacité d’évacuation de crue de ces deux (2) 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 décennalaire 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. Bruneau, L. Fagherazzi (Hydro-Québec); P. Rasmussen, T.B.M.J. Ouarda, M. Haché

Pré-évaluation automatisée de données hydrométriques récoltées en temps réel

Valider les critères envisagés pour le contrôle de la qualité des données en temps réel; procéder au calcul des critères statistiques (domaine de variation et cohérence temporelle) pour les stations en rivière considérées / Environnement Canada / Coll.: M. Haché, F. Désiles, A. Bouchard (Chargé de projet, Environnement Canada), J.F. Cantin

Peter G.C. CAMPBELL

Biogéochimie: Eaux de surface

Spéciation et biodisponibilité de métaux dans les eaux naturelles

Pour plusieurs métaux bivalents (ex.: Cd, Cu, Pb, Zn) et pour des milieux artificiels étudiés au laboratoire, il existe beaucoup d'évidence à l'effet que la réponse biologique provoquée par le métal dissous dépend de la concentration de l'ion métallique libre, M^{2+} . Pour un organisme aquatique donné, les effets biologiques d'un métal dissous vont également dépendre de divers autres facteurs environnementaux (ex.: pH, dureté, [Ca], salinité, [matière organique dissoute]). Ces facteurs peuvent en principe agir de deux manières: **directement** sur l'organisme, en influant sur sa physiologie et donc sa sensibilité au métal; **indirectement**, en influençant notamment la spéciation du métal dans le milieu. Le présent programme vise le développement d'un modèle général pour prédire la biodisponibilité des métaux traces chez les organismes aquatiques; ce modèle devra prendre en compte la spéciation du métal ainsi que l'influence directe de trois facteurs environnementaux - la matière organique dissoute, le calcium, la salinité et le pH.

Les recherches en cours comprennent des éléments de chimie analytique, de géochimie et de toxicologie aquatique. D'abord, on vise le développement de méthodes analytiques fiables pour déterminer la spéciation de certains métaux traces dissous, aussi bien dans les eaux naturelles que dans les milieux synthétiques utilisés pour des bioessais; nous nous intéressons à des métaux essentiels (ex.: Cu, Zn) ainsi qu'à des métaux non essentiels (ex.: Ag, Cd). L'application de telles méthodes analytiques à des eaux naturelles permet d'étudier le comportement géochimique de ces métaux et d'identifier/quantifier les facteurs qui contrôlent leur spéciation et leur mobilité. Finalement, on poursuit des recherches écotoxicologiques complémentaires sur ces mêmes métaux, dans le but d'élucider les relations existant entre les formes de métal présentes dans les eaux naturelles et leurs effets biologiques.

Pour les métaux cationiques et leurs complexes hydrophiles, nous avons choisi comme point de départ le "Modèle de l'ion Libre" (MIL, ou "Free-Ion Model"), compte tenu de sa capacité indéniable de rationaliser la grande majorité des données toxicologiques obtenues au laboratoire, dans des milieux artificiels. Il s'agit ici de tester les limites du MIL dans des conditions réalistes, notamment en ce qui concerne le pH, la salinité, la présence de ligands organiques naturels, et la présence de métabolites de poids moléculaire faible.

Cette validation du modèle fait appel à des expériences de prise en charge ("uptake"), où on suit de près la cinétique des réactions impliquées (adsorption à la surface biologique; transport à travers la membrane biologique; complexation intracellulaire), et à des bio-essais. Les cibles biologiques sont exposées aux métaux, en contrôlant avec soin la spéciation du métal dans le milieu d'exposition - la manipulation de la spéciation des métaux dans le milieu externe permet d'explorer les limites du modèle et de le raffiner / CRSNG - Subvention de recherche. 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, L. Girault, C. Fortin, B. Vigneault

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 2^e et 3^e 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 fait 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 (INRS-Géoresources); S. de Mora, J. Pellerin-Massicotte (Université du Québec à Rimouski); F. Denizeau, M. Fournier, A. Hontela, N. Houde, J. Lafont, F. Sarhan (Université du Québec à Montréal); A. Boudou, E. Dufourc (Bordeaux); H. 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 rejettent des effluents contenant de l'Al dans la rivière Saguenay. La charge en Al totale a été estimée à environ 500 kg/j, dans un volume de 67,000 m³/j. L'aluminium rejeté se trouve à la fois en solution et sous forme particulière, les proportions relatives variant selon le pH. La concentration moyenne de l'Al dans les effluents serait d'environ 7-8 mg/L.

L'objectif principal de la présente étude est de répondre aux préoccupations de l'Alcan concernant l'impact de ses rejets sur la rivière Saguenay. Le projet implique: i) détermination de la spéciation de l'alumi-

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

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

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 sont: 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 (individu; 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., leur "metallothionéine status" - rapport ($M_{mt} - M_{c}$) / 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 détermine 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), Y. Couillard, A. Giguère

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 dissous dépend de la concentration de l'aquo ion M^{2+} . 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 sont 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

Biogéochimie: Sédiments

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

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

Daniel CLUIS

Hydrologie: Aménagement des bassins versants

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

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

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

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

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

En concertation avec les démarches actuelles de restauration de la rivière Boyer, le but du projet est d'effectuer, à partir des caractéristiques 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: 1) l'acquisition de données nouvelles, à partir des séries de sol et de systèmes cultureux 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 culturelles (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)

Écoulements

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

Ce projet vise à résoudre, à moyen terme, trois groupes de problèmes: i) dans le domaine de la surveillance de la qualité de l'eau, l'estimation des débits massiques constitue un pré-requis nécessaire à l'interprétation des phénomènes de transport, à des relations sources-effets et à la calibration des modèles de qualité de l'eau; ii) dans le domaine de l'étude structurale des séries environnementales, les caractéristiques d'asymétrie et de non-stationnarité en moyenne et en variance, ainsi que la présence de valeurs aberrantes, douteuses, censurées ou tronquées, rendent l'analyse difficile. Nous nous attardons à développer des méthodes robustes et des algorithmes permettant la détection structurale des tendances en présence des valeurs aberrantes; les estimateurs de HUBER seront mis à contribution; iii) dans le domaine des fonctions de transfert entre séries environnementales, nous adapterons les méthodes développées en économétrie pour les rendre robustes à la structure de nos données et suggérer des hypothèses physiques objectives / CRSNG - Dépenses courantes

Jean-Pierre FORTIN

Hydrologie: Écoulements

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 pixel, l'albédo par exemple; c) positionnement aussi précis que possible des images pour des entrées multitemporelles dans un modèle hydrologique distribué et utilisant des données géocodées.

Le projet se déroulera en deux phases. Avant le lancement du satellite, les travaux porteront sur des données simulées des capteurs VGT et HRVIR à partir de données TM. Dans la phase post-lancement, les données réelles de ces capteurs seront analysées et comparées en plus avec les données AVHRR, afin d'évaluer les avantages du capteur VGT sur le capteur AVHRR / VEGETATION International Users committee / Coll.: M. Bernier

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 multirate 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

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 PHYSITEL 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

Simulations diverses d'apports naturels au lac Kénogami et de scénarios de laminage du lac

Le projet a comme objectifs d'utiliser le modèle hydrologique HYDROTEL pour simuler les apports naturels au lac Kénogami aux pas de temps journalier et horaire, lors de la crue de juillet 1996, de même que la crue maximale probable et les crues de diverses périodes de retour. On veut ainsi mieux comprendre la crue exceptionnelle de juillet 1996, évaluer les délais de prévision possibles et situer cette crue par rapport aux crues servant habituellement à déterminer les caractéristiques des réservoirs de protection contre les crues / Axor Experts-Conseils Inc. / Coll.: M. Bernier, R. Turcotte, F. Bouffard, S. Beaudoin, Y. Gauthier

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

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

Landis HARE

Biogéochimie: Eaux de surface

Métaux traces et animaux aquatiques: biodisponibilité et bioaccumulation

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

Métaux traces sédimentaires: biodisponibilité, bioaccumulation et toxicité

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

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

H. Gerald JONES

Biogéochimie: Eaux atmosphériques

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 majeur sur la transformation et le transfert des composés azotés entre le sol et l'atmosphère, en hiver. Les travaux visent en particulier la dynamique de N_2O , NO , NO_2 , HNO_3 et N-organique aux interfaces atmosphère-neige et sol-neige. Les processus physiques présentement à l'étude sont l'évolution thermique du système sol-neige-atmosphère et métamorphisme du couvert de neige, l'interaction neige-vent et la ventilation du couvert, et l'influence de la radiation solaire. Les processus chimiques et microbiologiques comprennent les flux de composés entre l'atmosphère et la neige (NO_2 , HNO_3 et N-organique, dépôts secs et humides) et entre le sol et la neige (N_2O , N_2 , NO et émissions gazeuses) en périodes froides et l'activité des populations d'algues pendant la fonte. La méthodologie fait appel aux expériences sur le terrain en milieux forestier et agricole, et en laboratoire avec des simulateurs de couvert de neige / CRSNG - Dépenses courantes / ministère de l'Agriculture et Agroalimentaire Canada / 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. Agriculture et Agroalimentaire Canada

Marius LACHANCE

Biogéochimie: Sol (bassin versant)

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

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

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, J. Duchesne (Univ. Laval); R. Ouimet (Min. des Ressources Naturelles)

Assainissement, contrôle de la pollution et technologies environnementales: Ateliers de formation

Logiciel STATISTICA

Deux ateliers de formation sur le logiciel STATISTICA d'une durée de deux jours, ont été réalisés. Ces ateliers s'adressaient à des chercheurs de l'Institut de recherche en biotechnologie (IRB) et du ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF). L'emphase a été mise sur l'applicabilité des méthodes statistiques aux études en toxicologie de l'environnement / CNRC

Pierre LAFRANCE

Biogéochimie: Eaux souterraines

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

Le projet porte sur l'influence des processus bio-physico-chimiques sur le destin et le transport de composés organiques dans le sol et l'eau souterraine. Le programme vise à approfondir la compréhension des contaminations par des sources diffuses (évolution, caractérisation et prédiction), et à appliquer les connaissances acquises à la biogéochimie et au traitement des contaminations, principalement les hydrocarbures lourds fortement adsorbés au sol. Les démarches de recherche comprennent: 1) l'étude d'interactions entre les contaminants organiques et les éléments constitutifs du sol; 2) l'impact de ces interactions sur le devenir des contaminants (transport et biodisponibilité); 3) l'étude *in situ* de l'évolution des contaminations et la validation d'hypothèses de transport; et 4) le transfert des connaissances vers: i) l'application d'outils prédictifs du devenir des contaminations (modèles de transport) et; ii) le développement de critères de conception d'un procédé de décontamination *in situ* des sols / CRSNG - Subvention de recherche

Analyse hydrogéochimique d'une série chronologique de dosages réalisés sur l'eau

Le projet vise l'interprétation chimique d'une série chronologique d'analyses d'eaux souterraines prélevées dans des puits de la région de Montréal. Le suivi quotidien de la qualité de ces eaux a été réalisé par la mesure du pH, de la conductivité électrique, des ions caractérisant la salinité d'une eau (sodium et chlorures) ainsi que d'autres anions et cations. Les travaux réalisés sont; 1) vérification de la justesse des dosages réalisés par l'évaluation de l'électroneutralité et du rapport conductivité électrique/100; 2) discussion sur l'évolution spatio-temporelle des paramètres physico-chimiques de l'eau des puits, et; 3) contribution à l'interprétation hydro-géochimique de la composition des eaux / AGEOS

Michel LECLERC

Hydrologie: Écoulements

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 vague 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'hydraulique 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 Ilets

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

Modélisation d'interventions pour la réhabilitation de la Baie de la Faim, lac Saint-François

Le projet vise à optimiser un concept de réhabilitation des berges submergées de la Baie de la Faim dans le lac Saint-François (fleuve Saint-Laurent). Les sédiments sableux de la baie ont été massivement érodés par les forts courants fluviaux suite à la construction du canal de Beauharnois au milieu de ce siècle. Aujourd'hui, le fond constitué d'argiles consolidées de la mer de Champlain continue de s'éroder si bien qu'il est devenu impératif de stopper ce processus. Une première étude avait recommandé l'implantation de deux épis dont le rôle était de dévier les courants vers le large en plus de créer des contre-circulation pouvant favoriser la sédimentation. Des difficultés d'implantation liées aux droits de propriété ont entraîné le rejet de la solution. Une nouvelle option à un seul épi prolongé sera étudiée au cours de ce projet / Hydro-Québec / Coll.: P. Boudreau, J. Morin

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. Heniche

Logiciel Hydrosim (simulateur hydrodynamique)

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

Projet MÉTRIQUE

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

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

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

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

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 écohydrologique du territoire québécois, 3) identification des espèces-cibles à protéger, revue de leurs préférences d'habitats et de leur cycle vital (phases sensibles), 4) proposition régionalisée et saisonnière de seuils de débit à maintenir / MEF / ministère des Pêches et Océans Canada / Génivar groupe conseil

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

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

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

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

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

Le projet vise la poursuite de l'effort de modélisation du fleuve Saint-Laurent dans le

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

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

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

Relations dommages-profondeur de submersion pour différentes conditions d'hydraulicité sur les rivières Chicoutimi et aux Sables et lac Kénogami

Le projet vise à établir une relation fonctionnelle entre les débits et les niveaux d'eau d'une part et les dommages d'inondation en crue sur l'ensemble du réseau hydrographique, plus particulièrement, le lac Kénogami, la rivière Chicoutimi en amont du barrage Chute-Garneau et la rivière aux Sables en amont de Jonquière. Les dommages se limitent au parc résidentiel. Le but ultime est l'établissement d'un plan de gestion pour le lac Kénogami / Ministère Environnement et Faune / Coll.: M. Heniche. Y. Secretan, T. Ouarda, J. Marion

Guy MORIN

Hydrologie: Aménagement des bassins versants

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

Hydrologie: Écoulements

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

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

Taha B.M.J. Ouarda

Hydrologie: Écoulements

Estimation régionale des variables hydrologiques

Lorsque l'information hydrologique en un site est absente ou insuffisante, l'estimation des variables hydrologiques peut être effectuée par des modèles régionaux. Le principe est de transposer au site d'intérêt l'information spatiale provenant de bassins ayant un régime hydrologique similaire. Le programme de recherche comprend deux (2) volets:

Volet A: Développement de modèles fréquentiels régionaux

Les recherches sur l'estimation régionale des variables hydrologiques concernant: i) la modélisation explicite de l'hétérogénéité régionale et la quantification de la précision des estimations régionales des quantiles de crues; ii) la prise en compte des corrélations entre les différentes variables explicatives et entre les variables dépendantes, et la combinaison de l'information locale et régionale; iii) le développement de modèles robustes en poursuivant le développement de la méthode de l'analyse des corrélations canoniques, par exemple en utilisant l'estimateur de James-Stein; iv) le développement de modèles régionaux de crues intégrant l'utilisation du GRADEX (gradient des valeurs extrêmes) des pluies; v) la régionalisation d'autres variables telles que les volumes de crues et les paramètres de modèles; vi) le développement de modèles régionaux utilisant les queues des distributions (parties extrêmes des distributions) ainsi que l'information alternative (par exemple, données historiques).

Volet B: Application à la modélisation des apports prévisionnels

Ces travaux s'inscrivent dans le cadre de l'estimation et la régionalisation des paramètres de modèles hydrologiques (modèles conceptuels, hydrogrammes unitaires) utilisés pour transformer les données météorologiques affectant un bassin versant en écoulements naturels. Cependant, les estimations des paramètres de modèles

hydrologiques sont entachées d'incertitude et représentent donc des paramètres stochastiques. Les sorties des modèles hydrologiques basés sur ces paramètres stochastiques représentent donc des variables aléatoires. On propose d'effectuer une analyse systématique des incertitudes associées à ces paramètres, et d'évaluer la propagation de cette incertitude dans la modélisation des apports. Ces travaux permettront d'améliorer la représentativité des séries prévisionnelles d'apports / CRSNG / Coll.: M. Haché

Marcel OUELLET***Biogéochimie: Sédiments******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

Peter F. RASMUSSEN***Hydrologie: Écoulements******Détermination des séries mensuelles types pour l'aménagement optimal d'un bassin***

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

Le but principal du 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.: P. Legendre (Hydro-Québec), B. Bobée, M. Haché, L. Perreault

Modélisation paramétrique et non paramétrique de séries chronologiques en hydrologie

Pour effectuer une gestion adéquate des ressources hydriques, il est généralement nécessaire de connaître le comportement stochastique des apports. Selon les objectifs, on s'intéresse aux apports journaliers, hebdomadaires, mensuels ou annuels. Le choix de technique de modélisation dépend de l'échelle du temps. Dans ce projet de recherche, on aborde différents sujets reliés à la modélisation, la simulation et la prévision des apports d'eau. On s'intéresse notamment aux points suivants: i) modélisation de séries chronologiques saisonnières; ii) modélisation de séries chronologiques par des méthodes non paramétriques; iii) modélisation de séries chronologiques non autocorrélées / CRSNG - Dépenses courantes / Coll.: B. Bobée, T.B.M.J. Ouarda, M. Haché

Jean-Louis SASSEVILLE

Assainissement, contrôle de la pollution et technologies environnementales: Boues

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. / Coll.: D. Couillard, R. Tyagi, J.P. Villeneuve, J.F. Blais, M. Grondin, R. Tremblay (IE Inc.)

Rejets miniers

Intégration de la technologie du recyclage des résidus sulfureux

Plusieurs techniques de contrôle des processus acidogènes et des drainages acides ont été développées au cours des quinze dernières années. Cependant, aucune d'entre elles ne tient compte des valeurs économiquement exploitables que peuvent contenir les résidus miniers. Pourtant, les analyses minéralogiques réalisées sur divers résidus miniers révèlent des teneurs en métaux démontrant l'intérêt d'appliquer les techniques de recyclage en vue de les restaurer. Cette technologie qui a été spécialement conçue pour retraiter les résidus miniers sulfureux, en tirant profit des valeurs qu'ils contiennent tout en permettant

une réhabilitation complète et définitive des sites qui ont servi comme lieu de disposition. L'INRS-Eau s'est vu confié le mandat d'intégrer les diverses composantes de la technologie et les diverses étapes conduisant à son opérationnalisation. La recherche a permis 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; B. Côté, J. Larivée (ITEC-Mineral)

Transfert technologique

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

Suite à diverses missions réalisées en République tchèque et en Slovaquie par un consortium québécois, dont l'INRS-Eau assure la direction scientifique dans le secteur de l'environnement, un véhicule de transfert technologique a été implanté dans la région de Spišská Nová Ves, en Slovaquie. Une société d'économie-mixte (publique-privée) a pris en charge, avec l'aide des institutions et de la communauté d'affaires régionales et suivant des règles commerciales de gestion et d'investissement, l'implantation et l'opération de compagnies ou de services dans le cadre du développement des industries de l'environnement, dans le secteur forestier, énergétique et environnemental. Des projets sur la gestion éco-énergétique, le recyclage des résidus miniers, la valorisation des déchets organiques, le traitement des sols, le traitement de l'eau contaminée, etc..., sont en développement pour faire partie des programmes de transfert / MAIQ, BCSD, UNDP, MAEC, BM / Coll.: J. Barussaud (BCSD), O. Langlais, M. Lemerrier (Pluralité), R. Volders (Interel)

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

L'INRS-Eau, en collaboration avec le Centre de recherche industrielle du Québec et le Groupe Conseil Gesco, créait en septembre 1995 une société sans but lucratif répondant au nom de L'Industrielle de l'environnement inc.. Cette société fait partie d'un véhicule complet de développement et de diffusion commerciale présentement en développe-

ment. Elle a comme mission la concertation des ressources corporatives, humaines, techniques et financières en vue de développer ou d'acquérir des technologies environnementales, et de les configurer de façon à ce qu'elles soient adaptées aux besoins et contraintes exprimés sur le marché.

Plus particulièrement, son rôle est d'oeuvrer de concert avec les équipes de technologues universitaires ou privés, avec les promoteurs et les investisseurs en vue d'amener rapidement et à moindre coût sur le marché des technologies environnementales porteuses. Son rôle est aussi de dépister des technologies déjà en configuration de marché en vue de prendre des options pour leur commercialisation, créant ainsi un portefeuille de technologies et un spectre intégré de savoir-faire en mesure de favoriser l'émergence de sociétés québécoises sur les marchés internationaux. Plusieurs projets de développement et de transfert de technologies sont en développement au sein de L'Industrielle de l'environnement inc. / Fonds d'investissement régional (CRCDQ) / MAI / BFDRQ etc... / Coll. J.P. Villeneuve, M. Grondin, R. Tremblay (Industrielle de l'environnement inc.); R. Hamelin (GESCO), L. Barré (MABAREX

Yves SECRETAN

Hydrologie: Écoulements

Système de modélisation hydro-écologique; 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

André TESSIER

Biogéochimie: Sédiments

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 oxygènes et l'eau surnageante. Des mesures *in situ* sont effectuées dans des lacs le long d'un gradient de pH; ces mesures nous permettent d'obtenir des constantes conditionnelles globales de sorption de ces éléments traces sur la matière organique et les oxyhydroxydes de Fe et Mn, en faisant intervenir des concepts de complexation de surface. Ces constantes conditionnelles sont confrontées avec celles calculées à partir de la géochimie des lacs étudiés et des caractéristiques d'adsorption des oxyhydroxydes de Fe et Mn 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 particuliers 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 micro-senseurs 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 surnageante 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 / Coll.: L. Hare

Rajeshwar D. TYAGI

une valeur ajoutée / CRSNG Stratégique /
Coll.: J.P. Villeneuve, J.R. Valéro (Forêt
Canada)

Assainissement, contrôle de la pollution et technologies environnementales: Boues

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

Ce projet de recherche a comme objectif d'étudier l'inhibition par les métaux sur la réponse dynamique de la biodégradation d'une substance, des performances du séparateur secondaire et de la digestion anaérobie. L'élimination par lixiviation microbienne des métaux des boues digérées anaérobie fait également l'objet de la présente recherche / CRSNG - Dépenses courantes

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

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

Jean-Pierre VILLENEUVE

Hydrologie: Aménagement des bassins versants

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.: A. Mailhot, A.N. Rousseau, C. Blanchette

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

GIBSI est un outil informatique qui permet aux gestionnaires de l'eau d'explorer divers scénarios de gestion à l'échelle du bassin versant. Cet outil informatique d'aide à la

gestion comprend une base de données (spatiales et attributs), un système d'information géographique (SIG), une base de données relationnelle (BD) et des modèles mécanistes de simulation (hydrologie, érosion des sols et en rivières, transport et transformations de l'azote, du phosphore et de pesticides dans les sols et qualité de l'eau dans les rivières et les lacs). Cet outil permet au gestionnaire d'estimer quantitativement l'impact de différents scénarios d'aménagements du territoire.

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 scientifique (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

Écoulements

Technologies de l'eau et de l'environnement

Ce projet de coopération canado-tunisienne a pour objectif le renforcement de la capacité professorale et scientifique de l'équipe d'enseignement et de recherche de l'École Nationale d'Ingénieurs de Tunis (ENIT) afin de pouvoir répondre plus adéquatement aux besoins plus spécifiques du secteur privé. Des experts canadiens dans les domaines de l'eau et de l'environnement seront dépêchés en Tunisie afin de collaborer à l'élaboration d'un certain nombre de cours et de matériel pédagogique. Les interventions se feront à trois niveaux: 1) formation initiale; 2) formation continue et 3) stage de professeurs et d'étudiants tunisiens au Canada / ACCC et AUCC / Coll.: O. Banton, M. Bernier, B. Bobée, J.P. Fortin, H.G. Jones, P. Lafrance, M. Leclerc, G. Morin, T. Ouarda, P. Rasmussen, Y. Secretan, A. Mailhot,

A.N. Rousseau, autres chercheurs de d'autres universités

SYMPEAU - Révision du document de référence sur la gestion de l'eau au Québec

Ce document qui a été réalisé par le Secrétariat du Comité des priorités en collaboration avec le ministère de l'Environnement et de la Faune, le ministère des Affaires municipales, le ministère de l'Industrie, du Commerce, de la Science et de la Technologie, le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation et le ministère des Ressources naturelles dresse le portrait et s'interroge sur la gestion de l'eau. À cet effet, l'INRS-Eau a agit à titre d'expert-conseils pour le gouvernement du Québec et avisa ce dernier des corrections à apporter sur le contenu et les données du document de référence. L'INRS-Eau a également effectué les recherches nécessaires à la consolidation du document.

Ce document a servit de base de discussion du Symposium sur la gestion de l'eau au Québec. L'information présentée dans ce document se veut factuelle et n'est qu'une première démarche sur la problématique de la gestion de l'eau / Gouvernement du Québec / Coll.: A.N. Rousseau

SYMPEAU - Organisation du Symposium sur la gestion de l'eau au Québec

À partir du document de référence réalisé par le gouvernement du Québec, l'INRS-Eau a procédé à l'organisation du symposium sur la gestion de l'eau au Québec. De ce fait l'INRS-Eau a préparé (choix des conférences et intervenants, documents de publicité), la tenue (logistique) et conduit le Symposium (actes du symposium) qui a eu lieu à Montréal au début de décembre 1997.

Le Symposium visait à répandre l'état des connaissances sur les questions reliées à la gestion de l'eau au Québec. À cet effet, des experts nationaux et internationaux de même que des personnes intéressées sont venues partager leur savoir et faire le point sur: i) l'état de l'eau au Québec (le capital eau, le droit de l'eau, la qualité de l'eau); ii) la gestion de l'eau au Québec (les commerces de l'eau, les municipalités et l'eau, la gestion des

bassins versants). En ce sens, les intervenants ont permis de répondre aux questions soulevées dans le document de référence du Symposium.

Ce Symposium a favorisé un éclairage ouvert et factuelle sur les enjeux spécifiques de la gestion de l'eau au Québec. Tel qu'annoncé par le Premier Ministre, M. Lucien Bouchard, dans le préambule du Document de référence, ce Symposium constituait une première étape vers l'élaboration d'une politique de l'eau au Québec / Gouvernement du Québec / Coll.: B. Bobée, A.N. Rousseau, M. Trépanier, S. Duchesne, G. Pelletier, et autres nombreux collaborateurs

Eaux souterraines

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

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

Assainissement, contrôle de la pollution et technologies environnementales: Boues

Évaluation de l'utilisation du produit Algi-boss 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.

La station d'épuration de la municipalité de St-Cyrille-de-Wendover dessert, depuis 1988, une population d'environ 1 200 personnes. La déphosphatation des eaux s'effectue du 15 mai au 15 novembre par utilisation d'alun liquide. Les charges moyennes de conception sont de 65 kg DBO₅/jr, 20 kg MES/jr et 2.0 kg P_{tot}/jr, alors que le débit hydraulique de conception est de 460 m³/jr. Les données de 1994 concernant la performance des ouvrages d'assainissement du Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec (MEFQ) montrent un débit hydraulique moyen de 677 m³/jr (147% conception), une charge en DBO₅ de 79 kg/jr (122% conception), en OMES de 78 kg/jr (390% conception) et en P_{tot} de 2.7 kg/jr (135% conception).

En 1994, la concentration moyenne en DBO₅ de l'effluent était de 24 mg/L pour un rendement épuratoire de 79%. Les teneurs moyennes annuelles en MES et en P_{tot} étaient, pour cette période, respectivement 14 et 1.16 mg/L, pour des rendements d'enlèvement de 87% et 71%. En ce qui concerne les coliformes fécaux, la moyenne géométrique était de 11 620/100 mL, ce qui est nettement plus élevé que les normes de rejet prescrites par le MEFQ. Selon les informations de 1994, l'effluent de la station d'épuration de St-Cyrille-de-Wendover ne respectait pas les normes et exigences annuelles pour la DBO₅,

le P_{tot} , ainsi que les coliformes fécaux. Une période d'essai de 12 semaines (11 août au 2 novembre 1997) a servi à tester le produit ALGI-BOSS à la station d'épuration de St-Cyrille-de-Wendover. Il s'agit principalement d'améliorer le rendement épuratoire des coliformes fécaux. Trois dosages ont été étudiés / G. Mercier, J.F. Blais (Stratech Inc.)

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

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

Contrôle

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

Les mâchefers, ou cendres de grilles, sont produits à un rythme d'environ 250 t/jour à l'incinérateur des déchets municipaux de la Communauté urbaine de Québec (CUQ). Ils sont actuellement enfouis au site d'enfouissement sanitaire de St-Tite-des-Caps. Ce matériau possède un potentiel de réutilisation dans la construction de routes (remplace les graviers de fondation ou en sous-fondation), comme tendent à le démontrer les expériences américaines et française. Afin de procéder à des essais dans le contexte québécois, la CUQ a initié un projet de démonstration visant la valorisation des mâchefers. Dans le cadre du programme des infrastructures municipales et en association avec plusieurs organismes, la CUQ a entrepris une étude sur cette problématique. L'aspect géotech-

nique est assuré par M. Konrad du Département de génie civil de l'Université Laval assisté par le ministère des Transports du Québec. La Ville de Québec participe via la construction de tronçons de rues à l'aide de mâchefers. Le rôle de l'INRS-Eau consiste en la réalisation du suivi environnemental des eaux souterraines, interstitielles et de surface. Une série d'appareils de mesure et de suivi environnemental ont été installés et l'échantillonnage, le traitement des données et l'interprétation des résultats d'analyses des eaux seront également complétés, le tout sur une période de 14 mois (juillet 97 à décembre 98). L'expertise développée dans le domaine des métaux et du traitement des cendres d'incinérateurs par l'INRS-Eau est ainsi mise à contribution au sein d'un regroupement d'équipes multidisciplinaires / Communauté Urbaine de Québec / M. Konrad (Univ. Laval), Ville de Québec, CUQ, Ministère des transports / Coll.: G. Mercier, G. Roberge, M. Chartier, J.F. Blais

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 / Coll.: G. Mercier, M. Chartier, G. Roberge, C. Sauvageau

Contrôle des débordements des réseaux d'égouts par temps de pluie

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

Métaux

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

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

nation 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

Mise au point d'un procédé de biolixiviation des métaux pour la décontamination des sols et sédiments

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 prétraitement 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

Infrastructures municipales

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

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

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 moyen 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 de l'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

5 PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS

Articles publiés dans les revues scientifiques

Ashkar, F. et T.B.M.J. Ouarda (1998). Approximate confidence intervals for quantiles of gamma and generalized gamma distributions. *J. Hydr. Eng. - ASCE*, 3(1): 43-51.

Banton, O., F. Delay et G. Porel (1997). A new time domain random walk method for solute transport in 1-D heterogeneous media. *Ground Water*, 35(6): 1008-1013.

Banton, O., G. Porel et F. Delay (1997). Coupling of the time domain random walk method with the finite fragment method to simulate flow and transport in 1-D heterogeneous media. *J. Hydrol.*, 201(1-4): 49-61.

Banton, O., M.K. Seguin et M.A. Cimon (1997). Mapping field-scale physical properties of soil with electrical resistivity. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 61(4): 1010-1017.

Beauchemin, S., R.R. Simard et D. Cluis (1998). Forms and concentration of phosphorus in drainage water of twenty-seven tile-drained soils. *J. Environ. Qual.*, 27(3): 721-728.

Benmoussa, H., J.F. Blais, N. Meunier, R.D. Tyagi et J.L. Sasseville (1997). Conditionnement et déshydratation de boues d'épuration municipales décontaminées par un procédé d'enlèvement des métaux toxiques. *Can. J. Civil Eng.*, 24(5): 716-722.

Benmoussa, H., R.D. Tyagi et P.G.C. Campbell (1997). Simultaneous sewage sludge digestion and metal leaching using an internal loop reactor. *Water Res.*, 31(10): 2638-2654.

Bernier, M. et J.P. Fortin (1998). The potential of times series of C-band SAR data to monitor dry and shallow snow cover. *IEEE Trans. Geosci. Remot. Sen.*, 36(1): 226-243.

Blais, J.F. et J.L. Sasseville (1997). Analyse technico-économique des procédés de décontamination des boues d'épuration municipales / technico-economic analysis of processes for municipal sewage sludge decontamination. *Vecteur Environnement*, 30(3): 25-39.

Campbell, P.G.C., M.R. Twiss et K.J. Wilkinson (1997). Accumulation of natural organic matter on the surfaces of living cells: implications for the interaction of toxic solutes with aquatic biota. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 54: 2543-2554.

Charbonneau, P., L. Hare et R. Carignan (1997). Use of X-ray images and a contrasting agent to study the behavior of animals in soft sediments. *Limnol. Oceanogr. [Notes]*, 42(8): 1823-1828.

Chartier, M. et D. Couillard (1997). Biological processes: The effects of initial pH, percentage inoculum and nutrient enrichment on the solubilization of sediment bound metals. *Water Air Soil Pollut.*, 96(1-4): 249-267.

Chevalier, S., J. Gauthier et O. Banton (1997). Evaluation of the geothermal potential of groundwater with thermal energy storage. *Can. J. Civil Eng.*, 24(4): 611-620.

Craig, A., L. Hare, P.M. Charest et A. Tessier (1998). Effect of exposure regime on the internal distribution of cadmium in *Chironomus staegeri* larvae (Insecta, Diptera). *Aquat. Toxicol.*, 41(3): 265-275.

Croteau, M.N., L. Hare et A. Tessier (1998). Refining and testing a trace metal biomonitor (*Chaoborus*) in highly acidic lakes. *Environ. Sci. Technol.*, 32(9): 1348-1353.

De Sève, D., M. Bernier, J.P. Fortin et A. Walker (1997). Preliminary analysis of snow microwave radiometry using the SSM/I passive microwave data: The case of La Grande river watershed (Quebec). *Ann. Glaciol.*, 25: 353-361.

- Dupuy, A., M. Razack et O. Banton (1997). Contamination nitrée des eaux souterraines d'un bassin versant agricole hétérogène II. Évolution des concentrations dans la nappe. *Rev. Sci. Eau*, 10(2): 185-198.
- Errecalde, O., M. Seidl et P.G.C. Campbell (1998). Influence of a low molecular weight metabolite (citrate) on the toxicity of cadmium and zinc to the unicellular green alga *Selenastrum capricornutum*: an exception to the free-ion model. *Water Res.*, 32(2): 419-429.
- Fortin, V., B. Bobée et J. Bernier (1997). Rational approach to comparison of flood distributions by simulation. *J. Hydr. Eng.-ASCE*, 2(3): 95-103.
- Fortin, V., T.B.M.J. Ouarda et B. Bobée (1997). Comment on "The use of artificial neural networks for the prediction of water quality parameters" by H.R. Maier and G. C. Dandy. *Water Resour. Res.*, 33(10): 2423-2424.
- Fortin, V., T.B.M.J. Ouarda, P.F. Rasmussen et B. Bobée (1997). Revue bibliographique des méthodes de prévision des débits / A review of streamflow forecasting methods. *Rev. Sci. Eau*, 10(4): 461-487.
- Fournier, D., R. Lemieux et D. Couillard (1998). Genetic evidence for highly diversified bacterial populations in wastewater sludge during biological leaching of metals. *Biotechnol. Lett.*, 20(1): 27-31.
- Hountin, J.A., D. Couillard et A. Karam (1997). Soil carbon, nitrogen and phosphorus contents in maize plots after 14 years of pig slurry applications. *J. Agr. Sci.*, 129: 187-191.
- Huerta-Diaz, M.A., A. Tessier et R. Carignan (1998). Geochemistry of trace metals associated with reduced sulfur in freshwater sediments. *Appl. Geochem.*, 13(2): 213-233.
- Jumarie, C., P.G.C. Campbell, M. Houde et F. Denizeau (1997). Caco-2 cell line used as an *in vitro* model to study cadmium accumulation in intestinal epithelial cells. *J. Membr. Biol.*, 158: 31-48.
- Kibi, N., J.L. Sasseville, J.F. Blais et D. Couillard (1996). Efficacité énergétique, applicabilité des mesures d'efficacité énergétique électrique dans les ouvrages d'épuration des eaux usées municipales / Applicability of electricity savings measures in municipal waste water treatment plants. *Vecteur Environnement*, 29(4): 33-46.
- Lafrance, P., O. Banton et P. Gagné (1997). Exportation saisonnière d'herbicides vers les cours d'eau mesurée sur six champs agricoles sous quelques pratiques culturales du maïs (Basses-Terres du St-Laurent) / Seasonal transport of herbicides to surface water as measured on six agricultural fields under different corn-cropping regimes (St-Lawrence Lowlands). *Rev. Sci. Eau*, 10(4): 439-459.
- Lang, M., P.F. Rasmussen et B. Bobée (1997). Échantillonnage par valeurs supérieures à un seuil: modélisation des occurrences par la méthode du renouvellement / Overthreshold sampling: Modeling of occurrences by renewal processes. *Rev. Sci. Eau*, 10(3): 279-320.
- Larocque, M., A. Mangin, M. Razack et O. Banton (1998). Contribution of correlation and spectral analyses to the regional study of a large karst aquifer (Charente, France). *J. Hydrol.*, 205(3-4): 217-231.
- Mailhot, A., É. Gaume et J.P. Villeneuve (1997). Uncertainty analysis of calibrated parameter values of an urban storm water quality model using metropolis Monte Carlo algorithm. *Water Sci. Technol.*, 36(5): 141-148.
- Mailhot, A., A.N. Rousseau, S. Massicotte, J. Dupont et J.P. Villeneuve (1997). A watershed-based system for the integrated management of surface water quality: The GIBSI system. *Water Sci. Technol.*, 36(5): 381-387.
- Mallory, M.L., D.K. McNicol, D. Cluis et C.

- Laberge (1998).
Chemical trends and status of small lakes near Sudbury, Ontario, 1983-1995: evidence of continued chemical recovery. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 55(1): 63-75.
- Martin, D. et M. Bernier (1997).
Analyse multicritère de capteurs satellitaires pour le suivi du couvert nival. *Can. J. Remote Sensing*, 23(3): 264-275.
- Ouarda, T.B.M.J. et F. Ashkar (1998).
Effect of trimming on LP III flood quantile estimates. *J. Hydr. Eng. - ASCE*, 3(1): 33-42.
- Ouarda, T.B.M.J., J.W. Labadie et D.G. Fontaine (1997).
Indexed sequential hydrologic modeling for hydropower capacity estimation. *J. Am. Water Resour. Assoc.*, 33(6): 1-13.
- Ouellet, M. (1997).
Lake sediments and Holocene seismic hazard assessment within the St Lawrence Valley, Quebec. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 109(6): 631-642.
- Padilla, F., Y. Secretan et M. Leclerc (1997).
On open boundaries in the finite element approximation of two-dimensional advection-diffusion flows. *Int. J. Numer. Method. Eng.*, 40(13): 2493-2516.
- Proulx, S. et J. Stein (1997).
Classification of meteorological conditions to assess the potential for concrete frost formation in boreal forest floors. *Can. J. For. Res.*, 27(6): 953-958.
- Roy, M. et D. Couillard (1998).
Metal leaching following sludge application to a deciduous forest soil. *Water Res.*, 32(5): 1642-1652.
- Roy, M. et D. Couillard (1997).
Mobilité des métaux et risque de contamination des eaux lors de la valorisation sylvicole des boues résiduelles urbaines au Québec / Use of municipal sewage sludge for the fertilization of forest. Mobility of metals and the risk of surface and groundwater contamination. *Rev. Sci. Eau*, 10(4): 507-525.
- Roy, R.L. et P.G.C. Campbell (1997).
Decreased toxicity of Al to juvenile Atlantic salmon (*salmo salar*) in acidic soft water containing natural organic matter: a test of the free-ion model. *Environ. Toxicol. Chem.*, 16(9): 1962-1969.
- Surampalli, R.Y., R.D. Tyagi, O.K. Scheible et J.A. Heidman (1997).
Nitrification, denitrification and phosphorus removal in sequential batch reactors. *Bioresource Technol.*, 61(2): 151-157.
- Tyagi, R.D., T.R. Sreekrishnan, J.F. Blais et R.Y. Surampalli (1998).
Effect of dissolved oxygen on sludge acidification during the SSDML-Process. *Water Air Soil Pollut.*, 102: 139-155.
- Wang, F.Y., J.S. Chen, H.L. Chen et W. Forsling (1997).
Surface properties of natural aquatic sediments. *Water Res.*, 31(7): 1796-1800.
- Zagury, G.J., K.S. Narasiah, R.D. Tyagi et R. Brzezinski (1997).
Preservation and reactivation of iron-oxidizing bacteria involved in the bioleaching of contaminated soils. *Can. J. Civil Eng.*, 24(6): 1050-1058.
- ### **Livres ou ouvrages collectifs**
- Banton, O. et L.M. Bangoy (1997).
Hydrogéologie: multiscience environnementale des eaux souterraines. Sainte-Foy, Québec, PUQ, 460 pages.
- Ouarda, T.B.M.J., P.F. Rasmussen et B. Bobée (1997).
Towards sustainable hydro-meteorologic data collection networks. Dans: *Practising sustainable water management : Canadian and international experiences* pp. 26-44. Cambridge, Ontario, CWRA.
- Vescovi, L. et J.P. Villeneuve (1998).
Effective use of a catchment modeling approach as a diagnostic tool for integrated water management. Dans: *Advances in Modeling the Management of Stormwater Impacts* pp. 99-114. Guelph, Canada, CHI.
- Villeneuve, J.P., A.N. Rousseau et S.

Duchesne (1997).
Symposium sur la gestion de l'eau au Québec. Sainte-Foy, Québec, INRS-Eau, 3 volumes.

Communications ou publications avec arbitrage

Abi-Zeid, I., É. Parent et B. Bobée (1998).
Computing risk indices based on low-flows durations. Dans: *International symposium on water supply and treatment*, Z. Sen, (Ed). pp. 175-184. Istanbul Technical University, Istanbul, 25-27 mai. Istanbul, Turquie, Istanbul Technical University.

Auclair, J.C. et M. Twiss (1998).
Iron limitation in pelagic Lake Erie: does it depend on wind-driven mixing events? Dans: *International Association for Great Lakes Research (IAGLR-98)*. Université McMaster, Hamilton, Ontario, 18-22 mai.

Banton, O. (1997).
Comment gérer les ressources d'eau souterraines du Québec. Dans: *La gestion de l'eau au Québec, Symposium sur la gestion de l'eau au Québec*, J.P. Villeneuve, A.N. Rousseau et S. Duchesne, (Eds). Palais des congrès de Montréal, 10-12 décembre. Québec, INRS-Eau.

Banton, O. et P. Lafrance (1998).
Implication des relations entre les eaux superficielles et souterraines dans le devenir des pesticides. *Actes du 27e Congrès du Groupe français des pesticides*, pp. 271-279. Orléans, France, 21-22 mai 1997. Éditions BRGM.

Beauchemin, S., R.R. Simard et D. Cluis (1997).
Risk assessment of phosphorus leaching in flat, tile-drained soils from an intensively cultivated area. Dans: *ASAE Annual International Meeting, Mini-conference: Applications of Emerging Technologies in Hydrology*, A.D. Ward et B.N. Wilson, (Eds), pp. 61-64. Minneapolis, Minnesota, 10-14 août. St-Joseph, Michigan, ASAE.

Beauchemin, S., R.R. Simard, M. Nolin et D.

Cluis (1997).
Tile-drainage water quality in a Quebec intensively cropped area. *Annual Meetings of the ASA, CSSA, SSA*. Anaheim, Californie, 26-31 octobre.

Campbell, P.G.C. (1997).
[Conférencier invité]. The free-ion model and its limitations. *3rd International Symposium on Speciation of Elements in Biological, Environmental and Toxicological Sciences*. Port Douglas, Queensland, Australie, 15-19 septembre.

Campbell, P.G.C., K.J. Wilkinson, M.R. Twiss et B. Vigneault (1998).
Accumulation of natural organic matter on the surfaces of living cells : implications for the interactions of metals with aquatic biota. *8e Congrès annuel de la Society of Environmental Toxicology and Chemistry - Section Europe, SETAC-Europe*. Bordeaux, France, 14-18 avril.

Cluis, D., M.E. Quentin et G. Gangbazo (1997).
Targeting critical areas vulnerable to agricultural pollution using a geographic information system. Dans: *ASAE Annual International Meeting, Mini-conference: Applications of Emerging Technologies in Hydrology*, A.D. Ward et B.N. Wilson, (Eds), pp. 69-72. Minneapolis, MN, 10-14 août. St-Joseph, Michigan, ASAE.

Croteau, M.N., L. Hare et A. Tessier (1998).
An insect biomonitor for assessing cadmium concentrations in lakes. Dans: *Sudbury Restoration Workshop*. Laurentian University, Sudbury, Ontario, 17 février.

Croteau, M.N., L. Hare et A. Tessier (1998).
The insect *Chaoborus* as a cadmium biomonitor: field validation. *8e Congrès annuel de la Society of Environmental Toxicology and Chemistry - Section Europe, SETAC-Europe*. Bordeaux, France, 14-18 avril.

Croteau, M.N., L. Hare et A. Tessier (1998).
Prediction of Cd concentrations in the aquatic insect *Chaoborus*. Dans: *Canadian Society of Limnology (SCL)*. Queen's University, Kingston, Ontario, 3-4 janvier.

Croteau, M.N., L. Hare et A. Tessier (1997).

- Prediction of Cd concentrations in the aquatic insect *Chaoborus* and in its planktonic prey. Dans: *SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) 18th Annual Meeting : Bridging the Global Environment: Technology, Communication, and Education*. San Francisco, Californie, 16-20 novembre.
- Désy, J.C., J.F. Archambault, B. Pinel-Alloul, J. Hubert et P.G.C. Campbell (1998). Relations between total mercury in sediments and methylmercury in the freshwater gastropod prosobranch, *Bithynia tentaculata*, in the St. Lawrence River, Quebec. *5th Annual International Conference on the St. Lawrence River Ecosystem. The St. Lawrence River from Research to Remedies?* Cornwall, Ontario, 13 avril-2 mai.
- Duchemin, M., M. Lachance, G. Morin et R. Lagacé (1997). Simulation de l'érosion hydrique à l'échelle d'un bassin versant agricole. Dans: *11e Congrès annuel de l'AQSSS*. Québec, Québec, 25-28 août.
- Flessas, C., L. St-Cyr, B. Pinel-Alloul, Y. Couillard et P.G.C. Campbell (1998). Trace metal concentrations in two freshwater gastropods (mollusca) of the St. Lawrence River and relationships with environmental contamination. *5th Annual International Conference on the St. Lawrence River Ecosystem. The St. Lawrence River from Research to Remedies?* Cornwall, Ontario, 13 avril-2 mai.
- Gagné, P., P. Lafrance et O. Banton (1998). Impact de pratiques culturales de conservation sur les concentrations en herbicides drainées sous culture de maïs. *11e Congrès de l'Association québécoise des spécialistes en sciences du sol et 14e Journées Réseau Érosion (ORSTOM)*. Québec, Québec, 25-28 août.
- Gauthier, Y., M. Bernier, J.P. Fortin, R. Gauthier et M. Lelièvre (1997). Importance des mesures de terrain dans l'établissement d'algorithmes de suivi du couvert de neige à partir d'images radar. Dans: *Ville Journée scientifique du réseau de télédétection de l'AUPELF-UREF*, sous presse. Sainte-Foy, Québec, 13-17 octobre.
- Hare, L. (1998). [Conférencier invité]. Are metals in sediments of concern? State University of New York, Stony Brook, New York.
- Hare, L. et A. Tessier (1998). Should we worry about metal in sediment? Dans: *Sudbury Restoration Workshop*. Laurentian University, Sudbury, Ontario, 17 février.
- Hare, L., A. Tessier et L. Warren (1997). Sediment and water-column compartments as cadmium sources for benthic invertebrates: in situ experiments. Dans: *SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) 18th Annual Meeting: Bridging the Global Environment: Technology, Communication, and Education*. San Francisco, Californie, 16-20 novembre.
- Jumarie, C., P.G.C. Campbell et F. Denizeau (1998). Cadmium binding and transport in human intestinal cells. *8e Congrès annuel de la Society of Environmental Toxicology and Chemistry - Section Europe, SETAC-Europe*. Bordeaux, France, 14-18 avril.
- Jumarie, C., P.G.C. Campbell, M. Houde et F. Denizeau (1997). Influence of metal speciation on Cd uptake by human enterocytes: an *in vitro* model. *3rd International Symposium on Speciation of Elements in Biological, Environmental and Toxicological Sciences*. Port Douglas, Queensland, Australie, 15-19 septembre.
- Lafrance, P., O. Banton et P. Gagné (1998). Losses of herbicides by runoff and sub-surface drainage from fields cropped to corn under various soil tillage and herbicides application practices. *Canadian Soil Science Society Conference*. Truro, Nouvelle Écosse, 19-20 août.
- Lafrance, P., M. Lapointe et M. Gagné (1998). Désorption et co-transport du pyrène en colonne de sol avec des biosurfactants produits par *Pseudomonas aeruginosa* UG2. *Congrès Carrefour des sciences de la terre*. Québec, Québec, 18-20 mai.
- Larocque, M., O. Banton et P. Lafrance

- (1998).
Modélisation du devenir des pesticides au niveau de la parcelle. *Actes du 27e Congrès du Groupe français des pesticides*, pp. 363-367. Orléans, France, 21-22 mai 1997. Éditions BRGM.
- Larocque, M., O. Banton et P. Lafrance (1998).
Pestiflux, integrated into the AgriFlux program, as a tool for the evaluation of environmental losses of pesticides. *Canadian Soil Science Society Conference*. Truro, Nouvelle-Écosse, 19-20 août.
- Larocque, M., A. Mangin, M. Razack et O. Banton (1997).
Caractérisation du karst de la RocheFoucault (Charente, France) à l'aide des analyses corrélatoire et spectrale. *6e Colloque d'hydrologie en pays calcaire*, pp. 283-286. Neuchâtel, Suisse, 14-18 août.
- Larocque, M., M. Razack et O. Banton (1997).
Simulation of groundwater flow in a slightly karstified carbonate aquifer using a continuum equivalent and inverse modeling. *Karst-water symposium and workshop*, pp. 45-53. Raonoke, Virginie, 30-31 octobre.
- Leclerc, M. et J. Lafleur (1997).
The fish habitat modeling with two-dimensional hydraulic tools: a worthwhile approach for setting minimum flow requirements? *Instream & Environmental Flow Symposium*. Houston, Texas, décembre.
- Mailhot, A., É. Gaume et J.P. Villeneuve (1997).
Uncertainty analysis of calibrated parameter values of an urban storm water quality model using Metropolis Monte Carlo algorithm. Dans: *Watermatex 97: Towards a New Agenda, "Systems Analysis and Computing in Water Quality Management"*, 4th International Symposium Proceedings. Sainte-Foy, Québec, 17-20 juin. IAWQ Specialist Group on Systems Analysis & Computing.
- Mailhot, A., A.N. Rousseau, S. Massicotte, J. Dupont et J.P. Villeneuve (1997).
A watershed-based system for the integrated management of surface water quality: the GIBSI system. Dans: *Watermatex 97: Towards a New Agenda, "Systems Analysis and Computing in Water Quality Management"*, 4th International Symposium Proceedings, pp. 257-263. Québec, Sainte-Foy, 17-20 juin. IAWQ Specialist Group on Systems Analysis & Computing.
- Marquis, F., M. Lachance et C. Camiré (1997).
Distribution des cations basiques et de l'aluminium dans la solution de sol de l'horizon humifère d'une érablière fertilisée: représentativité des extraits de sol saturé à l'eau. Dans: *11e Congrès annuel de l'AQSSS*. Québec, Québec, 25-28 août.
- McNicold, D., M. Mallory, C. Laberge et D. Cluis (1997).
Recent temporal patterns in the chemistry of small, acid-sensitive lakes in Central Ontario, Canada. *BIOGEMON 3rd International Symposium on Ecosystem Behavior Proceedings*. Villanova University, Pennsylvanie, 21-27 juin.
- Morin, J., M. Leclerc, Y. Secretan, M. Mingelbier et J.F. Cantin (1998).
A new way of seeing the river: multidimensional aspects of the St. Lawrence physics and biota. *5th Annual International Conference on the St. Lawrence River Ecosystem. The St. Lawrence River from Research to Remedies?* Cornwall, Ontario, 13 avril-2 mai.
- Munger, C. et L. Hare (1998).
Influence of exposure time in the distribution of cadmium within the cladoceran *Ceriodaphnia dubia*. Dans: *Canadian Society of Limnology (SCL)*. Queen's University, Kingston, Ontario, 3-4 janvier.
- Munger, C. et L. Hare (1997).
Influence of exposure time on the distribution of Cd within the cladoceran *Ceriodaphnia dubia*. Dans: *SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) 18th Annual Meeting: Bridging the Global Environment: Technology, Communication, and Education*. San Francisco, Californie, 16-20 novembre.
- Nolin, M., R. Simard, A. Cambouris, S.

- Beauchemin et D. Cluis (1998). Variabilité spatiale interparcellaire de quelques caractéristiques liées à la capacité de fixation du phosphore des sols argileux de la plaine de Montréal (Québec). Dans: *Congrès mondial de science du sol, Symposium 17*. Mont-pellier, France,
- Ouarda, T.B.M.J., G. Boucher, P.F. Rasmussen et B. Bobée (1997). Regionalization of floods by canonical correlation analysis. Dans: *Proceedings of the European Water Resources Association Conference*, J.C. Refsgaard et E.A. Karalis, (Eds), pp. 297-302. Copenhagen, Danemark, 3-6 septembre. Rotterdam, Brookfield, for EWRA by A.A. Balkema.
- Ouarda, T.B.M.J., P.F. Rasmussen et B. Bobée (1997). Application of canonical correlation analysis for the regionalisation of floods in the Province of Ontario. Dans: *IX World Water Congress*, Shady, Kassem, Delisle et Bouchard, (Eds), Montréal, Québec, pp. 835-837, 1-6 septembre.
- Perreault, L., É. Parent et B. Bobée (1998). Bayesian methods for analyzing changes in hydro-meteorological series. Dans: *International symposium on water supply and treatment*, Z. Sen, (Ed), pp. 165-174. Istanbul Technical University, 25-27 mai. Istanbul, Turquie, Istanbul Technical University.
- Rasmussen, P.F., T.B.M.J. Ouarda et B. Bobée (1997). Estimation of daily streamflows: an application to tributaries of the St. Lawrence river. Dans: *IX World Water Congress*, p. 451.
- Rousseau, A.N., A. Mailhot, J.F. Turcotte, P. Bolduc, M. Duchemin, et J.P. Villeneuve (1998). GIBSI - A spatial decision support system for integrated watershed management. Dans: *Water Environment Federation Proceedings, "Watershed management: moving from theory to implementation"*, 3-6 mai. Denver, Colorado Water Environment Federation, p. 1055-62.
- Roy, I. et L. Hare (1998). Use of the insect *Sialis* (Megaloptera) as a biomonitor of trace metals in lakes. Dans: *Canadian Society of Limnology (SCL)*. Queen's University, Kingston, Ontario, 3-4 janvier.
- Royer, I., R.R. Simard, G. Barnett et D. Cluis (1997). Effet du lisier de porc sur le sol (loam Coaticook) et sur l'eau de drainage. Dans: *11e Congrès annuel de l'AQSSS*. Québec, Québec, 25-28 août.
- Sasseville, J.L. (1997). L'exportation des eaux de surface: incertitudes et potentialité. Dans: *La gestion de l'eau au Québec, Symposium sur la gestion de l'eau au Québec*, J.P. Villeneuve, A.N. Rousseau et S. Duchesne, (Eds). Montréal, Québec, 10-12 décembre. Québec, INRS-Eau.
- Slivitzky, M. (1997). Le capital eau: son potentiel et ses usages - les lacs et les rivières. Dans: *La gestion de l'eau au Québec, Symposium sur la gestion de l'eau au Québec*, J.P. Villeneuve, A.N. Rousseau et S. Duchesne, (Eds). Palais des congrès de Montréal, 10-12 décembre. Québec, INRS-Eau.
- St-Cyr, L. et P.G.C. Campbell (1998). Bio-availability of sediment-bound trace metals for *Vallisneria americana* Michx, a submerged aquatic plant abundant in the St. Lawrence River system. *5th Annual International Conference on the St. Lawrence River Ecosystem. The St. Lawrence River from Research to Remedies?* Cornwall, Ontario, 13 avril-2 mai.
- Tessier, A., L. Hare et L. Warren (1998). In situ experiment to determine cadmium source for benthic invertebrates. *8e Congrès annuel de la Society of Environmental Toxicology and Chemistry - Section Europe, SETAC-Europe*. Bordeaux, France, 14-18 avril.
- Twiss, M.R. et P.G.C. Campbell (1998). Anomalous scavenging behavior of Cd by picoplankton-sized particles in Lake Erie. *Annual Conference on Great Lakes Research*. Hamilton, Ontario, mai.
- Twiss, M. et J.C. Auclair (1997). Iron limitation in pelagic Lake Erie

autotrophic picoplankton. Dans: *Chemical Oceanography, Gordon Research Conference*. Kimball Union Academy, Meriden, New Hampshire, 10-15 août.

Twiss, M. et J.C. Auclair (1998). Iron limitation in pelagic Lake Erie autotrophic picoplankton : or, Lake Erie ain't what it used to be? Dans: *Northeast Algal Symposium*. Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, Massachuset, 26-27 avril.

Wang, F., A. Tessier et A. Buffle (1998). Determination of elemental sulfur and polysulfides in lake porewaters. *8e Congrès annuel de la Society of Environmental Toxicology and Chemistry - Section Europe, SETAC-Europe*. Bordeaux, France, 14-18 avril.

Wang, F., A. Tessier et J. Buffle (1998). Elemental sulfur and polysulfides in lake porewaters. Dans: *Canadian Society of Limnology (SCL)*. Queen's University, Kingston, Ontario, 3-4 janvier.

Communications ou publications sans arbitrage

Bernier, J. (1997). [Professeur invité]. Analyse rationnelle du dialogue entre hydrologue et décideur en matière de risque hydrologique. Dans: *Analyse de décision et du risque en hydrologie, compte rendu du séminaire Jacques-Cartier*, B. Bobée et M. Lang, (Eds). INRS-Eau, Québec, Québec, 27-29 octobre.

Bobée, B. (1997). Utilisation des lois de Halphen en hydrologie. Dans: *Analyse de décision et du risque en hydrologie, compte rendu du séminaire Jacques-Cartier*, B. Bobée et M. Lang, (Eds). INRS-Eau, Québec, Québec, 27-29 octobre.

Bobée, B. et M. Lang (1997). Analyse de décision et du risque en hydrologie. Dans: *Compte rendu du séminaire Jacques-Cartier*, B. Bobée et M. Lang, (Eds). INRS-Eau, Québec, Québec, 27-29 octobre.

Fortin, C. et P.G.C. Campbell (1998).

Metal-Algae interactions: Transport mechanisms of toxic trace metals (Ag, Cd) through the cell wall and the plasma membrane in relation to chemical speciation. *Annual Research Symposium of the Canadian Network of Toxicology Centres*. Toronto, Ontario, 23-25 mars.

Haché, M. (1997). Raccordement des données climatiques aux prévisions météorologiques: méthode des voisins les plus proches. Dans: *Analyse de décision et du risque en hydrologie, compte rendu du séminaire Jacques-Cartier*, B. Bobée et M. Lang, (Eds). INRS-Eau, Québec, Québec, 27-29 octobre.

Hare, L., A. Tessier, C. Munger, M.N. Croteau et I. Roy (1998). La mesure des métaux traces chez les animaux aquatiques: une approche pour évaluer le niveau de contamination du milieu et les effets biologiques. Dans: *Colloque du Chapitre Saint-Laurent de SETAC*. Sainte-Foy, Québec,

Hare, L., A. Tessier et L. Warren (1998). Sedimentary metal bioaccumulation and toxicity: Assumptions, assessment, research needs. *SETAC News*, 18 (2): 15-16.

Ouarda, T.B.M.J. (1997). Modélisation statistique et analyse des erreurs dans les séries d'apports prévisionnels. Dans: *Analyse de décision et du risque en hydrologie, compte rendu du séminaire Jacques-Cartier*, B. Bobée et M. Lang, (Eds). INRS-Eau, Québec, Québec, 27-29 octobre.

Ouarda, T.B.M.J., M. Haché et B. Bobée (1997). Régionalisation des crues, application au bassin de la rivière Saint-Maurice. *Bulletin de l'Association canadienne des ressources hydriques*, 16 (4): 10-12.

Rasmussen, P. (1997). Étude fréquentielle des apports au Lac Kénogami. Dans: *Analyse de décision et du risque en hydrologie, compte rendu du séminaire Jacques-Cartier*, B. Bobée et M. Lang, (Eds). INRS-Eau, Québec, Québec, 27-29 octobre.

Rousseau, A.N., A. Mailhot, J.P. Villeneuve

et J. Dupont (1997).

La gestion durable de l'eau : de la théorie à la pratique avec le système de modélisation intégrée GIBSI / Sustainable water management: from theory to practice using the integrated modelling system GIBSI. *Water News / À propos de l'eau*, 16 (4): i-viii.

Tran, T.S., R.R. Simard et D. Cluis (1997). Étude du bilan de l'azote dans les champs sous prairie et en maïs fourrager situés sur différents types de sol du bassin de la rivière Boyer. *Séminaires CRES, MAPAQ*. Sainte-Foy, Québec, 15 avril.

Vigneault, B. et P.G.C. Campbell (1998). Influence of dissolved organic matter (DOM) on the bioavailability of dissolved metals. *Annual Research Symposium of the Canadian Network of Toxicology Centres*. Toronto, Ontario, 23-25 mars.

Villeneuve, J.P., S. Duchesne, A. Mailhot, E. Musso et G. Pelletier (1998). État des infrastructures d'eau au Québec. *Salon des technologies environnementales du Québec, Congrès annuel*.

Rapports de recherches

Abi-Zeid, I. (1997). *L'application de l'analyse multicritère au contrôle des niveaux des Grands Lacs*. Québec, INRS-Eau, 36 pages.

Abi-Zeid, I. (1997). *L'application des réseaux de neurones aux processus d'assainissement des eaux et aux résidus miniers*. Québec, INRS-Eau, 38 pages.

Beauchemin, J. (1997). *Modélisation du transport des nutriments et pesticides et de la croissance des plantes, à l'échelle du bassin versant*. Québec, INRS-Eau.

Bernier, M., J.P. Fortin, Y. Gauthier, F. Gendron et A. Royer (1998). *Suivi du couvert nival à l'aide des données de RADARSAT*. Québec, INRS-Eau, 2 rapports d'étapes.

Boucher, G., Ouarda. T.B.M.J. et B. Bobée (1997). *Étude de l'analyse des corrélations canoniques pour l'estimation des quantiles de crues*. Québec, INRS-Eau, 71 pages.

Cluis, D. et C. Laberge (1997). *Rationalisation for regional trend detection of the CWS/LRTAP monitoring network at Algoma, Muskoka and Sudbury sites*. Québec, INRS-Eau, 36 pages, 4 annexes.

Drouot, C. (1997). *Modélisation de la qualité de l'eau des lacs dans le cadre du projet GIBSI: travail exploratoire*. Québec, INRS-Eau, 45 pages, 1 annexe.

Faucher, D., T.B.M.J. Ouarda et B. Bobée (1997). *Revue bibliographique des tests de stationnarité*. Québec, INRS-Eau, 66 pages.

Fortin, J.P., R. Turcotte, F. Bouffard, S. Beaudoin, Y. Gauthier, et M. Bernier, avec la coll. de R. Perrier et M. Slivitzky (1998). *Simulations diverses d'apports naturels au réservoir Kénogami*. Québec, INRS-Eau, 144 pages, 4 annexes. Rapport confidentiel.

Gangbazo, G., A. Pesant, et J.P. Barnett, avec la coll. de J.P. Charuest et D. Cluis (1997). *Effets de l'épandage d'engrais minéraux et de grandes quantités de lisier de porc sur l'eau, le sol et les cultures*. Québec, Ministère de l'Environnement et de la Faune, 46 pages, 2 annexes..

Haché, M., L. Perreault, L. Rémillard et B. Bobée (1997). *Analyse de fréquence des équivalents en eau*. Québec, INRS-Eau, 74 pages, 6 annexes.

Leclerc, M., J. Marion, M. Heniche, T.B.M.J. Ouarda et Y. Secretan (1997). *Prédiction des dommages résidentiels d'inondation en fonction de l'hydraulicité des rivières Chicoutimi et aux Sables et du lac Kénogami*. Québec, INRS-Eau, 108 pages. Rapport confidentiel.

- Leclerc, M., Y. Secretan, Y. Roy et al. (1997).
Projet MÉTRIQUE: bilan scientifique, rapport d'étape no 4: 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, 136 pages. Rapport confidentiel.
- Maheu, D. (1998).
Modélisation de la qualité de l'eau sur un bassin versant. Québec, INRS-Eau, 87 pages.
- Morin, G. et P. Paquet (1998).
Le modèle de simulation de quantité CEQUEAU-ONU, guide de l'utilisateur, version 1.0 pour WINDOWS. Québec, INRS-Eau, 51 pages.
- Morin, G., P. Paquet et W. Sochanski (1998).
Le modèle de simulation de quantité CEQUEAU-ONU, guide de l'utilisateur, version 1.0 pour DOS. Québec, INRS-Eau, 43 pages.
- Morin, G., W. Sochanski et P. Paquet (1998).
Le modèle de simulation de quantité CEQUEAU-ONU, manuel de référence. Québec, INRS-Eau, 252 pages.
- Morin, J., J. Lafleur, S. Côté, P. Boudreau et M. Leclerc (1997).
Integrated hydrodynamic, waves and plants habitat modeling for restoration of shoreline on Clark Island, lake St. Francis. Québec, INRS-Eau, 47 pages.
- Ondo, J. C., T.B.M.J. Ouarda et B. Bobée (1997).
Revue bibliographique des tests d'homogénéité et d'indépendance. Québec, INRS-Eau, 78 pages.
- Ouarda, T.B.M.J., P.F. Rasmussen, M. Haché, B. Bobée, P. Bruneau et L. Fagherazzi (1997).
Analyse fréquentielle des apports naturels au Lac Kénogami avec de l'information historique. Québec, INRS-Eau, 175 pages. Rapport confidentiel.
- Ouellet, M. et P. Pagé (1998).
- Lac de la carrière Goyer: suivi environnemental 1997.* Québec, INRS-Eau, 25 pages..
- Rasmussen, P.F., M. Haché, L. Fagherazzi, R. Duquette et P. Legendre (1998).
Détermination de séries mensuelles types pour le modèle MINERVE (phase 2). Québec, INRS-Eau, 39 pages.
- Rasmussen, P.F., M. Haché, T.B.M.J. Ouarda, B. Bobée, J. Grygier, L. Fagherazzi et P. Bruneau (1997).
Modélisation stochastique des apports journaliers au lac Kénogami. Québec, INRS-Eau, 96 pages. Rapport confidentiel.
- Villeneuve, J.P., M. Chartier, G. Mercier, G. Roberge, INRS-Eau, promoteur, Alex Sol Inc., partenaire, Environnement Canada, partenaire et Ville de Québec, partenaire (1998).
Mise au point d'un procédé de biolixiviation des métaux pour la décontamination des sols et des sédiments. 4 rapports d'étape et 2 rapports d'avancement des travaux. Québec, INRS-Eau. Rapports confidentiels.
- Villeneuve, J.P., S. Duchesne, A. Mailbot, E. Musso et G. Pelletier (1998).
Évaluation des besoins des municipalités québécoises en réfection et construction d'infrastructures d'eaux, 1 rapport d'étape et 1 rapport final. Québec, INRS-Eau, Rapports confidentiels.
- Villeneuve, J.P., S. Duchesne, A. Mailbot, E. Musso et G. Pelletier (1998).
Synthèse des rapports INRS-Urbanisation et INRS-Eau sur les besoins des municipalités québécoises en réfection et construction d'infrastructures d'eaux. Québec, INRS-Eau, 50 pages.
- Villeneuve, J.P., G. Mercier, G. Roberge, E. Rainville, S. Blaney, INRS-Eau et Stratech Technologies environnementales inc. (1997).
Valorisation du mâchefer de l'incinérateur de déchets municipaux de la CUQ en technique routière. Québec, INRS-Eau, une revue de la documentation scientifique et 2 rapports d'étapes. Rapports confidentiels.
- Villeneuve, J.P., G. Mercier, C. Sauvageau,

S. Blaney, INRS-Eau et Stratech Technologies environnementales inc. (1998).
Évaluation de l'utilisation du produit ALGI-BOSS de Chem. A. C. International pour hausser le rendement épuratoire des étangs aérés de la municipalité de St-Cyrille-de-Wendover. Québec, INRS-Eau, 37 pages, 4 annexes. Rapport confidentiel.

Villeneuve, J.P., N. Meunier, G. Roberge et G. Mercier (1997).
Validation de l'utilisation du produit ALGI-BOSS pour améliorer le rendement épuratoire des étangs aérés et facultatifs d'épuration des eaux usées municipales. Québec, INRS-Eau, 43 pages, 2 annexes. Rapport confidentiel.

Rapport interne

Lapointe, S., J.P. Fortin et M. Bernier (1997).
Estimation des réflectances sous-pixels des différentes classes d'occupation du sol. Québec, INRS-Eau, 43 pages.

Thèses de doctorat et mémoires de maîtrise

Abi-Zeid, I. (1997).
La modélisation stochastique des étiages et de leurs durées en vue de l'analyse du risque [Thèse de Doctorat es Sciences (Eau)], Québec, Université du Québec. 278 pages.
Directeur: B. Bobée
Co-directeur: E. Parent

Bédard, S. (1997).
Développement d'un modèle de transport-diffusion applicable aux rejets urbains de temps de pluie [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)], Québec, Université du Québec. 191 pages.
Directeur: M. Leclerc

Benmoussa, H. (1997).
Étude conjointe de la biolixiation 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

Bilodeau, A. (1997).
Impacts des erreurs de prédiction de la pluie

sur le contrôle en temps réel des réseaux d'égouts unitaires [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)], Québec, Université du Québec. 109 pages, 4 annexes.

Directeur: J.P. Villeneuve

Bingbouré, J. M. (1997).
Prétraitement acide pour l'amélioration de la stabilisation des boues digérées par voie aérobie [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)], Québec, Université du Québec. 173 pages.

Directeur: R.D. Tyagi

Co-directeur: J.F. Blais

Charbonneau, P. (1997).
Comportement fouisseur et structures biogéniques des insectes aquatiques révélés par la radiographie (rayons-x) des sédiments [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)], Québec, Université du Québec. 106 pages.

Directeur: L. Hare

Chassé, R. (1997).
Capacité photo-hétérotrophe des micro-algues périphytiques soumises à un effluent de pâtes et papiers [Thèse de Doctorat es Sciences (Eau)], Québec, Université du Québec. 240 pages.

Directeur: P. Couture

Co-directeur: C. Amblard

Croteau, M.N. (1997).
Les larves de l'insecte Chaoborus comme indicateur du niveau de contamination en cadmium des lacs: amélioration d'un modèle de prédiction [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)], Québec, Université du Québec. 62 pages.

Directeur: L. Hare

Dufresne, S. (1998).
Traitement des lixiviats concentrés en métaux lourds suite à la décontamination d'un sol par un procédé biologique et chimique [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)], Québec, Université du Québec. 182 pages.

Directeur: D. Couillard

Fortin, V. (1997).
Estimation de la valeur de l'information

hydrologique à l'aide de probabilités imprécises [Thèse de Doctorat es Sciences (Eau)], Québec, Université du Québec. 158 pages.

Directeur: B. Bobée
Co-directeurs: P.F. Rasmussen
 J. Bernier
 É. Parent

Fournier, D. (1997).

Étude de la diversité génétique et des interactions microbiennes lors d'un procédé de solubilisation biologique des métaux contaminant les boues d'épuration [Thèse de Doctorat es Sciences (Eau)], Québec, Université du Québec. 162 pages.

Directeur: D. Couillard
Co-directeur: R. Lemieux

Gamache, M. (1997).

Caractérisation de la microflore hétérotrophe impliquée dans le procédé simultané de biolixiviation des métaux et de la digestion des boues d'épuration [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)], Québec, Université du Québec. 120 pages.

Directeur: R.D. Tyagi
Co-directeur: J.F. Blais

Gaudreau, É. (1997).

Développement d'une méthode d'analyse pour mesurer in situ de faibles concentrations d'orthophosphates [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)], Québec, Université du Québec. 98 pages.

Directeur: A. Tessier

Glémet, H.C. (1997).

*L'introgression de l'ADN mitochondrial chez l'omble de fontaine, *Salvelinus fontinalis* dans l'est du Québec: caractérisation, distribution géographique et signification évolutive / Mitochondrial DNA introgression in brook char, *Salvelinus fontinalis* from Eastern Quebec: characterization, geographical distribution and evolutionary significance* [Thèse de Doctorat es Sciences (Eau)], Québec, Université du Québec. 103 pages.

Directeur: L. Bernatchez
Co-directeur: P. Blier

Kibi, N. (1997).

Rationalisation de la consommation d'électri-

cité dans l'épuration des eaux municipales: une modélisation multicritère [Thèse de Doctorat es Sciences (Eau)], Québec, Université du Québec. 136 pages.

Directeur: J.L. Sasseville

Lachhab, K. (1997).

Évaluation de la toxicité et du potentiel de fertilité des eaux de ruissellement d'origine agricole en fonction des pratiques culturales. [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)], Québec, Université du Québec. 92 pages, 4 annexes.

Directeur: D. Couillard

Lafleur, J. (1997).

Comparaison de deux approches pour la modélisation des micro-habitats [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)], Québec, Université du Québec. 86 pages.

Directeur: M. Leclerc

Lavoie, A.C. (1998).

Application de la méthode des sondages électriques à la caractérisation des aquifères et des dépôts meubles, Basses-Terres du St-Laurent, région Nord de Montréal [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)], Québec, Université du Québec. 92 pages, 6 annexes.

Directeur: O. Banton

Marceau, E. (1997).

Utilisation des mesures de débit dans une gestion adaptative et prédictive des rejets urbains en temps de pluie [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)], Québec, Université du Québec. 191 pages.

Directeur: J.P. Villeneuve
Co-directeur: B. Chocat

Paquet, J. (1997).

Modélisation de l'injection et de la sédimentation de résidus miniers dans des réseaux souterrains de mines ennoyées [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)], Québec, Université du Québec. 85 pages.

Directeur: O. Banton

Pomerleau, G. (1997).

Modélisation du transfert d'eau et de soluté dans les sols non saturés [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)], Québec, Université du Québec. 92 pages.

Directeur: O. Banton

Proulx, M. (1998).

Optimisation de la déshydratation et du conditionnement de boues provenant de traitements primaires et secondaires d'effluents de papetières [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)], Québec, Université du Québec. 92 pages, 1 annexe.

Directeur: R.D. Tyagi

Roy, R. (1997).

*La toxicité de mélanges de métaux (Al, Zn), en conditions acides vis-à-vis du saumon de l'Atlantique *Salmo salar** [Thèse de Doctorat es Sciences (Eau)], Québec, Université du Québec. 254 pages.

Directeur: P.G.C. Campbell

Sauvageau, C. (1997).

*Développement d'un procédé d'enlèvement des métaux lourds dans les sols contaminés par lixiviation chimique et/ou microbiologique utilisant *Thiobacillus ferrooxidans** [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)], Québec, Université du Québec. 224 pages.

Directeur: D. Couillard

Soucy, D. (1998).

Cartographie des indicateurs de qualité des eaux souterraines à l'échelle régionale [Mémoire de Maîtrise es Sciences (Eau)], Québec, Université du Québec. 82 pages, 1 annexe.

Directeur: O. Banton

Co-directeur: P. Lafrance

Tirado Montiel, M. de L. (1997).

*Utilisation des boues des usines de traitement comme moyen alternatif pour la production de l'insecticide microbien *Bacillus thuringiensis** [Thèse de Doctorat es Sciences (Eau)], Québec, Université du Québec. 207 pages.

Directeur: R.D. Tyagi

Co-directeur: J. Valière

Vescovi, L. (1998).

Réflexion moderne sur la gestion de l'eau en milieu urbain: modélisation hydro-biochimique du bassin versant de la rivière Saint-Charles [Thèse de Doctorat es Sciences (Eau)], Québec, Université du Québec. 208 pages.

Directeur: J.P. Villeneuve

Effets de l'épandage de boues d'alun sur certains paramètres chimiques du sol et sur la croissance de l'orge [Thèse de Doctorat es Sciences (Eau)], Québec, Université du Québec. 179 pages.

Directeur: D. Couillard

Publication diverse

Cluis, D. (1998).

Analysis of long runoff series of selected rivers of the Asia-Pacific region in relation with climate change and El Nino effects. Québec, INRS-Eau, 20 pages, 1 annexe.

Wang, F. (1997).

**Statistiques des publications et communications
publiées durant l'année 1997-1998**

Rapport annuel	1
Articles publiés dans des revues scientifiques	45
Livres ou ouvrages collectifs	4
Communications ou publications avec arbitrage	54
Communications ou publications sans arbitrage	14
Rapports de recherche	29
Rapport interne	1
Thèses de doctorat et mémoires de maîtrise	28
Publications diverses	1
TOTAL	177

6 SÉMINAIRES ET COLLOQUES

En 1997-1998, le professeur Marius Lachance s'est occupé de l'organisation des séminaires, colloques et conférences de l'INRS-Eau. Ces activités comprenaient les séminaires réguliers présentés par les étudiants de deuxième et troisième cycles dans le cadre des programmes de maîtrise et de doctorat, la série de "Séminaires du mercredi midi" (présentée par les chercheurs du Centre), ainsi qu'un programme de conférenciers invités. La liste des communications sur invitation tenues à l'INRS-Eau figure ci-dessous.

S.R. DURRANS

"Scaling properties of Alabama low-flows"
26 juin

J. POMEROY

"Snow interception and sublimation in a boreal forest: implications for land-use management"
23 janvier

U. LALL

"Implications of low frequency climate variability for managing U.S. Floods and Droughts"
30 janvier

V. KLEMES

"Search of the hydrologic dice"
27 février

Y. MARANDA

"La notion d'optimum social en gestion de l'eau"
13 mars

A.H. MESNARD

"L'eau dans la politique intégrée du littoral (en France)"
19 mars

S. DEMERS

"Effet des UV sur les écosystèmes marins"
20 mars

H.P. RIESSEN

"Development of a demographic model to predict the effect of chaoborus predation on daphnia population dynamics and life history"
27 mars

N. YAN

"Interactive impacts of drought and acidification on the chemistry and zooplankton ecology of shield lakes"
3 avril

J.K. BEWTRA

"Enzymatic degradation of toxic compounds"
24 avril

L. KAVVAS

"A large-scale coupled hydrologic/atmospheric model for the assessment of droughts over a geographical region"
1 mai

U. BORGMANN

"Assessment of metal impacts in aquatic ecosystems: the importance of bioaccumulation-toxicity relationships"
8 mai

7 SERVICES

Administration

Le départ à la retraite le 31 mai 1997 de deux employés du service administratif a entraîné une réorganisation complète du service. Cette réorganisation a amené la mise en place de méthodes différentes et obligé la restructuration et la redistribution des tâches.

Les principaux moyens mis en oeuvre ont été l'utilisation d'outils informatiques, la mise en place d'un mécanisme de suivi des dossiers et une répartition des tâches selon les forces de chaque employé. Cette réorganisation a eu pour effet d'augmenter l'efficacité dans le traitement des dossiers et de réduire le temps de travail nécessaire pour effectuer toutes les tâches du service.

Cette efficacité accrue a même permis d'offrir un meilleur service aux requérants et de répondre plus rapidement à certaines demandes ponctuelles. La structure de répartition du travail a conduit à une connaissance réciproque des dossiers par les employés ce qui permet d'assurer un meilleur service même en l'absence de la personne désignée à cette fin.

La mise sur pied d'une politique systématique d'informations pour les employés est appréciée. Ces informations sont mises à jour une fois par mois et sont communiquées aux employés par affichage. Dans la même démarche d'information, un ensemble de documents ont été établis afin que les professeurs puissent assurer un meilleur suivi de leurs projets et de leurs activités. Ces documents informent les professeurs sur l'évolution de leurs contrats et sur leurs activités de recherche tant au plan financier qu'au plan des ressources humaines.

Documentation

En 1997-1998, la progression du Service fut surtout notable au plan des structures décisionnelles. Ainsi, la responsable du Service est devenue répondante INRS auprès du Comité des bibliothèques de l'Université du Québec. De plus, les préparatifs à SV3/Manitou, notre futur système

intégré, ont continué à accaparer une bonne part de notre temps. Signalons enfin la mise sur pied d'un comité inter-INRS pour les services de documentation, permettant une meilleure coordination des activités et des politiques.

Du côté documentaire, notre collection s'est agrandie de 525 documents durant ces 12 mois. De plus, suite au départ de deux chercheurs, un nombre important de documents ont été donnés au Service, qui devra en assurer le traitement catalographique. Enfin, nous vous rappelons que notre catalogue ainsi que la liste des publications de nos chercheurs sont accessibles via notre page WEB.

Informatique

Le Centre offre aux équipes de recherche divers réseaux de télécommunication inter-reliés, adaptés aux besoins évolutifs des chercheurs, une gamme de serveurs, de plate-formes de développement performantes et diversifiées, un accès au courrier électronique et à Internet, l'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 plate-formes informatiques communes et des accès à celles-ci, la gestion et le support du laboratoire informatique des étudiants, 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'installation et l'entretien de l'équipement.

L'équipe, quoique restreinte, est très polyvalente. Outre le responsable, qui s'occupe entre autre de la gestion des télécommunications et de l'implantation de la base de données, un analyste en informatique, qui oeuvre aussi au sein d'une équipe de recherche, est responsable de la gestion et du support du courrier électronique, des stations UNIX et du

serveur NT4 du laboratoire d'enseignement. Un agent de bureau est responsable du support informatique auprès des services du Centre et des chercheurs du Carrefour Molson: installation, mise-à-jour et support des logiciels courants, modification et entretien des postes de travail; il s'occupe aussi de la facturation des services rendus. Un agent technique offre les mêmes services, sur une base ponctuelle, aux usagers du complexe scientifique. Enfin, une agente de secrétariat assure le lien entre les usagers et le service au niveau des demandes, gère l'accès aux photocopieurs et télécopieurs, en plus de participer activement à l'entrée des données dans la base. 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 de jeter les bases d'un Intranet, d'implanter un serveur de domaines (DNS) et de concrétiser la mise en place de la base de données du Centre au niveau des ressources humaines, des locaux, des clés et des cartes de sécurité. Deux stagiaires d'été et un collaborateur externe ont oeuvré particulièrement à ce niveau.

La prochaine année occupera certains membres de l'équipe au passage des divers systèmes à l'an 2000. Le lien de télécommunications par ondes radio, entre l'INRS-Eau et l'Université du Québec, devrait faire place, du moins en partie, à un lien par fibre optique. Il faut aussi songer à restructurer le réseau Ethernet actuel, pour mieux répartir le trafic sur différentes branches. Enfin, un effort plus soutenu et des compétences additionnelles devraient accélérer la mise en place des sections 'gestion de inventaires' et 'informatique et télécommunications' de la base de données.

Laboratoires

Les laboratoires constituent un service à la recherche pour le Centre. Un personnel expérimenté et une organisation matérielle particulière assurent la bonne marche de ce service. En effet la mise en commun des appareils et du matériel de laboratoire, acquis par les professeurs grâce à des

subventions, permet une utilisation optimale de toutes les ressources du laboratoire. Une gamme complète d'appareils et d'instruments de haute qualité est ainsi à la disposition de toutes les personnes impliquées dans la recherche expérimentale. Ce service assure à ces dernières un soutien matériel et technique, un environnement sécuritaire et un encadrement permanent.

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

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

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

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

Pour répondre aux besoins de ses chercheurs, le Centre met à leur disposition un laboratoire général et plusieurs laboratoires spécialisés de microbiologie, de radioisotopes, de microscopie, de spectrophotométrie, d'essais biologiques, d'analyses chimiques, etc. Les laboratoires sont situés au Complexe scientifique, à Sainte-Foy.

Le laboratoire est aussi impliqué dans la communauté scientifique gouvernementale et dans l'entreprise privée, car plusieurs échanges de renseignements en chimie analytique se réalisent avec ces deux types d'intervenants. L'INRS-Eau possède une expertise importante en chimie analytique et celle-ci est très bien reconnue, non seulement dans le milieu universitaire et gouvernemental, mais aussi de plus en plus dans le secteur privé. Cela se caractérise par une augmentation constante d'analyses que le laboratoire obtient à chaque année.

8 RAPPORT FINANCIER

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

Pour l'exercice terminé le 31 mai 1998

REVENUS		
Total des revenus institutionnels		3080
Autres revenus		281
Subventions de recherche		
CRSNG	1007	
FCAR	167	
Autres sources	1140	
Total des subventions		2314
Contrats de recherche		2706
TOTAL DES REVENUS		8381
DÉPENSES		
Recherche et enseignement		6483
Soutien à la recherche et à l'enseignement		
Frais généraux d'administration	760	
Documentation et édition	185	
Direction du Centre	101	
Informatique	105	
Laboratoire	229	
Terrains et bâtiment	1004	
Total soutien à la recherche et à l'enseignement		2384
TOTAL DES DÉPENSES		8867
SURPLUS (DÉFICIT)		-486

DÉPENSES PAR FONCTION UNIVERSITAIRE (x1000)

Pour l'exercice terminé le 31 mai 1998

		Salaires, avantages sociaux et bourses	Frais de terrains, voyages, fournitures et matériel	Services professionnels, contractuels et publics; loyer	TOTAL
Recherche & enseignement	F-3	2136	40	83	2259
	F-4	2290	1006	928	4224
Frais généraux d'administration		425	80	255	760
Documentation et édition		147	35	3	185
Direction du Centre		96	4	1	101
Informatique		89	8	8	105
Laboratoires		169	41	19	229
Terrains et bâtiments		0	1	1003	1004
TOTAL		5352	1215	2300	8867

DÉPENSES PAR FONCTION UNIVERSITAIRE

