

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

I N R S - E A U

VINGT-TROISIEME RAPPORT ANNUEL

1er juin 1991 au 31 mai 1992

5 février 1992

I N R S - E a u
Université du Québec
C.P. 7500, Sainte-Foy
Québec, Canada, G1V 4C7
(418) 654-2524

TABLE DES MATIERES

	Page
1 - RAPPORT DU DIRECTEUR.....	1
2 - RESSOURCES HUMAINES.....	5
3 - RECHERCHE.....	13
3.1 Hydrologie.....	13
3.2 Assainissement, contrôle de la pollution et technologies environnementales.....	29
3.3 Biogéochimie.....	44
4 - ENSEIGNEMENT.....	67
4.1 Maîtrise en sciences de l'eau.....	67
4.2 Doctorat en sciences de l'eau.....	73
5 - PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS.....	81
5.1 Articles publiés dans des revues scientifiques.....	81
5.2 Publications sans arbitrage.....	84
5.3 Communications avec arbitrage ou sur invitation.....	85
5.4 Communications sans arbitrage.....	91
5.5 Rapports scientifiques ou techniques.....	92
5.6 Rapports internes.....	95
5.7 Thèses de doctorat et mémoires de maîtrise.....	95
5.8 Livres ou ouvrages collectifs.....	97
5.9 Publications diverses.....	98
5.10 Statistiques des publications et communications des membres de l'INRS-Eau publiées durant l'année 1991-1992.....	99

6 - SÉMINAIRES ET COLLOQUES	101
7 - AUTRES ACTIVITÉS.....	103
7.1 Coopération scientifique.....	103
7.2 Collaborations externes	105
7.3 Participation aux activités d'autres organismes ou comités	108
7.4 Revues scientifiques	111
7.5 Visiteurs.....	112
7.6 Associations professionnelles.....	113
7.7 Activités internes au sein de l'INRS et de l'Université du Québec.....	116
8 - SERVICES	119
8.1 Organisation des laboratoires.....	119
8.2 Informatique et bureautique.....	121
8.3 Documentation et Édition.....	123
9 - RAPPORT FINANCIER.....	125

1 - RAPPORT DU DIRECTEUR

FAITS SAILLANTS

A l'INRS-Eau, l'année budgétaire 1991-1992 s'est déroulée dans un contexte d'interrogation et de réflexion sur les besoins futurs du Centre.

A la suite de l'évaluation de notre programmation scientifique, nous avons pu établir les axes de recherche qui seront maintenus et définir les avenues à développer au cours des prochaines années. Les résultats de cette démarche ont soutenu une estimation de nos besoins en professeurs (29) et en locaux (10 000 m²) pour les cinq prochaines années.

Au cours de l'année qui se termine, notons particulièrement la mise en route de deux importants projets de recherche financés par des appels publics à l'épargne (APE). L'un porte sur l'extraction des métaux des boues d'épuration et des résidus miniers (4,5 millions de dollars); l'autre vise la réalisation de modèles simulant les écoulements et le transport de certains types de pollution en rivières (6,5 millions de dollars). Ces deux projets, qui se dérouleront sur une période de deux ans, engagent plus de la moitié de nos ressources humaines. Intimement intégrés à la programmation scientifique du Centre, ces travaux assurent le développement et le prolongement d'activités en cours depuis plusieurs années. Non seulement permettront-ils aux chercheurs qui s'y investissent d'accroître rapidement leurs connaissances, mais ils leur donneront l'occasion de mettre en valeur un savoir-faire à la fine pointe des transferts technologiques dans ces domaines.

Deux approches scientifiques guident les démarches entreprises pour définir les orientations et les activités de recherche du Centre: l'étude et la mesure des processus et des procédés ainsi que la modélisation des mécanismes les décrivant. Les activités de recherche du Centre se sont poursuivies dans cette optique, en respectant les axes privilégiés et les domaines identifiés dans la programmation sexennale de 1988. Aux activités déjà rôdées, s'en est ajoutée une autre portant sur l'hydrologie et l'environnement en milieu forestier.

Cette année encore, l'enseignement universitaire a motivé une part importante des efforts poursuivis au Centre. En effet, en 1991-1992, le Centre a accueilli 34 étudiants au second cycle et 30 au troisième cycle. De ces 64 étudiants, 13 ont obtenu leur diplôme de maîtrise et 5 de leur doctorat. Ce nombre exceptionnellement élevé de diplômés s'avère d'excellent augure pour la durée moyenne des études. L'évaluation des programmes d'enseignement a démontré l'adéquation et la pertinence des activités d'enseignement par rapport à leurs objectifs. Pour répondre aux besoins de spécialisation de jeunes scientifiques et à la nécessité du recyclage des scientifiques en milieu de travail, le comité d'évaluation suggère la création d'un volet de formation professionnelle à la maîtrise. Des démarches ont été entreprises pour la concrétisation de ce projet que l'on souhaite mettre en route au cours de l'année 1993.

L'année 1991-1992 fut marquée par l'excellence de l'autofinancement des activités de recherche. En effet, les apports financiers de sources externes ont atteint tout près de 4 millions de dollars. Couvrant 64% des dépenses du Centre pour l'année, ces revenus proviennent de subventions, pour un montant de 2 millions de dollars. Les principaux organismes subventionnaires qui nous ont soutenus sont le Fonds pour la formation de chercheurs et l'aide à la recherche (FCAR) (388 000\$), le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG) (1 100 000\$), le ministère de l'Environnement du Québec (230 000\$) ainsi que différents ministères et organismes fédéraux et provinciaux (257 000\$). Par ailleurs, les contrats de recherche émanent

de différentes sources, entre autres, Environnement Canada (718 000\$), Hydro-Québec (181 000\$), Pêches et Océans Canada (75 000\$) et la firme F. Bernard inc. (63 000\$).

Une fois de plus, par leur compréhension, leur rigueur et leurs efforts quotidiens, les professeurs ont soutenu avec efficacité notre gestion financière. Entre autres, leur prise en charge d'une part encore accrue des frais indirects a permis au Centre de terminer l'année avec un excédent significatif des revenus sur les dépenses.

Par ailleurs, nous nous réjouissons qu'un pionnier de notre Centre, Michel Slivitzky, ait été nommé professeur émérite de l'INRS. A l'origine de la création de l'INRS-Eau, dont il fut directeur à deux reprises, Monsieur Slivitzky se voit reconnaître son importante contribution au développement de l'INRS-Eau et à l'essor des sciences de l'eau.

Dans le cadre de la coopération scientifique France-Québec et de l'entente intervenue entre l'INRS-Eau et le Groupement d'intérêt scientifique (GIS), la publication de la Revue des Sciences de l'Eau s'est poursuivie. La rédaction et l'édition de cette revue sont rendues possibles grâce, en particulier, à l'aide financière du fonds FCAR.

En février 1991, l'INRS-Eau faisait l'acquisition d'espaces supplémentaires de travail au Carrefour Molson. Ces nouveaux locaux (474 m²) sont déjà comblés et le besoin pour d'autres emplacements de laboratoire reste entier. Dans un Centre dont la dynamique interne se veut essentiellement interdisciplinaire, la séparation des équipes de recherche soulève sans cesse de nouvelles difficultés.

RECHERCHE

Au cours de l'année nous avons procédé à l'examen de nos activités de recherche et l'élaboration d'un plan global de nouvelles activités. Cet exercice nous a permis de structurer notre programmation de recherche dans trois domaines: l'hydrologie; l'assainissement, le contrôle de la pollution et les technologies environnementales; la biogéochimie. Ces trois programmes de recherche regroupent l'ensemble des activités de recherche du Centre.

1) Hydrologie

Dans ce programme, les recherches visent la compréhension, la modélisation et la simulation des écoulements et des transports de l'eau et de ses solutés. S'y retrouvent les activités de recherche et de développement sur les méthodes d'analyse statistique, d'analyse numérique et de modélisation appliquées aux écoulements. Les recherches en modélisation portent sur l'élaboration de modèles numériques applicables aux mouvements de l'eau et aux déplacements des substances nutritives et toxiques à travers les différentes phases du cycle hydrologique. Quant aux recherches en analyse statistique, elles traitent des crues, de l'évolution de la qualité des eaux et de la variabilité des dépôts atmosphériques. Les travaux en analyse numérique touchent notamment la simulation hydraulique et hydrodynamique du comportement des écoulements, le traitement numérique d'images obtenues par télédétection et le développement d'algorithmes spécifiques. Différentes approches, comme la théorie de la décision, l'analyse du risque, le contrôle optimal et les systèmes experts, mènent à de nouvelles applications.

2) Assainissement, contrôle de la pollution et technologies environnementales

L'étude des processus d'assainissement est orientée vers la compréhension et l'application de procédés pour le développement de technologies environnementales. Des recherches portent sur les problèmes liés à la

valorisation des boues provenant du traitement des eaux usées. Des avenues prometteuses en matière de valorisation des déchets d'épuration sont aussi explorées par le Centre. Par ailleurs, d'autres activités concernent le développement de procédés de traitement, de recyclage et de stabilisation des résidus miniers, le contrôle de la pollution et les effets des eaux acides sur les organismes aquatiques. Les recherches visent à fournir des outils informatiques susceptibles d'orienter et d'appuyer les choix d'aménagement aussi bien que les décisions concernant la gestion de l'eau. L'une des applications les plus directes de ces dernières recherches concerne la localisation et l'optimisation des usines d'assainissement, l'élaboration de stratégies de contrôle des usines de traitement et des réseaux d'égouts ainsi que la gestion des réseaux sanitaires.

3) **Biogéochimie**

Les travaux de recherche dans ce programme portent sur le comportement géochimique et l'écotoxicologie des polluants ainsi que sur la dynamique des éléments nutritifs. On y étudie le comportement des métaux traces et des 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 polluants dans divers milieux. Quant aux travaux touchant l'écotoxicologie des polluants, ils visent à définir des méthodes d'évaluation des risques liés à la présence des contaminants dans l'environnement. Il s'agit d'étudier les mécanismes d'acclimatation et de définir des indicateurs de stress environnemental. 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.

CONCLUSION

Le centre INRS-Eau a connu une autre année importante aussi bien au chapitre de ses activités scientifiques qu'en ce qui concerne son enseignement. Deux projets de taille ont pu être financés à partir d'appels publics à l'épargne et, grâce aux efforts soutenus des chercheurs, nos objectifs budgétaires ont été dépassés. Notre but prioritaire, c'est-à-dire l'application de nos travaux à la solution des problèmes qui touchent notre société, a été maintenu. Nos efforts pour la formation de chercheurs et de spécialistes en sciences de l'eau et de l'environnement ont été poursuivis. Deux ombres majeures au fonctionnement harmonieux du Centre demeurent: la localisation du personnel du Centre en deux lieux différents et le manque d'espace de recherche. Ces deux points entraînent des inconvénients majeurs. Au cours de la prochaine année, nous procéderons à l'évaluation de la programmation des activités scientifiques du Centre et nous poursuivrons nos efforts pour la solution du problème des locaux.

Le directeur du centre INRS-Eau

Jean-Pierre VILLENEUVE

2 - RESSOURCES HUMAINES

Directeur

Jean-Pierre VILLENEUVE, B.Sc.A., D.E.S., D.Ing.

Professeurs réguliers

Jean-Christian AUCLAIR,	B.Sc., D.E.A., D.Sc.
Bernard BOBÉE,	L.Sc., M.Sc.A., D.Ing.
Peter G.C. CAMPBELL,	B.Sc., Ph.D.
Richard CARIGNAN,	B.Sc., Ph.D.
Daniel CLUIS,	L.Sc., Ing., D.Ing.
Denis COUILLARD,	B.Sc.A., M.Sc.A., D.Sc.
Pierre COUTURE ¹ ,	B.Sc., D.E.A., D.Sc.
Jean-Pierre FORTIN,	B.Sc., M.Sc., D.E.A., D.Sc.
H. Gerald JONES,	B.Sc., M.Sc., Ph.D.
Marius LACHANCE,	B.Sc.A., M.Sc., D.Sc.
Michel LECLERC,	B.Sc.A., M.Sc.A., D.Ing.
Guy MORIN,	B.Sc.A., M.Sc.A., D.Ing.
Marcel OUELLET,	B.Sc., M.Sc., Ph.D.
Jean-Louis SASSEVILLE,	B.Sc., Ph.D.
Michel SLIVITZKY,	CES, B.Eng.M.Sc.
Jean STEIN,	B.Sc.A., M.Sc., Ph.D.
André TESSIER,	B.Sc., D.Sc.
Rajeshwar D. TYAGI,	B.Sc., B.Tech., Ph.D.
Jean-Pierre VILLENEUVE,	B.Sc.A., D.E.S., D.Ing.

Professeurs sous octroi

Olivier BANTON,	L.Sc., D.E.A., D.Sc.
Landis HARE,	B.Sc., M.Sc., Ph.D.
Pierre LAFRANCE,	B.Sc., M.Sc.A., D.Sc.

Chercheurs universitaires

Peter Funder RASMUSSEN	B.Sc., M.Sc., Ph.D.
Wolfgang SUMMER ²	B.Sc., M.Sc.A., D.Sc.

¹ Congé sans solde.

² Départ au cours de l'année.

Professeurs ou chercheurs invités

Christian AMBLARD,
Fahim ASHKAR,
Jacques BERNIER,

Christian BLAISE,
Jacques BUFFLE,
Georges CAVADIAS,

Pierre LAVALLÉE,

Richard MARCEAU,
Subba NARASIAH,
Alain R. PESANT,
Réjean SAMSON,
Régis R. SIMARD,

Université Blaise-Pascal, France
Université de Moncton, Nouveau-Brunswick
Ancien ingénieur en chef, EDF
Consultant
Environnement Canada, Longueuil
Université de Genève, Suisse
Consultant pour organismes
internationaux, Montréal
ASSEAU Inc., Montréal
Gendron Lefebvre, Consultants, Montréal
ENAP, Sainte-Foy
Université de Sherbrooke
Agriculture Canada, Lennoxville
IRB-CNRC
Agriculture Canada, Sainte-Foy

Chargé de cours

Jean PIETTE,

Ogilvy Renault Avocats

Associés de recherche contractuels

Jean-François BLAIS
Denis GRATTON
Danielle MARCEAU

Agents de recherche contractuels

Louis-Marie BARRETTE
José BÉCHARA
Jérôme BENOIT
Louis MATHIER
Francisco PADILLA
Jean ROBERGE²
Yves SECRETAN

Stagiaires postdoctoraux

Nassiba BENDALI-AMOR
Jean CARON²
Miguel Angel HUERTA-DIAZ
T.R. SREEKRISHNAN
Louise ST-CYR
Panchabi VAITHIYANATHAN
Shucaï ZHU²

Professionnels réguliers

Sylvie DESJARDINS²
Jean LACROIX
Lise POTVIN
Stéfane PRÉMONT
Christiane RENAUD
Jocelyne ROBERGE
Wanda SOCHANSKI

Professionnels contractuels

Claude BLANCHETTE
Guy FORTIN²

Assistants de recherche contractuels

Irène ABI-ZEID²
Paul BOUDREAU
Guylain CHARRON²
Pierre CHOUINARD

Luc COTÉ²
Marc CRISPIN²
Patrick DUPONT²
Khalil MAMOUNY
Grégoire MARTIN²
Line MCLAUGHLIN²
Guy MERCIER
Nathalie MEUNIER
Martin MONTMINY
Jean NOLET
Daniel NOLIN²
Luc PERREAULT
Hugues PERRON
Emmanuelle QUENTIN
Guy ROBERGE
Esther SALVANO
Denis SIMARD
Annie ST-LOUIS²
Pascale VACHON
Isabelle VILLENEUVE²

Agent technique de laboratoire

Paul BOISVERT

Techniciens réguliers

Denise DOYON-PAQUET
Pauline FOURNIER
Michelle GEOFFROY
André PARENT
Bernard VEILLEUX

Techniciens contractuels

Danielle BOULANGER
François FOURNIER²
Alain GOULET²
Carol LÉPINE²
Chantal PAQUIN
René RODRIGUE
Sylvie ST-PIERRE

Agents métiers et services

Marco POULIN²
André VILLENEUVE

Agents de bureau réguliers

Elaine PARENT
Jocelyne PLANTE²
Alain POIRIER
Lise RAYMOND
Christine ROY²
Isabelle ST-JACQUES

Agents de bureau contractuels

Carmen DESCHENES²
Marielle DESMARAIS²
Johanne DESROSIERS
Jean-Léon DOYON
Michel DUBÉ²
Suzanne DUSSAULT
Lucie MERCIER
Claire MIGNEAULT

Stagiaires de recherche contractuels

Jean BÉRUBÉ²
Louis CYR²
Juana ELUSTONDO²
Louise FRASER²
Céline GAUTHIER
Nadine GIRARD²
Valérie MONGRAIN²
M.-Hélène MUNSCH²
Michèle PARENT²
Brigitte PATRY
Maryse ROCHEFORT²
Gaétan ROY
Annie ST-LOUIS²
Alex TESSIER²

Stagiaires de recherche externes

Catherine BELLIARD
Bernard FABRE
Georges-Marie SAULNIER

Stagiaires étudiants d'été

François AUBÉ
Sophie BÉDARD
Marie-Christine BÉLANGER
Jean-François BERNARD

Steve BLACKBURN
 Michel BOIES
 Julie BOUCHARD
 Jean-Daniel BOURGAULT
 Philippe CLÉMENT
 Caroline COTÉ
 Diane COTÉ
 Isabelle COTÉ
 Luc COTÉ
 Vincent FORTIN
 Caroline FRÉNETTE
 Pierre GAGNÉ
 Martin GAMACHE
 Jean GAUTHIER
 Patrick GOUPIL
 Martin HANDFIELD
 Michel HARVEY
 Nathalie JOLICOEUR
 Christine LABERGE
 François LEMAY
 Bruno MORIN
 Jacinthe PAQUET
 Martine PROULX
 Lise RANCOURT
 Annie RODRIGUE
 André VACHON
 Jean-Sébastien VACHON
 Valérie VILLENEUVE

Étudiants à la maîtrise

François AUBÉ, boursier CRSNG
 MA.Catalina ALFARO DE LA TORRE
 Suzie BÉLANGER
 Sylvie BRASSARD
 Jean-François CANTIN
 Marie-Claude CHAPDELAINÉ, boursière FCAR
 Myriam CHARTIER, boursière FCAR
 Pierre D'ARCY
 Christine DESNOYERS, boursière FCAR
 Ginette DEVARENNES
 Jean GAUTHIER
 Mario HACHÉ, boursier CRSNG
 Marie LAROCQUE, boursière CRSNG
 Andrée-Moira LEBRUN, boursière FCAR
 Sylvie LESSARD
 Sylvain MARTIN, boursier FCAR
 Sylvain MARTINEAU
 France PELLETIER
 Lise RANCOURT, boursière CRSNG
 Claire TINCELIN
 André VACHON

Étudiants libres (maîtrise)

Marc AMYOT (Université de Montréal)

Christiane FLESSAS (Université de Montréal)

Étudiants au doctorat

Lahcen AIT-SSI

Djilali BENMOUFFOK

Hamel BENMOUSSA

Paul BOUDREAULT, boursier FCAR

Bernard BOULANGER, boursier CRSNG

Oscar CAMARA-DURAN

Raynald CHASSÉ, boursier FCAR

Yves COUILLARD, boursier CRSNG

Albert CRAIG

Louise DESCHESNES, boursière FCAR

Marie-Hélène DE SEDE

Marième DIALLO

Yangguang DU

Marc DUCHEMIN

Mohammed ESSADAoui

Danielle FORTIN, boursière CRSNG

Daniel HOULE, boursier FCAR

Julien HOUNTIN

Claude LABERGE, boursier CRSNG-FCAR

René LAFLEUR

Yves LEFEBVRE, boursier FCAR

Yvon MARANDA

Patrick MARCEAU

Hacène MESSAOUDI

Jocelyn OUELLET

B.R. RAVISHANKAR

Agnès RENOUX

François ROBERGE

René ROY

Robert ROY, boursier FCAR

Frédéric SHOONER

Michael TWISS, boursier CRSNG-FCAR

Éric VAN BOCHOVE

Fenghai WANG

Kevin WILKINSON, boursier FCAR

3 - RECHERCHE

Dans le cadre de la programmation sexennale de l'INRS-Eau pour la période 1988-1994, des orientations et axes de recherche sont définis pour mieux refléter la réalité des activités du Centre. Les activités scientifiques sont regroupées en trois grands domaines de recherche:

- **l'hydrologie**
- **l'assainissement, contrôle de la pollution et technologies environnementales**
- **la biogéochimie.**

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

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

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

3.1 HYDROLOGIE

Ce programme regroupe les activités de recherche et de développement sur les méthodes d'analyse statistique, d'analyse numérique, de modélisation, de télédétection et de géomatique, appliquées aux écoulements. Les recherches en analyse statistique traitent des crues, et de l'évolution temporelle et spatiale de la qualité des eaux. Les recherches en modélisation portent sur l'élaboration de modèles numériques permettant la simulation des mouvements de l'eau et des déplacements de substances nutritives et toxiques à travers des 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, tant au niveau local que régional ou continental.

3.1.1 Aménagement des bassins versants

3.1.1.1 Mise au point de techniques de caractérisation standardisées pour les effluents d'élevage

Responsable: Daniel CLUIS

Collaborateurs: F. BERNARD
ANALEX
Khalil MAMOUNY

Description et objectifs: Il s'agit d'un projet soumis en réponse à un appel d'offres du MENVIO dans le cadre de PARDE-3. Il touche les régies des élevages intensifs, les pertes à l'environnement dans la chaîne des bilans N-P-K, les méthodes analytiques de mesures et les plans d'échantillonnage des entreposages pour créer une banque de données documentées et standardisées.

Financement: Ministère de l'Environnement du Québec (assainissement agricole) et F. Bernard inc.

3.1.1.2 Évaluation régionale et locale de la contribution des activités agricoles en matières fertilisantes provenant des fumiers et lisiers

Responsable: Daniel CLUIS

Collaboratrice: Emmanuelle QUENTIN

Description et objectifs: Introduire et développer la géomatique au Service de l'assainissement agricole:

- acquisition et installation de la station de travail;
- acquisition et installation de données cartographiques;
- réalisations techniques de l'année financière 1990-1991.

Financement: Ministère de l'Environnement du Québec (PARDE)

3.1.1.3 Effet à long terme de l'épandage de fumier sur le potentiel de rétention du phosphore des sols

Responsable: Daniel CLUIS

Collaborateurs: Régis SIMARD, Agriculture Canada
Alain PESANT, Agriculture Canada
Emmanuelle QUENTIN

Description et objectifs: Ce projet de recherche vise à établir et cartographier l'état actuel de saturation en phosphore des sols du bassin de la rivière Beauvillage sur lesquels des déjections animales ont été épandues

à des taux élevés depuis de nombreuses années, de modéliser le potentiel de rétention du phosphore par le sol et d'évaluer son niveau dans les sédiments de la rivière.

Financement: Ministère de l'Environnement du Québec (PARDE)

3.1.1.4 Pluie maximale probable du bassin du complexe NBR

Responsable: Jean-Pierre FORTIN

Description et objectifs: Le principal objectif de cette étude est de maximiser les tempêtes pour le calcul de la PMP du projet NBR. Après une première évaluation des systèmes synoptiques susceptibles d'apporter des volumes d'eau significatifs, les tempêtes maximales qui se sont produites dans la zone d'intérêt seront identifiées avec le logiciel "GRP 208" du Service de l'Environnement atmosphérique d'Environnement Canada. Les stations climatologiques intéressantes seront identifiées et le logiciel sera utilisé pour rechercher les tempêtes historiques maximales.

Les tempêtes identifiées seront alors transposées au bassin NBR pour fins du calcul de la PMP.

Financement: SNC

3.1.1.5 PROGERT, Projet de recherche pour l'observation et la gestion des ressources terrestres

Responsable: Jean-Pierre FORTIN

Collaborateurs: Danielle MARCEAU
Denis GRATTON

Description et objectifs: PROGERT est un projet mobilisateur de recherche et développement dont le but est de mettre au point et commercialiser un ensemble d'outils de télédétection et de géomatique pour faciliter la gestion des ressources terrestres, en priorité la forêt. Cet ensemble d'outils servira à recueillir des données au moyen de satellites, de capteurs aéroportés et de relevés terrestres, à analyser, traiter et interpréter les images et finalement intégrer le tout dans un système d'information géographique.

Divers participants industriels, universitaires et gouvernementaux assureront la réalisation des sous-projets de PROGERT. L'INRS-Eau contribue à la réalisation des sous-projets suivants:

- sp. 11: Analyse des besoins et des techniques existantes (télédétection et géomatique).
- sp. 14: Cueillette de données d'expérimentation.
- sp. 16: Formation.
- sp. 20: Exigences techniques des capteurs.
- sp. 22: Identification des résolutions spatiales optimales.
- sp. 39: Développement des méthodes d'accentuation d'images.

Financement: Fonds de développement technologique du Québec, SNC, SPAR AÉROSPATIALE, HAUTS-MONTS RECHERCHE

3.1.1.6 Méthodes statistiques multidimensionnelles dans l'étude des phénomènes hydrologiques

Responsable: Marius LACHANCE

Description et objectifs: Les objectifs du programme de recherche sont:

- 1) développer et adapter des méthodes statistiques multidimensionnelles au domaine de l'environnement aquatique et analyser la complémentarité de certaines méthodes d'analyse de données (analyses factorielles, analyses en composantes principales et classification hiérarchique);
- 2) mettre au point des méthodes comportant un système d'aide à la décision permettant d'effectuer une ordination et une classification de données environnementales et éventuellement de modéliser des phénomènes présentant une structure temporelle (données longitudinales) ou spatiale, ou les deux à la fois.

Pour atteindre le premier objectif, on procédera à une étude comparative des méthodes multidimensionnelles (méthodes françaises et américaines) en abordant les aspects opérationnels des méthodes (vérification des hypothèses, validité des modes de représentation, influence des transformations préalables) et leur applicabilité aux données environnementales. Entre autres, on poursuivra une étude comparative des méthodes d'analyse de tableaux à trois dimensions. Pour la réalisation de l'objectif 2, on procédera aux activités suivantes: élaboration de différents algorithmes de contrainte de voisinage; intégration de ces algorithmes dans des programmes de classification existants; élaboration d'un certain nombre de règles d'inférence guidant l'utilisateur dans les méthodes de classification; couplage d'un programme de système expert avec un programme de classification; rodage et validation du modèle.

Les retombées de ce programme de recherche se traduiront par la mise à la disposition d'utilisateurs ou de gestionnaires en environnement de méthodes statistiques adéquates et mieux adaptées à la solution de problèmes de synthèse et d'analyse de vastes ensembles de données et de rationalisation de l'acquisition de l'information. Les méthodes de classification qui seront développées auront de nombreuses applications notamment en télédétection, en foresterie et en océanographie, etc...

Financement: CRSNG - Dépenses courantes

3.1.1.7 Développement et adaptation de méthodes statistiques multidimensionnelles pour l'analyse et l'interprétation des phénomènes hydrologiques et océanographiques

Responsable: Marius LACHANCE

Collaborateur: Jean-Pierre CHANUT

Description et objectifs: Le projet cherche à répondre au besoin grandissant de pouvoir analyser de grands ensembles de données résultant de vastes campagnes d'échantillonnage. Les logiciels actuellement disponibles ne permettent pas toujours une exploitation optimale de ces données et par conséquent ne conduisent pas à une rationalisation de l'acquisition de l'information. En particulier ceux-ci ne permettent pas de traiter simultanément une suite de tableaux de données quantitatives recueillies à différentes occasions formant un ensemble de données dites ternaires.

Les objectifs du projet visent donc à:

- développer et adapter des méthodes statistiques d'analyse conjointe de tableaux multiples et de classification sous contrainte de voisinage des unités d'échantillonnage;
- d'appliquer ces méthodes à l'analyse de données hydrologiques et océanographiques.

Financement: Université du Québec (FODAR)

3.1.1.8 Développement de cartes thématiques sur l'habitat du poisson aux Iles-de-la-Madeleine

Responsable: Marius LACHANCE

Collaborateurs: Marc CRISPIN
Ghislain VERREAULT (Argus Groupe-Conseil)

Description et objectifs: Le projet consiste à élaborer et à mettre en opération un système informatisé d'aide à la décision (SIAD) permettant une planification intégrée de la gestion de l'habitat du poisson et des ressources halieutiques. La méthodologie sera appliquée au milieu littoral du secteur des Iles-de-la-Madeleine.

On intègre, dans un système d'information géographique (SIG) un ensemble d'informations concernant les ressources halieutiques et les caractéristiques environnementales du milieu. On développe et met au point un système expert permettant d'intégrer ces données et de fournir de l'information thématique sur l'habitat du poisson. Cette méthodologie conduit à la production d'un plan de zonage permettant de définir les modes d'intervention (conservation, protection, restauration) du milieu aquatique.

Financement: Ministère des Pêches et Océans du Canada

3.1.1.9 Projet Sainte-Marguerite - avant projet phase I - étude des répercussions du détournement de la rivière aux Pékans sur le saumon de la Rivière Moisie

Responsable: Michel LECLERC

Description et objectifs: Le projet vise à analyser numériquement l'impact d'une réduction éventuelle du débit de la rivière Moisie sur la disponibilité d'habitat pour le saumon atlantique. Cette réduction serait consécutive au détournement de la rivière aux Pékans vers la rivière Sainte-Marguerite. La méthodologie utilisée est du type "modélisation des micro-habitats". Dans le cas présent, celle-ci s'appuie sur les résultats d'un modèle numérique aux éléments finis couvrant-découvrant appelé MEFLU, modèle qui a été développé conjointement avec la firme TAO Simulations et l'Université Laval.

Le projet consiste à:

- choisir des sites représentatifs de la Moisie et implanter MEFLU sur ceux-ci;
- procéder à une analyse de sensibilité à l'hydraulicité du cours d'eau;
- traduire les données physiques en données de biota selon la valeur du milieu pour le saumon atlantique en phase de croissance juvénile et de frai;

- établir la relation entre la disponibilité d'habitats (aires acceptables) et l'hydraulicité du cours d'eau;
- définir la récurrence statistique actuelle et future des débits pertinents aux fonctions biologiques de référence.

Financement: Hydro-Québec - Direction Environnement - collaboration avec TAO Simulations inc. et Gilles Shooner et Associés (consultant principal)

3.1.1.10 Régimes thermiques de la rivière Moisie avant et après le détournement de la rivière aux Pékans

Responsable: Guy MORIN

Collaboratrice: Wanda SOCHANSKI

Description et objectifs: L'objectif de l'étude est de quantifier les modifications du régime thermique de la rivière Moisie suite à l'aménagement du complexe Sainte-Marguerite (détournement partiel de deux tributaires de la rivière Moisie, soit les rivières aux Pékans et Carheil). Pour minimiser les répercussions sur la rivière Moisie, un plan de gestion est prévu pour retourner une partie de l'eau de la réserve aux Pékans à la rivière Moisie pour atténuer les étiages et améliorer si possible le régime thermique.

L'étude consiste à calibrer le modèle CEQUEAU et le modèle de température de l'eau en rivière en utilisant les données disponibles, reconstituer le régime thermique pour une longue période (25 ans) pour des conditions naturelles et aménager dans le but d'évaluer les répercussions des aménagements prévus et leur mode de gestion.

Financement: Hydro-Québec

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

Responsable: Guy MORIN

Collaborateurs: Denis COUILLARD
Daniel CLUIS
H. Gerald JONES
Wanda SOCHANSKI
Daniel NOLIN

Description et objectifs: L'objectif de cette recherche est de développer des sous-modèles mathématiques permettant d'estimer l'évolution dans le temps et dans l'espace, de certains paramètres de qualité de l'eau pour des conditions naturelles ou aménagées d'un bassin versant. Les sous-modèles de qualité seront couplés au modèle hydrologique CEQUEAU. Les paramètres à modéliser sont la température de l'eau, les solides en suspension, les solides dissous, l'azote total, le phosphore total, les sulfates et le mercure. La présente étude portera principalement sur les grands bassins versants du nord québécois.

Financement: CRSNG - Partenariat de recherche (Hydro-Québec)

3.1.1.12 Prévision des crues de la rivière Montmorency

Responsable: Guy MORIN

Description et objectifs: L'objectif de l'étude est de calibrer le modèle hydrologique CEQUEAU au bassin versant de la rivière Montmorency et d'introduire un processus de mise à jour (updating) dans le but de prévoir les débits à court terme à différents points sur le cours d'eau.

Financement: Ministère de l'Environnement du Québec

3.1.1.13 Processus d'infiltration de l'eau de fonte de la neige dans un bassin couvert d'une sapinière

Responsable: Jean STEIN

Description et objectifs: L'objectif du programme est de comprendre les processus hydrologiques qui déterminent le positionnement des eaux de fonte printanière pour des bassins de tête forestiers situés en forêt boréale. L'objectif du projet est de déterminer l'effet du refroidissement nocturne de la température de l'air sur l'infiltration de l'eau de fonte sur l'hydrogramme.

Hypothèse de recherche: La couverture de la neige, réduite par les conditions atmosphériques printanières, ne protège pas suffisamment le sol contre le gel causé par les basses températures nocturnes ($< -10^{\circ}\text{C}$). L'eau gelée à la surface du sol diminue la capacité d'infiltration, et par conséquent, l'écoulement de l'eau augmente à la surface. Un sous-modèle de transfert de la masse et de la chaleur va être utilisé pour simuler les effets dynamiques du gel-dégel sur l'infiltrabilité du sol. Les effets du gel-dégel sur les propriétés hydrologiques et thermiques du sol seront déterminés *in situ*. Les données recueillies *in situ* permettront de développer et de vérifier le modèle.

Importance: Cette recherche devrait améliorer les connaissances hydrologiques nécessaires au développement d'un modèle mathématique (mécanismes) qui pourra simuler et prédire le cheminement d'eau pendant la fonte printanière à l'échelle du bassin versant. La simulation va servir d'infrastructure de prédiction d'un modèle géochimique, applicable à la forêt boréale. La combinaison du modèle mathématique avec les processus chimiques permettra d'évaluer l'impact de la fonte des neiges sur la faune aquatique et l'écosystème forestier. Par conséquent, nous serons capables de mieux répondre à ces questions:

- 1) Quel est l'impact des dépôts atmosphériques sur la qualité de l'eau d'une forêt boréale?
- 2) Quel est le niveau acceptable des dépôts atmosphériques pour l'écosystème aquatique d'une forêt boréale?

Le processus chimique de la fonte des neiges est affecté par les différents milieux où l'eau s'écoule avant d'atteindre un lac. Pour pouvoir prédire l'impact des pluies acides sur l'écosystème, il est aussi nécessaire de connaître le cheminement de l'eau de la fonte des neiges.

Financement: CRSNG - Dépenses courantes

3.1.1.14 Interactions de différents types de couverture morte forestière avec la fonte de la neige

Responsable: Jean STEIN

Collaborateur: Donald M. GRAY

Description et objectifs: Des recherches effectuées à la Station Expérimentale de la Forêt Montmorency (SEFM) ont montré qu'une diminution de l'indice d'infiltrabilité du sol améliore la simulation des pics des hydrogrammes de fonte. Cette diminution de l'indice a été appliquée uniformément pour l'ensemble du bassin forestier du Lac Laflamme. Suite à ces recherches, les travaux de Proulx et Stein (1992) effectués sur le même bassin, démontrent que les trois grands types de couverture morte produisent des gels différents. Ceux-ci varient de très compacts à très poreux. L'objectif de l'étude est de caractériser les effets dynamiques dégel-gel sur les propriétés hydrologiques et thermiques d'une de ces couvertures, soit la sphaigne (*Sphagnum sp.*).

Les travaux de terrains seront réalisés sur le bassin expérimental du Lac Laflamme à la SEFM. Quelques sites seront instrumentés de façon à prendre des données intensives sur les propriétés hydrologiques et thermiques de la sphaigne, du sol minéral et de la couverture de neige. Les variables suivantes seront mesurées: densité, équivalent en eau, hauteur et température du couvert de neige; température, teneur en eau liquide et totale, flux de chaleur, infiltrabilité, conductivité thermique de la sphaigne et du sol minéral. D'autres sites seront instrumentés pour obtenir des valeurs de certaines variables (profondeur, densité, équivalent en eau de la neige, teneur en eau liquide et totale du sol, le type de gel et de couverture morte) pour l'ensemble du bassin.

Les résultats de ces recherches vont ensuite être intégrés dans des modèles mathématiques et permettre d'améliorer la prédiction du choc acide printanier.

Financement: CRSNG

3.1.1.15 Modélisation de l'écoulement

Responsable: Jean STEIN

Collaborateurs: Pierre BERNIER
Donald M. GRAY
Denis LÉVESQUE
Charles MAULÉ
André P. PLAMONDON

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

Les processus du cheminement de l'eau en périodes d'accumulation de la neige, de fonte printanière et estivale sont étudiés sur un bassin boisé (Lac Laflamme, Forêt Montmorency) par la mesure en continu des paramètres du cycle hydrologique. Au cours des années 85 à 87, les paramètres principalement mesurés sur une place-échantillon étaient: températures de l'air, du sol et de la neige, rayonnement, pression de vapeur d'eau, vitesse du vent, niveau de la nappe phréatique, débit de fonte, teneur en eau du sol ainsi que l'accumulation, la densification, l'évaporation et la fonte de la neige. De 87 à 89, les données sur la neige et l'eau du sol ont été mesurées à l'échelle du bassin. En 1989, notre attention a été concentrée sur l'infiltration dans les sols gelés ou partiellement gelés. La prédiction du type de gel et son effet sur

L'infiltration doivent être élucidés pour améliorer la précision des modèles hydrologiques. Ainsi, durant les prochaines années, nous compléterons l'étude des mécanismes reliés au gel du sol. L'intégration de ces connaissances se fait par le développement, le couplage et la validation d'un modèle de fonte de la neige (SNOW17) et de génération de l'écoulement (VSAS2) à l'échelle du bassin (Bernier, 1985; Prévost et al., 1989). C'est cette approche qui nous a permis de déterminer l'importance de l'effet du gel du sol sur l'infiltration et l'écoulement en milieu boréal.

Financement: FCAR Équipe - Université Laval

3.1.1.16 Modèle mathématique appliqué. Gestion optimale de la ressource eau d'un bassin

Responsable: Jean-Pierre VILLENEUVE

Description et objectifs: Il existe une demande importante pour des outils mathématiques appliqués au domaine des sciences de l'eau. Nos travaux s'inscrivent dans les préoccupations actuelles et se veulent aussi précurseurs dans le développement d'outils qui répondront aux besoins futurs. Forts de l'expérience acquise, nous poursuivrons nos travaux dans les thèmes déjà développés précédemment.

Gestion optimale de la ressource eau d'un bassin: Nous avons développé un modèle (prototype) du système rivière-aménagement. Cet outil mathématique permet d'effectuer les choix optimaux d'aménagement, en tenant compte des contraintes inhérentes au système eau-usage, et de la capacité auto-épuratrice du système rivière. Le prototype a été appliqué au bassin de la rivière Yamaska. Ce modèle d'optimisation du système eau-usage-aménagement tient compte des contraintes physiques, des technologies de traitement et des normes à respecter (quantité et qualité). On utilise une technique de programmation non linéaire adaptée pour la solution optimale du système. Au cours des trois prochaines années, nous désirons poursuivre le développement et principalement généraliser la structure du prototype afin qu'il soit transposable.

Financement: CRSNG - Dépenses courantes

3.1.2 Écoulements

3.1.2.1 Problématique environnementale de l'utilisation des pompes à chaleur

Responsable: Olivier BANTON

Description et objectifs: Le but du projet est la réalisation d'une étude sur les impacts environnementaux potentiels des systèmes de pompes géothermiques au Québec. On se propose:

1. d'étudier les principales caractéristiques physico-chimiques de l'eau souterraine des principales régions habitées du Québec;
2. de colliger l'information sur les thermopompes au Québec pour connaître ou estimer le nombre d'installations, leurs types et leurs capacités de pompage;
3. d'étudier les méthodes de pompage et rejet, leurs impacts sur les eaux de surface et souterraines, dans l'optique d'établir des normes d'utilisation;

4. de compiler les réglementations et recommandations mises en place par d'autres pays face à ce problème;
5. de réaliser un inventaire des modèles mathématiques applicables, et de leurs possibilités reliées au transfert des flux d'eau, de chaleur et de contaminant.

Financement: Ministère de l'Environnement du Québec

3.1.2.2 Approche stochastique de la contamination des eaux souterraines en zone agricole

Responsable: Olivier BANTON

Description et objectifs: La quantification du risque de contamination des eaux souterraines par les contaminants d'origine agricole, c'est-à-dire la détermination de la quantité de contaminant susceptible de parvenir à la nappe, doit être réalisée au moyen d'outils performants conçus expressément pour une telle tâche. En cela, les modèles mathématiques apparaissent comme étant les outils les plus fiables et les plus performants. Considérant la variabilité spatiale et temporelle des paramètres qui contrôlent l'évolution des contaminants dans le sol, seule une approche prenant en compte les distributions des valeurs de ces paramètres peut permettre une bonne évaluation des risques de contamination. Une telle approche stochastique permet de plus une évaluation de la vulnérabilité basée sur la probabilité de dépassement des normes de qualité.

Dans cette optique, des recherches porteront sur la compréhension des processus contrôlant le transport dans le sol des contaminants d'origine agricole (pesticides, nitrates,...). Une revue des méthodes d'évaluation sera réalisée. Les hypothèses concernant le transport des contaminants dans le sol seront analysées, et permettront le choix des processus à retenir dans l'étude de la contamination. Les méthodes d'acquisition des données sur le terrain seront vérifiées dans l'optique de la caractérisation de la variabilité spatiale des paramètres hydrodynamiques, de la détermination ou de leur distribution statistique et leur interdépendance spatiale. La modélisation stochastique du transport des contaminants dans le sol sera réalisée et calibrée pour les conditions canadiennes. Cette modélisation sera intégrée sous la forme d'un logiciel d'évaluation des risques de contamination des eaux souterraines par les diverses pratiques agricoles. Finalement cette approche d'évaluation quantitative de la vulnérabilité sera appliquée pour les différents types de contaminants étudiés sur des sites canadiens.

Ces recherches permettront de développer nos connaissances dans le domaine de la contamination des eaux souterraines. Elles constitueront le support scientifique pour l'élaboration des nouvelles politiques de protection de ces eaux. Elles fourniront un outil performant pour la gestion de la ressource qui pourra être utilisé aisément par les responsables qui interviennent dans les domaines de l'environnement ou de l'agriculture. Enfin, elles proposeront des méthodologies pour l'investigation de la vulnérabilité et pour l'acquisition des valeurs des paramètres nécessaires.

Financement: CRSNG - Dépenses courantes

3.1.2.3 Modélisation du transport de l'eau et des solutés dans les résidus miniers

Responsable: Olivier BANTON

Description et objectifs: La contribution des parcs à résidus miniers à la contamination des eaux de surface et souterraines est évaluée d'un point de vue dynamique à l'aide de la modélisation mathématiques du transport des contaminants par l'eau du sol. La modélisation des processus d'échanges avec le sol doit donc être couplée avec la simulation hydrodynamique permettant de dresser le bilan en eau du massif. Les cheminements des contaminants et les zones prioritaires d'intervention seront ainsi déterminés. L'impact des différents scénarios de réhabilitation peut par ailleurs être évalué sur l'évolution à long terme de la contamination.

Financement: Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec

3.1.2.4 Modèle de simulation et de reconstitution des données hydrologiques mensuelles

Responsable: Bernard BOBÉE

Collaborateurs: Louis MATHIER
Hugues PERRON
Luc PERREAULT

Description et objectifs: Compte tenu des lacunes observées dans les programmes actuels REMUL et HEC-4:

- non-examen systématique de la normalité (hypothèses à 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);
- non-prise en compte de la structure de dépendance des variables indépendantes,

L'objectif de ce projet est de construire un modèle de simulation et de génération des données hydrologiques mensuelles qui:

- comble les lacunes précédemment décrites;
- soit d'un usage simple, souple et efficace (user's friendly) compte tenu de son emploi fréquent pour divers usages.

Le modèle proposé, qui rassemblera l'ensemble des recherches effectuées, sera programmé en Pascal (programme REMUS) afin d'être utilisé sur un micro-ordinateur. Le programme REMUS sera accompagné d'un manuel d'utilisation. Il sera développé concurremment aux études théoriques afin d'y introduire les résultats de recherche et d'effectuer les tests de validation.

Financement: CRSNG - Programme de partenariats de recherche (Hydro-Québec)

3.1.2.5 Modélisation des événements hydrologiques extrêmes à l'aide des lois statistiques AJUSTE-2

Responsable: Bernard BOBÉE

Collaborateurs: Louis MATHIER
 Luc PERREAULT
 Hugues PERRON
 Fahim ASHKAR (Université de Moncton)
 Jacques BERNIER
 Peter Funder RASMUSSEN

Description et objectifs: Comparaison des méthodes d'ajustement des lois de la famille Gamma (Gamma, Pearson 3, Log Pearson 3 et Gamma généralisée). Etude critique des méthodes d'ajustement des lois GEV, Gumbel, Fréchet, Weibull, Log-normale et exponentielle. Développement des propriétés mathématiques et statistiques des lois de Halphen. Estimation optimale des paramètres de ces distributions. L'ensemble des méthodes retenues seront introduites dans un logiciel d'estimation automatique des paramètres de distributions.

Financement: CRSNG - Programme de partenariats de recherche (Hydro-Québec)

3.1.2.6 Génération de séries synthétiques d'apport net mensuel (Grands Lacs)

Responsable: Bernard BOBÉE

Collaborateurs: Louis MATHIER
 Luc PERREAULT
 Hugues PERRON
 Luc COTÉ

Description et objectifs: Ce projet a pour but de reconstituer, à partir de séries chronologiques, l'apport net intermédiaire, A_n , estimé sur une base mensuelle, et ce pour les lacs Supérieur, Michigan-Huron, Erié et Ontario. Nous proposons à Hydro-Québec de diviser le projet en trois (3) parties:

1. analyse des données disponibles et détermination des propriétés statistiques à conserver pour la modélisation;
2. inventaire des modèles de reconstitution disponibles, et;
3. choix d'un modèle et application aux données.

Financement: Hydro-Québec

3.1.2.7 Méthodologie d'estimation régionale des débits de crue: application à la région Québec-Ontario

Responsable: Bernard BOBÉE

Collaborateurs: Louis MATHIER
 Luc PERREAULT
 Hugues PERRON

Peter Funder RASMUSSEN
Kaz ADAMOWSKI (Université d'Ottawa)
Fahim ASHKAR (Université de Moncton)
Jacques BERNIER
Van-Thanh-Van NGUYEN (Université McGill)
Jean ROUSSELLE (École Polytechnique de Montréal)
René ROY (Hydro-Québec)

Description et objectifs: La planification des ouvrages hydrauliques, l'opération rationnelle des réservoirs ainsi que la connaissance et la prévention des inondations nécessitent une bonne connaissance des débits de crue. Cette estimation doit être la plus précise possible afin d'éviter une surestimation des crues (qui entraîne généralement un surdimensionnement des ouvrages hydrauliques et par conséquent des coûts supplémentaires) ou une sous-estimation (qui peut se traduire par des dégâts matériels et des pertes de vies humaines).

Il arrive fréquemment que l'on doive effectuer cette estimation en des sites où l'on dispose de peu de données ou même dans certains cas d'aucune donnée (site non jaugé).

Dans ce cas l'approche à privilégier consiste à:

- utiliser des données disponibles à des sites hydrologiquement semblables au site considéré, donc appartenant à la même région homogène;
- considérer une méthode d'estimation régionale dans la zone homogène identifiée.

En pratique, cependant on peut considérer plusieurs:

- techniques de détermination des régions homogènes $[DRH]_i$, ($i = 1, \dots, p$);
- méthodes d'estimation régionale $[MER]_j$, ($j = 1, \dots, q$).

Le principal objectif du projet est de comparer l'ensemble des combinaisons $C_{ij} = [DRH]_i \times [MER]_j$ ($i = 1, \dots, p$ et $j = 1, \dots, q$) sur des données réelles du bouclier canadien (zone Québec-Ontario) afin d'établir une méthodologie transposable d'estimation régionale des débits de crue. Cette méthodologie pourra ensuite être appliquée à d'autres régions du Canada, dans d'autres pays et à d'autres données, les étiages ou les précipitations par exemple.

Financement: CRSNG - Stratégique

3.1.2.8 Estimation ponctuelle et régionale des caractéristiques hydrologiques extrêmes

Responsable: Bernard BOBÉE

Collaborateurs: Hugues PERRON
 Luc PERREAULT

Description et objectifs: 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, ...). Les recherches effectuées précédemment (subventions CRNSG 1985-1991) ont été consacrées à l'estimation de ces caractéristiques hydrologiques de crue aux sites où l'on dispose de données. Plusieurs distributions

statistiques (Gamma, Pearson type 3, log-Pearson type 3, Gamma généralisée) ont été étudiées d'un point de vue théorique et ont été comparées. On vise à:

- A) 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;
- B) établir des modèles d'estimation régionale de crue en reconsidérant la notion de zones homogènes (on considérera en particulier la notion de zone d'influence récemment introduite) et de distribution régionale (on étudiera l'utilisation d'une loi régionale de Halphen);
- C) examiner la transposition des approches et modèles développés en A et B pour les crues aux débits d'étiage dont l'estimation est importante pour évaluer les impacts environnementaux et la fourniture d'eau pour la consommation et l'irrigation.

Ces travaux devraient conduire à une amélioration des modèles existants afin de permettre des estimations plus précises qui se traduiront par des économies de ressources et une réduction des risques.

Financement: CRSNG - Dépenses courantes

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

Responsable: Daniel CLUIS

Description et objectifs: Ce projet vise à résoudre, à moyen terme, trois groupes de problèmes:

1. Dans le domaine de la surveillance de la qualité de l'eau, l'estimation des débits massiques constitue un prérequis nécessaire à l'interprétation des phénomènes de transport, à des relations sources-effets et à la calibration des modèles de qualité de l'eau. Dans ce secteur on complétera l'étude entreprise sur le contenu en information d'une fonction de deux séries de temps mesurées à des fréquences différentes. Une approche prometteuse utilisant l'analyse combinatoire appliquée à des distributions log-normales sera développée.
2. Dans le domaine de l'étude structurale des séries environnementales, les caractéristiques d'asymétrie et de non-stationnarité en moyenne et en variance, ainsi que la présence de valeurs aberrantes, douteuses, censurées ou tronquées rendent l'analyse difficile. Nous nous attachons à développer des méthodes robustes et des algorithmes permettant la détection structurale de valeurs aberrantes (A.O, Additive Outliers) permettant une réévaluation des paramètres de la transformation BOX-COX normalisatrice initiale; les estimateurs de HUBER seront mis à contribution.
3. 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. Nous traiterons d'abord de fonctions de transfert univariées à l'intérieur du cycle hydrologique (modèle SISO, Single Input Single Output) pour chaque paramètre critique, puis nous essayerons d'étendre ces méthodes aux fonctions de transfert multivariées (modèles MISO, Multiple Inputs Single Output). Nous appliquerons ces méthodes à deux banques de données liées à des problèmes environnementaux aigus au Québec: la problématique des précipitations acides et celle des épandages agricoles des lisiers.

Financement: CRSNG - Dépenses courantes

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

Responsable: Jean-Pierre FORTIN

Description et objectifs: 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 futur satellite ERS-1.

Les campagnes de mesure antérieures avec des capteurs ROS aéroportés n'ont pas permis d'en arriver à des conclusions définitives sur le potentiel de ces données pour le suivi opérationnel du couvert nival. Le satellite RADARSAT devant être lancé en 1994, l'analyse de données supplémentaires obtenues par de nouvelles campagnes de mesures s'avère nécessaire.

On précisera tout d'abord la relation entre le signal radar et les caractéristiques de la neige au sol en faisant appel à des données fournies par des capteurs satellitaires, des mesures au sol et un modèle numérique de terrain. Les données ROS ne pouvant fournir toutes les caractéristiques souhaitées, on mettra aussi au point une approche multicapteur permettant d'intégrer ces données à chaque date désirée. Cette approche sera enfin testée dès que nous recevrons des données ROS en provenance du satellite ERS-1.

Le Canada pourra donc disposer, dès le lancement du satellite RADARSAT, d'un logiciel de traitement des données ROS à des fins spécifiquement hydrologiques. De plus, ce logiciel sera conçu pour être utilisé sur un microordinateur, assurant davantage sa diffusion, non seulement ici, mais aussi pour d'autres pays.

Financement: CRSNG - Dépenses courantes

3.1.2.11 Suivi opérationnel du couvert nival par télédétection en vue des prévisions hydrologiques

Responsable: Jean-Pierre FORTIN

Collaborateur: Denis GRATTON

Description et objectifs: Les principaux objectifs de ce projet de recherche sont les suivants:

- développement et test d'algorithmes d'estimation opérationnelle de caractéristiques du couvert nival par télédétection;
- évaluation de la faisabilité et des coûts de mise en place d'un système opérationnel d'acquisition et de traitement des données de télédétection à des fins hydrologiques.

Financement: Hydro-Québec

3.1.2.12 Modélisation par éléments finis d'écoulements à surface libre

Responsable: Michel LECLERC

Description et objectifs: 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:

- transition 2D-3D dans les interfaces de méandres de rivière;
- écoulements torrentiels (rapides);
- écoulements en plaines inondables avec régime couvrant-découvrant;
- écoulements stratifiés 3-D.

Le projet est supporté par le logiciel MEF (Dhatt et Touzot, 1981) et s'inscrit dans le développement du code HYDRO, développé au sein de notre groupe. La portée socio-économique du projet est surtout liée aux diverses activités d'aménagement du milieu hydrique.

Financement: CRSNG - Dépenses courantes

3.1.2.13 Modélisation numérique des écoulements et des micro-habitats de la ouananiche de la rivière Ashuapmushuan

Responsable: Michel LECLERC

Collaborateur: Paul BOUDREAU

Description et objectifs: Dans le cadre de l'étude environnementale du projet d'aménagement hydro-électrique de la rivière Ashuapmushuan, l'INRS-Eau a la responsabilité de la modélisation hydrodynamique d'une section du cours de la rivière et la simulation des habitats salmonicoles à divers débits dans ces tronçons.

Le modèle hydrodynamique utilisé (HYDRO) est bidimensionnel (2-D) horizontal, ce qui permet d'obtenir des conditions hydrodynamiques moyennes dans la verticale. A cause des hypothèses qui le sous-tendent, il s'agit d'un outil bien adapté pour les écoulements gravitationnels (rivières, fleuves, estuaires) caractéristiques des ondes longues. Les chutes, sauts et ressauts directs ne peuvent être pris en compte tels quels dans un tel modèle.

Une des caractéristiques de HYDRO est d'ajuster automatiquement sa frontière littorale, y compris autour de hauts-fonds susceptibles de s'exonder en période de basses eaux. Cette génération du modèle comporte donc l'option "couvrant-découvrant" qui permet également de modéliser des hydrauliques influencées par le passage d'une crue et la marée. L'utilisation de ce modèle sur six tronçons de la rivière Moisie a révélé un très bon comportement pour les applications présentant des conditions d'écoulement rapide. Le modèle avait alors permis la simulation des conditions de débitance les plus variées (allant de la crue moyenne à l'étiage de 1/15 ans). L'option couvrant-découvrant fut employée pour permettre l'ajustement des frontières de l'écoulement.

Concernant la modélisation du micro-habitat de la ouananiche, la même approche que celle utilisée pour la rivière Moisie est privilégiée. Cependant, de nouveaux développements doivent être entrepris pour mettre à jour cette approche et incorporer l'aspect temporel dominant du présent projet. L'aspect thermique est également être pris en considération.

Financement: Hydro-Québec (Groupe Environnement Shooner inc.)

3.1.2.14 Modèle paramétrique conceptuel de la qualité de l'eau

Responsable: Guy MORIN

Description et objectifs: L'objectif principal de ce projet consiste dans le développement et la mise au point de sous-modèles mathématiques permettant d'évaluer l'évolution dans le temps et dans l'espace de certains paramètres de qualité de l'eau pour des conditions naturelles et modifiées d'un bassin versant. Ces sous-modèles complètent le modèle hydrologique CEQUEAU qui permet d'évaluer la formation et le déplacement de l'onde de crue sur un bassin versant en tenant compte, s'il y a lieu, des aménagements tels que barrage, prise d'eau, etc.

L'élaboration des sous-modèles de qualité est basée sur une approche conceptuelle déterministe. Cette approche devrait être applicable à n'importe quel bassin hydrographique et utiliser les composantes hydrologiques du modèle CEQUEAU (écoulement superficiel, hypodermique et souterrain, fonte, évaporation, infiltration, transfert en rivière, etc.) ainsi que des données physiographiques, météorologiques et socio-économiques (population humaine et animale, utilisation du territoire, activité agricole et industrielle), etc.). Les paramètres modélisés prioritairement sont: la température de l'eau, l'oxygène dissous, les solides en suspension, les solides dissous, l'azote total, le phosphore total et les sulfates. Les résultats obtenus sur les premiers paramètres modélisés montrent l'avantage de coupler les sous-modèles de qualité à un modèle hydrologique mais font également ressortir la nécessité de vérifier et éventuellement améliorer la modélisation des différents processus pour des conditions extrêmes rencontrées sur des bassins versants où l'utilisation du territoire est importante. Dans cette optique, nous prévoyons utiliser les données de la rivière Yamaska pour la poursuite de notre recherche.

Financement: CRSNG - Dépenses courantes

3.2 **ASSAINISSEMENT, CONTROLE DE LA POLLUTION ET TECHNOLOGIES ENVIRONNEMENTALES**

Ce programme comporte à la fois des recherches à caractère technologique et des études sur les aspects administratifs et institutionnels du contrôle de la pollution. Dans le premier axe, orienté vers les technologies environnementales, le Centre met beaucoup d'accent sur la valorisation des boues résultant du traitement biologique des eaux résiduaires municipales. Les métaux toxiques étant également étudiés dans le programme "Biogéochimie", il existe ici des liens inter-programme importants. D'autres activités toutes récentes portent sur le développement de procédés de traitement, de recyclage et de stabilisation des résidus miniers; soulignons de nouveau le lien avec le programme de "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.

3.2.1 Boues

3.2.1.1 Étude de pré-faisabilité technico-économique d'un procédé de solubilisation biologique des métaux dans les boues d'épuration

Responsable: Denis COUILLARD

Collaborateur: Guy MERCIER

Description et objectifs: L'objectif du projet est de vérifier la faisabilité technico-économique du procédé de solubilisation biologique des métaux dans les boues d'épuration développé par l'INRS-Eau.

Le projet comprend:

- 1) L'évaluation technique de l'efficacité du procédé en comparaison avec les procédés chimiques;
- 2) L'évaluation économique des différents scénarios;
- 3) L'évaluation du potentiel d'application au Québec et ailleurs dans le monde;
- 4) L'évaluation du coût de construction et d'opération d'un pilote.

Suite à cette étude et si l'opportunité est concluante et qu'un partenaire industriel se montre intéressé, la mise à l'échelle pilote pourrait être envisagée.

Financement: Société québécoise d'assainissement des eaux (Les Consultants BPR)

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

Responsable: Rajeshwar D. TYAGI

Description et objectifs: Ce projet de recherche a comme objectifs: i) l'étude de la réponse dynamique de la biodégradation d'une substance et les performances du séparateur secondaire concernant l'inhibition par les métaux et l'inhibition de la digestion anaérobie par les métaux (phases acidogène et méthanogène); ii) l'élimination des métaux des boues de digestion anaérobie par lixiviation microbienne. La réponse dynamique sera étudiée en faisant varier la concentration des métaux en mode de pulsation ou en mode par étapes.

Les résultats expérimentaux seront comparés avec les équations mathématiques déjà développées et une stratégie pour contrôler l'effet inhibiteur sera développée. Les effets de l'inhibition par les métaux seront étudiés séparément en ce qui concerne la phase acidogène et la phase méthanogène; les équations cinétiques en seront ainsi dérivées.

La récupération des métaux des boues digérées sera étudiée en termes d'optimisation des paramètres du milieu, de remplacement du fer soluble par une autre source moins chère, de l'adaptation de la souche *ferrooxidans* aux sulfures et aux composés sulfures, de l'isolement d'une nouvelle souche potentielle et de l'analyse de la cinétique de la lixiviation microbienne. Différents types de bioréacteurs seront testés pour l'efficacité de l'élimination des métaux. Les résultats obtenus à l'échelle du laboratoire seront alors utilisés pour développer le procédé à plus grande échelle et pour une plus longue durée.

Financement: CRSNG - Dépenses courantes

3.2.1.3 Enlèvement des métaux lourds des boues municipales et des déchets industriels par des souches bactériennes superactives

Responsable: Rajeshwar D. TYAGI

Collaborateurs: Jean-Christian AUCLAIR
Peter G.C. CAMPBELL
Denis COUILLARD
Jean-François BLAIS

Description et objectifs: Les boues produites au cours de l'épuration des eaux usées contiennent 80 à 90% de la quantité totale des métaux lourds de l'effluent original. Les concentrations de métaux retrouvées dans les boues peuvent atteindre 2% sur une base de poids sec, suite à la digestion anaérobie. Avant la disposition finale de ces boues (enfouissement, rejets en mer, incinération, épandage sur les terres agricoles) les métaux lourds doivent être enlevés afin de minimiser les risques pour la santé de la population. Les objectifs généraux de cette étude multidisciplinaire sont de développer un procédé simple, peu onéreux, et efficace pour l'extraction des métaux lourds des boues, et d'isoler ceux-ci pour, par la suite, les recycler en industrie métallurgique. Les caractéristiques principales recherchées pour la mise au point d'un procédé biotechnologique d'enlèvement des métaux lourds sont les suivantes: fonctionnel au pH initial des boues (7.0 - 8.5); temps de résidence le plus court possible afin de diminuer le volume du bioréacteur; solubilisation à des niveaux acceptables de tous les métaux lourds; utilisation d'un substrat peu coûteux pour la croissance bactérienne, lequel peut être entreposé et transporté facilement; de plus, l'opération du procédé doit être peu onéreuse, facilement réalisable, et possible à des températures aussi basses que 10°C.

L'utilisation des souches bactériennes hautement actives isolées dans notre laboratoire est conforme à ces exigences. De là, les objectifs spécifiques proposés pour le présent projet sont les suivants: caractériser les souches bactériennes hautement actives; évaluer le potentiel du procédé pour la destruction des pathogènes; déterminer l'influence de la spéciation des métaux dans les boues sur l'efficacité du procédé de solubilisation; tester les souches pour vérifier leur stabilité et leur performance en bioréacteur; et optimiser les conditions du procédé par des analyses cinétiques.

Ce projet sera une bonne opportunité de former du personnel hautement qualifié au niveau de la maîtrise et du doctorat. Une estimation basée sur des résultats expérimentaux préliminaires démontrent que le coût de décontamination de la boue serait de 60 à 70\$ can. par tonne de boue sèche, lequel est moindre que les autres procédés chimiques et microbiens existants. Cette estimation comprend les frais d'installation, d'entretien et d'opération. De plus, les souches bactériennes superactives pourraient facilement être adaptées à d'autres problèmes de gestion des déchets (solubilisation des métaux; oxydation du soufre élémentaire et des composés soufrés) avec peu ou pas de changement.

Financement: CRSNG - Stratégique

3.2.1.4 Enlèvement des métaux et des boues d'épuration

Responsable: Rajeshwar D. TYAGI

Collaborateur: C.P. HUANG, Université du Delaware, U.S.A.

Description et objectifs: Les boues produites au cours de l'épuration des eaux usées contiennent 80 à 90% de la quantité totale des métaux lourds de l'affluent original. Les concentrations de métaux retrouvées dans les boues peuvent atteindre 2% sur une base de poids sec, suite à la digestion anaérobie. Avant la disposition finale de ces boues (enfouissement, rejets en mer, incinération, épandage sur les terres agricoles)

les métaux lourds doivent être enlevés afin de minimiser les risques pour la santé de la population. Les objectifs généraux de cette étude multidisciplinaire sont de développer un procédé simple, peu onéreux et efficace pour l'extraction des métaux lourds des boues et d'isoler ceux-ci pour les recycler en industrie métallurgique.

Financement: Ministère des Affaires internationales du Québec

3.2.1.5 Isolement et identification des souches microbiennes indigènes des boues municipales actives pour la lixiviation des métaux

Responsable: Rajeshwar D. TYAGI

Collaborateurs: Jean-Christian AUCLAIR
Jean-Pierre VILLENEUVE
Dieter KLUEPFEL, Institut Armand-Frappier (IAF)

Description et objectifs: La présente demande constitue un renouvellement de notre demande au programme FODAR et vise la continuation du programme de lixiviation des métaux lourds des boues municipales. Les principaux objectifs de ce projet sont:

- l'isolation et l'identification des souches bactériennes;
- l'étude conjointe du procédé de lixiviation et de digestion des boues;
- la colonisation des bactéries sur soufre élémentaire et l'estimation des constantes cinétiques.

Financement: FODAR - Université du Québec

3.2.2 Rejets miniers

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

Responsable: Denis COUILLARD

Collaborateurs: Myriam CHARTIER
Pierre CHOUINARD
François FOURNIER
Guy MERCIER
Brigitte PATRY
Guy ROBERGE
Denis SIMARD

Description et objectifs: Les procédés de biolixiviation des métaux associés aux boues s'avèrent moins coûteux et plus performants que les procédés physico-chimiques traditionnellement utilisés pour la décontamination. Le procédé de biolixiviation au $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ permet de débarrasser les boues, digérées anaérobiquement, de leurs métaux en 18 heures avec une efficacité de l'ordre de 90%. L'objectif majeur de cette recherche est la mise à l'échelle, donc la démonstration industrielle pour fin de commercialisation (à court terme), du procédé au $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dont l'optimisation est presque complètement au niveau du laboratoire. Plus spécifiquement, il s'agit:

- de démontrer l'applicabilité du procédé, dans des réacteurs de volumes substantiels (échelle pilote), sur des boues non digérées (boues vertes);
- d'évaluer la possibilité d'étendre les résultats obtenus à d'autres types de boues;
- de démontrer à l'échelle pilote, les étapes de filtration des boues traitées et de précipitation des métaux solubilisés;
- de démontrer et d'évaluer, à l'échelle pilote, le degré de décontamination des boues traitées et leur valeur agricole; et
- de démontrer, toujours à l'échelle pilote, que la décontamination des boues est une approche techniquement, environnementalement et économiquement très compétitive.

Financement: APE

3.2.2.2 Biolix-B: Recyclage des résidus miniers et décontamination des boues des stations d'épuration municipales

Responsable: Jean-Pierre VILLENEUVE

Collaborateurs:	Jean-Louis SASSEVILLE	Esther SALVANO
	Rajeshwar D. TYAGI	Nathalie MEUNIER
	Olivier BANTON	Martin MONTMINY
	Pierre LAFRANCE	Stéfane PRÉMONT
	Jean-François BLAIS	Bernard VEILLEUX
	Louis-Marie BARRETTE	André PARENT
	Pascale VACHON	Christiane RENAUD

Description et objectifs: Les activités scientifiques menées à l'intérieur de ce programme de recherche sont orientées vers la valorisation de rejets solides (recyclage des résidus miniers et valorisation des boues d'épuration) en vue de proposer des technologies performantes pour le contrôle de la pollution de l'eau. Une partie de ces activités de recherche porte sur la préparation de différents scénarios technologiques visant l'exploitation économique et la disposition sécuritaire des résidus miniers sulfureux par récupération des métaux présents et neutralisation totale ou partielle du potentiel acidogène de ces rejets miniers. L'autre partie des travaux de recherche est consacrée à la mise au point de procédés de décontamination des boues d'épuration chargées en métaux. La présence de ces toxiques constitue une contrainte importante pour la disposition sécuritaire des boues, notamment pour l'utilisation des boues comme fertilisants agricole et sylvicole.

Les recherches réalisées comportent deux volets. Le premier volet est celui de l'acquisition de connaissances génériques à l'aide de tests en laboratoire basés sur les informations scientifiques actuelles. Le second volet comporte deux étapes méthodologiques: la première étape porte sur la formulation d'hypothèses de technologies intégrées de décontamination utilisant la lixiviation bactérienne dans un ou plusieurs segments de procédés. La seconde étape consiste au choix de technologies et au design de prototypes technologiques présentant des performances jugées intéressantes et à leur justification pour d'éventuels investissements.

Les résidus miniers: La recherche et le développement sur la décontamination des résidus miniers sulfureux portent sur quatre (4) domaines: 1) l'évaluation de la pertinence de la lixiviation bactérienne en bioréacteur pour extraire les métaux et oxyder les composés réduits du soufre présents dans les résidus miniers;

2) l'évaluation de l'applicabilité de la lixiviation sur le terrain en vue d'accroître la performance coût-efficacité des stratégies de recyclage des résidus miniers; 3) la récupération des métaux solubilisés; 4) l'évaluation des risques environnementaux pouvant résulter de l'application des divers scénarios technologiques de traitement des résidus.

Les boues municipales: La recherche et le développement sur l'extraction et la stabilisation des boues municipales comportent deux (2) domaines de développement des connaissances. Un premier domaine d'activités porte sur la stabilisation et la lixiviation combinées des boues d'épuration. Il s'agit d'optimiser, à l'échelle du laboratoire, un procédé biologique permettant conjointement la stabilisation des boues d'épuration et l'enlèvement des métaux toxiques. L'autre domaine d'activités porte sur l'extraction chimique des métaux associés aux boues d'épuration.

L'intégration technologique: L'intégration technologique comporte les secteurs d'activités suivants: 1) la validation des protocoles expérimentaux pour réduire les coûts des essais et pour maximiser le "output" des connaissances pertinentes; 2) le choix des hypothèses de procédés à l'aide de modèles; 3) la formulation des hypothèses de procédés en vue d'en déterminer la faisabilité à l'aide des modèles d'évaluation coût-efficacité et de considérations théoriques et empiriques puis, d'une façon plus définitive, en vue de constituer une argumentation pour d'éventuels investissements de mise à l'échelle.

Financement: APE

3.2.3 Contrôle

3.2.3.1 Évaluation de l'efficacité épuratrice des étangs filtres du parc-plage de l'île Notre-Dame

Responsable: Richard CARIGNAN

Description et objectifs: L'aménagement d'herbiers aquatiques nécessite une bonne compréhension de leur écologie nutritive. La grande majorité des plantes aquatiques puisent leurs éléments nutritifs des sédiments. Ces éléments nutritifs proviennent surtout de la décomposition lente de la matière organique sédimentaire. En milieu lacustre, les herbiers naturels amortissent la turbulence locale et favorisent le dépôt des matières en suspension. Par ce mécanisme, les herbiers constituent et accumulent lentement l'hydrosol nécessaire à leur croissance. Ainsi, la formation d'herbiers aquatiques nécessite généralement plusieurs décennies ou centaines d'années. Pour ce qui est herbiers aménagés, comme ceux du projet Parc-Plage, il est à prévoir que le degré de fertilité initial des sédiments mis en place dans les étangs ne correspondra pas nécessairement aux besoins nutritifs des espèces introduites.

Afin d'accélérer l'établissement de conditions adéquates de croissance pour les plantes, nous proposons de caractériser la fertilité des sédiments, et de diagnostiquer les déficiences possibles au moyen de mesures de N-P-K tissulaire pour les espèces d'intérêt pendant la saison de croissance. De plus, puisque les déficiences en N-P-K ne résultent pas toujours de la non-disponibilité de ces éléments, mais peuvent aussi être une manifestation de stress d'autre nature (ex.: toxicité des sédiments), nous proposons de vérifier la fertilité des sédiments mis en place au moyen d'analyses de l'eau interstitielle pendant la saison de croissance. De plus, d'autres variables potentiellement importantes (transparence, pH, température) seront suivies. Ce travail nous apparaît essentiel à l'optimisation de la fonction épuratrice naturelle attendue des étangs.

Financement: Ville de Montréal

3.2.3.2 Traitement d'une eau potable dont le goût est altéré par de grandes quantités de matière organique et de phytoplancton

Responsable: Denis COUILLARD

Collaborateur: Pierre LAFRANCE

Description et objectifs: Plusieurs municipalités qui s'alimentent en eau potable à partir d'un lac éprouvent des problèmes de goût avec cette eau. En effet, en fonction de l'état trophique du lac où la municipalité puise son eau potable, il arrive que de grandes quantités de matière organique et de phytoplancton donnent à cette eau un goût qui n'est pas agréable.

Les objectifs principaux de ce projet sont de vérifier les processus par lesquels une eau potable tirée d'un lac est affectée principalement par la matière organique et le phytoplancton et de déterminer quel traitement serait le plus approprié pour améliorer l'eau, compte tenu de la capacité de payer des municipalités qui comptent généralement une faible population. Les connaissances acquises, seront appliquées à la municipalité d'East-Broughton-Station qui s'alimente à partir du Lac du Cinq.

Financement: Municipalité et Association de Chasse & Pêche des Cantons de Broughton inc.

3.2.3.3 Étude des effets-chocs sur les systèmes de traitement biologique

Responsable: Denis COUILLARD

Description et objectifs: Les usines de traitement biologique conventionnelles doivent souvent absorber des apports subits (dits effets-chocs), provenant d'eaux industrielles. La biomasse, dans la plupart des cas, est victime soit d'une "tuerie collective" par empoisonnement causé par des toxiques, soit d'un lessivage drastique. Dans le dernier cas, le renouvellement de la faune microbienne peut prendre jusqu'à plusieurs semaines avant de revenir à l'efficacité originale. Le besoin se fait donc pressant d'établir une stratégie de contrôle pour les usines à traitement biologique dans l'éventualité de tels problèmes. Cette stratégie de contrôle permettra d'améliorer le fonctionnement des usines à traitement biologique.

Le but principal de ce projet de recherche est d'établir, à l'aide d'un laboratoire-pilote, une stratégie de manoeuvres de contrôle à effectuer lorsque l'usine de traitement biologique est soumise à des apports subits (ou effets-chocs) d'eau industrielle riche en substrat organique ou contenant des toxiques (métaux lourds). Les retombées prévues se manifestent surtout par:

- i) la réduction des coûts d'opération de l'usine de traitement biologique en permettant d'éviter les périodes d'inefficacité de la biomasse (lessivage et empoisonnement);
- ii) une meilleure gestion des toxiques, évitant l'inefficacité causée par l'empoisonnement de la biomasse;

- iii) une meilleure gestion des rejets combinés (eaux municipales et industrielles) permettant aux usines traditionnelles d'absorber des charges-chocs.

Financement: CRSNG - Dépenses courantes

3.2.3.4 Développement technologique pour le traitement et/ou le recyclage de résidus contaminés en métaux

Responsable: Denis COUILLARD

Collaborateurs: Rajeshwar D. TYAGI
Guy MERCIER

Description et objectifs: L'objectif global des études formant ce projet est de réduire de façon significative la contamination de l'environnement par les métaux via 2 actions: 1^o en utilisant certains résidus métalliques dans des procédés, 2^o en recyclant les métaux par la mise au point de divers procédés utilisant les capacités acidifiantes des thiobacilles et autres microorganismes pour les solubiliser. La méthodologie globale est l'isolement de souches efficaces, puis l'optimisation dans une première étape par des essais en erlenmeyers. Lorsque les paramètres: éléments nutritifs, teneurs en solides, température, % d'inoculum sont vérifiés en erlenmeyers, une phase réacteur en cuvée est prévue. Puis des réacteurs en continu (CSTR) et à ascension pneumatique (airlift) avec diverses variantes seront étudiés afin d'augmenter les vitesses de réaction et ainsi augmenter les chances de voir ces procédés réellement appliqués. La spéciation et l'inhibition par les métaux font aussi l'objet d'études car elles peuvent influencer l'efficacité des procédés. D'autres études comme la filtration des eaux usées sur filtre de tourbe dopé ont une méthodologie un peu différente car la phase réacteur est substituée par des essais de percolation en colonne. Aussi, d'autres études permettront de développer un procédé combiné de digestion des boues et de solubilisation des métaux, il y a donc un objectif supplémentaire (digestion) dans ce projet. Finalement, l'établissement de modèles cinétiques est visé afin de pouvoir quantifier les procédés.

Financement: FCAR - Soutien aux équipes de recherche

3.2.3.5 Développement technologique pour le traitement et/ou le recyclage de résidus contaminés en métaux

Responsable: Denis COUILLARD

Collaborateurs: H. Gerald JONES
Rajeshwar D. TYAGI

Description et objectifs: Ce projet vise l'acquisition d'un analyseur automatique de type "flow injection" pour doser l'ammoniaque (NH_4^+) et l'ortho-phosphate (O-PO_4^{3-}) dans les eaux naturelles (neige, pluie, lacustres, courantes et interstitielles) et dans les eaux usées, dans le cadre de plusieurs études dont les principales sont: 1) la valorisation des boues de traitements biologiques, 2) la comparaison de la performance de bio-disques et d'un bioréacteur à "air-lift" pour la valorisation des effluents hautement chargés en matières organiques et en azote, 3) la lixiviation biologique et/ou chimique des métaux dans les boues résiduelles, les sédiments, les résidus miniers et industriels et les cendres d'incinérateurs et, 4) l'explication des processus physico-chimique dans le couvert de neige en période de fonte.

Financement: CRSNG - Équipements

3.2.3.6 Fleuve Saint-Laurent - Bilan toxique et méthodologie d'analyse des interventions et de la récupération des usages

Responsable: Michel LECLERC

Collaborateurs: Guy FORTIN
Paul BOUDREAU, ASSEAU
Pierre LAVALLÉE, ASSEAU
Lynn CLEARY, Centre Saint-Laurent

Description et objectifs: Le présent projet s'insère dans un programme pour le développement d'une approche intégrée du suivi de la qualité des eaux. Ce programme concerne la problématique de réduction des sources polluantes industrielles du fleuve Saint-Laurent, dans le cadre du Plan d'Action Saint-Laurent.

Ce projet est un premier volet visant à cerner les principaux éléments de la problématique de contamination par les substances toxiques à une échelle globale sur le fleuve. Par la suite, un deuxième projet (voir projet suivant) vise à développer et supporter la méthodologie d'évaluation des critères de design des interventions pour le contrôle de la contamination.

Ce projet vise principalement à traiter les éléments de la problématique de contamination selon une approche globale, fondée surtout sur la réalisation d'un bilan des sources de contamination dans le système fluvial dans son ensemble.

Les principaux objectifs visés sont:

- 1) orienter rapidement les stratégies d'intervention par la priorisation des cibles industrielles et la planification des campagnes d'acquisition des données manquantes;
- 2) réaliser un bilan global des apports toxiques basé sur l'évaluation de l'importance relative des sources majeures de contamination (sources industrielles et municipales, principaux tributaires, section transversale Cornwall-Massena);
- 3) caractériser le schéma général de cheminement des contaminants dans le système Saint-Laurent (transfert inter-tronçon, transport dissous et particulaire).

Financement: Entente institutionnelle - Ministère de l'Environnement Canada (Centre Saint-Laurent)

3.2.3.7 Fleuve Saint-Laurent - Modélisation intégrée du suivi de la qualité des eaux du tronçon Tracy/Lac Saint-Pierre

Responsable: Michel LECLERC

Collaborateurs:	Bernard BOBÉE Olivier BANTON Jean-Pierre FORTIN Jérôme BENOIT Paul BOUDREAU Marc CRISPIN Patrick DUPONT Guy FORTIN	Khalil MAMOUNY Grégoire MARTIN Martin MONTMINY Wanda SOCHANSKI Luc PERREAULT Paul BOUDREAU, ASSEAU Pierre LAVALLÉE, ASSEAU Lynn CLEARY, Centre Saint-Laurent
------------------------	---	---

Description et objectifs: Ce projet se situe dans le cadre du Plan d'Action Saint-Laurent visant à réduire les sources polluantes industrielles et effectuer un suivi de la contamination et fait suite au projet précédent (Bilan toxique). Les objectifs principaux visés sont:

- 1) développer une approche d'analyse rigoureuse et standardisée permettant d'apprécier le niveau local de contamination du fleuve et d'évaluer divers scénarios d'interventions proposés;
- 2) fournir un outil informatisé supportant la méthodologie d'analyse élaborée;
- 3) dégager les critères de design des infrastructures de traitement et de monitoring résultant de cette méthodologie et en préciser rigoureusement les limites d'interprétation.

Cette approche, dite "de deuxième niveau", sera mise en pratique sur une zone d'intervention prioritaire (ZIP) en l'occurrence, le tronçon Tracy/Lac Saint-Pierre. Les résultats finaux et intermédiaires obtenus du projet constitueront un produit de la Division Écotoxicologie et Écosystèmes d'Environnement Canada. Les objectifs qui seront atteints sont:

- l'obtention d'un ensemble de données de caractérisation nécessaires à la mise en oeuvre des modèles hydrodynamiques et de panache ainsi qu'à leur calibration et leur validation;
- la validation des données des sources de contamination industrielles et des tributaires du fleuve dans son ensemble;
- la modélisation hydrodynamique du tronçon cible pour un ensemble d'événements de référence représentatifs;
- l'identification et l'intégration dans la démarche de nouvelles hypothèses de travail relatives à l'analyse et au suivi de la décontamination des usages;
- le développement d'un logiciel de calcul des panaches d'effluents et l'exploration de l'influence physique de facteurs environnementaux tels les macrophytes sur la dispersion;
- l'analyse locale de la contamination du tronçon.

Financement: Entente institutionnelle - Ministère de l'Environnement Canada (Centre Saint-Laurent)

3.2.3.8 L'évaluation des instruments de contrôle de la pollution dans le cadre normatif du développement durable: le cas du Québec

Responsable: Jean-Louis SASSEVILLE

Description et objectifs: Les instruments de contrôle de la pollution sont étudiés depuis plus d'une vingtaine d'années, tant au plan de leurs dimensions théoriques que de leur applicabilité pratique et de leur efficacité (atteinte des objectifs de la politique tenant compte d'une redistribution équitable des coûts et des bénéfices, de l'optimisation de l'affectation des ressources en regard de la maximisation de la production totale et du développement du bien-être).

Malgré la qualité de ces analyses théoriques et les résultats de plusieurs expériences américaines et européennes, notamment au domaine des charges financières à la pollution et des permis de pollution, on ne s'entend pas encore sur le choix des instruments les plus performants. Tout au plus y a-t-il consensus sur l'importance d'étudier cas par cas les problèmes de pollution et de créer les instruments (à partir des

modèles de base) qui semblent les plus appropriés pour résoudre "efficacement" le problème, tenant compte des ressources que l'on peut en pratique leur affecter, de leur acceptabilité politique et de leur faisabilité institutionnelle.

De plus, ces instruments de contrôle de la pollution n'ont pas été analysés dans un cadre de développement durable, les analyses référant surtout à un concept d'efficacité statique, plutôt que d'efficacité inter-temporelle.

Le présent projet comporte une partie théorique et d'analyse générale et une partie empirique sur un sujet d'intérêt pour les décisions publiques.

Au niveau général, ce projet vise à développer une méthode d'analyse des instruments de contrôle de la pollution intégrant les concepts et règles afférentes au développement durable et de l'appliquer aux instruments utilisés actuellement et que l'on envisage de mettre au point au Québec et au Canada, sous l'impulsion des "politiques vertes" en voie d'application.

Au niveau empirique, ce projet vise à analyser la performance des instruments utilisés ou considérés pour l'utilisation pour le contrôle de la pollution agricole au Québec suivant la perspective de développement durable développée dans la première partie du projet.

Financement: CRSNG - subvention générale de recherche

3.2.3.9 Développement durable: Applicabilité au contexte québécois et au contrôle de la pollution

Responsable: Jean-Louis SASSEVILLE

Collaborateur: Richard MARCEAU (ÉNAP)

Description et objectifs: Ce projet consiste en une analyse de la portée théorique et pratique des concepts de développement durable, avec une attention particulière aux interactions société-nature (eau), et à la mise au point d'instruments d'analyse, telle la simulation sur ordinateur des politiques de contrôle de la pollution. L'environnement institutionnel et les mécanismes de marché sont-ils adaptés aux exigences du développement durable? Quels aspects du marché économique et du marché politique engendrent des échecs en matière de développement durable notamment au plan du contrôle de la pollution? Est-il avantageux de poursuivre des stratégies institutionnelles de développement durable? Comment contrôler la pollution dans un cadre de développement durable?

Financement: Communauté scientifique réseau

3.2.3.10 Avis général sur le programme d'assainissement agricole et hypothèse de politique de contrôle

Responsable: Jean-Louis SASSEVILLE

Description et objectifs: Le projet consiste à donner un avis général sur le programme d'aide à l'amélioration de la gestion des fumiers (PAAGF): une première étape porte sur l'analyse de la documentation relative à l'évaluation du programme (PAAGF) fournie par le Ministre de l'environnement;

une deuxième étape porte sur la formulation de suggestions concrètes et applicables au contexte québécois pour améliorer l'efficacité économique et technique du programme.

Financement: Ministère de l'Environnement du Québec

3.2.3.11 Méthodologie d'évaluation et choix stratégiques dans la gestion des surplus de fumiers et lisiers

Responsable: Jean-Louis SASSEVILLE

Collaborateurs: Olivier BANTON
Daniel CLUIS
Pierre LAFRANCE

Description et objectifs: Le problème du contrôle de la pollution en provenance des excédents de fumiers et lisiers se pose en termes d'un double choix technologique et administratif:

- 1) quelles stratégies (amélioration vs novation) de valorisation technologique (et économique) des fumiers et des lisiers doit être favorisées pour maximiser l'efficacité des efforts de réduction des polluants, tout en favorisant la compétitivité de l'industrie? et
- 2) quelle approche administrative est la plus efficace pour réaliser ce scénario, tenant compte de l'instrumentation actuelle et des instruments juridico-administratifs en développement?

Ce projet traite de ces questions. Il porte sur les choix stratégiques en matière de valorisation technologique des résidus d'élevage et sur les choix présidant à l'établissement et à la réalisation d'une politique de contrôle de la pollution originant des élevages d'animaux. Il vise à fournir aux décideurs du ministère de l'Environnement du Québec et aux intervenants concernés, une argumentation théorique et pratique sur laquelle peuvent se fonder les interventions gouvernementales et privées dans l'amélioration de la gestion des résidus d'élevage, ainsi qu'un ensemble de données, méthodes et outils pouvant servir d'aide à la décision dans la formulation des programmes d'intervention.

Financement: Ministère de l'Environnement du Québec (PARDE - Fonds de développement)

3.2.3.12 Extraction des métaux des boues municipales par lixiviation bactérienne hautement active

Responsable: Rajeshwar D. TYAGI

Collaborateurs: Jean-Christian AUCLAIR
Denis COUILLARD
Peter G.C. CAMPBELL
D.K. JAIN
François FOURNIER

Description et objectifs: Les objectifs du projet de recherche proposé sont l'isolement et l'identification des microorganismes superactifs pour la solubilisation des métaux lourds associés aux boues municipales et l'optimisation des conditions de croissance. Le cycle de la réduction de l'ion ferrique par l'oxydation du soufre élémentaire, les études de bioréacteurs avec les nouveaux mutants isolés et la récupération des

métaux solubilisés pour une élimination finale ou pour une récupération seront étudiés. Une étude de la spéciation des métaux sera faite afin de comprendre le mécanisme de la lixiviation microbienne. Après l'optimisation des conditions du procédé utilisant les mutants isolés, une estimation des coûts sera réalisée afin de comparer le nouveau procédé avec les procédés chimiques et microbiologiques (développé par l'INRS-Eau) existants.

Les boues produites au cours de l'épuration des eaux usées représentent à peine 1% du débit total admis à la station, mais elles contiennent de 50 à 80% de la quantité totale des métaux lourds de l'effluent original. Les concentrations de métaux retrouvées dans les boues peuvent atteindre 2% sur une base de poids sec. Les métaux lourds peuvent causer des problèmes de toxicité dans l'environnement lors de l'élimination finale des boues par différentes méthodes (épandage sur les terres, rejets en mer, matériel de remplissage, etc.). En effet, les risques encourus par la santé publique sont associés à l'assimilation des métaux par les plantes et à l'accumulation subséquente dans la chaîne alimentaire. De plus, il existe un risque de transport des métaux lourds des boues résiduelles vers les eaux souterraines et de surface. Cette contamination des eaux peut se produire facilement grâce au ruissellement direct et aux réseaux de drainage. Enfin, de fortes concentrations de métaux dans les sols sont une nuisance pour la croissance des cultures. Par conséquent, des techniques peu coûteuses de décontamination des boues doivent être développées pour en extraire les métaux et les éliminer sécuritairement.

Financement: FCAR - Actions spontanées

3.2.3.13 Projet HYDREAU - logiciels d'hydrodynamique fluviale appliqués à l'environnement

Responsable: Jean-Pierre VILLENEUVE

Collaborateurs:	Olivier BANTON	Guy MORIN
	Bernard BOBÉE	Jean-Louis SASSEVILLE
	Daniel CLUIS	Jean STEIN
	Jean-Pierre FORTIN	Monique BERNIER
	Marius LACHANCE	Denis GRATTON
	Pierre LAFRANCE	Danielle MARCEAU
	Michel LECLERC	Yves SECRETAN

Description et objectifs: On développe un ensemble intégré de logiciels conviviaux et ergonomiques appliqués à des problématiques d'environnement: suivi d'hydrocarbures, habitat du poisson et débits réservés, rejets ponctuels de contaminants industriels et urbains, suivi de tributaires dans un cours d'eau principal. Ces applications s'appuient sur un modèle de terrain construit sur une grille d'éléments finis adaptative ainsi que sur des simulations courants métriques. Ces logiciels opèrent sous OS2 et sont programmés en C⁺⁺ selon la philosophie orientée objet.

Financement: APE

3.2.3.14 Contrôle et opération des ouvrages d'assainissement de la Communauté Urbaine de Québec (CUQ)

Responsable: Jean-Pierre VILLENEUVE

Collaborateurs: Jean-Pierre FORTIN
Michel LECLERC
Jérôme BENOIT
Claude BLANCHETTE
Irène ABI-ZEID
Pierre LAVALLÉE
Christiane MARCOUX

Description et objectifs: 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.

Le présent projet comprend les activités suivantes: 1) analyse des divers bassins par simulation SWMM; 2) mise au point d'une base de données autour de laquelle graviteront les divers logiciels; 3) création d'un logiciel de prévisions météorologiques à partir d'images radar et de données pluviométriques; 4) création d'un logiciel de prédiction des apports de chacun des bassins; 5) création d'un logiciel de simulation de l'écoulement dans les axes majeurs et, 6) création d'un logiciel d'optimisation afin de sélectionner un plan d'action. Ce dernier définit la suite d'actions à entreprendre à chacun des régulateurs, c'est-à-dire les points de consigne que doivent respecter les contrôleurs locaux de ces ouvrages. Enfin, il y aura conception d'une interface usager qui présente tous les utilitaires graphiques nécessaires à une utilisation conviviale de l'ensemble.

Financement: Communauté urbaine de Québec (Les Consultants BPR)

3.2.3.15 Évaluation de la performance du séparateur statique tourbillonnaire (SST) de la Ville de Québec

Responsable: Jean-Pierre VILLENEUVE

Collaborateurs: Michel OUELLET
Claude BLANCHETTE
Jérôme BENOIT
Christiane MARCOUX, les Consultants BPR

Description et objectifs: Les eaux de débordements des réseaux d'égout unitaires sont reconnues comme une importante source de pollution du milieu aquatique, dans les régions urbaines. Plus particulièrement, on a constaté que les eaux de débordements avaient un impact réel et sérieux sur la qualité des eaux de la baie de Beauport, de la plage Jacques-Cartier d'une façon plus accentuée, de la rivière Saint-Charles. Dans ce dernier cas, la fréquence des débordements ne permet pas au milieu récepteur de récupérer entre deux débordements avec les aménagements actuels. Des interventions sont donc nécessaires afin d'empêcher que les effets bénéfiques de l'assainissement des eaux usées de la CUQ soient annulés.

La construction par la Ville de Québec d'un séparateur statique tourbillonnaire (SST), à l'exutoire de la rivière Saint-Charles, s'inscrit donc dans la démarche logique et rationnelle de contrôle des charges des eaux de débordements de réseaux unitaires. Le SST a pour fonction de diminuer la charge en matières en suspension (MES) des eaux déversées au milieu récepteur. Ce résultat est obtenu en concentrant les MES dans un volume réduit qui est véhiculé à l'usine alors que le volume résiduel est déversé au milieu récepteur. Soucieuse de vérifier et d'établir l'efficacité réelle de son SST, la Ville de Québec a décidé de commanditer une étude pour déterminer la performance environnementale de cet équipement. Cette étude intéresse au plus haut point le ministère de l'Environnement du Québec qui envisage pour d'autres villes, l'utilisation d'équipements similaires couplés à des réservoirs de rétention pour le contrôle de la qualité des eaux de débordements des réseaux unitaires.

L'étude de la performance du SST, s'inscrit donc, dans une démarche de vérification expérimentale, à l'échelle réelle, sur un ouvrage soumis aux sollicitations d'un réseau qui doit répondre aux aléas de la pluviométrie.

Financement: Ville de Québec

3.2.3.16 Programme d'assainissement des eaux de la SIDBEC-DOSCO inc.

Responsable: Jean-Pierre VILLENEUVE

Collaborateur: Pierre LAVALLÉE

Description et objectifs: Le présent projet de recherche a pour but l'élaboration du programme d'assainissement des eaux usées de SIDBEC-DOSCO, à ses installations de Contrecoeur.

A partir des connaissances acquises par le personnel de SIDBEC-DOSCO et des informations sur la caractérisation des eaux usées provenant du ministère de l'Environnement, le mandat à réaliser consiste à:

- a) relever, cartographier, et établir le maillage des divers réseaux d'eaux usées existant sur les installations de SIDBEC-DOSCO et proposer des solutions hydrauliquement et économiquement acceptables pour la réhabilitation de ces réseaux; ces solutions permettront de faire une ségrégation des débits à traiter ou à emmagasiner;
- b) identifier, classer et hiérarchiser les contaminants produits, importés ou présents sur l'emplacement de SIDBEC-DOSCO, selon leur importance environnementale, leur site actuel de déversement, leur fréquence de déversement et les priorités d'intervention du ministère de l'Environnement;
- c) analyser les procédés actuels de traitement des eaux usées sanitaires, de refroidissement ou de procédés de production de SIDBEC-DOSCO, identifier les modifications à apporter aux procédés actuels de traitement des eaux usées et justifier techniquement et économiquement les corrections à y apporter afin de respecter les directives du ministère de l'Environnement, s'il y a lieu;
- d) conseiller les autorités de SIDBEC-DOSCO dans leurs discussions avec le ministère de l'Environnement afin que les deux parties en viennent à une entente.

Financement: SIDBEC-DOSCO inc. - Contrat

3.3 BIOGÉOCHIMIE

Les recherches dans ce programme visent (i) 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, (ii) l'identification des facteurs biologiques clés qui affectent la bioaccumulation de ces substances, et (iii) la détermination de leurs effets sur les organismes aquatiques à différents niveaux (cellulaire; organisme individuel; population; communauté). Menés aussi bien au laboratoire que sur le terrain, les travaux portent sur l'écotoxicologie de contaminants et sur la dynamique des éléments nutritifs. Dans le premier cas, on étudie le comportement de contaminants (métaux traces; pesticides) dans la colonne d'eau, à l'interface eau-sédiment et dans les eaux souterraines. Les résultats de ces recherches servent à raffiner des modèles conceptuels du comportement des contaminants dans divers milieux; il existe ici des liens importants avec le programme d'"Hydrologie" (modélisation des écoulements). D'autres travaux visent à définir des méthodes d'évaluation des risques liés à la présence de contaminants dans l'environnement. Les recherches sur la dynamique des éléments nutritifs portent sur les cycles du soufre et de l'azote dans les écosystèmes forestiers et lacustres. Des études particulières sont consacrées aux transformations de ces éléments dans la neige et le sol.

3.3.1 Eaux de surface

3.3.1.1 Photochimie, peroxydes et communautés planctoniques limnétiques du Bouclier canadien

Responsable: Jean-Christian AUCLAIR

Description et objectifs: L'objectif à long terme de ce projet est d'évaluer l'importance des peroxydes d'hydrogène comme agent structurant les communautés planctoniques limnétiques du Bouclier canadien. L'objectif spécifique est de déterminer les seuils de concentration en peroxydes d'hydrogène pouvant perturber les communautés, selon les mécanismes proposés ci-dessous. Trois raisons motivent l'étude des effets des peroxydes d'hydrogène (H_2O_2) sur les communautés microbiennes des eaux du Bouclier:

- 1) la présence de concentrations de H_2O_2 persistantes dans le milieu aquatique;
- 2) la possibilité d'un accroissement des retombées atmosphériques suite à une augmentation des donneurs d'électrons potentiels d'origine anthropique;
- 3) la possibilité d'une toxicité synergique des peroxydes avec les métaux traces.

Financement: CRSNG - Dépenses courantes

3.3.1.2 Spéciation et biodisponibilité de métaux dans les eaux naturelles

Responsable: Peter G.C. CAMPBELL

Description et objectifs: Ce programme de recherche a pour objectif général la prédiction de la biodisponibilité des métaux traces dissous pour la vie aquatique. En d'autres termes, on vise le développement de modèles prédictifs reliant la géochimie/spéciation des métaux à leur bioaccumulation/toxicité. Nous avons choisi comme point de départ le "modèle d'ion libre", compte tenu de

sa capacité indéniable de rationaliser la grande majorité des données toxicologiques obtenues au laboratoire dans des milieux artificiels. Par ailleurs, ce modèle manifeste certaines faiblesses lorsqu'appliqué sans modification à des eaux contenant des ligands naturels et/ou des métaux trivalents. Compte tenu de ces déficiences apparentes, mises en évidence dans notre laboratoire, nous avons amorcé des recherches visant à (i) déterminer jusqu'à quel point sa révision pour inclure des complexes ternaires, (Y)-M-X-cellule, à l'origine de la réponse biologique, c'est-à-dire:



pourrait améliorer sa capacité de prédiction, et (ii) vérifier si les déficiences du modèle pourraient être attribuables à des facteurs cinétiques. Ces expériences sont réalisées avec des eaux synthétiques de composition connue et des organismes-tests aquatiques. Dans un deuxième temps, il faudra (iii) évaluer si le modèle révisé peut rendre compte adéquatement de la biodisponibilité de métaux dans les eaux naturelles, en présence de la matière organique dissoute (poids moléculaire élevé ou faible).

Les recherches dans ce projet comprennent des éléments de **chimie analytique** (développement de méthodes fiables pour la détermination de la spéciation de certains métaux dissous), de **géochimie** (application de ces méthodes aux eaux naturelles, afin d'identifier/quantifier les facteurs qui contrôlent la spéciation et la mobilité de ces métaux) et de **toxicologie aquatique**. Les métaux qui retiennent notre attention actuelle sont l'aluminium, le manganèse, le cadmium et le zinc; il s'agit d'éléments dont les concentrations dans les eaux superficielles augmentent en réponse à l'acidification environnementale. Les cibles biologiques étudiées comprennent des algues-tests unicellulaires ou filamenteuses, le phytoplancton naturel ainsi que les poissons.

Financement: CRSNG - Dépenses courantes

3.3.1.3 Toxicité de complexes inorganiques d'aluminium vis-à-vis du saumon atlantique

Responsable: Peter G.C. CAMPBELL

Description et objectifs: Lors d'événements hydrologiques particuliers tels que la fonte de la neige, l'acidité des eaux de surface augmente, provoquant ainsi la mise en circulation de certains métaux (Mn, Zn et surtout Al) et une détérioration subséquente de la qualité de l'habitat des poissons. Dans le cas de l'aluminium, les baisses de pH provoquent non seulement des concentrations plus importantes d'aluminium dissous mais aussi une modification de la spéciation de cet élément. Pour l'aluminium inorganique, la forme anionique $\text{Al}(\text{OH})_4^-$, qui prédomine pendant les périodes de pH neutre ($6 \leq \text{pH} \leq 8$), devient minoritaire, et est remplacée par des espèces cationiques (Al^{3+} , $\text{Al}(\text{OH})_x^{(3-x)+}$, $\text{Al}(\text{F})_y^{(3-y)+}$) en milieu acide. Simultanément aux augmentations en $[\text{Al}^{3+}]$, les concentrations de ligands organiques capables de se lier à l'aluminium ou à d'autres métaux peuvent également augmenter, ce qui devrait atténuer les effets nuisibles de l'aluminium sur le biotope.

Le projet en cours a comme objectifs: (i) de préciser le(s) mécanisme(s) de toxicité de l'aluminium en solutions acides; (ii) de déterminer la spéciation de l'aluminium inorganique à la surface branchiale et de relier cette spéciation aux effets biologiques observés; (iii) de tester le modèle de l'ion libre en conditions permettant la compétition pour/avec l'ion Al^{3+} (i.e., en présence de métaux et de ligands pouvant se retrouver dans l'environnement naturel); et (iv) de raffiner le modèle d'ion libre afin de développer de meilleurs outils prédictifs de la toxicité de l'aluminium dans ces conditions.

On poursuit la recherche sur deux plans: des expériences conçues afin de **déterminer les effets toxiques de l'aluminium** dans des conditions acides simulant celles rencontrées dans les rivières à saumon de la Côte-Nord au printemps (présence de F^- et de Zn^{2+}) et des expériences destinées à **déterminer l'interaction de**

l'aluminium à la surface branchiale. Les résultats escomptés permettront une meilleure estimation de la toxicité de l'aluminium au cours de la fonte printanière, et ils contribueront ainsi à l'évaluation des répercussions environnementales des précipitations acides sur le saumon atlantique.

Financement: CRSNG et Pêches et Océans Canada - Subvention

3.3.1.4 Mécanismes de tolérance chez le phytoplancton: aspects physiologiques et biochimiques

Responsable: Pierre COUTURE

Description et objectifs: L'objectif global du projet est l'étude, aux niveaux physiologiques et biochimiques, des mécanismes de tolérance chez des microorganismes phytoplanctiques soumis à des conditions défavorables (métaux lourds, effluent industriel). Le terme tolérance est utilisé ici dans le sens du concept défini par Rand et Petrocelli à savoir l'expression d'ajustements physiologiques, biochimiques et ultra-structuraux.

On évaluera, dans le processus du développement de la tolérance, le rôle de la respiration (phosphorylation oxydative), de la photosynthèse (photophosphorylation) et des capacités hétérotrophes (assimilation de substrats organiques) en tant que générateurs fournissant l'énergie nécessaire au maintien de l'intégrité cellulaire et de la croissance. Dans ce contexte, on précisera si une augmentation des besoins énergétiques et/ou une inhibition partielle ou totale de la photosynthèse produisent un déséquilibre au niveau des rapports adényliques (charge énergétique, ATP/ADP, ATP/AMP), et induisent une augmentation du taux respiratoire, ou encore une activation de l'hétérotrophie pour rétablir l'équilibre énergétique.

Ces travaux s'inscrivent dans le cadre d'un programme plus vaste de recherche où on compte démontrer dans quelle mesure les capacités respiratoire, photosynthétique et hétérotrophe, l'activité d'enzyme-clé, la formation d'inclusions intra-vacuolaires et d'organelles cytoplasmiques, de même que l'induction de produits de synthèse, constituent des avantages potentiels au niveau de la compétition interspécifique.

A plus long terme, on vise à préciser et à comprendre les stratégies de développement des espèces notamment en prenant en compte les adaptations physiologiques, biochimiques et comportementales capables de procurer des avantages compétitifs à certaines espèces dans les communautés naturelles.

Financement: CRSNG - Dépenses courantes

3.3.2 Eaux souterraines

3.3.2.1 Transport dans l'eau souterraine de composés organiques provenant de sources diffuses

Responsable: Pierre LAFRANCE

Description et objectifs: L'objectif principal de ce projet de recherche est d'identifier et de quantifier l'influence de processus bio-physico-chimiques particuliers affectant le transport des pesticides dans les sols agricoles. Il s'inscrit à l'intérieur de démarches actuelles de recherche de pointe portant sur l'évaluation de la vulnérabilité des eaux souterraines à la contamination diffuse par les pesticides. Ces évaluations, de plus en plus utilisées pour la gestion et la protection des ressources en eaux souterraines, sont en effet limitées

tant dans leurs applications que dans l'interprétation de leurs résultats, par suite d'un manque de compréhension ou de données concernant les facteurs bio-physico-chimiques qui régissent la persistance et la mobilité des pesticides dans la zone non saturée des sols.

Le présent projet comprend trois grands volets. Dans un premier temps, on réalisera une synthèse et une analyse des principaux paramètres représentant les facteurs d'atténuation de la concentration des pesticides, paramètres qui sont pris en compte à l'intérieur des modèles de transport. Dans un deuxième temps, on étudiera l'importance de la variabilité *in situ* des valeurs de ces paramètres. Ces valeurs seront utilisées pour la validation d'une modélisation du transport déjà développée à l'INRS-Eau, modélisation dont l'approche stochastique se prête bien à une évaluation probabiliste de la vulnérabilité des eaux souterraines.

Dans un troisième temps, l'évaluation expérimentale des paramètres en laboratoire et la conduite d'essais sur le terrain permettront également de vérifier d'importantes hypothèses actuelles concernant les mécanismes physico-chimiques pouvant favoriser l'apparition de cas de contamination des eaux souterraines (notamment la complexation par les substances humiques dissoutes et l'état de non-équilibre des phénomènes de l'adsorption/désorption).

Financement: CRSNG - Dépenses courantes

3.3.2.2 Évaluation du transport des pesticides dans l'eau souterraine: aspects physico-chimiques

Responsable: Pierre LAFRANCE

Collaborateurs: Olivier BANTON
Jean-Pierre VILLENEUVE
Michel MAZET (Génie chimique, Université de Limoges)

Description et objectifs: Le projet a été établi pour étudier les mécanismes physico-chimiques de transport des pesticides dans le sol, mécanismes qui conditionnent en partie la vulnérabilité des eaux souterraines. Il a pour finalité de mieux prendre en compte le comportement des contaminants et du milieu récepteur à l'intérieur des démarches de préservation de la qualité de la ressource. Les étapes du projet sont: 1) Recherche fondamentale sur les processus physico-chimiques de transport des pesticides dans le sol. Pertinence des processus et représentations mathématiques. Signification environnementale. 2) Application d'un modèle de transport qui prend en compte l'effet de la matière organique dissoute du sol (complexation du pesticide) sur la migration des pesticides. Évaluation de l'importance relative des paramètres physico-chimiques à l'intérieur du modèle. 3) Vérification en laboratoire, à l'aide d'études du transport en colonnes de sol, des hypothèses concernant l'atténuation et le transport des pesticides, ce qui permet la validation de la modélisation des processus. 4) Établissement d'une méthode d'acquisition, sur le terrain et en laboratoire, des paramètres physico-chimiques nécessaires à la simulation du transport.

Financement: Ministère des Affaires internationales du Québec

3.3.2.3 Effet de l'utilisation des herbicides sur la qualité des sols et de l'eau souterraine

Responsable: Pierre LAFRANCE

Collaborateurs: Olivier BANTON
Jean-Pierre VILLENEUVE
Régis SIMARD (Agriculture Canada)
Denis ANGERS (Agriculture Canada)
Adrien N'DAYEGAMIYE (MAPAQ)

Description et objectifs: Le but du programme est de quantifier en conditions québécoises l'impact d'herbicides sur la qualité des sols et de l'eau souterraine en milieu agricole. L'évaluation prédictive des pertes d'herbicides vers les eaux souterraines est intimement liée à celle de la dégradation de ces composés dans le sol. Le programme visera ainsi à quantifier:

- i) le transport et la transformation d'herbicides dans l'eau interstitielle de la zone non-saturée du sol;
- ii) la persistance d'herbicides dans le sol en relation avec l'activité de la biomasse, et;
- iii) l'impact d'herbicides sur l'activité de cette biomasse, incluant la minéralisation de l'azote et du carbone organiques.

Le programme est lié aux domaines de la malherbologie, de la biologie des sols et de la migration des herbicides vers l'eau souterraine. La biotransformation des herbicides est un processus-clé contrôlant la persistance de ces composés et elle détermine en grande partie les risques de contamination de la nappe phréatique. En quantifiant le transport d'herbicides vers la nappe ainsi que l'activité de la biomasse, et en identifiant des paramètres biochimiques susceptibles de refléter la persistance de ces composés, le programme contribuera à:

- i) la rationalisation de l'utilisation des herbicides pour une exploitation durable de l'eau souterraine d'approvisionnement;
- ii) mieux connaître la distribution de la bioactivité du sol, en relation notamment avec la fertilité, et;
- iii) proposer des bioindicateurs de stress des populations microbiologiques et de la capacité du sol à dégrader les herbicides;
- iv) identifier les pratiques culturales (type de fertilisation et intensité de la régression chimique) les moins dommageables en regard de la contamination des eaux souterraines par les herbicides.

Financement: CORPAQ (MAPAQ)

3.3.2.4 Études géologiques et hydrogéologiques de la vulnérabilité de la nappe aquifère alimentant la ville de Bamako (Mali) en eau potable à la pollution d'origine humaine et animale

Responsable: Jean-Pierre VILLENEUVE

Collaborateur: Olivier BANTON

Description et objectifs: L'objectif principal de ce projet est d'établir, par des études géologiques et hydrogéologiques, la vulnérabilité de la nappe aquifère qui alimente la ville de Bamako (Mali) en eau potable à la pollution d'origine humaine et animale de façon à pouvoir proposer des solutions qui tiennent compte des possibilités économiques nationales.

Les objectifs spécifiques du projet sont les suivants:

- a) détermination des caractéristiques géologiques et hydrogéologiques des nappes aquifères de la région de Bamako;
- b) détermination de l'état actuel de la contamination des nappes, notamment de la nappe superficielle;
- c) compréhension de la problématique de la contamination des eaux souterraines;
- d) prévision de l'évolution de cette contamination;
- e) préparation de recommandations à l'intention des services responsables de la planification de l'hygiène et de l'assainissement dans le but de corriger et de prévenir la contamination;
- f) renforcement du potentiel de recherche en hydrogéologie et en assainissement de l'École nationale d'ingénieurs de Bamako;
- g) acquisition par les chercheurs de l'École de la maîtrise des outils et des techniques de modélisation appliquée à l'hydrogéologie.

Financement: Centre de recherche pour le développement international (CRDI)
INRS - Fonds institutionnel de recherche

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

Responsable: Jean-Pierre VILLENEUVE

Collaborateurs: Michel LECLERC
Olivier BANTON
Pierre LAFRANCE
Wolfgang SUMMER
Jean CARON

Description et objectifs: Le but de ce projet de recherche est de développer une méthodologie rationnelle, pratique et fiable d'évaluation quantitative de la vulnérabilité des eaux souterraines. Ce programme vise donc à établir, d'une part une méthodologie d'investigation de la vulnérabilité, et d'autre part une méthode

d'évaluation des paramètres hydrogéologiques et bio-physico-chimiques intervenant dans la prédiction du destin des contaminants dans le sol. Les activités de l'équipe seront réparties à l'intérieur de cinq projets:

- 1) Établissement d'une méthodologie d'investigation de la vulnérabilité. Choix des principaux processus affectant le transport des contaminants. Développement théorique.
- 2) Vérification en laboratoire d'hypothèses concernant la complexation/adsorption, la biotransformation, et le transport. Acquisition des données sur le terrain.
- 3) Caractérisation des structures de variabilité et de corrélation spatiales des paramètres utilisés dans la modélisation du dépôt au sol et du transport. Production des distributions de probabilité des paramètres. Simulations conditionnelles de corrélation de ces paramètres.
- 4) Modélisation stochastique du transport dans les zones non-saturée et saturée. Calibration des modèles. Développement de logiciels d'évaluation de la vulnérabilité des nappes phréatiques et des points de captage.
- 5) Application et vérification de la méthodologie d'investigation de la vulnérabilité, ainsi que des logiciels.

La méthodologie utilisée pour la réalisation de chacun de ces projets complémentaires sera basée sur les spécificités des contaminations diffuses (sources et nature), sur l'utilisation des processus à l'intérieur de modèles de transport, et sur une approche probabiliste d'évaluation des risques de contamination des eaux souterraines. La vérification en laboratoire des mécanismes de transport, l'acquisition des paramètres sur le terrain ainsi que les techniques statistiques de traitement des données d'entrée aux modèles de transport, seront ainsi orientées vers la compréhension et la prévision des impacts des contaminations par des sources diffuses. Les logiciels d'évaluation qui seront développés pourront être exploités pour:

- i) la gestion optimale des réseaux de qualité;
- ii) l'utilisation rationnelle des pesticides et fumiers déjà employés et l'homologation des nouveaux pesticides;
- iii) la planification de l'utilisation des sols agricoles et des sols sur lesquels on effectue l'épandage de résidus d'huiles industrielles.

Financement: FCAR - Soutien aux équipes de recherche

3.3.2.6 Modélisation de la contamination des eaux souterraines par des sources diffuses

Responsable: Jean-Pierre VILLENEUVE

Collaborateurs: Peter G.C. CAMPBELL
Olivier BANTON
Pierre LAFRANCE

Description et objectifs: L'investigation et l'évaluation des eaux souterraines à la contamination par des sources diffuses implique que l'on doive:

- 1) disposer d'une modélisation adaptée et validée des processus pertinents;
- 2) définir la nature et la qualité des données nécessaires à cette modélisation (validation et/ou acquisition);
- 3) produire des résultats d'évaluation quantitative de la contamination pouvant être interprétés en regard des normes de qualité.

Dans cette optique, le présent projet vise d'une part, à définir une modélisation des processus fondamentaux du transport schématisant les connaissances essentielles à la représentation du cheminement des contaminations, et vise, d'autre part, à établir sur la base de la modélisation du transport une méthode d'évaluation des paramètres pertinents à l'investigation de la vulnérabilité. L'atteinte de ces objectifs se traduira par la réalisation d'outils mathématiques spécifiquement adaptés pour le suivi des cas de contamination des eaux souterraines et pour la gestion préventive de la qualité de la ressource. Les activités seront réparties de la façon suivante:

- 1) Recherche fondamentale. Formulation des hypothèses. Choix et adaptation d'un modèle de transport. Analyses de sensibilité pour le choix des variables clés.
- 2) Vérification en laboratoire d'hypothèses concernant l'atténuation et le transport des contaminants. Validation de la modélisation des processus retenus. Établissement d'une méthode d'acquisition des données sur le terrain.
- 3) Modélisation stochastique du transport des différents contaminants dans les zones non-saturée et saturée du sol. Développement de logiciels d'évaluation de la vulnérabilité des nappes phréatiques et points de captage.
- 4) Caractérisation de la variabilité spatiale des variables clés retenues dans la modélisation stochastique du transport. Choix et définition des distributions de probabilité représentatives des variables.
- 5) Établissement d'une méthode d'investigation de la vulnérabilité adaptée à chaque type de contamination diffuse et applications aux pesticides, fumiers et engrais, au land-farming des résidus d'huiles industrielles.
- 6) Transfert de l'expertise sous forme de procédures standardisées d'évaluation de la vulnérabilité pour l'utilisation optimale des produits chimiques et l'exploitation rationnelle des eaux souterraines en milieu agricole.

Financement: CRSNG - Stratégique

3.3.2.7 Évaluation des pertes de composés azotés dans les eaux souterraines lors de l'épandage des fumiers et lisiers. Développement d'un outil d'évaluation.

Responsable: Jean-Pierre VILLENEUVE

Collaborateurs: Olivier BANTON
Pierre LAFRANCE
Claude BLANCHETTE

Description et objectifs: Les cas de détérioration de la qualité des eaux de surface et souterraines par les nitrates, reliés à l'épandage au champ des fumiers et lisiers, sont rapportés de plus en plus fréquemment. L'objectif de l'étude de la vulnérabilité d'un système d'eau souterraine est de quantifier le potentiel de

risque de contamination consécutive à l'épandage des fumiers, ainsi que ses conséquences sur l'exploitation de l'eau. On propose dans le présent projet un outil d'évaluation qui prend en compte les caractéristiques du milieu québécois et la nature des fumiers et lisiers. L'évaluation de la vulnérabilité est faite en tenant compte du cheminement et de l'évolution des différents constituants chimiques des fumiers dans le sol. La vulnérabilité peut être exprimée en terme de risque, risque défini par la probabilité de dépassement d'un critère. Le fait de prendre en compte la nature des intrants et leur évolution, ainsi que de définir la vulnérabilité en quantifiant le risque pour permettre une optimisation de l'épandage des fumiers, constitue une approche inédite et originale, qui n'a, à notre connaissance, pas d'équivalent à l'heure actuelle au Canada.

La première étape du travail consistera en une revue bibliographique approfondie de toutes les méthodes d'évaluation et de contrôle des risques d'arrivée d'intrants dans les eaux lors des épandages de fumier. Les méthodes mathématiques permettant l'évaluation des risques seront développées en tenant compte des approches existantes et des attentes des intervenants. Il sera basé sur les processus régissant le devenir des composés des fumiers dans les sols typiques du Québec. Il sera ensuite intégré en un logiciel convivial qui permettra à l'utilisateur de réaliser l'évaluation des risques.

Financement: Ministère de l'Environnement du Québec (PARDE)

3.3.3 Eaux atmosphériques

3.3.3.1 Chimie du couvert de neige et de la fonte de la neige

Responsable: H. Gerald JONES

Description et objectifs: L'objectif à long terme est le développement d'un modèle pour la prédiction de la qualité des eaux de fonte en provenance des bancs de neige situés dans la partie est du bouclier canadien. Les paramètres choisis pour l'étude sont ceux des émissions de la combustion du carburant fossile transportées dans la région et reconnues comme composants toxiques tels que les anions d'acidité forte (SO_4^{--} , NO_3^-), et des micropolluants cancérigènes (hydrocarbures polycycliques aromatiques). Les objectifs à court terme sont la détermination des mécanismes de dépôts secs et des processus de transformation et de translocation responsables de l'accumulation des charges de polluants *in situ* et leur patron de concentration précédant la fonte des eaux de fonte.

La méthodologie comporte trois étapes distinctes. Les deux premières, qui sont de nature analytique, se définissent comme suit: a) la quantification des charges des polluants dans la neige par les bilans des apports (précipitations) et les sorties (eaux de fonte) b) les mesures concomitantes des profils chimiques et de la microstructure physique *in situ* des carottes de neige. La troisième étape vise la compréhension de la relation entre ces deux derniers phénomènes dans les bancs de neige et est recherchée en laboratoire par des expériences contrôlées sur le gel et le regel. Cette méthodologie facilitera la rencontre de l'objectif à long terme, c'est-à-dire le développement du modèle chimique de la fonte de neige par l'intégration des équations de taux pour l'augmentation, la perte et la migration des charges de polluants dans un modèle quantitatif de la fonte des eaux (volume) de bancs de neige. La valeur d'un tel modèle vient du fait qu'il servira à prédire la qualité des premières eaux du ruissellement de surface au printemps sous l'influence de diverses conditions météorologiques; cette période du cycle hydrologique comprend des répercussions ayant une influence directe sur la survie de la flore et de la faune aquatiques.

Financement: CRSNG - Dépenses courantes

3.3.3.2 Procédés à l'interface couvert de neige/atmosphère: influence sur la composition des gaz traces (HNO₃, NO₂, O₃) dans la basse atmosphère

Responsable: H. Gerald JONES

Description et objectifs: Les objectifs spécifiques de ce projet de recherche sont de valider deux principales hypothèses. La première hypothèse statue que du HNO₃ est libéré dans le couvert de neige durant la métamorphose des cristaux froids (<0°C) de neige. Le HNO₃, alors en vapeur, se déplace vers le haut, sous l'influence de gradients de HNO₃ et de CO₂ provenant du sol, et est ré-émis dans l'atmosphère ou transformé à la surface du couvert de neige. La deuxième hypothèse est une extension de la première; elle statue que les transformations à l'interface couvert de neige/atmosphère sont dépendantes du degré d'irradiation solaire et de la température à la surface du couvert de neige. Lorsque l'irradiation solaire est élevée et que la température est basse, la transformation photo-induite de HNO₃ en NO₂ va se faire. Si la température permet la formation des couches d'eau minces sur l'interface glace/air, la photooxydation de NO₂ en HNO₃ va se faire, par le biais des photooxydants dans le cycle atmosphérique des espèces oxygénées tels que O₃ et H₂O₂. La dissolution directe du HNO₃ (dépôts secs) sur la surface eau-neige va aussi se faire dans ces circonstances.

Financement: CRSNG - Partenariat de recherche (Environnement Canada)

3.3.4 Sédiments

3.3.4.1 Pigments et contaminants organiques des sédiments lacustres au Témiscamingue

Responsable: Jean-Christian AUCLAIR

Description et objectifs: Les objectifs spécifiques du présent projet sont:

- 1) identifier et quantifier les fractions organiques sédimentaires composées des seize (16) hydrocarbures polycycliques aromatiques (HPA) prioritaires pour les lacs de cette région;
- 2) relier les concentrations observées à la physico-chimie contemporaine des lacs et évaluer la mobilité post-dépositionnelle des composés.

Financement: CRSNG - Partenariat de recherche (Pêches et Océans Canada)

3.3.4.2 Indicateurs biochimiques de stress environnemental causé par les métaux toxiques

Responsable: Peter G.C. CAMPBELL

Collaborateurs: André TESSIER
Jocelyne PELLERIN-MASSICOTTE

Description et objectifs: Les métaux traces d'origine anthropique tendent à s'accumuler dans les sédiments aquatiques, où ils entraînent un danger potentiel pour les organismes benthiques et leurs prédateurs. Les

objectifs globaux du présent projet multidisciplinaire sont d'élucider les mécanismes de détoxification des métaux qui existent chez les invertébrés benthiques vivant dans des environnements contaminés, et d'évaluer l'utilisation potentielle des molécules impliquées dans la détoxification des métaux comme indicateurs biochimiques de l'état physiologique de ces organismes. Les hypothèses de base à être vérifiées sont:

- i) que la synthèse de protéines pouvant lier les métaux ("metal-binding proteins", ou MBP) peut être induite à des niveaux de contaminants représentatifs de ceux rencontrés dans les sédiments pollués, et
- ii) que, lorsque le taux de bioaccumulation des métaux excède le taux de biosynthèse des MBP, le débordement cellulaire ("spillover") se produit, permettant aux métaux de s'attaquer à d'autres sites cellulaires avec effets physiologiques délétères.

La méthodologie proposée implique des études sur le terrain d'invertébrés benthiques représentatifs, dans des sites lacustres situés sur un gradient spatial géochimique (pH, [Cd], [Zn]). Les variables mesurées comprennent la concentration de métaux et de protéines MBP dans les tissus, de même que la répartition des métaux à travers différents ligands cytoplasmiques; l'espèce cible étudiée est le bivalve filtreur Anodonta grandis. Des expérimentations sur le transfert réciproque sont menées entre des aires de contrôle avec de faibles niveaux de métaux et des sites hautement contaminés. Des paramètres géochimiques et biologiques complémentaires sont mesurés afin de définir le gradient de contamination, l'état physiologique des organismes, et leur taux de croissance. Des recommandations seront formulées quant à l'évaluation du stress dû aux métaux sur les organismes benthiques, et à la prédiction de changements dans la biodisponibilité de métaux qui pourraient résulter de perturbations humaines (p.e. acidification).

Les résultats seront d'une importance pratique pour les personnes du public et des secteurs privés qui sont concernées par la gestion rationnelle de contaminants *in situ* et avec les conséquences géochimiques/biologiques du transport à longue portée de polluants provenant de l'air.

Financement: Fonds mondial pour la nature; CRSNG; Université du Québec (FODAR)

3.3.4.3 Les plantes aquatiques comme bioindicateurs de la contamination du système Saint-Laurent en métaux toxiques: bioaccumulation, détoxification et effets sous-létaux

Responsable: Peter G.C. CAMPBELL

Collaboratrice: Louise ST-CYR

Description et objectifs: Le présent projet a pour **objectif général** d'évaluer le potentiel des plantes aquatiques supérieures comme bioindicateurs de contaminants dans le système Saint-Laurent, et ceci à deux niveaux complémentaires. Le premier consiste à développer et à tester un modèle prédictif de la bioaccumulation des métaux traces chez les plantes aquatiques; ce modèle tiendra notamment compte du rôle clé que peuvent jouer les oxyhydroxydes de fer en "protégeant" les plantes, à la fois dans leur rhizosphère et dans les sédiments. Le second niveau consiste à déterminer le rôle des phytochélatines dans la détoxification des métaux accumulés, et à évaluer le potentiel de ces peptides chélateurs et de certains enzymes comme indicateurs biochimiques d'une pollution chronique en métaux toxiques.

La **méthodologie** proposée implique surtout des études sur le terrain, le long d'un gradient de contamination en métaux toxiques (Cd, Cu, Hg, Pb, Zn) dans les lacs fluviaux du système Saint-Laurent, mais elle comporte aussi des expériences complémentaires réalisées au laboratoire dans des conditions contrôlées. Dans les deux cas, on déterminera les concentrations tissulaires en métaux (Phase I) et en phytochélatines (Phase II) chez des espèces sentinelles potentielles. Ensuite, on cherchera des liens entre la répartition intracellulaire des métaux et l'état physiologique des plantes (Phase III).

Les résultats escomptés de ce projet sont:

- i) une approche géochimique éprouvée pour évaluer la biodisponibilité, pour les plantes aquatiques, des métaux toxiques associés aux sédiments;
- ii) une première indication du stress provoqué chez ces plantes par les métaux toxiques bioaccumulés;
- iii) l'identification d'espèces "sentinelles" qui pourront servir comme biomoniteurs de métaux dans le système Saint-Laurent.

Financement: CRSNG - Partenariat de recherche (Centre Saint-Laurent)

3.3.4.4 Dynamique sédimentaire et bioaccumulation chez les macrophytes du fleuve Saint-Laurent. Partie B: Bioaccumulation chez les macrophytes du fleuve Saint-Laurent (Lac Saint-Pierre)

Responsable: Peter G.C. CAMPBELL

Collaboratrice: Louise ST-CYR

Description et objectifs: Les herbiers de plantes aquatiques jouent un rôle important dans la dynamique des contaminants, directement par la bioaccumulation saisonnière de ces substances, et indirectement en influençant la vitesse du courant et donc la sédimentation et la resuspension de la fraction fine des sédiments en suspension (laquelle joue un rôle clé dans le transport de plusieurs contaminants). C'est leur influence directe qui nous concerne dans le présent projet. En effet, compte tenu de l'abondance des macrophytes dans le lac Saint-Pierre, de leur capacité de bioaccumuler des contaminants, et de leur cycle annuel de croissance/sénescence/dormance, on ne peut négliger leur influence directe sur la dynamique des contaminants dans ce lac fluvial. On se doit de considérer leur rôle possible comme réservoir (saisonnier) des contaminants dans ce lac.

Couplé à des mesures de télédétection prises par le Centre Saint-Laurent au cours de l'année 1990, ce projet a pour objectif d'évaluer la biomasse des plantes aquatiques submergées dans le lac Saint-Pierre ainsi que d'estimer leur contenu en métaux lourds et en micropolluants organiques. Les mesures étant recueillies près du maximum de biomasse saisonnier (fin juillet/début août) ainsi qu'à la période de sénescence de ces plantes (octobre), les données permettront d'estimer la capacité des plantes aquatiques submergées à bioaccumuler des contaminants et de déterminer le destin de ceux-ci à l'automne, c'est-à-dire à la fin de la période de croissance.

Financement: Ministère de l'Environnement Canada (Centre Saint-Laurent)

3.3.4.5 Modèle de génération d'alcalinité interne dans les lacs sensibles à l'acidification

Responsable: Richard CARIGNAN

Collaborateur: André TESSIER

Description et objectifs: Le présent projet de recherche comporte les trois objectifs suivants:

- 1) quantifier, dans un premier temps, l'importance absolue de la génération d'alcalinité interne due à la réduction du NO^3 - et du SO^4 2- dans des lacs représentatifs de trois régions affectées par les précipitations acides (Jacques-Cartier, Mauricie et Témiscamingue), et d'autre part peu affectée (Haute Côte-Nord);
- 2) identifier les principaux facteurs contrôlant la génération interne d'alcalinité par réduction du SO^4 2- et NO^3 - dans les lacs de ces régions. Ceci permettra la formulation de modèles prédictifs du taux de génération interne d'alcalinité. Le, ou les modèles seront appliqués aux lacs du Québec et seront généralisés, si possible, à l'ensemble des données mondialement disponibles;
- 3) la portée socio-économique d'un tel projet resterait limitée si les connaissances acquises en 1 et 2 n'étaient pas traduites en un formalisme simple pouvant s'appliquer directement aux problèmes de gestion des régions affectées par les précipitations acides. Nous proposons donc d'optimiser les modèles trouvés en 2 en minimisant le nombre de variables indépendantes et l'effort requis pour arriver à une estimation raisonnablement juste de la génération d'alcalinité interne. En d'autres termes, nous nous efforcerons de formuler un modèle ayant une structure simple ne requérant que des variables faciles à mesurer sur un grand nombre de lacs. Ce (ou ces) modèle simplifié sera alors intégré aux modèles de gestion courants (par exemple: SIGMA/SLAM, ministère de l'Environnement du Québec).

Financement: CRSNG - Stratégique

3.3.4.6 Utilisation des radio-isotopes et autres marqueurs chronologiques pour déterminer les temps de résidence des sédiments du fleuve Saint-Laurent

Responsable: Richard CARIGNAN

Description et objectifs: En raison de leurs propriétés physico-chimiques, certains polluants présents dans les systèmes aquatiques sont fortement associés aux particules. La dynamique de ces substances (entrée, sortie, remise en circulation) sera donc fortement influencée par la dynamique des dépôts sédimentaires. Ainsi, l'estimation de la masse de polluants mobiles et du temps de résidence de ces polluants dans un système comme le lac Saint-François demande une certaine connaissance de la dynamique de ses dépôts sédimentaires mobiles.

Plusieurs marqueurs naturels ou d'origine anthropique peuvent être utilisés dans le but d'estimer la masse de sédiments mobiles, c'est-à-dire, la quantité de sédiments qui peut être resuspendue ou mélangée au cours d'un intervalle de temps donné par l'action d'agents biologiques et physiques. Parmi les marqueurs naturels, mentionnons le Be-7 et le Pb-210 non supporté, qui sont des radioéléments ayant des demi-vies respectives de 54 jours et 22 ans. Parmi les marqueurs artificiels introduits par l'homme au cours des derniers 50-100 ans, on a, entre autres, le Pb stable, le Cs-137 (demi-vie = 30 ans) ainsi qu'une foule d'autres substances organiques ou inorganiques ayant une forte affinité envers les particules.

Financement: Ministère de l'Environnement Canada

3.3.4.7 Solubilisation biologique des métaux lourds dans les sédiments fortement contaminés

Responsable: Denis COUILLARD

Collaborateurs: Shucal ZHU
Guy MERCIER

Description et objectifs: 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. Un procédé d'enlèvement biologique 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. Cette recherche débutera par une campagne d'échantillonnage d'une dizaine de sites contaminés qui permettra de choisir les sédiments à utiliser pour le développement du procédé en fonction des quantités de métaux totaux et de l'estimateur de remplacement de l'ion libre (i.e. biodisponibilité des métaux).

Les sédiments choisis serviront à l'optimisation du procédé (N et P, pH initial, % ST, substrat, T) lors d'essais en erlenmeyer. La deuxième étape (an 2) sera l'optimisation du procédé en cuvée de 30 L (aération, % inoculum, % ST) alors que la dernière étape consistera à l'étude du procédé en réacteur en continu avec recirculation d'une partie de la biomasse (an 3). Lors des essais dans des réacteurs de 30 L, le mode de séparation solide-liquide et la précipitation sélective des métaux seront étudiés. Le procédé devrait alors être applicable pour une étude à l'échelle pilote.

Financement: CRSNG - Partenariat de recherche (Environnement Canada)

3.3.4.8 La toxicité des métaux traces sur les communautés d'invertébrés benthiques: une étude expérimentale de terrain

Responsable: Landis HARE

Collaborateur: Richard CARIGNAN

Description et objectifs: L'objectif de cette étude est de conduire, sur le terrain, une expérience afin de mesurer les effets des métaux traces des sédiments sur les invertébrés benthiques lacustres, à des niveaux individuel, de la population, et de la communauté. L'approche expérimentale de base implique la cueillette de sédiments non-contaminés, leur contamination avec du cadmium et leur repositionnement au fond du lac. Nous comparons la taille des invertébrés, leurs cycles de vies et la composition en espèces (richesse et diversité) des communautés qui en résultent. La toxicité est étudiée en fonction de la biodisponibilité du cadmium. On teste l'hypothèse que la biodisponibilité du cadmium est contrôlée par les sulfures amorphes dans les sédiments, dont le soufre volatilisé en milieu acide (S.V.A.).

Financement: CRSNG - Partenariats de recherche (Fonds mondial pour la Nature), E.P.A., États-Unis

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

Responsable: Landis HARE

Description et objectifs: Les métaux traces en milieu lacustre ont tendance à s'accumuler dans les sédiments et les animaux benthiques. Cette bioaccumulation suggère qu'on peut utiliser des animaux benthiques comme indicateur de l'état de contamination des systèmes aquatiques. Ceci est possible lorsque les relations entre le bioindicateur, le contaminant et le milieu sont bien connues. Ces recherches visent à élucider ces relations sur plusieurs niveaux d'organisation biologique.

Au niveau de la communauté, des expériences in situ vérifient des hypothèses concernant les mécanismes géochimiques contrôlant la biodisponibilité et la toxicité des métaux envers les animaux benthiques. Au niveau de l'individu, il y a élaboration des relations prédisant les concentrations des métaux chez les animaux benthiques et fonction de celles de leur milieu. Ces relations sont basées sur des modèles mécanistes qui tiennent compte de la biodisponibilité des métaux et de la biologie des animaux. D'autres aspects à étudier comprennent la capacité des larves d'insectes à détecter des métaux, leur comportement fouisseur et nutritionnel en relation avec la bioaccumulation et les voies d'entrées des métaux traces (par l'eau ou par la nourriture). La dynamique des métaux traces et leurs stockages à l'intérieur d'un individu sont également étudiés pour mettre en évidence les processus impliqués dans la régulation des métaux traces au niveau des organes et des cellules.

Ces recherches permettent de mieux nous servir des invertébrés benthiques pour estimer la biodisponibilité et la toxicité des métaux traces dans les eaux douces.

Financement: CRSNG - Dépenses courantes

3.3.4.10 Études de l'impact des contaminants sur l'environnement aquatique et la formation des chercheurs/techniciens dans le domaine

Responsable: Landis HARE

Description et objectifs: Le but du projet est d'étudier les animaux aquatiques comme outils pour estimer l'état de santé des lacs par rapport à leur contamination en métaux traces. Les études sont réalisées en laboratoire et sur le terrain afin de mettre en évidence l'influence des facteurs biologiques sur la bioaccumulation des métaux. A titre d'exemple, nous étudions l'influence de la taille, du sexe, et du stade de vie sur les concentrations en métaux chez plusieurs espèces de larves d'insectes. La contribution de différentes voies d'entrée des métaux (par l'eau ou par la nourriture) aux concentrations totales est étudiée au laboratoire.

Financement: Programme de création d'emploi de l'Emploi et Immigration Canada

3.3.4.11 Paléoécologie des écosystèmes lacustres

Responsable: Marcel OUELLET

Description et objectifs: Le présent projet vise à établir une échelle régionale géochronologique de référence relative à la fréquence et à la magnitude des principaux ($M > 7$) tremblements de terre survenus au Québec depuis environ 10 000 ans. Cette recherche découle d'anomalies stratigraphiques et texturales que nous avons observées occasionnellement, au moyen de différentes méthodes d'investigation, dans les sédiments de plusieurs lacs. Nous émettons les deux hypothèses suivantes:

- a) dans certains types de milieux fluviaux, un tremblement de terre de bonne magnitude remet brusquement en suspension une quantité importante de sédiments fins. Subséquemment, l'hydrodynamique du système achemine ceux-ci, dans certaines conditions hydro-morphologiques, vers une cuvette de sédimentation où ils se superposent **lentement** et de manière discrète sur les sédiments préexistants;
- b) en milieu lacustre, les tremblements de terre pourront générer des arrachements de sédiments (mass slumpings) dans les zones de moindre profondeur et de plus forte pente de la cuvette. Ceux-ci glisseront **rapidement** vers les parties plus profondes et donneront ainsi naissance, localement, à des discontinuités ou perturbations stratigraphiques qui seront chronologiquement imprécises et d'importance variable.

Pour la région de Sept-Iles, nos résultats de recherches relatifs à la première hypothèse nous ont permis d'évaluer la fréquence moyenne des tremblements de terre de fortes magnitudes ($< 32\%$ g) à environ 220 années. Dans le deuxième cas, nos études séismo-acoustiques des cuvettes lacustres d'une quarantaine de lacs de la Vallée du Saint-Laurent (800 km) nous portent à croire que la zone séismogénique de Charlevoix fut la seule source d'importants tremblements de terre tout au cours des 10 000 dernières années (cf. EOS, 7 avril 1992, p. 214).

Financement: CRSNG - Dépenses courantes

3.3.4.12 Paléoclimat de bassins hydrographiques du Canada central

Responsable: Marcel OUELLET

Collaborateur: T.C. SCHAFER, Bedford Institute of Oceanography

Description et objectifs: L'étude du réchauffement climatique au moyen de modèles de simulations fait encore l'objet de grandes controverses. Les modèles hypothétiques non testés sont généralement basés sur des séries d'observations météorologiques et hydrologiques de courtes durées rendant ainsi difficiles toutes prédictions valables à long terme. Dans cette foulée, il appert que les changements climatiques globaux sont fortement susceptibles d'affecter le cycle hydrologique. Pour un système hydrographique particulier, il est évident qu'une modification significative des précipitations découlant d'une oscillation climatique aura pour effet de perturber les flux sédimentologiques des systèmes fluviaux.

La présente méthodologie de recherche vise donc le développement d'une approche paléolimnologique permettant la reconstruction détaillée de facteurs climatiques des quelques derniers milliers d'années. Cette approche est fondée sur la présence de laminations saisonnières dans certains lacs de la région de la Ceinture argileuse chevauchant la frontière Québec-Ontario. Les couplets sédimentaires printaniers, générés par l'écoulement des forces hydrologiques du stock de neige qui sont formés d'argiles inorganiques, sont très distincts des sédiments organiques autochtones du milieu lacustre récepteur. La détermination de

l'épaisseur des couplets au moyen des rayons-X ainsi que la datation de ceux-ci au moyen du ^{137}Cs et du ^{210}Pb nous permettent d'établir des corrélations hydrologiques avec les débits mesurés tout au cours du dernier siècle. Cette calibration sédimento-hydrologique est fondamentale pour la reconstruction climatique au-delà de l'époque des mesures instrumentales.

La granulométrie des grains ainsi que l'étude du pollen et des diatomées sont d'autres indicateurs de perturbations anthropiques et de paléoclimats qui font l'objet du présent projet.

Financement: CRSNG - Programme de partenariats de recherche; Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources du Canada

3.3.4.13 Séismicité de l'Holocène telle que révélée par l'étude de certains sédiments lacustres du nord-est québécois

Responsable: Marcel OUELLET

Description et objectifs: Les principaux objectifs du présent programme de recherche visent, au moyen de l'approche paléolimnologique, à mieux comprendre les dynamiques spatiale et temporelle des sédiments lacustres et fluviaux, de certains types de bassins hydrographiques, susceptibles de révéler des indices de fréquence et de magnitude de la paléoséismicité de l'Holocène de la Haute et Moyenne Côte-Nord du Québec. La fréquence et l'épaisseur de certaines strates limoneuses dans des dépôts lacustres organiques, telles que révélées par l'utilisation de la sismique à réflexion en continu de basse fréquence et par des carottages lourds de l'ensemble de la section sédimentaire, seront de bons indicateurs paléoécologiques de l'histoire de la séismicité post-glaciaire de la région étudiée. Advenant le développement d'une telle approche de reconstitution des activités sismiques préhistoriques, celle-ci pourrait être incorporée dans un grand nombre de modèles de prédiction des risques de tremblements de terre dans presque toutes les régions du monde.

Financement: CRSNG - Partenariat de recherche (Énergie, Mines et Ressources Canada)

3.3.4.14 Prédiction de la bioaccumulation des métaux lourds chez les organismes phytophiles des lacs fluviaux du Saint-Laurent

Responsable: B. PINEL-ALLOUL, Université de Montréal, département de Biologie

Collaborateur: Peter G.C. CAMPBELL

Description et objectifs: La recherche proposée vise à évaluer le potentiel des organismes phytophiles (amphipodes, gastéropodes) associés aux sédiments de fond et au complexe macrophytes-épiphytes pour le développement d'indicateurs de qualité du milieu et de modèles de prédiction de la bioaccumulation à court terme des métaux dans les réseaux trophiques des lacs fluviaux du Saint-Laurent.

Plusieurs facteurs influencent l'incorporation et la bioaccumulation des métaux par les organismes benthiques, soit les modes de nutrition des organismes, la répartition des métaux et leur forme chimique dans les phases géochimiques des sédiments, la biodisponibilité des métaux et les facteurs environnementaux (matières organiques, acidité, dureté). Les processus et les facteurs contrôlant la biodisponibilité des métaux ne sont pas encore totalement élucidés pour une grande variété d'organismes et de milieux. Les études récentes ont surtout porté sur les mollusques pélicypodes, les plantes aquatiques et les algues. Parmi les invertébrés benthiques, plusieurs types d'organismes, en particulier les pélicypodes, les

écrevisses, les chironomides et les oligochètes ont servi à l'étude de la bioconcentration et la bioaccumulation des métaux et ont été proposés comme bioindicateurs de la contamination de l'eau ou des sédiments. Très peu d'attention a été accordée aux invertébrés phytophiles tels que les amphipodes et les mollusques gastéropodes, bien que ces organismes constituent une fraction très importante de la diète des poissons littoraux.

Les principales hypothèses mises à l'épreuve dans le cadre du projet seront:

- i) les organismes phytophiles peuvent servir de bioindicateurs des variations à court terme de contamination de leur milieu par les métaux lourds;
- ii) la concentration des métaux dans les organismes phytophiles varie en une fonction de la concentration de l'ion métallique libre $[M^{z+}]$, laquelle est contrôlée par des réactions de sorption sur la matière organique et le fer dans les sédiments superficiels;
- iii) chez les organismes phytophiles (amphipodes, gastéropodes), la concentration des métaux dans le seston et/ou dans l'épiphyton influence aussi la bioaccumulation des métaux par ces organismes.

Les connaissances acquises dans le cadre de ce projet permettront aux gestionnaires de l'environnement aquatique du Saint-Laurent d'élaborer des critères plus scientifiques vis-à-vis des risques écotoxicologiques associés à la contamination du milieu fluvial par les métaux lourds.

Financement: CRSNG - Partenariat de recherche (Centre Saint-Laurent)

3.3.4.15 Échange de métaux traces entre les sédiments et les invertébrés benthiques

Responsable: André TESSIER

Description et objectifs: Les métaux traces tendent à s'accumuler dans les sédiments où ils constituent une menace pour les organismes benthiques qui ingèrent les sédiments ou qui y vivent tout simplement. La présence des métaux dans les sédiments peut avoir des répercussions économiques importantes au niveau de l'industrie de la pêche sportive ou commerciale, étant donné qu'ils peuvent s'accumuler dans la chaîne alimentaire. On peut envisager plusieurs moyens, plus ou moins coûteux, pour décontaminer les sédiments: diminution des rejets, dragage, recouvrement; ces actions doivent cependant s'appuyer sur une connaissance des processus qui contrôlent l'accumulation des métaux dans les organismes, ainsi que sur une évaluation objective des effets de ces métaux sur l'écosystème aquatique.

On s'intéresse dans le présent projet à décrire et prédire l'accumulation des métaux traces dans les organismes benthiques à l'aide de mesures effectuées *in situ* à des sites de différents pH et de différents niveaux de contamination en métaux (Cd, Cu, Pb, Zn). Une des hypothèses qu'on veut vérifier est que la bioaccumulation est fonction de la concentration d'ion libre, $[M^{z+}]$, et que cette dernière concentration est contrôlée par des réactions d'adsorption à l'interface sédiment-eau. On cherche à obtenir comme résultat final des équations de prédiction reliant la spéciation des métaux dans les sédiments aux concentrations de ces métaux dans des invertébrés benthiques représentatifs.

Financement: CRSNG - Partenariats de recherche (Pêches et Océans Canada)

3.3.4.16 Modélisation de l'accumulation de métaux traces chez les invertébrés benthiques

Responsable: André TESSIER

Collaborateurs: Peter G.C. CAMPBELL
Landis HARE

Description et objectifs: Les métaux traces d'origine anthropique tendent à s'accumuler dans les sédiments où ils constituent un danger potentiel pour les organismes benthiques et leurs prédateurs. L'objectif du projet est de développer un modèle prédictif pour la bioaccumulation de métaux traces dans des organismes benthiques représentatifs (filtreurs, détritivores).

L'hypothèse clé à vérifier est que le vecteur majeur pour l'accumulation d'un métal par l'animal est l'eau et que la concentration de l'ion libre ($[M^{z+}]$) dans l'eau en contact avec l'animal est le meilleur prédicteur de sa biodisponibilité.

Étant donné la difficulté de mesurer $[M^{z+}]$ dans les eaux naturelles, on propose d'utiliser une expression qui lui est proportionnelle, mais dont les termes sont des paramètres géochimiques mesurables. La mesure de ces paramètres géochimiques s'effectue dans une série de lacs de degré de contamination et de pH variables.

Financement: CRSNG - Stratégique

3.3.4.17 Géochimie d'éléments traces dans les sédiments lacustres récents

Responsable: André TESSIER

Description et objectifs: L'objectif du projet est de décrire la répartition de métaux traces entre différentes phases des sédiments lacustres superficiels et l'eau surnageante. On étudie particulièrement l'adsorption compétitive des métaux sur un nombre limité de phases sédimentaires (oxyhydroxydes de fer et de manganèse, matière organique). La compétition entre les phases pour un métal est fonction de leur abondance relative et de la force de la liaison. Une étape importante de la modélisation implique l'identification des formes de fer et de manganèse présentes dans les sédiments naturels. On cherche ainsi à déterminer leur pH_{ZPC} , leur surface spécifique, leur densité de site d'adsorption, leurs constantes d'acidité intrinsèque et leur forme cristalline.

Financement: CRSNG - Dépenses courantes

3.3.5 Sol (bassin versant)

3.3.5.1 Modélisation: cycles de l'eau et de l'azote dans la forêt boréale

Responsable: H. Gerald JONES

Collaborateur: Jean STEIN

Description et objectifs: L'objectif de la phase I est le développement d'un modèle des dépôts secs basé sur l'étude des processus d'interaction forêt-atmosphère. Celui-ci est le transfert des composés azotés directs entre l'atmosphère et la forêt (sol et/ou neige, voûte forestière) et la transformation photooxydative (O_3 , H_2O_2) de NO_2 sur les interfaces. Le modèle sera utilisé pour simuler les taux de dépôts secs sur des surfaces dont l'activité biologique est absente ou présente. Le modèle sera doté de paramètres de contrôle (température, humidité, lumière et composition atmosphérique). Le modèle ne génère que des extrants pendant les périodes sèches. Le taux de dépôts secs et les concentrations d'oxydants dans la voûte forestière seront analysés en fonction de la saison et en fonction de l'évolution des caractéristiques morphologiques des épines. Ceci afin de déceler une relation quelconque entre la composition atmosphérique et l'endommagement du tissu photosynthétique des conifères.

Financement: FCAR - Université Laval

3.3.5.2 Caractérisation du comportement du pergélisol et des infrastructures de transport au Québec nordique

Responsable: Francisco PADILLA

Collaborateurs: Michel ALLARD, Université Laval
Maurice K. SÉGUIN, Université Laval
Jean PILON, CGC

Description et objectifs: Ce projet fait partie intégrante du projet intitulé "Le pergélisol et les infrastructures de transport au Québec nordique" (Centre d'Études Nordiques, Université Laval).

Les activités de recherche sont destinées à la caractérisation du comportement du pergélisol et des infrastructures de transport au Québec nordique. Au cours de recherches précédentes, les simulations effectuées à l'aide du modèle MELEF-3v, ainsi que les études expérimentales, ont permis de mieux connaître les rapports existants entre d'une part, les effets du gel et du dégel, et d'autre part, les propriétés physiques des sols. L'étude du comportement du pergélisol sera effectuée en relation avec la période de gel-dégel, les propriétés des sols et des matériaux de remblais et les conditions rencontrées sur le terrain.

A l'aide de l'application systématique de la simulation, les mesures disponibles permettront d'élaborer une banque de données pouvant constituer la base d'un système expert destiné à répondre à des besoins des études concernant le pergélisol nordique du Québec. Le but ultime de cette recherche sera la présentation d'une table de valeurs des paramètres applicables aux communautés du Nunavik: épaisseurs du mollisol dégelé, date du regel complet du mollisol, soulèvements à la surface du sol, etc. Il est important de

connaître ces paramètres pour fixer des normes de construction, planifier des travaux d'excavation, etc. Également, certaines simulations seront orientées afin d'apporter des solutions spécifiques au cas problématiques qui seront rencontrés.

Financement: Ministère des Transports du Québec (collaboration CEN, Un. Laval)

3.3.5.3 Caractérisation et simulation du comportement des principaux sols gélifs du Québec

Responsable: Francisco PADILLA

Description et objectifs: Le but du présent projet est d'identifier et de caractériser les principaux types de sols gélifs du Québec afin de mieux prévoir leur comportement sous les effets du gel-dégel. Ce projet permettra d'atteindre les objectifs particuliers suivants:

- l'acquisition d'une meilleure connaissance des propriétés physiques des sols gélifs québécois;
- l'adaptation et l'application du modèle de simulation MELEF-3v aux caractéristiques des principaux sols gélifs du Québec;
- la prévision adéquate du comportement des sols vulnérables au gel, et les recommandations qui s'ensuivent concernant le dimensionnement, l'entretien et le renforcement des chaussées, des constructions et des aéroports soumis à des conditions nordiques;
- l'avancement général dans le domaine de la modélisation et de la compréhension des problèmes reliés à l'hydrologie nordique et au pergélisol.

Financement: CRSNG - Dépenses courantes

3.3.5.4 Biogéochimie de substances polluantes dans le milieu aquatique

Responsable: André TESSIER

Collaborateurs: Peter G.C. CAMPBELL
Richard CARIGNAN
Jean-Christian AUCLAIR
Landis HARE
William NELSON
Miguel Angel HUERTA-DIAZ
Stefan MICALLEF
Jacques BUFFLE, Université de Genève

Description et objectifs: La dégradation de l'environnement mène à des coûts directs et indirects importants. L'élaboration de politiques rationnelles de gestion des substances toxiques doit s'appuyer sur la connaissance du destin et des cycles des substances polluantes et sur la compréhension de leurs effets sur les organismes biologiques. C'est dans ce contexte que s'inscrit le programme de recherche dont les objectifs sont:

- i) de comprendre et de modéliser les réactions géochimiques auxquelles sont soumises les substances polluantes dans un bassin versant;
- ii) de modéliser l'accumulation des substances polluantes dans les organismes aquatiques;
- iii) de déterminer les effets des substances polluantes sur les organismes biologiques, les populations et les communautés.

Les projets proposés s'inscrivent dans le cadre de ces objectifs généraux et portent sur la diagénèse des métaux traces dans les sédiments récents, sur l'accumulation de métaux traces par des organismes aquatiques, ainsi que sur l'identification des réservoirs de soufre dans un bassin versant.

Financement: FCAR - Soutien aux équipes de recherche

3.3.5.5 Étude systématique du comportement des chaussées en relation avec la période de gel-dégel au Québec

Responsable: Jean-Pierre VILLENEUVE

Collaborateurs: Francisco PADILLA
Olivier BANTON
Pierre LAFRANCE
Claude BLANCHETTE

Description et objectifs: Étant donné l'état actuel de la recherche, le but du présent projet est d'étudier le comportement des chaussées types au Québec en relation avec la période de gel-dégel et les conditions rencontrées sur le terrain. L'application systématique de la simulation de ce comportement permettra d'élaborer une banque de données pouvant constituer la base d'un système expert destiné à répondre à des besoins concernant la conception, l'entretien et la réfection du réseau routier. Des caractéristiques pour la susceptibilité des sols au gel-dégel, tels que le temps d'affaissement ou de perte de capacité importante, seront considérées dans l'étude. A ce sujet, les essais tiendront compte du possible effet des sels déglacants dissous sur la perméabilité des sols argileux. Les conditions relatives aux chaussées types du Québec tiendront compte des conditions climatiques, du sol de support, de la nappe phréatique, du revêtement et du type de fondation.

Financement: Ministère des Transports du Québec

4 - ENSEIGNEMENT

4.1 Maîtrise en sciences de l'eau

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. A la fin de sa formation, le diplômé aura appris, au contact des équipes de recherche, à contribuer efficacement aux travaux de groupes multidisciplinaires et devrait, de ce fait, trouver plus facilement un emploi dans un marché du travail vaste et diversifié.

Le programme de formation 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, en présentant un mémoire, son originalité et son aptitude à parfaire une recherche, tout en orientant, au moyen d'un choix de trois cours, sa spécialisation dans un ou deux champs d'intérêt.

Pour être admis à ce programme, le candidat doit être titulaire d'un baccalauréat, ou l'équivalent, en sciences pures ou appliquées, obtenu avec une moyenne cumulative d'au moins 3.0 (sur 4.0) ou l'équivalent, ou posséder les connaissances requises, une formation appropriée et une expérience jugée pertinente.

Le programme de maîtrise est un programme d'études avec mémoire comportant quarante-cinq (45) crédits dont dix-sept (18) sont consacrés aux cours, et vingt-huit (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 de un (1) crédit. Les huit (8) autres crédits doivent être choisis parmi les cours suivants: Chimie physique des eaux douces, Écologie aquatique, Toxicologie en milieu aquatique, Télédétection appliquée à l'hydrologie, Eaux souterraines, Méthodes statistiques appliquées aux sciences de l'eau, Modélisation des processus physiques, chimiques et biologiques dans les eaux naturelles, Droit de l'eau, Analyse de système de la ressource eau, Processus de traitement et d'assainissement des eaux usées, Systèmes anaérobies de traitement des eaux usées, Systèmes experts, Administration publique de l'eau, Chimie environnementale de la neige et de la glace et Cours spéciaux. Les vingt-sept (27) autres crédits sont consacrés aux activités de recherche (séminaires et conférences et mémoire).

Au cours de l'année 1991-1992, dix (10) étudiants se sont inscrits au programme de deuxième cycle et douze (12) étudiants ont poursuivi la rédaction de leur mémoire. Durant la même année, treize (13) étudiants ont obtenu leur diplôme de maîtrise en sciences de l'eau de l'Université du Québec.

Responsable du programme
de maîtrise en 1991-1992:

Marius LACHANCE, professeur

4.1.1 Étudiants inscrits à la maîtrise en 1991-1992

Étudiants de première année

François AUBÉ, boursier CRSNG

B.Sc.A. Chimie, Université Laval

Directeur de recherche: André TESSIER

Titre du mémoire: "Étude des principales réactions d'oxydoréduction du fer en milieu lacustre"

Suzie BÉLANGER

B.Sc.A. Géologie, Université Laval

Directeur de recherche: Jean-Pierre VILLENEUVE

Codirecteur: Olivier BANTON

Titre du mémoire: "Modélisation de l'infiltration et de l'écoulement de l'eau en milieu non-saturé"

Sylvie BRASSARD

B.Sc.A. Géologie, Université du Québec à Chicoutimi

Directeur de recherche: Rajeshwar D. TYAGI

Titre du mémoire: "Évaluation du potentiel acidogène des résidus miniers biolixiviés"

Pierre D'ARCY

B.Sc.A. Géographie, Université de Sherbrooke

Directeur de recherche: Richard CARIGNAN

Titre du mémoire: "Influence de différents couverts forestiers sur les lacs"

Ginette DEVARENNES

B.Sc.A. Chimie, Université de Moncton

Directeur de recherche: H. Gerald JONES

Titre du mémoire: "Impact des neiges artificielles sur les écosystèmes montagneux"

Jean GAUTHIER

B.Sc.A. Génie géologique, Université Laval

Directeur de recherche: Jean-Pierre VILLENEUVE

Codirecteur: Olivier BANTON

Titre du mémoire: "Impacts environnementaux des systèmes géothermiques"

Mario HACHÉ, boursier CRSNG

B.Sc.A. Mathématique physique, Université de Moncton

Directeur de recherche: Bernard BOBÉE

Titre du mémoire: "Ajustement de lois statistiques à des séries de données météorologiques"

Sylvain MARTINEAU

B.Sc.A. Chimie, Université de Sherbrooke

Directeur de recherche: Jean-Pierre VILLENEUVE

Codirecteur: Pierre LAFRANCE

Titre du mémoire: "Impact de pratiques culturales sur la persistance et l'exportation d'un herbicide"

Lise RANCOURT, boursière CRSNG
 B.Sc.A. Chimie, Université Laval
 Directeur de recherche: André TESSIER
 Titre du mémoire: "Adsorption de l'ion arséniate sur des oxyhydroxydes de fer"

André VACHON
 B.Sc.A. Biochimie, Université Laval
 Directeur de recherche: Peter G.C. CAMPBELL
 Titre du mémoire: "L'utilisation des plantes aquatiques comme bioindicateurs"

Étudiants de deuxième année

MA. Catalina ALFARO DE LA TORRE
 B.Sc.A. Chimie, Université S.L.Potosi, Mexique
 Directeur de recherche: André TESSIER
 Titre du mémoire: "Estimation des constantes d'absorption des métaux traces pour différents substrats des sédiments"

Jean-François CANTIN
 B.Sc.A. Génie civil, Université Laval
 Directeur de recherche: Michel LECLERC
 Titre du mémoire: "Modélisation de processus physiques affectant les pétroles déversés en milieu fluvial"

Marie-Claude CHAPDELAINÉ, boursière FCAR
 B.Sc.A. Génie géologique, Université Laval
 Directeur de recherche: Jean-Pierre VILLENEUVE
 Codirecteur: Olivier BANTON
 Titre du mémoire: "Contamination des eaux souterraines par les nitrates"

Myriam CHARTIER, boursière FCAR
 B.Sc.A. Biologie, Université Laval
 Directeur de recherche: Denis COUILLARD
 Titre du mémoire: "Solubilisation des métaux dans les sédiments fortement contaminés"

Christine DESNOYERS, boursière FCAR
 B.Sc.A. Chimie, Université Laval
 Directeur de recherche: André TESSIER
 Titre du mémoire: "Développement d'une méthode de détermination de la concentration d'ions libres (fugacité des métaux) dans l'eau interstitielle des sédiments aquatiques"

Marie LAROCQUE, boursière CRSNG
 B.Sc.A. Génie civil, Polytechnique
 Directeur de recherche: Jean-Pierre VILLENEUVE
 Codirecteur: Olivier BANTON
 Titre du mémoire: "Identification des paramètres du cycle de l'azote qui conditionnent la fiabilité d'un modèle simulant le lessivage des nitrates"

Andrée-Moïra LEBRUN, boursière FCAR
 B.Sc.A. Génie géologique, Université Québec à Chicoutimi
 Directeur de recherche: Jean-Pierre VILLENEUVE
 Codirecteur: Olivier BANTON
 Titre du mémoire: "Modélisation des écoulements souterrains dans un massif de résidus miniers"

Sylvie LESSARD
 B.Sc.A. Biologie, Université Laval
 Directeur de recherche: Denis COUILLARD
 Codirecteur: Pierre LAFRANCE
 Titre du mémoire: "Identification des causes de nuisances organoleptiques d'une eau lacustre à potabiliser et application d'un procédé de traitement"

Sylvain MARTIN, boursier FCAR
 B.Sc.A. Biologie, Université Laval
 Directeur de recherche: André TESSIER
 Codirecteur: Landis HARE
 Titre du mémoire: "Étude des facteurs influençant l'accumulation de métaux traces (cadmium, cuivre et zinc) chez deux espèces sympatriques d'insecte aquatique (Chironomus Gr. Plumosus, spp)"

France PELLETIER
 B.Sc.A. Biochimie, Université Laval
 Directeur de recherche: Jean-Pierre VILLENEUVE
 Codirecteur: Pierre LAFRANCE
 Titre du mémoire: "Impact des différentes pratiques culturelles sur la persistance de l'herbicide atrazine et sur la biomasse microbienne du sol"

Claire TINCELIN
 B.Sc.A. Chimie-biologie, Université de METZ, France
 Directeur de recherche: Denis COUILLARD
 Titre du mémoire: "Enlèvement des métaux lourds contenus dans les cendres volantes d'incinérateurs d'ordures ménagères"

Étudiants en rédaction de mémoire

Netta BENAZON, boursière FCAR
 B.Sc.A. Génie chimique, Université McGill
 Directeur de recherche: Jean-Pierre VILLENEUVE
 Codirecteur: Pierre LAFRANCE
 Titre du mémoire: "Étude expérimentale et modélisation du transport de l'ammonium et nitrate dans un sol sableux: effet d'une contamination par le pétrole"

Mario DALLAIRE
 B.Sc.A., Génie mécanique, Université Laval
 Directeur de recherche: Jean-Pierre VILLENEUVE
 Titre du mémoire: "Étude de la fréquence des débordements des réseaux d'égouts unitaires"

Martin DUCHESNEAU

B.Sc. Chimie, Université Laval

Directeur de recherche: H. Gerald JONES

Titre du mémoire: "Transformation ou translocation du nitrate dans la neige en période froide"

Steve GAMACHE

B.Sc. Biochimie, Université de Montréal

Directeur de recherche: H. Gerald JONES

Titre du mémoire: "Influence des algues nivales sur la physico-chimie de la neige lors de la fonte printanière"

Jacynthe LAREAU

B.Sc.A. Bio-agronomie, Université Laval

Directeur de recherche: Denis COUILLARD

Codirecteur: Pierre COUTURE

Titre du mémoire: "Évaluation de l'effet de l'épandage de printemps du lisier de porc sur les sols agricoles par bio-essai"

Pierre LECOMTE, boursier FCAR

B.Sc. Chimie, Université Laval

Directeur de recherche: André TESSIER

Titre du mémoire: "Adsorption du cuivre et du nickel sur les oxyhydroxydes de fer lacustres"

Lucie MÉNARD, boursière FCAR

B.Sc.A. Biologie, Université Québec à Montréal

Directeur de recherche: Christian BLAISE

Codirecteur: Pierre COUTURE

Titre du mémoire: "Détermination d'un test de létalité algal par cytométrie en flux"

Jalal MZALI

Tech. Aliments, Université Laval

Directeur de recherche: Rajeshwar D. TYAGI

Codirecteur: Dieter KLUEPFEL

Titre du mémoire: "Bioconversion continue de perméat de lactosérum par différentes souches de Lactobacilles immobilisées sur un support"

Guy ROBERGE

B.Sc.A. Biologie, Université de Montréal

Directeur de recherche: Denis COUILLARD

Titre du mémoire: "Augmentation de l'efficacité de déphosphatation d'un filtre multi-media à base de tourbe par addition d'un agent dopant"

4.1.2 Étudiants diplômés en 1991-1992 (Maîtrise en sciences de l'eau)**Louis-Marie BARRETTE**

B.Sc. Géologie, Université du Québec à Montréal

Directeur de recherche: Denis COUILLARD

Titre du mémoire: "Procédés de neutralisation de résidus sulfureux"

Date de certification: 10 décembre 1991

Nicole BROUARD, boursière CRSNG

B.Sc.A. Génie civil, Université Laval

Directeur de recherche: Jean-Pierre VILLENEUVE

Codirecteur: Carole PARENT

Titre du mémoire: "Enlèvement des matières en suspension et évolution des pertes de charge en biofiltration des eaux usées domestiques: application sur lit ruissellant"

Date de certification: 5 mai 1992

Suzanne COUTURE

B.A. Géographie, Université Laval

Directeur de recherche: H. Gerald JONES

Titre du mémoire: "Étude de la variation de l'albedo de la neige en fonction des concentrations des particules"

Date de certification: 26 juin 1991

Éric GAUTHIER, boursier FCAR

B.Sc.A. Géographie, Université Québec à Chicoutimi

Directeur de recherche: Jean-Pierre VILLENEUVE

Codirecteur: Olivier BANTON

Titre du mémoire: "L'utilisation de la modélisation mathématique et des systèmes d'information géographique dans la gestion du risque de contamination des eaux souterraines par les pesticides"

Date de certification: 10 mars 1991

Louis GERMAIN

B.A. Géographie, Université Laval

Directeur de recherche: H. Gerald JONES

Titre du mémoire: "Dynamique des composés azotés de la neige au cours de la fonte printanière"

Date de certification: 26 juin 1991

Martine LAFOND

B.Sc. Biologie, Université Laval

Directeur de recherche: Denis COUILLARD

Codirecteur: Pierre COUTURE

Titre du mémoire: "Étude du potentiel toxique et génotoxique du sol et de l'eau de ruissellement agricole: sol, eau de ruissellement, fraction S9 de plants de maïs, après épandage de lisier de porc et d'herbicide atrazine en condition de ruissellement"

Date de certification: 5 mai 1992

Yvan LANGLOIS, boursier FCAR

B.Sc. Génie géologique, Université du Québec à Chicoutimi

Directeur de recherche: Jean-Pierre VILLENEUVE

Codirecteur: Olivier BANTON

Titre du mémoire: "Caractérisation de la variabilité spatiale des paramètres hydrodynamiques des sols et élaboration d'une méthodologie d'acquisition de ces paramètres"

Date de certification: 26 juin 1991

Léon MARINEAU, boursier FCAR

B.Sc.A. Génie géologique, Université Laval
 Directeur de recherche: Jean-Pierre VILLENEUVE
 Codirecteur: Pierre LAFRANCE

Titre du mémoire: "L'influence de la matière organique dissoute naturelle provenant d'eau souterraine sur l'adsorption et la mobilité du pentachlorophénol dans un sol sableux"

Date de certification: 10 mars 1992

Danielle RODRIGUE, boursière FCAR

B.Sc.A. Microbiologie, Université Laval
 Directeur de recherche: Pierre COUTURE
 Codirecteur: Christian BLAISE

Titre du mémoire: "Mise au point d'un protocole miniaturisé d'étude de l'activation génotoxique de produits chimiques par l'algue Selenastrum capricornutum"

Date de certification: 5 mai 1992

Esther SALVANO

B.Sc.A. Microbiologie, Université Laval
 Directeur de recherche: Jean-Pierre VILLENEUVE
 Codirecteur: Pierre LAFRANCE

Titre du mémoire: "Utilisation d'indicateurs biologiques pour prédire la persistance d'herbicides en sol agricole"

Date de certification: 8 octobre 1991

Annie TAILLON, boursière CRSNG

B.A. Géographie physique, Université Laval
 Directeur de recherche: Jean-Pierre FORTIN

Titre du mémoire: "Classification de l'occupation des sols à des fins hydrologiques"

Date de certification: 8 octobre 1991

Luc TRÉPANIÉ, boursier FCAR

B.Sc.A. Génie géologique, Université Laval
 Directeur de recherche: Jean-Pierre VILLENEUVE
 Codirecteur: Olivier BANTON

Titre du mémoire: "Évaluation de l'applicabilité d'un modèle mathématique simulant le devenir des nitrates dans les eaux souterraines agricoles"

Date de certification: 5 mai 1992

Pascale VACHON

B.Sc.A. Microbiologie, Université Laval
 Directeur de recherche: Rajeshwar D. TYAGI

Titre du mémoire: "Essais de lixiviation de l'aluminium contenu dans les boues rouges par voies biologique et chimique"

Date de certification: 5 mai 1992

4.2 Doctorat en sciences de l'eau

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 ci-devant et posséder les connaissances requises et une formation appropriée.

Le programme de doctorat en sciences de l'eau comporte quatre-vingt-dix (90) crédits qui sont répartis comme suit. L'étudiant doit accumuler seize (16) crédits parmi les cours suivants: Chimie physique des eaux douces, Écologie aquatique, Toxicologie en milieu aquatique, Télédétection appliquée à l'hydrologie, Eaux souterraines, Méthodes statistiques appliquées aux sciences de l'eau, Modélisation des processus physiques, chimiques et biologiques dans les eaux naturelles, Droit de l'eau, Analyse de système de la ressource eau, Processus de traitement et d'assainissement des eaux usées, Systèmes anaérobies de traitement des eaux usées, Systèmes experts, Administration publique de l'eau, Chimie environnementale de la neige et de la glace, Travail dirigé, Cours spéciaux et Problèmes spéciaux. En plus l'étudiant doit effectuer un travail dirigé de quatre (4) crédits et présenter deux (2) séminaires d'un (1) crédit chacun; 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 1991-1992, huit (8) nouveaux étudiants se sont inscrits au programme de doctorat ce qui porte le total à trente-cinq (35). Au cours de la même période, cinq (5) étudiants ont obtenu leur diplôme de doctorat en sciences de l'eau de l'Université du Québec.

Responsable du programme
de doctorat en 1991-1992 :

Jean-Louis SASSEVILLE, professeur

4.2.1 Étudiants inscrits au doctorat en 1991-1992

Lahcen AIT-SSI

Génie en géologie minière; M.Sc. Sciences de l'eau, Université du Québec (INRS)

Directeur de recherche: Jean-Pierre VILLENEUVE

Codirecteur: Olivier BANTON

Titre de la thèse: "Modélisation stochastique du transfert des pesticides dans les sols et les eaux souterraines. Application à la vulnérabilité des puits"

Djilali BENMOUFFOK

Ing. Cartographie; M.Sc. Photogrammétrie et télédétection, Université Laval

Directeur de recherche: Jean-Pierre FORTIN

Titre de la thèse: "Conception d'un modèle physiographique de bassin versant à partir de modèle numérique d'élévations"

Hamel BENMOUSSA

M.Sc. Chimie, Algérie

Directeur de recherche: Rajeshwar D. TYAGI

Codirecteur: Peter G.C. CAMPBELL

Titre de la thèse: "Étude conjointe de la lixiviation biologique des métaux et de la digestion des boues municipales"

Paul BOUDREAU, boursier FCAR

B.Sc. Biologie; M.Sc. Sciences de l'eau, Université du Québec (INRS)

Directeur de recherche: Jean-Pierre VILLENEUVE

Titre de la thèse: "Application des systèmes experts en assainissement des eaux"

Bernard BOULANGER, boursier CRSNG

B.Sc. Génie chimique; M.Sc. Génie chimique, Université Laval

Directeur de recherche: Rajeshwar D. TYAGI

Codirecteur: Peter G.C. CAMPBELL

Titre de la thèse: "Lixiviation biologique des métaux lourds des déchets"

Oscar CAMARA-DURAN

Génie; M.Génie de l'administration des ressources hydrauliques, Instituto de Tecnologia de Sonora, Mexique

Directeur de recherche: Daniel CLUIS

Codirecteur: Francisco PADILLA

Titre de la thèse: "Contribution à l'étude des pertes de nitrate par ruissellement superficiel et drainage souterrain sous une culture agricole"

Raynald CHASSÉ, boursier FCAR

B.Sc. Biologie; M.Sc. Productivité aquatique, Université du Québec à Chicoutimi

Directeur de recherche: Pierre COUTURE

Codirecteurs: Christian AMBLARD et Raynald COTÉ

Titre de la thèse: "Potentialités hétérotrophes des algues périphytiques en milieu naturel: conséquences sur la survie, les interactions compétitives et la succession saisonnière des populations périphytiques"

Yves COUILLARD, boursier CRSNG

B.Sc. Biologie; M.Sc. Biologie, Université de Montréal

Directeur de recherche: Peter G.C. CAMPBELL

Titre de la thèse: "Rôle des métallothionéines dans la détoxification des métaux chez le benthos"

Albert CRAIG

B.Sc. Biologie, M.Sc. Biologie, Université Laval

Directeur de recherche: André TESSIER

Codirecteur: Landis HARE

Titre de la thèse: "La caractérisation des métaux traces retrouvés dans les insectes aquatiques"

Louise DESCHENES, boursière FCAR

B.Sc. Biochimie, M.Sc. Biochimie, Université de Sherbrooke

Directeur de recherche: Jean-Pierre VILLENEUVE

Codirecteurs: Pierre LAFRANCE et Réjean SAMSON

Titre de la thèse: "Influence des facteurs physico-chimiques et biologiques sur la biodégradation des HAPs dans les sols contaminés"

Marie-Hélène DE SEDE

Licence en Géographie; M.Sc. Géographie; Diplôme d'Études Supérieures Spécialisées en écologie et aménagement du milieu naturel, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, France

Directeur de recherche: Jean-Pierre FORTIN

Titre de la thèse: "Pertinence d'une partition écologique de l'espace aux modèles de prévisions hydrologiques discrétisés"

Marième DIALLO

M. d'enseignement en géographie; Diplôme d'Études approfondies, Université de Dakar (Sénégal)

Directeur de recherche: Daniel CLUIS

Titre de la thèse: "Application de la télédétection et des SIG au problème de l'eau et ses impacts sur le milieu: le cas de l'élevage au Sénégal (ferlo et bassin arachidier)"

Yangguang DU

Diplôme universitaire; M.Sc. de 2e cycle, Université East China

Directeur de recherche: Rajeshwar D. TYAGI

Titre de la thèse: "Analyse et contrôle opérationnel des processus de traitement des eaux usées en relation avec l'inhibition des métaux"

Marc DUCHEMIN

B.Sc. Géographie; M.Sc. Environnement et Génie civil, Université du Québec à Trois-Rivières

Directeur de recherche: Marius LACHANCE

Titre de la thèse: "Modélisation du transport des sédiments en suspension sur un bassin versant"

Mohammed ESSADAoui

Licence mathématiques, Doctorat Statistiques & Mathématiques, Université Pierre et Marie Curie, Paris

Directeur de recherche: Marius LACHANCE

Titre de la thèse: "Système d'aide à la décision basé sur les méthodes de classification automatique avec contrainte de contiguïté"

Danielle FORTIN, boursière CRSNG

B.Sc. Géologie; M.Sc. Géologie, Université Laval

Directeur de recherche: André TESSIER

Titre de la thèse: "Caractérisation chimique et microscopique des oxyhydroxydes de fer naturels formés *in situ* dans les sédiments lacustres"

Daniel HOULE, boursier FCAR

B.Sc. Géologie; M.Sc. Biologie, Université du Québec à Montréal

Directeur de recherche: Richard CARIGNAN

Titre de la thèse: "Modèle biogéochimique du soufre dans un système lac-bassin-versant"

Julien HOUNTIN

D.E.T.S., M.Sc. Sols, Université Laval

Directeur de recherche: Denis COUILLARD

Titre de la thèse: "Effet de la surfertilisation agricole à base du lisier de porc et d'engrais minéraux sur les caractéristiques d'adsorption-désorption du phosphore organique labile par le sol loam limoneux Coaticook"

Claude LABERGE, boursier CRSNG-FCAR

B.Sc. Statistiques; M.Sc. Mathématiques, Université Laval

Directeur de recherche: Daniel CLUIS

Codirecteur: Louis-Paul RIVEST

Titre de la thèse: "Analyse robuste de séries de temps appliquées en environnement"

René LAFLEUR

B.Sc. Microbiologie; M.Sc.A. Microbiologie, Université Laval

Directeur de recherche: Denis COUILLARD

Titre de la thèse: "Réduction des organismes pathogènes lors de la solubilisation biologiques des métaux lourds dans les boues d'épuration"

Yves LEFEBVRE, boursier FCAR

B.Sc. Biochimie; M.Sc. Sciences de l'eau, Université du Québec (INRS)

Directeur de recherche: Denis COUILLARD

Titre de la thèse: "Contrôle (ATP) des systèmes de traitement biologique"

Yvon MARANDA

B.Sc. Biologie; M.Sc. Biologie, Université Laval

Directeur de recherche: Denis COUILLARD

Codirecteur: Jean-Louis SASSEVILLE

Titre de la thèse: "Contrôle de la pollution de l'eau"

Patrick MARCEAU

M.Sc. Télé-détection et Aménagement du territoire, Université Pasteur, Strasbourg, France

Directeur de recherche: Jean-Pierre FORTIN

Titre de la thèse: "Approche méthodologique de l'extraction d'information sous-pixels pour la détermination des paramètres hydrologiques"

Hacène MESSAOUDI

B.Sc. Géographie; M.Sc. Sc. Environnement, Université Québec à Trois-Rivières

Directeur de recherche: Bernard BOBÉE

Codirecteurs: Fahim ASHKAR et Georges CAVADIAS

Titre de la thèse: "Analyse de comparaison des lois de distribution et des méthodes d'ajustement les plus utilisées dans l'analyse de fréquence de crues"

Jocelyn OUELLET

B.Sc. Mathématiques; M.Sc. Probabilités et statistiques, Université Laval

Directeur de recherche: Jean-Pierre VILLENEUVE

Titre de la thèse: "Modélisation des connaissances pour la gestion informatisée des procédés de traitement des eaux usées"

B.R. RAVISHANKAR

M.Sc. Technologie en Génie civil, I.I.T., Kanpur, Inde

Directeur de recherche: Rajeshwar D. TYAGI

Codirecteur: Subba NARASIAH

Titre de la thèse: "Séparation séquentielle et récupération des métaux lourds à partir des boues d'épuration et des lixiviats"

Agnès RENOUX

Licence Biologie, M.Sc. Toxicologie, Université Paris 7, France

Directeur de recherche: Rajeshwar D. TYAGI

Codirecteur: Réjean SAMSON

Titre de la thèse: "Mise au point d'un procédé biologique combiné de stabilisation des boues et de lixiviation des métaux lourds"

François ROBERGE

B.Sc. Mathématiques; M.Sc. Sciences de l'eau, Université du Québec (INRS)

Directeur de recherche: Bernard BOBÉE

Titre de la thèse: "Comparaison de lois statistiques utilisées en sciences de l'eau"

René ROY

B.Sc. Géographie; M.Sc. Géographie, Université de Montréal

Directeur de recherche: Bernard BOBÉE

Codirecteur: Fahim ASHKAR et Georges CAVADIAS

Titre de la thèse: "Transfert d'information en hydrologie"

Robert ROY, boursier FCAR

B.Sc. Sciences; M.Sc. Biologie, Université Concordia

Directeur de recherche: Peter G.C. CAMPBELL

Titre de la thèse: "La toxicité de mélanges de métaux (Al,Zn), en conditions acides, vis-à-vis du saumon atlantique *Salmo Salar*"

Frédéric SHOONER

B.Sc. Microbiologie, M.Sc. Génie enzymatique, Université Laval

Directeur de recherche: Rajeshwar D. TYAGI

Titre de la thèse: "Enlèvement des métaux des boues d'usines d'épuration par lixiviation bactérienne, lors d'une digestion thermophile"

Michael TWISS, boursier CRSNG-FCAR

B.Sc. Biologie, M.Sc. Environnement, Université Toronto

Directeur de recherche: Peter G.C. CAMPBELL

Titre de la thèse: "L'effet du phytoplancton sur le cycle des métaux traces dans les lacs"

Éric VAN BOCHOVE

B.Sc.A. Agronomie; M.Sc. Biologie végétale, Université Laval

Directeur de recherche: Denis COUILLARD

Titre de la thèse: "La dynamique de réorganisation de l'azote durant le compostage de fumier de bovin"

Fenghai WANG

Licence en Prod. aquatiques, Certificat d'étude en langue française, Université du Québec à Chicoutimi

Directeur de recherche: Denis COUILLARD

Titre de la thèse: "Spéciation et phytotoxicité de l'aluminium des boues d'alun"

Kevin WILKINSON, boursier FCAR

B.Sc. Chimie, M.Sc. Sciences de l'eau, Université du Québec (INRS)

Directeur de recherche: Peter G.C. CAMPBELL

Titre de la thèse: "Bioaccumulation de l'aluminium inorganique en relation avec l'acidification du milieu naturel"

4.2.2 Étudiants diplômés en 1991-1992 (Doctorat en sciences de l'eau)

Monique BERNIER

B.Sc. Géographie; M.Sc. Géographie-télé-détection, Université de Sherbrooke

Directeur de recherche: Jean-Pierre FORTIN

Titre de la thèse: "Suivi de la couverture de neige à partir des données du Radar à Ouverture Synthétique (ROS)"

Date de certification: 8 octobre 1991

Jean-François BLAIS

B.Sc. Biochimie; M.Sc. Microbiologie, Université Laval

Directeur de recherche: Rajeshwar D. TYAGI

Codirecteur: Jean-François AUCLAIR

Titre de la thèse: "Bilixiviation des métaux lourds des boues d'épuration municipales: aspects microbiologiques"

Date de certification: 5 mai 1992

Michel CROWLEY

B.Sc. Biologie; M.Sc. Biologie, Université Laval

Directeur de recherche: Jean-Louis SASSEVILLE

Titre de la thèse: "Le marché politique comme mécanisme de réduction de l'incertitude dans le contrôle de la pollution: le cas de l'assainissement des eaux usées municipales au Québec de 1978 à 1987"

Date de certification: 19 décembre 1991

Georges GANGBAZO

B.Sc. Génie rural; M.Sc. Génie rural, Université Laval

Directeur de recherche: Denis COUILLARD

Codirecteur: Daniel CLUIS

Titre de la thèse: "Effet des événements hydrologiques sur les pertes de l'azote et de phosphore résultant de l'épandage du lisier de porc"

Date de certification: 8 octobre 1991

Lise PARENT, boursière CRSNG

B.Sc. Biologie; M.Sc. Sciences de l'environnement, Université du Québec à Montréal

Directeur de recherche: Peter G.C. CAMPBELL

Titre de la thèse: "Biodisponibilité de l'aluminium dans les eaux douces en relation avec les pluies acides"

Date de certification: 10 mars 1992

5 - PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS

5.1 Articles publiés dans des revues scientifiques

- P000391 ASHKAR³, F., BOBÉE, B., BERNIER⁴, J. (1992).
91-92 Separation of skewness: reality of regional artifact. *J. Hydraul. Eng., ASCE*, 118(3): 460-475.
- P000426 BANTON, O., LAFRANCE, P., VILLENEUVE, J.P. (1992).
91-92 Délimitation des périmètres de protection des puits de pompage en zone agricole à l'aide de la simulation mathématique. *Revue des Sciences de l'Eau*, 5(2): 211-227.
- P000474 BANTON, O., LAFRANCE, P., MARTEL⁴, R., VILLENEUVE, J.P. (1992).
91-92 Planning of soil-pore water sampling campaigns using pesticide transport modelling. *Ground Water Monit. Rev.*, 12(3): 195-202.
- P000467 BERNIER, M., FORTIN, J.P., PESANT⁴, A. (1992).
91-92 Utilisation de boisés de conifères pour étalonner des données RAS. *J. can. télédétection*, 18(2): 73-88.
- P000410 BLAIS, J.F., AUCLAIR, J.C., TYAGI, R.D. (1992).
91-92 Cooperation between two THIOBACILLUS strains for heavy metals removal from municipal sludge. *Can. J. Microbiol.*, 38: 181-187.
- P000412 BLAIS, J.F., TYAGI, R.D., AUCLAIR, J.C., HUANG⁴, C.P. (1992).
91-92 Comparison of acid and microbial leaching for metal removal from municipal sludge. *Water Sci. Technol.*, 26(1/2): 197-206.
- P000446 BLAIS, J.F., TYAGI, R.D., AUCLAIR, J.C., LAVOIE⁴, M.C. (1992).
91-92 Indicator bacteria reduction in sewage sludge by a metal bioleaching process. *Water Res.*, 26(4): 487-495.
- P000429 BOBÉE, B., VILLENEUVE, J.P. (1991).
91-92 L'INRS-Eau: le domaine des sciences de l'eau. *Sécheresse/Science et changements planétaires*, 2(1): 81-83.
- P000401 CARIGNAN, R., LEAN⁴, D.R.S. (1991).
91-92 Regeneration of dissolved substances in a seasonally anoxic lake: The relative importance of processes occurring in the water column and the sediments. *Limnol. Oceanogr.*, 36(4): 683-707.
- P000466 COUILLARD, D. (1992).
91-92 Appropriate wastewater management technologies using peat. *J. Environ. Syst.*, 21(1): 1-19.

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

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

- P000469
91-92 COUILLARD, D., CHARTIER, M. (1991).
Removal of metals from aerobic sludges by biological solubilization in batch reactors. *J. Biotechnol.*, 12(12): 1095-1106.
- P000440
91-92 COUILLARD, D., CHARTIER, M., MERCIER, G. (1991).
Importance du pH et du potentiel d'oxydo-réduction sur la solubilisation biologique des métaux dans des boues digérées en aérobiose. *Environ. Technol.*, 12(12): 1095-1105.
- P000450
91-92 COUILLARD, D., MERCIER, G. (1991).
Procédé de solubilisation biologique des métaux dans les boues anaérobies d'épuration: filtrabilité, neutralisation et teneurs en N et P des boues traitées. *Rev. can. génie chim.*, 69(3): 779-787.
- P000396
91-92 COUILLARD, D., ZHU, S. (1992).
Alternative energy substrates for bacterial leaching of heavy metals from sewage sludge. *Can. J. Civil Eng.*, 19(2): 359-360.
- P000413
91-92 COUILLARD, D., ZHU, S. (1992).
Bacterial leaching of heavy metals from sewage sludge for agricultural application. *Water Air Soil Pollut.*, 63(1/2): 67-80.
- P000423
91-92 COUILLARD, D., ZHU, S. (1992).
Control strategy for the activated sludge process under shock loading. *Water Res.*, 26(5): 649-655.
- P000462
91-92 DE VITRE⁴, R., BELZILE³, N., TESSIER, A. (1991).
Speciation and adsorption of arsenic on diagenetic iron oxyhydroxides. *Limnol. Oceanogr.*, 36(7): 1480-1485.
- P000416
91-92 DUCKSTEIN⁴, L., BOBÉE, B., ASHKAR³, F. (1991).
A multiple criteria decision modelling approach to selection of estimation techniques for fitting extreme floods. *Stochastic Hydrol. Hydraul.*, 5(3): 227-238.
- P000443
91-92 GACHTER³, R., TESSIER, A., SZABO⁴, E., CARIGNAN, R. (1992).
Measurement of total dissolved phosphorus in small volumes of iron rich interstitial water. *Aquat. Sci.*, 54(1): 1-9.
- P000424
91-92 GANGBAZO, G., PESANT⁴, A.R., CLUIS, D., COUILLARD, D. (1992).
Étude en laboratoire du ruissellement et de l'infiltration de l'eau suite à l'épandage du lisier de porc. *Can. Agric. Eng.*, 34(1): 17-26.
- P000404
91-92 HARE, L., CAMPBELL, P.G.C. (1992).
Temporal variations of trace metals in aquatic insects. *Freshwater Biol.*, 27(1): 13-27.
- P000463
91-92 HARE, L., TESSIER, A., CAMPBELL, P.G.C. (1991).
Trace element distributions in aquatic insects: variations among genera, elements, and lakes. *Can. J. Fisheries Aquat. Sci.*, 48(8): 1481-1491.
- P000311
91-92 ISABEL³, D., VILLENEUVE, J.P. (1991).
Significance of the dispersion coefficient in the stochastic modelling of pesticides transport in the unsaturated zone. *Ecol. Model.*, 59: 1-10.
- P000415
91-92 JAIN, D.K., TYAGI, R.D. (1992).
Leaching of heavy metals from anaerobic sewage sludge by sulfur-oxidizing bacteria. *Enzyme Microb. Technol.*, 14: 376-383.

- P000444 91-92 JAIN, D.K., TYAGI, R.D., KLUEPFEL⁴, D., AGBEBAVI⁴, T.J. (1991).
Production of propionic acid from whey ultrafiltrate by immobilized cells of *PROPIONIBACTERIUM SHERMANII* in batch process. *Process Biochem.*, 26(4): 217-223.
- P000417 91-92 LABERGE, C., JONES, H.G. (1991).
A statistical approach to field measurements of the chemical evolution of cold (0 °C) snowcover. *Environ. Monit. Assess.*, 17: 201-216.
- P000439 91-92 LACHANCE, M., BOBÉE, B., DE MARSILY⁴, G. (1991).
Multivariate analysis of the water quality of a set of Quebec lakes: finding watershed explicative factors of the acidification process. *Can. J. Civil Eng.*, 18: 644-653.
- P000420 91-92 LAFRANCE, P., SALVANO, E., VILLENEUVE, J.P. (1992).
Effet de l'herbicide atrazine sur la respiration et l'ammonification de l'azote organique dans un sol agricole au cours d'une incubation. *Can. J. Soil Sci.*, 72(1): 1-12.
- P000442 91-92 LECLERC, M., BELLEMARE, J.F., TRUSSARD⁴, S. (1990).
Simulation hydrodynamique de l'estuaire supérieur du fleuve Saint-Laurent (Canada) avec un modèle aux éléments finis couvrant-découvrant. *Rev. can. génie civil*, 17(5): 739-751.
- P000473 91-92 MORIN, G., SLIVITZKY, M. (1992).
Impacts de changements climatiques sur le régime hydrologique: le cas de la rivière Moisie. *Revue des Sciences de l'Eau*, 5(2): 179-195.
- P000405 91-92 NELSON³, W.O., CAMPBELL, P.G.C. (1991).
The effects of acidification on the geochemistry of Al, Cd, Pb and Hg in freshwater environments: a literature review. *Environ. Pollut.*, 71: 91-130.
- P000455 91-92 PADILLA, F., VILLENEUVE, J.P. (1992).
Modeling and experimental studies of frost heave including solute effects. *Cold Reg. Sci. Technol.*, 20: 183-194.
- P000432 91-92 ROBERT⁴, C., BANTON, O., LAFRANCE, P., VILLENEUVE, J.P. (1992).
Analyse de sensibilité paramétrique d'un modèle simulant le transport de pesticide dans le sol. *Revue des Sciences de l'Eau*, 5(2): 197-210.
- P000447 91-92 TYAGI, R.D. (1992).
Microbial leaching of metals from municipal sludge: effects of sludge solids concentration. *Process Biochem.*, 27: 89-96.
- P000458 91-92 TYAGI, R.D., GUPTA⁴, S.K., CHAND⁴, S. (1992).
Process engineering studies on continuous ethanol production by immobilized *S. CEREVISIAE*. *Process Biochem.*, 27: 23-32.
- P000464 91-92 TYAGI, R.D., TRAN³, F.T., CHOWDHURY⁴, A.K.M.M. (1992).
Performance of RBC coupled to polyurethane foam to biodegrade petroleum refinery wastewater. *Environ. Pollut.*, 76(1): 61-70.
- P000419 91-92 WILKINSON, K.J., JONES, H.G., CAMPBELL, P.G.C., LACHANCE, M. (1992).
Estimating organic acid contributions to surface water acidity in Quebec (Canada). *Water Air Soil Pollut.*, 61: 57-74.

5.2 Publications sans arbitrage

- C000257 COUILLARD, D. (1991).
91-92 Effect of urban runoff on wastewater treatment. *R. & D. News, Environmental Science and Engineering*, 4(3): 32-36.
- C000256 COUILLARD, D. (1991).
91-92 Comparing bioreactors for heavy metal leaching. *ENVIROTECH-Environmental Conservation and Restoration Technology - Abstracts*, 2(8): 7.
- C000261 COUILLARD, D., MORIN, G. (1992).
91-92 Water quality modelling of BOD and DO in rivers using a hydrological model. Dans: *Biological degradation of wastes. New titles: Bio/waste, mass, degradation*, Elsevier Science Publishers Ltd, publication no C3/42000/JAN92, janvier 1992, p. 2.
- C000266 COUILLARD, D., ZHU, S. (1992).
91-92 Control strategy for shock loading. *R. & R. News, Environmental Science and Engineering*, 5(1): 38-44.
- C000245 JONES, H.G. (1991).
91-92 An ice-core sample from the North Polar Cap of Mars: some reflections on the nature of the physico-chemical profile and the reading of the environmental record. *Space Science Reviews*: 56: 43-57.
- C000244 JONES, H.G., ROBERGE, J. (1992).
91-92 Nitrogen dynamics in sub-ice waters of a small boreal lake during snowmelt. *EOS Trans. AGU*, 73(14): 15, spring meeting suppl.
- C000248 JONES, H.G., STEIN, J., SOCHANSKA, W. (1991).
91-92 Simulation of meltwater composition in boreal forest sites: laboratory and field calibration of three model variants. *Proceedings of the Eastern Snow Conference, 48th Annual meeting*, Guelph, Ontario, juin 1991, pp. 105-118.
- C000259 LAFLEUR, R., COUILLARD, D., GUAY, R. (1991).
91-92 Removal of heavy metals from sewage sludge. *R. & D. News, Environmental Science and Engineering*, 4(5): 30-35.
- C000255 SASSEVILLE, J.L. (1991).
91-92 Vers des "durées en programme" efficaces. *Colloque sur les études avancées*, Québec, Université du Québec, octobre 1991, 29 p.
- C000262 TYAGI, R.D., COUILLARD, D. (1992).
91-92 An innovative biological process for heavy metals removal from municipal sludge. Dans: *Biological degradation of wastes. New titles: Bio/waste, mass, degradation*, Elsevier Science Publishers Ltd, publication No C3/42000/JAN92, janvier 1992, p. 2.
- C000258 TYAGI, R.D., COUILLARD, D., TRAN³, F.T. (1991).
91-92 Leaching of metals from sludge. *R. & D. News, Environmental Science and Engineering*, 4(3): 32-36.
- C000263 TYAGI, R.D., KLUEPFEL⁴, D., COUILLARD, D. (1992).
91-92 Bioconversion of cheese whey to organic acids. Dans: *Bioconversion of waste materials to industrial products. New titles: Bio/waste, mass, degradation*, Elsevier Applied Science Ltd, publication no C3/42000/JAN92, janvier 1992, p. 1.

5.3 Communications avec arbitrage ou sur invitation

Communications publiées avec comptes rendus de conférences

- S000372
91-92 AIT-SSI, L., BANTON, O., VILLENEUVE, J.P. (1991).
Stochastic modelling of the transport of pesticides in soils and groundwaters, application to the vulnerability of wells. International Conference on Water Resources, 2nd. Computer Methods and Water Resources 2, D. Ouazar, D. Ben Sari, C.A. Brebbia (Eds), Marrakesh, Morocco, février 1991, Proceedings, Co-pub. Comput. Mech. Pub./Springer-Verlag, pp. 141-152.
- S000442
91-92 AMYOT³, M., PINEL-ALLOUL⁴, B., CAMPBELL, P.G.C. (1992).
Bioaccumulation de métaux lourds chez un amphipode en relation avec la contamination des sédiments. Proceedings, 18th Annual Aquatic Toxicity Workshop, A.J. Niimi & M.C. Taylor (Eds), Ottawa, septembre/octobre 1991. Compte-rendu publié dans: Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques, no 1863, pp. 67-80.
- S000394
91-92 ASHKAR³, F., BRUNEAU³, P., BOBÉE, B. (1991).
Probability distribution of levels from joint probability of stream flows. International Conference on Water Resources, 2nd. Computer Methods and Water Resources 2, D. Ouazar, D. Ben Sari, C.A. Brebbia (Eds), Marrakesh, Morocco, février 1991, Proceedings, Co-pub. Comput. Mech. Pub./Springer-Verlag, pp. 185-197.
- S000433
91-92 BANTON, O., CARON³, J., VILLENEUVE, J.P. (1991).
Stochastic modeling of solute movement within structured clay soils. Symposium on "Preferential Flow", Chicago, décembre 1991. Compte-rendu publié dans: Am. Soc. Agric. Engin., ASAE, St. Joseph, MI, pp. 299-307.
- S000451
91-92 BARRETTE, L.M., COUILLARD, D. (1991).
Lixiviation bactérienne d'un terril de gisement sulfureux à l'aide d'un bioréacteur à ascension pneumatique. Second International Conference on the Abatement of Acidic Drainage, Montréal, CANMET, septembre 1991, v. 1, paper no 5.3, pp. 315-334.
- S000461
91-92 BERNIER, M., FORTIN, J.P. (1991).
Evaluation of the potential of C- and X-band SAR data to monitor dry wet snow cover. IGARSS'91 proceedings, Helsinki, Finland, 1991, v. IV, pp. 2315-2318.
- S000458
91-92 BERNIER, M., FORTIN, J.P. (1991).
Suivi du couvert nival par radar: résultats obtenus dans le sud du Québec. 7ième Congrès de l'Association québécoise de télédétection, Montréal, octobre 1991, pp. 83-92.
- S000473
91-92 BERNIER, M., FORTIN, J.P. (1992).
Potential of SAR data for snow cover monitoring. Proceedings IGARSS'92, Houston, Texas, mai 1992, pp. 1664-1666.
- S000426
91-92 CAMARA³, O., CLUIS, D. (1991).
Variabilidad espacial de algunas propiedades fisico-químicas de una parcela experimental afectada por la salinidad en el Valle Del Yaqui, Mexico. International Seminar on Efficient Water Use, octobre 1991, Mexico, D.F., Proceedings, pp. 312-319.
- S000439
91-92 CLUIS, D. (1992).
Evaluation of the contribution of animal husbandry to the contamination of surface waters. Symposium canadien d'hydrologie CHS 92, Winnipeg, 1992, Proceedings, pp. 423-432.

- S000435
91-92 CLUIS, D., QUENTIN, E., MARCEAU, P. (1991).
Évaluation des données d'utilisation du sol acquises par classification d'une image LANDSAT et intégrées dans un système d'information géographique à vocation environnementale. 7ième Congrès de l'Association québécoise de télédétection, Montréal, octobre 1991. Compte-rendu publié dans *Télédétection et gestion des ressources*, v. 7, pp. 64-70.
- S000457
91-92 DUPONT, P., LECLERC, M., FORTIN, J.P., CLEARY⁴, L. (1991).
Fleuve Saint-Laurent: caractérisation par télédétection aéroportée et essai de traçage de la diffusivité de l'écoulement dans le tronçon Tracy-Lac Saint-Pierre. 7ième Congrès de l'Association québécoise de télédétection, Montréal, octobre 1991, pp. 241-248.
- S000459
91-92 FORTIN, J.P., BERNIER, M. (1991).
La transformation de données acquises par télédétection en données utiles pour le modèle hydrologique HYDROTEL. 7ième Congrès de l'Association québécoise de télédétection, Montréal, octobre 1991, pp. 181-188.
- S000460
91-92 FORTIN, J.P., BERNIER, M. (1991).
Processing of remotely sensed data to derive useful input data for the HYDROTEL hydrological model. IGARSS'91 proceedings, Espoo, Finland, 1991. v.1, pp. 63-66.
- S000464
91-92 FORTIN, J.P., BERNIER, M., BISSON⁴, J.L. (1991).
Use of satellite data for short term streamflow forecasting with the HYDROTEL model. IGARSS'92 proceedings, Houston, Texas, mai 1992, pp. 51-53.
- S000436
91-92 JONES, H.G., AUCLAIR, J.C., CLUIS, D., OUELLET, M. (1991).
Propriétés chimiques successives de précipitations acides de l'eau de pénétration par les frondaisons et qualité de l'eau des cours d'eau dans un peuplement de bouleaux jaunes, parc des Laurentides, Canada. Effets des pluies acides sur les ressources forestières, P.J. Rennie et G. Robitaille (Eds), Ottawa, Forêts Canada, 1991, pp. 461-484. (Rapport Fo46-13/35-1991F).
- S000425
91-92 LECLERC, M., BOBÉE, B., BOUDREAULT³, P., SHOONER⁴, G., CORFA⁴, G. (1991).
Instream flow incremental methodology and 2-D hydrodynamic modeling: efficient tools to determine guaranteed minimum flow for biological purposes. International Conference on Water Resources, 2nd. Computer Methods and Water Resources 2, D. Ouazar, D. Ben Sari, C.A. Brebbia (Eds), Marrakesh, Morocco, février 1991, Proceedings, Co-pub. Comput. Mech. Pub./Springer-Verlag, pp. 289-300.
- S000376
91-92 MARINEAU, L., LAFRANCE, P., VILLENEUVE, J.P. (1991).
The influence of natural organic substances found in groundwater on the adsorption and the mobility of pentachlorophenol in soil. First International Conference on Water Pollution: Modeling, Measuring and Prediction, L.C. Wrobel & C.A. Brebbia (Eds), Southampton, U.K., septembre 1991, Proceedings, Co-pub. Comput. Mech. Pub./Elsevier Appl. Sci., pp. 413-426.
- S000422
91-92 MATHIER, L., PERREAULT, L., BOBÉE, B., ASHKAR³, F. (1991).
Frequency analysis of water deficit duration and severity. International Conference on Water Resources, 2nd. Computer Methods and Water Resources 2, D. Ouazar, D. Ben Sari, C.A. Brebbia (Eds), Marrakesh, Morocco, février 1991, Proceedings, Co-pub. Comput. Mech. Pub./Springer-Verlag, pp. 141-156.
- S000437
91-92 OUELLET, M., JONES, H.G. (1991).
La neige indicatrice de la pollution atmosphérique par le fluor. Dans: Effets des pluies acides sur les ressources forestières, P.J. Rennie et G. Robitaille (Eds), Ottawa, Environnement Canada, 1991. Compte-rendu de la conférence tenue à Sainte-Foy, Québec, juin 1983, pp. 540-547.

- S000441 PELLERIN-MASSICOTTE⁴, J., ST-PIERRE⁴, C., MAYRAND⁴, E., CAMPBELL, P.G.C. (1992).
91-92 Réponses biochimiques au cadmium chez ANODONTA GRANDIS en milieu aquatique. Proceedings, 18th Annual Aquatic Toxicity Workshop, A.J. Niimi et M.C. Taylor (Eds), Ottawa, septembre/octobre 1991, Compte-rendu publié dans: Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques, no 1863, pp. 325-329.
- S000485 TESSIER, A., CAMPBELL, P.G.C. (1991).
91-92 Abiotic factors involved in predicting trace metal levels in freshwater bivalves. Proceedings, Technology Transfer Conference, Toronto, Ontario, 1991, v. 1: 207-210.
- S000434 TRÉPANIÉ, L., BANTON, O., VILLENEUVE, J.P. (1991).
91-92 Évaluation de la contamination des eaux souterraines par les fertilisants azotés inorganiques. 37th Annual Meeting of the Canadian Society of Soil Science, Frédéricton, Nouveau-Brunswick, juillet 1991, p. 22.
- S000448 TYAGI, R.D., BLAIS, J.F., AUCLAIR, J.C. (1991).
91-92 Simultaneous municipal sludge digestion and microbial metal leaching. 26e Symposium canadien pour la recherche sur la pollution de l'eau, (ACRPEM), février, 1991, Burlington, Canada, p. 73.
- S000446 TYAGI, R.D., BLAIS, J.F., AUCLAIR, J.C. (1991).
91-92 Simultaneous municipal sludge digestion and microbial metal leaching. International Conference on Heavy Metals in the Environment, Proceedings, Edinburgh, CEP Consultants, septembre 1991, v. 2, pp. 91-94.
- S000438 VILLENEUVE, J.P., LAVALLÉE³, P., CYR⁴, J.F., MARCOUX³, C., ABI-ZEID, I., BENOIT, J. (1991).
91-92 La gestion dynamique des eaux de débordement de réseaux unitaires sur le territoire de la Communauté urbaine de Québec. Dans: 14e symposium international sur le traitement des eaux usées, 3e atelier sur l'eau potable, Montréal, AQTE, novembre 1991, pp. 495-519.

Communications avec arbitrage sans comptes rendus

- S000375 AYELE⁴, J., MAZET⁴, M., LAFRANCE, P., DESJOBERT⁴, C., FABRE⁴, B. (1991).
91-92 A contribution to the control of groundwater pollution by atrazine: the influence of organic matter. Silver Jubilee Conference: "The changing face of Europe - Disasters, Pollution and the Environment", University of Bradford, United Kingdom, septembre 1991.
- S000444 BLAIS, J.F., TYAGI, R.D., MEUNIER, N. (1992).
91-92 Microbial colonization of elemental sulfur in sewage sludge in relation to metal leaching. Water Quality International '92, IAWPRC 16th Biennial Conference & Exposition, Washington, D.C., USA, mai 1992.
- S000469 BOUDREAULT³, P., LECLERC, M., CLEARY⁴, L. (1992).
91-92 SOCIOUS: un système informatisé pour le bilan toxique du fleuve Saint-Laurent. Conférence présentée aux assises annuelles de l'Association québécoise des techniques de l'eau, Montréal, Palais des congrès, avril 1992.
- S000475 CHAKROUN⁴, H., BONN⁴, F., FORTIN, J.P. (1992).
91-92 Intégration d'un modèle hydrologique conçu pour la télédétection et d'un modèle de perte de sol pour l'estimation de l'érosion dans un bassin versant. Symposium international sur l'érosion des terres agricoles en milieu tempéré de plaines et de collines, Paris, mai 1992.

- S000466
91-92 CHANUT⁴, J.P., LACHANCE, M., SIMARD³, S. (1991).
Évolution spatio-temporelle de la qualité de l'eau d'un ensemble de lacs du Québec. Association canadienne pour la recherche sur la pollution de l'eau et sa maîtrise, 7e symposium de l'Est du Canada pour la recherche sur la pollution de l'eau, Rimouski, septembre 1991.
- S000440
91-92 CLUIS, D. (1992).
Des nouvelles technologies pour une gestion intégrée à l'échelle du bassin versant. Conférence présentée aux assises annuelles de l'Association québécoise des techniques de l'eau, Montréal, Palais des congrès, avril 1992.
- S000449
91-92 COUILLARD, D., MERCIER, G. (1991).
Solubilisation biologique des métaux des boues aérobies et anaérobies d'épuration des eaux usées. Symposium international biotechnologies et environnement, Montréal, septembre 1991.
- S000462
91-92 DE SEDE³, M.H., DUCRUC⁴, J.P., FORTIN, J.P. (1991).
Approche écologique à la gestion hydrologique d'un bassin versant agro-forestier. Congrès forestier mondial, Paris, septembre 1991.
- S000467
91-92 DESCHENES, L., SIMARD⁴, R.R., LAFRANCE, P. LAVERDIERE⁴ M.R.,
VILLENEUVE, J.P., PERREAULT, L. (1991).
Relation entre le phosphore et le carbone solubles dans un profil argileux. 4e Congrès de l'Association québécoise des spécialistes en sciences du sol, Drummondville, Québec, octobre 1991.
- S000445
91-92 DESCHENES, L., TYAGI, R.D., BLAIS, J.F., LAFRANCE, P., VILLENEUVE, J.P. (1991).
Oxydation du soufre élémentaire dans la biolixiviation des métaux des boues d'épuration par la microflore indigène. Association canadienne pour la recherche sur la pollution de l'eau et sa maîtrise, 7e symposium de l'Est du Canada pour la recherche sur la pollution de l'eau, Rimouski, septembre 1991.
- S000455
91-92 KLAGHOFER⁴, E., SUMMER³, W., VILLENEUVE, J.P. (1992).
Remarks on the determination of the sediment delivery ration. International IAHS Symposium on Erosion, Debris Flows and Environment in Mountain Regions, Chengdu, China, juillet 1991.
- S000487
91-92 LABERGE, C., CLUIS, D. (1991).
Robust trend detection using parametric methods. Third International Conference on Statistical Methods for the Environmental Sciences, Madison, WI, octobre 1991.
- S000465
91-92 LACHANCE, M., BERTRAND⁴, P., CRISPIN, M., VIGNEAULT⁴, Y., DÉSILETS⁴, L.
(1992).
Cartographie écologique des milieux littoraux des Iles-de-la-Madeleine. Conférence canadienne sur les SIG, Ottawa, mars 1992.
- S000453
91-92 LAFLEUR, R., COUILLARD, D. (1992).
Solubilization of aluminium from anaerobically digested sewage sludge by microbiological means. Water Quality International '92 Conference, 16th Biennial IAWPRC International Conference: Metals and Radionuclides, Pittsburgh, Pennsylvania, Carnegie Mellon University, Dept. of Civil Engineering, mai 1992.
- S000450
91-92 LAFLEUR, R., COUILLARD, D., GUAY, R. (1991).
Étude comparée des procédés de lixiviation biologique et chimique des métaux lourds associés aux boues municipales. BIOQUAL 91, Montréal, Université de Montréal, septembre 1991.

- S000452
91-92 LAFLEUR, R., GUAY, R., LETARTE⁴, R., COUILLARD, D. (1992).
Iron cycle during bio-leaching of aerobically digested sewage sludges using THIOBACILLUS FERROOXIDANS. ASM General Meeting, Nouvelle Orléan, LA, mai 1992.
- S000471
91-92 LECLERC, M., BOUDREAULT³, P. (1991).
Méthodologie du bilan toxique global et d'analyse de la contamination par tronçon du fleuve Saint-Laurent. Dans le cadre des Entretiens Jacques-Cartier. Lyon, décembre 1991. Un compte-rendu sera publié dans les Cahiers de géographie de Lyon.
- S000470
91-92 LECLERC, M., BOUDREAULT³, P., CLEARY⁴, L. (1992).
La modélisation numérique des courants et de la contamination du tronçon Tracy - lac Saint-Pierre. Conférence présentée aux assises annuelles de l'Association québécoise des techniques de l'eau, Montréal, Palais des congrès, avril 1992.
- S000468
91-92 MARINEAU, L., LAFRANCE, P., VILLENEUVE, J.P., FABRE⁴, B., AYELE⁴ J., MAZET⁴, M. (1991).
Adsorption et mobilité du pesticide pentachlorophénol en colonne de sol: influence de la matière organique dissoute. Association canadienne pour la recherche sur la pollution de l'eau et sa maîtrise, 7e symposium de l'Est du Canada pour la recherche sur la pollution de l'eau, Rimouski, septembre 1991.
- S000477
91-92 OUELLET, M. (1991).
Earthquake lights and november 1988 seismicity in the Saguenay Region, Quebec. Dans: Third annual report of the Multi-Agency Group for Neotectonics in Eastern Canada, (MAGNEC), J.A. Heginbottom et J.L. Wallach (Eds), Geological Survey of Canada, Open File Report 2453, p. 21-.
- S000472
91-92 OUELLET, M. (1991).
Sub-aquatic sediment avalanchings in lacustrine basins of the Charlevoix Highlands, Quebec. Dans: Third annual report of the Multi-Agency Group for Neotectonics in Eastern Canada, (MAGNEC), J.A. Heginbottom et J.L. Wallach (Eds), Geological Survey of Canada, Open File Report 2453, p. 52-.
- S000480
91-92 OUELLET, M. (1991).
Seismo-stratigraphy of lake sediments and possible regional paleoseismicity within the province of Quebec. Annual Meeting of the Multi-Agency Group for Neotectonics in Eastern Canada, novembre 1991. Atomic Energy Control Board, Ottawa 1991, Atomic Energy of Canada Board, File 34-5-4-0, pp. 24-25.
- S000456
91-92 OUELLET, M., JONES, H.G. (1991).
Incidences des polluants atmosphériques sur les sédiments lacustres depuis 1940. Dans: Effets des pluies acides sur les ressources forestières, P.J. Rennie et G. Robitaille (Eds), Ottawa, Environnement Canada, 1991. Compte-rendu de la conférence tenue à Sainte-Foy, Québec, juin 1983, p. 567-.
- S000478
91-92 OUELLET, M. (1992).
Geochemistry and grain size of the surficial sediments of lake St-Jean and of the Upper Saguenay Fjord. XI Annual Meeting of the Canadian Society of Limnologists, Proceedings, Halifax, janvier 1992.
- S000479
91-92 OUELLET, M. (1992).
Lake sediments seismo-acoustic studies and regional paleoseismicity in Quebec, Canada. American Geophysical Union, Transactions, (EOS), avril 1992, p. 214.

- S000482
91-92 PADILLA, F. (1991).
Étude expérimentale et simulation numérique du gonflement engendré par le gel dans certains matériaux. Colloque Franco-Canadien: Gazoducs, oléoducs, génie civil en climats arctics. Caen et Paris, France, octobre 1991. Un compte-rendu sera publié.
- S000494
91-92 RAVISHANKAR, R.B., TYAGI, R.D., NARASIAH⁴, K.S. (1992).
Sequential separation and recovery of leachate copper using waste materials. Water Quality International '92, IAWPRC 16th Biennial Conference & Exposition, Washington, D.C., USA, mai 1992.
- S000424
91-92 ROY, R., BOBÉE, B., MATHIER, L. (1991).
Historical and computational contributions to regional flood frequency analysis. International Conference on Water Resources, 2nd. Computer Methods and Water Resources 2, Marrakesch, Morocco, février 1991.
- S000378
91-92 SALVANO, E., LAFRANCE, P., VILLENEUVE, J.P. (1991).
Impact de l'herbicide atrazine sur la minéralisation du carbone et l'ammonification de l'azote organique dans un sol agricole. 37th Annual Meeting of the Canadian Society of Soil Science: "Land Use Implications on Water Quality", Fredericton, N.-B., juillet 1991.
- S000377
91-92 SIMARD⁴, R.R., LAFRANCE, P., LAVERDIERE⁴, M.R., BOUCHER⁴, I., ZIZKA⁴, J.,
ANGERS⁴, D.A., WAUTHY⁴, J.M. (1991).
Soil management effects on the temporal variability of dissolved organic carbon in a clay soil profile. 37th Annual Meeting of the Canadian Society of Soil Science: "Land Use Implications on Water Quality", Fredericton, N.-B., juillet 1991.
- S000454
91-92 TINCELIN, C., COUILLARD, D. (1992).
Removal of heavy metals from basic fly ashes: assessment of a leaching test. Water Quality International '92 Conference, 16th Biennial IAWPRC International Conference: Metals and Radionuclides, Pittsburgh, Pennsylvania, Carnegie Mellon University, Dept. of Civil Engineering, mai 1992.
- S000447
91-92 TYAGI, R.D., BLAIS, J.F., AUCLAIR, J.C. (1991).
Simultaneous municipal sludge digestion and microbial metal leaching. Second Topical Pollution Prevention Conference. American Institute of Chemical Engineering, Pittsburgh, PA., août 1991.
- S000476
91-92 TYAGI, R.D., BLAIS, J.F., AUCLAIR, J.C. (1991).
Simultaneous municipal sludge digestion and microbial metal leaching. AICHE Summer National Meeting, Pittsburg, PA., août 1991.

Conférences sur invitation

- S000303
91-92 BOBÉE, B. (1991).
The gamma and derived distributions applied in hydrology. Tutorial. International Conference on Water Resources, 2nd. Computer Methods and Water Resources 2, Marrakesh, Morocco, février 1991, conférencier invité.
- S000428
91-92 BOBÉE, B., ASHKAR³, F. (1991).
Représentation des événements hydrologiques extrêmes de crue par les distributions statistiques. Rencontres hydrologiques franco-roumaines, École des Mines de Paris, Paris, septembre 1991, conférencier invité.

- S000443
91-92 CAMPBELL, P.G.C. (1991).
Bioavailability of metals in the aquatic environment: analytical, geochemical and biological aspects. 18th Annual Aquatic Toxicity Workshop, Ottawa, septembre/octobre 1991, conférencier invité.
- S000463
91-92 JONES, H.G. (1991).
Seasonal snow covers: the snow chemistry - meltwater chemistry equation. Snow Chemistry and Water Quality, IAHS workshop (HW4), IUGG 202 Assemblée générale, Vienne, août 1991, conférencier invité.
- S000488
91-92 OUELLET, M. (1992).
Sedimentary indicators of paleoseismicity and neotectonism from lacustrine systems: problems and potential. Bedford Institute of Oceanography, Dartmouth, N.S., janvier 1992, conférencier invité.
- S000474
91-92 OUELLET, M., JONES, H.G., AUCLAIR, J.C. (1991).
Propriétés chimiques des précipitations et des eaux fluviales et qualité des eaux et des sédiments lacustres dans les bassins versants recouverts de forêts tempérées nordiques menacées par les apports atmosphériques acides. Dans: Effets des pluies acides sur les ressources forestières, P.J. Rennie et G. Robitaille (Eds), Ottawa, Environnement Canada, 1991. Compte-rendu de la conférence tenue à Sainte-Foy, Québec, juin 1983, pp. 277-314, conférencier invité.
- S000483
91-92 TESSIER, A. (1992).
Binding of trace elements in oxic lake sediments. V.M. Goldschmidt Conference - An International Conference for the Advancement of Geochemistry, Reston, Virginie, mai 1992, conférencier invité.

5.4 Communications sans arbitrage

- C000267
91-92 CHARETTE, J.Y., STEIN, J., JONES, H.G., HENDERSHOT⁴, W.H. (1991).
Développement et application d'un modèle prédictif du choc acide printanier. Conférence sur les pluies acides et la diminution de la couche d'ozone, Montréal, novembre 1991.
- C000260
91-92 COUILLARD, D. (1991).
L'utilisation des boues résiduares pour la fertilisation sylvicole. Présentée dans le cadre des émissions "FEU VERT" au réseau de télévision Radio-Québec, les 10 décembre 1991 (20:30 heures), 15 décembre 1991 (17:00 heures). Reprises les 31 mars 1992 (20:30 heures) et 6 avril 1992 (17:00 heures).
- C000246
91-92 JONES, H.G., AUCLAIR, J.C., CLUIS, D., OUELLET, M. (1991).
Caractéristiques chimiques des précipitations saisonnières et influence qu'elles ont sur l'eau des cours d'eau et des lacs dans le parc des Laurentides, région du Québec, Est du Canada. Dans: Effets des pluies acides sur les ressources forestières, P.J. Rennie et G. Robitaille (Eds), Ottawa, Environnement Canada, 1991. Compte-rendu de la conférence tenue à Sainte-Foy, Québec, juin 1983, p. 485.
- C000269
91-92 LECLERC, M. (1991).
La nature des modèles numériques de l'habitat du saumon dans le contexte du projet hydroélectrique Sainte-Marguerite - Moisie. Comité d'examen de la recevabilité des études d'impact d'avant-projet - MENVIQ, octobre 1991.

- C000268 LECLERC, M. (1991).
91-92 Atlas environnemental du Saint-Laurent: co-rédacteur de la planche- un fleuve, des estuaires, un golfe: les grandes divisions hydrographiques du Saint-Laurent. Université Laval, dépt. de géographie, pour le Centre Saint-Laurent.
- C000273 TYAGI, R.D., DU, Y.G. (1992).
91-92 Operational control of the activated sludge process using neural networks. IWPRC 16th Biennial International Conference, Washington, D.C., mai 1992.
- C000272 TYAGI, R.D., DU, Y.G. (1991).
91-92 Neural model for effects of heavy metals on microbial growth in activated sludge process. Asian Water Qual 91, 3rd IAWPRC Regional Conference On Development and Water Pollution Control, Shanghai, P.R., Chine, novembre 1991.
- C000271 TYAGI, R.D., TRAN³, F.T., CHOWDHURY⁴, A.K.M.M. (1991).
91-92 Biodegradation of petroleum refinery wastewater in rotating biological contactor. Second International Conference on Waste Management in the Chemical Petrochemical Industries Toxics Management, Tulane University, U.S., sponsored by IAWPRC & Tulane University, juin 1991.

5.5 Rapports scientifiques ou techniques

- R000349 BANTON, O., CHAPDELAINÉ, M.C., LAROCQUE, M., TRÉPANIÉ, L.,
91-92 VILLENEUVE, J.P. (1992).
Évaluation des pertes de composés azotés dans les eaux souterraines lors de l'épandage des fumiers et lisiers. Développement d'un outil d'évaluation. INRS-Eau, rapport scientifique no 309, (pagination multiple). (Projet PARDE).
- R000345 BANTON, O., VILLENEUVE, J.P., AIT-SSI, L., ALPHA⁴, A., TRAORÉ⁴, A.Z., MARIKO⁴,
91-92 A. (1991).
Hydrogéologie et contamination de la nappe phréatique alimentant la ville de Bamako (Mali). INRS-Eau, rapport scientifique no 345, 106p. (Dans le cadre d'une subvention du CRDI).
- R000355 BLAIS, J.F., SASSEVILLE, J.L., TYAGI, R.D. (1992).
91-92 Évaluation environnementale de la politique de contrôle des drainages miniers acides: le cas des choix technologiques. INRS-Eau, rapport scientifique no 355, 69 p. Rapport préparé pour le compte du Conseil canadien de la recherche sur les évaluations environnementales (CCREE).
- R000324 BOUDREAU³, P., LECLERC, M., DESJARDINS⁴, P., LAREAU⁴, J., LEBLANC⁴, B.,
91-92 CLEARY⁴, L. (1991).
Mise à jour et validation des données industrielles des cinquante établissements prioritaires du Plan d'action Saint-Laurent. Rapport 1. INRS-Eau, rapport scientifique no 324, 29p., 1 annexe. (Dans le cadre d'une entente institutionnelle entre l'INRS-Eau et le Centre Saint-Laurent, Environnement Canada).
- R000325 BOUDREAU³, P., LECLERC, M., DESJARDINS⁴, P., LAREAU⁴, J., LEBLANC⁴, B.,
91-92 CLEARY⁴, L. (1991).
Évaluation des apports en contaminants au fleuve Saint-Laurent en provenance des tributaires. Rapport 2 : rapport ASSEAU. INRS-Eau, rapport scientifique no 325. (Dans le cadre d'une entente institutionnelle entre l'INRS-Eau et le Centre Saint-Laurent, Environnement Canada).

- R000326 BOUDREAU³, P., LECLERC, M., DESJARDINS⁴, P., LAREAU⁴, J., LEBLANC⁴, B., CLEARY⁴, L. (1991).
91-92 Bilan des apports toxiques et inventaire des usages du fleuve Saint-Laurent. Rapport 3. V. 3: Secteur Tracy - lac Saint-Pierre, ZIP 11. Rapport ASSEAU. INRS-Eau, rapport scientifique no 326, 123 p. (Dans le cadre d'une entente institutionnelle entre l'INRS-Eau et le Centre Saint-Laurent, Environnement Canada).
- R000329 BOUDREAU³, P., LECLERC, M., DESJARDINS⁴, P., LAREAU⁴, J., LEBLANC⁴, B., CLEARY⁴, L. (1991).
91-92 Bilan des apports toxiques et inventaire des usages du fleuve Saint-Laurent. Rapport 3. V. 4: Secteur Trois-Rivières à Québec. ZIP 12, 13 et 14. Rapport ASSEAU. INRS-Eau, rapport scientifique no 329, 107 p. (Dans le cadre d'une entente institutionnelle entre l'INRS-Eau et le Centre Saint-Laurent, Environnement Canada).
- R000328 BOUDREAU³, P., LECLERC, M., DESJARDINS⁴, P., LAREAU⁴, J., LEBLANC⁴, B., CLEARY⁴, L. (1991).
91-92 Bilan des apports et inventaire des usages du fleuve Saint-Laurent. Rapport 3. V. 1: Secteur Cornwall à Beauharnois ZIP 1, 2, 3 et 4. Rapport ASSEAU. INRS-Eau, rapport scientifique no 328, 97 p. (Dans le cadre d'une entente institutionnelle entre l'INRS-Eau et le Centre Saint-Laurent, Environnement Canada).
- R000327 BOUDREAU³, P., LECLERC, M., DESJARDINS⁴, P., LAREAU⁴, J., LEBLANC⁴, B., CLEARY⁴, L. (1991).
91-92 Bilan des apports toxiques et inventaire des usages du fleuve Saint-Laurent. Rapport 3. V. 2: Secteur Beauharnois à Lanoraie, ZIP 5, 6, 7, 8, 9 et 10. Rapport ASSEAU. INRS-Eau, rapport scientifique no 327, 148 p. (Dans le cadre d'une entente institutionnelle entre l'INRS-Eau et le Centre Saint-Laurent, Environnement Canada).
- R000332 BOUDREAU³, P., LECLERC, M., DESJARDINS⁴, P., LAREAU⁴, J., LEBLANC⁴, B., CLEARY⁴, L. (1991).
91-92 Bilan des apports toxiques et inventaire des usages du fleuve Saint-Laurent. Rapport 3. V. 5: Synthèse des apports toxiques des sources majeures de contamination - bilan pour le tronçon Cornwall - Québec. Rapport ASSEAU. INRS-Eau, rapport scientifique no 332. (Dans le cadre d'une entente institutionnelle entre l'INRS-Eau et le Centre Saint-Laurent, Environnement Canada).
- R000333 BOUDREAU³, P., LECLERC, M., OUZILLOT⁴, F., CLEARY⁴, L. (1991).
91-92 Guide de l'utilisateur, système SGBD (Système de gestion de base de données) - SIG (système d'information géographique). Rapport 4. Rapport ASSEAU. INRS-Eau, rapport scientifique no 333. (Dans le cadre d'une entente institutionnelle entre l'INRS-Eau et le Centre Saint-Laurent, Environnement Canada).
- R000334 BOUDREAU³, P., LECLERC, M., CLEARY⁴, L. (1991).
91-92 Manuel de conception. Système SGBD-SIG. Rapport 5. Rapport ASSEAU. INRS-Eau, rapport scientifique no 334, (pagination multiple). (Dans le cadre d'une entente institutionnelle entre l'INRS-Eau et le Centre Saint-Laurent, Environnement Canada).
- R000347 COUILLARD, D., BÉDARD³, S., ZHU, S. (1991).
91-92 Contrôle adaptif du procédé à boues activées. INRS-Eau, rapport scientifique no 347, 50p.
- R000348 COUILLARD, D., CHARTIER, M., MERCIER, G. (1991).
91-92 Optimisation de la solubilisation biologique des métaux lourds dans les boues aérobies en mode cuvée. INRS-Eau, rapport scientifique no 348, 212 p., 21 annexes.

- R000343
91-92 FORTIN, J.P., GRATTON, D. (1991).
Suivi opérationnel du couvert nival par télédétection en vue des prévisions hydrologiques. INRS-Eau, rapport scientifique no 343, 50 p.
- R000353
91-92 GRATTON, D., MARCEAU, D., FORTIN, J.P. (1992).
Description de la situation actuelle et des besoins en gestion forestière dans les provinces et territoire du Canada, à l'exception du Québec. INRS-Eau, rapport scientifique no 353, 33 p.
- R000342
91-92 LACHANCE, M., CRISPIN, M. (1991).
Développement d'un modèle conceptuel d'un système de gestion intégrée des habitats du poisson du milieu littoral. INRS-Eau, rapport scientifique no 342, 18 p., 1 annexe. Pour le ministère des Pêches et Océans du Canada, Div. de la gestion de l'habitat du poisson.
- R000316
91-92 LECLERC, M., BOUDREAU, P., SOCHANSKA, W., LALUMIERE⁴, J., VILLENEUVE, D., NZAKIMUENA⁴, J.T., BELZILE⁴, L. (1991).
Étude environnementale faune ichtyenne, vol. 3: Modélisation numérique des habitats à ouananiche d'un tronçon représentatif de la rivière Ashuapmushuan (km 68). INRS-Eau, rapport scientifique no 316, 78 p., 1 annexe. (Pour le Groupe Environnement Shooner Inc. et Hydro-Québec - Vice-Présidence Environnement).
- R000317
91-92 LECLERC, M., BOUDREAU, P., BOUDREAULT³, P., FORTIN³, G.R., CLEARY⁴, L. (1992).
Modélisation intégrée du suivi de la qualité des eaux du tronçon Tracy - lac Saint-Pierre. Rapport 1. V. 1- A: Modélisation hydrodynamique des écoulements en eau libre du tronçon Tracy - lac Saint-Pierre. V. 1- B: Annexe infographique: Atlas numérique. INRS-Eau, rapport scientifique no 317, 2 v., 176 p. (En collaboration avec la firme ASSEAU Inc. dans le cadre d'une entente institutionnelle entre l'INRS-Eau et le Centre Saint-Laurent, Environnement Canada).
- R000322
91-92 LECLERC, M., BOUDREAULT³, P., MONTMINY, M., MARTIN, G., BENOIT, J., LAREAU⁴, J. CLEARY⁴, L. (1992).
Le logiciel PANACHE: manuel de l'utilisateur. Rapport 3. INRS-Eau, rapport scientifique no 322, 106 p. (En collaboration avec la firme ASSEAU Inc. dans le cadre d'une entente institutionnelle entre l'INRS-Eau et le Centre Saint-Laurent, Environnement Canada).
- R000318
91-92 LECLERC, M., DUPONT, P., BOUDREAULT³, P., FORTIN, J.P., CLEARY⁴, L. (1992).
Modélisation intégrée du suivi de la qualité de l'eau de tronçon Tracy - lac Saint-Pierre. Rapport 1. V. 2: Caractérisation de la diffusivité des écoulements du tronçon Tracy - lac Saint-Pierre par tests de rhodamine et télédétection aéroportée. INRS-Eau, rapport scientifique no 318, 66 p. (En collaboration avec la firme ASSEAU Inc. dans le cadre d'une entente institutionnelle entre l'INRS-Eau et le Centre Saint-Laurent, Environnement Canada).
- R000321
91-92 LECLERC, M., MONTMINY, M., MARTIN, G., BENOIT, J., BOUDREAULT³, P., CLEARY⁴, L. (1992).
Développement et validation analytique d'un modèle lagrangien de simulation des panaches d'effluents et de tributaires. Rapport 2. INRS-Eau, rapport scientifique no 321, 170 p. (En collaboration avec la firme ASSEAU Inc. dans le cadre d'une entente institutionnelle entre l'INRS-Eau et le Centre Saint-Laurent, Environnement Canada).
- R000338
91-92 LEROUX³, D., ASHKAR³, F., BOBÉE, B. (1991).
L'intégration de la méthode généralisée des moments pour la loi Gamma généralisée dans le logiciel HFA. INRS-Eau, rapport scientifique no 338, 15 p.

- R000354 MARCEAU, D., GRATTON, D., FORTIN, J.P. (1992).
91-92 Interprétation automatisée d'images de télédétection. Revue technologique des principales méthodes d'accentuation et de classification statistique appliquées à l'environnement forestier. INRS-Eau, rapport scientifique, no 354, 53 p.
- R000351 PERREAULT, L., BOBÉE, B. (1992).
91-92 Loi Weibull à deux paramètres. Propriétés mathématiques et statistiques. Estimation des paramètres et des quantiles X_t de période de retour T . INRS-Eau, rapport scientifique no 351, 29 p.
- R000350 PERREAULT, L., BOBÉE, B. (1992).
91-92 Loi généralisée des valeurs extrêmes. Propriétés mathématiques et statistiques. Estimation des paramètres et des quantiles X_t de période de retour T . INRS-Eau, rapport scientifique no 350, 56 p.
- R000352 PERREAULT, L., BOBÉE, B. (1992).
91-92 Loi normale: propriétés mathématiques et statistiques. Estimation des paramètres et des quantiles X_t de période de retour T . INRS-Eau, rapport scientifique no 352, 18 p.
- R000346 PERREAULT, L., BOBÉE, B., FORTIN, V. (1992).
91-92 Approximation des quantiles de la loi Pearson Type 3 standardisée par les polynômes de Tchebichef. INRS-Eau, rapport scientifique no 346, 36 p.
- R000344 SASSEVILLE, J.L. (1991).
91-92 Dimensions critiques du succès du programme et hypothèse de politique de contrôle. INRS-Eau, rapport scientifique no 344, 57 p. (Programme d'aide à l'amélioration de la gestion des fumiers (PAAGF), Ministère de l'Environnement du Québec, diffusion restreinte).

5.6 Rapports internes

- I000109 FORTIN, V., LAVOIE³, M., MONAGHAN³, D. (1992).
91-92 AJUSTE, version 1.1, manuel technique. INRS-Eau, rapport interne no 109, 47 p.
- I000126 LECLERC, M., BOUDREAU, P., CLEARY⁴, L., GOULET⁴, I. (1992).
91-92 Guide d'utilisation du modèle HYDREAU (tronçon Tracy-lac Saint-Pierre), fleuve Saint-Laurent. INRS-Eau, rapport interne no 126, 22 p. (Plan d'action Saint-Laurent).
- I000123 SASSEVILLE, J.L., BLAIS, J.F., BARRETTE, L.M., TYAGI, R.D. (1992).
91-92 Aperçu de l'état d'avancement des connaissances de l'équipe de recherche "BIOLIX". Préliminaire. INRS-Eau, rapport interne no 123. Projet de R & D PMC-1 (partie B).

5.7 Thèses de doctorat et mémoires de maîtrise

- T000137 BARRETTE, L.M. (1991).
91-92 Lixiviation bactérienne d'un terril de gisement sulfureux à l'aide d'un bioréacteur à ascension pneumatique (BAP): Etude de faisabilité technique. Mémoire de maîtrise es Sciences (Eau), Université du Québec, 316 p.

- T000130
91-92 BERNIER, M. (1991).
Évaluation des données d'un radar à antenne synthétique (RAS), en bandes C et X pour la surveillance du couvert de neige. Thèse de doctorat es Sciences (Eau), Université du Québec, 198 p.
- T000143
91-92 BLAIS, J.F. (1992).
Biolithiviation des métaux lourds des boues d'épuration municipales: aspects microbiologiques. Thèse de doctorat es Sciences (Eau), Université du Québec, 259 p.
- T000140
91-92 BROUARD, N. (1992).
Enlèvement des matières en suspension et évolution des pertes de charge en biofiltration des eaux usées domestiques: application sur lit ruisselant. Mémoire de maîtrise es Sciences (Eau), Université du Québec, 123 p., 3 annexes.
- T000129
91-92 COUTURE, S. (1991).
La neige et la pollution atmosphérique: utilisation de la théorie de Kubelka-Munk pour établir un rapport entre l'albédo de la neige et la matière particulaire. Mémoire de maîtrise es Sciences (Eau), Université du Québec, 77 p. (M D 265).
- T000136
91-92 CROWLEY, M. (1991).
Le marché politique comme mécanisme de réduction de l'incertitude dans le contrôle de la pollution: le cas de l'assainissement des eaux usées municipales au Québec de 1978 à 1987. Thèse de doctorat es Sciences (Eau), Université du Québec, 299 p.
- T000134
91-92 GANGBAZO, G. (1991).
Effets des événements hydrologiques sur les pertes d'azote et de phosphore suite à l'épandage de lisier de porc. Thèse de doctorat es Sciences (Eau), Université du Québec, 293 p.
- T000131
91-92 GAUTHIER, É. (1991).
L'utilisation de la modélisation mathématique et des systèmes d'information géographique dans la gestion du risque de contamination des eaux souterraines par les pesticides. Mémoire de maîtrise es Sciences (Eau), Université du Québec, 118 p., 3 annexes.
- T000127
91-92 GERMAIN, L. (1991).
Dynamique des composés azotés et activité microbiologique de la neige au cours de la fonte printanière. Mémoire de maîtrise es Sciences (Eau), Université du Québec, 97 p. (M D 266).
- T000144
91-92 LAFOND, M. (1992).
Étude du potentiel toxique et génotoxique d'un microcosme agricole: sol, eau de ruissellement, fraction S9 de plants de maïs, après épandage de lisier de porc et d'herbicide atrazine en condition de ruissellement. Mémoire de maîtrise es Sciences (Eau), Université du Québec, 143 p., 4 annexes.
- T000126
91-92 LANGLOIS, Y. (1991).
Caractérisation de la variabilité spatiale des propriétés physiques des sols par échantillonnage aléatoire simple. Mémoire de maîtrise es Sciences (Eau), Université du Québec, 155 p. (M D 262).
- T000138
91-92 MARINEAU, L. (1991).
Influence de la matière organique dissoute naturelle provenant d'eau souterraine sur l'adsorption et la mobilité du pentachlorophénol dans un sol sableux. Mémoire de maîtrise es Sciences (Eau), Université du Québec, 115 p.

- T000145 PARENT, L. (1991).
91-92 Biodisponibilité de l'aluminium dans les eaux douces en relation avec les pluies acides. Thèse de doctorat es Sciences (Eau), Université du Québec, 449 p. (M D 56).
- T000139 RODRIGUE, D. (1991).
91-92 Mise au point d'un protocole miniaturisé d'étude de l'activation génotoxique de produits chimiques par l'algue SELENASTRUM CAPRICORNUTUM. Mémoire de maîtrise es Sciences (Eau), Université du Québec, 129 p.
- T000135 SALVANO, E. (1991).
91-92 Utilisation d'indicateurs biologiques pour prédire la persistance d'herbicides en sol agricole. Mémoire de maîtrise es Sciences (Eau), Université du Québec, 115 p.
- T000133 TAILLON, A. (1991).
91-92 Classification de l'occupation des sols à des fins hydrologiques. Mémoire de maîtrise es Sciences (Eau), Université du Québec, 196 p.
- T000141 TRÉPANIÉ, L. (1992).
91-92 Évaluation de l'applicabilité d'un modèle mathématique simulant le devenir des nitrates dans les eaux souterraines agricoles. Mémoire de maîtrise es Sciences (Eau), Université du Québec, 176 p.
- T000142 VACHON, P. (1992).
91-92 Essai de lixiviation de l'aluminium contenu dans les boues rouges par voies chimique et biologique. Mémoire de maîtrise es Sciences (Eau), Université du Québec, 123 p.

5.8 Livres ou ouvrages collectifs

- L00038 BOBÉE, B., ASHKAR³, F., ROY³, R., PERREAULT, L. (1991).
91-92 Risk analysis of hydrological data using gamma family and derived distributions. Dans: Water Resources Engineering Risk Assessment, J. Ganoulis (Ed.), Springer-Verlag, Berlin, 1991, pp. 21-41. (NATO ASI Series, Series G: Ecological Sciences, vol. 29).
- L000029 CAMPBELL, P.G.C., TESSIER, A. (1991).
91-92 Biological availability of metals in sediments: analytical approaches. Dans: Heavy Metals in the Environment, J.-P. Vernet (Ed.), Elsevier Sci. Publ. B.V., Amsterdam, Pays Bas, pp. 161-173.
- L000036 DAVIES³, T.D., TRANTER⁴, M., JONES, H.G. (Eds) (1991).
91-92 Seasonal Snowpacks. Processes of Compositional Change. Springer-Verlag, New York, 1991, 471 p. (NATO ASI Series, Series G: Ecological Sciences, vol. 28).
- L000037 JONES, H.G. (1991).
91-92 Snow chemistry and biological activity: a particular perspective on nutrient cycling. Dans: Seasonal Snowpacks: Processes of Compositional Change, T.D. Davies, M. Tranter, H.G. Jones (Eds), Springer-Verlag, New York, 1991, pp. 173-228. (NATO ASI Series, Series G: Ecological Sciences, vol. 28).
- L000028 TESSIER, A. (1992).
91-92 Sorption of trace elements on natural particles in oxic environments. Dans: Environmental Particles, Vol. 1, J. Buffle et H.P. Van Leeuwen (Eds), Lewis Publishers, Inc., Chelsea, MI, pp. 425-453.

- L000030 TYAGI, R.D. (1992).
91-92 Biological treatment of petroleum refinery wastewater. Dans: Biological Degradation of Wastes, A.M. Martin (Ed.), Elsevier Sci. Pub. B.V., Amsterdam, Pays-Bas, pp. 323-340.

5.9 Publications diverses

- X000131 BOBÉE, B. (1991).
91-92 La situation du français dans l'activité scientifique et technique. Rapport du comité sur le français dans l'information scientifique et technique, Québec, Conseil de la langue française, 1991, 100 p.
- X000133 MINNS⁴, C.K., MOORE⁴, J.E., SCHINDLER⁴, D.W., CAMPBELL, P.G.C., DILLON⁴, J.K., UNDERWOOD⁴, J.K., WHELPDALE⁴, D.M. (1992).
91-92 Expected reduction in damage to Canadian lakes under legislated and proposed decreases in sulphur dioxide emissions. Royal Society of Canada, Committee on Acid Deposition, Technical Report to Canadian Global Change Program.
- X000130 SASSEVILLE, J.L. (1990).
91-92 Commentaires sur la documentation fournie au sous-comité combiné de l'évaluation environnementale et des risques et des conséquences des accidents de la procédure TERMPOL. Rapport confidentiel remis à Environnement Canada.

5.10 Statistiques des publications et communications des membres de l'INRS-Eau publiées durant l'année 1991-1992

		<u>1991-1992</u>
5.0	Rapport annuel	1
5.1	Articles publiés dans des revues scientifiques	37
5.2	Publications sans arbitrage	12
5.3	Communications avec arbitrage ou sur invitation	66
5.4	Communications sans arbitrage	8
5.5	Rapports scientifiques ou techniques	29
5.6	Rapports internes	3
5.7	Thèses de doctorat et mémoires de maîtrise	18
5.8	Livres ou ouvrages collectifs	6
5.9	Publications diverses	3
	TOTAL	183

6 - SÉMINAIRES ET COLLOQUES

En 1991-1992, le professeur Landis HARE 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 de 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.

Conférenciers invités

W. LANGSTON, Plymouth Marine Laboratory, U.K.

Titre de la conférence : "Problems in the use of biological indicators of metal contamination in aquatic systems"

Date de la conférence : 4 octobre 1991

J. POMEROY, Institut national de la recherche hydrologique, Saskatoon

Titre de la conférence : "Blowing snow transport and sublimation processes : implications for agricultural water supplies"

Date de la conférence : 8 novembre 1991

G. BATLEY, CSIRO, Australie

Titre de la conférence : "Antifouling paints, tin (Sn) and oysters"

Date de la conférence : 15 novembre 1991

P. COTÉ, Zenon Environmental, Burlington, Ontario

Titre de la conférence : "Utilisation des membranes pour le traitement des eaux"

Date de la conférence : 7 février 1992

P. HARRISON, Université de Colombie Britannique

Titre de la conférence : "Selenium uptake by phytoplankton"

Date de la conférence : 14 février 1992

P. BERTSCH, Laboratoire d'Écologie de Savannah River

Titre de la conférence : "Toxicity of hydroxy-Al complexes"

Date de la conférence : 28 février 1992

C.P. HUANG, Université de Delaware

Titre de la conférence : "Specific chemical interactions between some heavy metals and hydrous solids"

Date de la conférence : 3 avril 1992

D. BURTON, Collège d'Agriculture d'Ontario, Guelph

Titre de la conférence : "Measurement and simulation modelling of nitrate leaching on a sandy loam soil"
Date de la conférence : 10 avril 1992

G. MACKIE, Université de Guelph

Titre de la conférence : "Zebra mussels - the double negative"
Date de la conférence : 24 avril 1992

B.S.M. RAO, Massey University

Titre de la conférence : "Constructed wetlands for wastewater treatment"
Date de la conférence : 15 mai 1992

J. BERNIER, Électricité de France

Titre de la conférence : "Quelques réflexions sur les analyses fréquentielles régionales en hydrologie : les crues du Québec sont-elles homogènes ou échangeables ?"
Date de la conférence : 22 mai 1992

7 - AUTRES ACTIVITÉS

En raison de son statut universitaire et de sa mission de recherche orientée vers les besoins québécois dans le domaine de l'eau, l'INRS-Eau a toujours cherché à développer et à maintenir des contacts avec les milieux extérieurs. Ces contacts prennent les formes suivantes: coopération scientifique au plan international et au plan national, collaborations avec les chercheurs d'autres institutions, activités-conseil et expertises pour des organismes extérieurs, organisation de colloques ou congrès et participation à des comités de rédaction ou de lecture de revues scientifiques. De plus, dans le cadre des échanges scientifiques avec des organismes extérieurs, le Centre a accueilli, cette année, huit (8) visiteurs.

Outre ces divers types d'activités, les chercheurs du Centre adhèrent à plusieurs associations professionnelles. Certains participent à des activités internes au sein de l'Université du Québec ou de l'INRS.

7.1 Coopération scientifique

Bernard BOBÉE (1991-1992)

École Nationale d'Ingénieurs de Tunis, Tunisie
 École Mohammadia d'Ingénieurs, Rabat, Maroc
 "Modélisation statistique des valeurs extrêmes"

Bernard BOBÉE et Jean-Pierre VILLENEUVE (1988-1992)

Université Aristote, Thessalonique, Grèce
 "Hydrologie statistique. Modélisation statistique des débits de crue et des précipitations"
 Entente institutionnelle
 Financement: Ministère des Affaires internationales du Québec

Bernard BOBÉE et Jean-Pierre VILLENEUVE (1988-1992)

Groupe d'intérêt scientifique des sciences de l'eau, Université de Poitiers
 "Collaboration scientifique. Revue des sciences de l'eau". Publication de la revue et réunion du comité de direction
 Financement: Ministère des Affaires internationales du Québec (Coopération France-Québec) et Fonds FCAR - revues scientifiques

Peter G.C. CAMPBELL (1990-1992)

Savannah River Ecology Laboratory, University of Georgia, Aiken, South Carolina, U.S.A.

Jean-Pierre FORTIN (1992-1994)

Projet de coopération entre la France et le Québec

INRA et CARTEL - INRS-Eau

"Application de la télédétection dans les domaines spatiaux de l'infra-rouge thermique et des micro-ondes pour le suivi de la végétation et de l'évapotranspiration"

Financement: Ministère des Affaires internationales du Québec (Coopération France-Québec)

Marius LACHANCE (1990-1991)

Projet de collaboration

"Synthèse et analyse des connaissances relatives aux ressources naturelles du parc marin du Saguenay"

Financement: Environnement Canada - Firme Argus Groupe-Conseil

Projet de collaboration

"La gestion intégrée des ressources"

Financement: Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche

Pierre LAFRANCE et Olivier BANTON (1990-1992)

Projet de coopération entre le Québec et la France

"Évaluation du transport des pesticides dans l'eau souterraine : aspects physico-chimiques"

Financement: Ministère des Affaires internationales du Québec (Coopération France-Québec)

Michel LECLERC (1987-1991)

Université de Technologie de Compiègne, France (G. DHATT et G. TOUZOT)

"Modélisation numérique par éléments finis"

Entente institutionnelle

Centre Saint-Laurent

Entente institutionnelle cadre

Institut de recherche en environnement et économie

Université d'Ottawa

Projet Ecorecherche des trois conseils (CNRC)

"Restauration du fleuve Saint-Laurent"

Marcel OUELLET

Commission Géologique du Canada (W.W. SHILTS)

"Séismo-stratigraphie des systèmes lacustres"

Financement: EMR-CRSNG

Bedford Institute of Oceanography (C.T. SCHAFER)

"Indices paléohydrologiques des sédiments lacustres"

Financement: EMR-CRSNG

Jean STEIN (1991-1996)

Entente institutionnelle avec l'Université Laval dans le domaine de l'hydrologie forestière.

André TESSIER, Peter G.C. CAMPBELL et Richard CARIGNAN (1981-1991)

Université McMaster, Hamilton, Ontario (J. KRAMER)

"Les précipitations acides et la géochimie environnementale"

Financement: Secrétariat des Affaires intergouvernementales canadiennes (Coopération Québec - Autres provinces); Ministry of Education, Ontario

Rajeshwar D. TYAGI (1990-1991)

Université du Delaware (États-Unis)

"Enlèvement des métaux lourds des boues municipales"

Financement: Ministère des Affaires internationales du Québec (coopération Québec/États-Unis)

Jean-Pierre VILLENEUVE et Olivier BANTON (1989-1991)

École Nationale d'Ingénieurs de Bamako, Mali

"Études géologiques et hydrogéologiques de la vulnérabilité de la nappe aquifère alimentant la ville de Bamako au Mali en eau potable, à la pollution d'origine humaine et animale"

Financement: Centre de recherches pour le développement international (CRDI)

7.2 Collaborations externes**Bernard BOBÉE**

Université de Montréal

École Polytechnique

Université McGill

Département de génie civil

Université de Moncton

Département de mathématiques

Université d'Ottawa

Département de génie civil

Peter G.C. CAMPBELL

Université de Montréal

Département de sciences biologiques

Daniel CLUIS

Université Laval
Département de génie civil
Professeur associé, 1986 - 1991

Denis COUILLARD

Université Laval
Département de génie civil
Professeur invité

Université Laval
Membre du Groupe de recherche en recyclage biologique et aquaculture (GREREBA)

Université Laval
Membre adjoint de l'École des gradués

Université de Montréal
École Polytechnique
Département de génie civil

Jean-Pierre FORTIN

Université de Sherbrooke
Département de géographie
Centre d'application et de recherche en télédétection (CARTEL)
Chercheur associé

Pierre LAFRANCE

Institut de recherche en biotechnologie (Montréal)
Collaborateur

Michel LECLERC

Institut Maurice Lamontagne de Sainte-Flavie et Institut de Marine de Rimouski
Professeur invité, 1988-

Marcel OUELLET

Université Laval
Département de géologie
Professeur associé, 1988-

Université de Montréal
École Polytechnique
Collaborateur

Université de Sherbrooke
Département de géographie
Collaborateur

Association multipartite pour la néotectonique dans l'Est du Canada
Collaborateur

Jean-Louis SASSEVILLE

École nationale d'administration publique (Administration publique de l'eau)

Groupe de recherche sur l'enseignement supérieur (évaluation des programmes d'études avancées et de la recherche)

Ministère de l'Environnement du Québec (comité d'évaluation du programme d'assainissement agricole)

Jean STEIN

Université de Saskatchewan
Division de l'hydrologie
Collaborateur

Université McGill
Collège McDonald
Département des ressources renouvelables
Collaborateur

Université Laval
Centre de recherche en géomatique
Collaborateur

Centre de recherche en biologie forestière
Membre associé

André TESSIER

Université McMaster, Hamilton, Ontario
Département de géologie
Professeur invité

Rajeshwar D. TYAGI

Université Laval
Membre du groupe de recherche en recyclage biologique et aquaculture (GREREBA)

Institut Armand-Frappier, Montréal

Université Delaware, États-Unis

7.3 Participation aux activités d'autres organismes ou comités

Bernard BOBÉE

Membre du Comité sur l'information scientifique et technique, Conseil de la langue française

Président du Comité de direction de la Revue des sciences de l'eau, 1990-1992

Membre du Comité organisateur de l'Advanced Study Institute de l'OTAN.

Peter G.C. CAMPBELL

Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG). Comité sur les initiatives collaboratives en recherche (CCRI), membre 1991-

Société royale du Canada, Programme sur les changements climatiques globaux, Comité sur les précipitations acides, 1989-1992.

Richard CARIGNAN

Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG). Programme de subventions pour dépenses courantes. Comité Écologie et Évolution, 1989-.

Denis COUILLARD

Fédération des professeurs d'universités du Québec. Représentant des professeurs de l'INRS

Fonds FCAR. Comité d'évaluation du programme "Soutien aux équipes de recherche". Expert externe

Membre adjoint de l'École des gradués de l'Université Laval

Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG). Comité d'évaluation des demandes de subventions de recherche. Expert externe

Membre de la direction scientifique de la Revue des sciences de l'eau

Jean-Pierre FORTIN

Membre du jury de thèse de Roger Moussa. Laboratoire Hydrologie et Modélisation. Université des Sciences et Techniques du Languedoc. Montpellier. France

Membre de la délégation québécoise au Colloque franco-québécois "Eau et Environnement - Économie et Gestion de l'Eau". Neuilly, 10-12 juin 1991

Consultant pour SNC-Shawinigan.

Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG). Comité d'évaluation des demandes de subvention de recherche. Expert externe.

Fonds FCAR. Comité d'évaluation des demandes de subvention de recherche. Expert externe.

H. Gerald JONES

Commission internationale des Neiges et Glace (CING)
Comité national du Canada (Conseil national de la recherche), IUGG, Délégué AISH, 1992-
Membre du comité "Terrestrial and Extraterrestrial Ice", 1990-
Président du groupe de travail sur la chimie de la neige, 1987-91
Président du groupe de travail "Snow Ecology", 1992

Pierre LAFRANCE

Organisation mondiale de la santé (OMS)
Mission 1992 (écotoxicologie) à l'École d'ingénieur de Rabat, Maroc

Michel LECLERC

Comité consultatif du saumon de la rivière Moisie
Projet Sainte-Marguerite d'Hydro-Québec. Scientifique participant

Comité de sélection de projet de recherche interprovinciale

Guy MORIN

Consultant pour le Centre de recherche pour le développement international (CRDI)

Marcel OUELLET

Société canadienne de Limnologie
Vice-président
American Geophysical Union - expert sur la séismo-acoustique de cuvettes lacustres

Jean-Louis SASSEVILLE

Conseil de recherche en sciences humaines du Canada
Expert externe

Conseil de recherche en évaluation environnamentale du Canada
Président du jury du programme de contrats de recherche aux étudiants gradués

Secrétariat permanent des peuples francophones
Président du conseil d'administration - 1991-1992

Programme de soutien au français scientifique du ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche (Volet 1)
Président du jury

Québec Science
Membre du comité de direction scientifique

Michel SLIVITZKY

Membre de la Fondation québécoise en environnement

Membre du Conseil scientifique des Grands-Lacs de la Commission mixte internationale (E.U. et Canada)

Centre québécois de la valorisation de la biomasse (CQVB)
Membre du conseil d'administration

Centre Saint-Laurent. Conseiller scientifique. Responsable de la programmation scientifique du Centre et de sa mise en oeuvre (12 septembre 1988 - 12 septembre 1990)

Membre du comité de travail de la Commission Mixte Internationale sur les "Principes, évaluation, intégration et implantation des mesures".

Participation à toutes les activités de la Commission d'évaluation environnementale conjointe du projet de décontamination du canal de Lachine.

Jean STEIN

Membre du Comité national canadien d'hydrologie (1991-1992)

Boreal Ecosystem - Atmosphere Study (BOREAS). Membre du comité de révision des propositions de recherche.

Membre du Groupe de travail en hydrologie forestière du Conseil consultatif canadien de télédétection.

André TESSIER

Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada. Président du comité de subventions thématiques dans le domaine de la toxicologie de l'environnement, 1988-1991

Fonds FCAR. Membre du comité 1 (Soutien aux équipes de recherche)

Rajeshwar D. TYAGI

Fonds FCAR. Comité d'évaluation - Expert externe

Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG). Comité d'évaluation des demandes de subvention de recherche - Expert externe.

Jean-Pierre VILLENEUVE

Directeur scientifique de la Revue des sciences de l'eau, mars 1989 -

Consultant auprès des organismes suivants:

- Centre de recherches pour le développement international (CRDI)
- SIDBEC-DOSCO
- Ville de Québec
- Communauté urbaine de Québec (CUQ)

7.4 Revues scientifiques**7.4.1 Revue des sciences de l'eau**

A la suite d'une entente France-Québec, la Revue des sciences de l'eau a été officiellement lancée le 6 octobre 1988. Le nouveau périodique franco-québécois est né de la fusion de la Revue française de l'eau et du périodique québécois Revue internationale des sciences de l'eau.

La direction scientifique de la revue était assurée, en France, par monsieur Marcel DORÉ de l'Université de Poitiers et au Québec, par monsieur Jean-Pierre VILLENEUVE de l'INRS-Eau. En plus des revenus d'abonnements, au Québec, la revue est financée par le Fond FCAR (26 000\$), la Coopération France-Québec (MAI 5 700\$) et, en France, par la Coopération Québec-France (MAE 16 000\$).

7.4.2 Participation à des comités de rédaction**Bernard BOBÉE**

Membre du Comité de direction de la Revue des sciences de l'eau, 1987-

Éditeur associé du Canadian Journal of Water Resources

Membre du Conseil scientifique de Sécheresse Sciences

Membre du Conseil scientifique de Stochastic Hydrology and Hydraulics

Membre du Conseil scientifique du Journal of Hydrology

Peter G.C. CAMPBELL

Membre du comité de rédaction pour la revue "Chemical Speciation and Bioavailability"

Éditeur associé pour la série "Environmental Chemistry" de Cambridge University Press, G.B.

H. Gerald JONES

Éditeur associé pour l'OTAN Séries G, V28, Ecological Sciences

Rajeshwar D. TYAGI

Membre du comité éditorial de:

- Journal of Microbial Biotechnology
- Process Biochemistry

7.5 Visiteurs

G.E. BATLEY
(novembre 1991)

CSIRO, Centre for Advanced Analytical
Chemistry
Sydney, Australie

R. BHAMIDIMARI
(mai 1992)

Massey University
Nouvelle-Zélande

A. BEAUDOIN
(juillet 1991)

Centre d'étude spatiale des rayonnements
CNRS, UPS
Toulouse, France

J.L. BISSON
(juillet 1991)

Hydro-Québec
Montréal

I. CANTARINO
(oct.-déc.1991)

Université Polytechnique de Valence
Espagne

B. CAUSSADE
(mai 1992)

Institut mécanique des fluides de Toulouse
France

C. DESMARAIS
(septembre 1991)

MAPAQ
Nicolet

Y.G. DU
(1990-1991)

Research Institute of Automatic Control
East China University of Chemical Technology
Shanghai, Chine

R. GACHTER
(1990-1991)

Section for multidisciplinary limnological
Research
Eidgenössische Anstalt für das
Wasserversorgung, Abwasserreinigung und
Gewässerschutz EAWAG, Dübendorf, Suisse

C. GIGNAC (mai 1992)	Alcan Arvida, Québec
J.C. HENEIN (juin 1991)	Centre canadien de Télédétection Ottawa, Ontario
A. KARNIELI (octobre 1991)	Ben-Gurion University of the Neger Israël
R. LECONTE (juin 1991)	Centre canadien de Télédétection Ottawa, Ontario
R. MOUSSA (juillet 1991)	Laboratoire Hydrologie et Modélisation Université des Sciences et Techniques du Languedoc Montpellier (France)
D. PILLON (juillet 1991)	Centre québécois de télédétection Québec
B. SERPAUD (juillet 1991 et mars 1992)	Laboratoire de génie chimique Université de Limoges, France

7.6 Associations professionnelles

Jean-Christian AUCLAIR

- Societas Internationalis Limnologiae, Theoreticae et Applicatae (SIL)

Olivier BANTON

- Association of Groundwater Scientists and Engineers
- American Soil Science Society (SSSA)
- Association canadienne pour la recherche sur la pollution de l'eau et sa maîtrise (CAWPRC)
- Association professionnelle des géologues et des géophysiciens du Québec (APGGQ)
- Association québécoise des spécialistes en sciences du sol (AQSSS)

Bernard BOBÉE

- Association québécoise des techniques de l'EAU (AQTE)

Peter G.C. CAMPBELL

- American Chemical Society (ACS)
- Société canadienne de chimie (SCC)
- Societas Internationalis Limnologiae, Theoreticae et Applicatae (SIL)
- American Society of Limnology and Oceanography (ASLO)
- Société canadienne de limnologie (SCL)
- Association canadienne pour la recherche sur la pollution de l'eau et sa maîtrise (ACRPEM)
- Society for Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC)

Richard CARIGNAN

- Société canadienne de limnologie (vice-président, 1987-1990)
- American Society of Limnology and Oceanography
- American Association for the Advancement of Science
- Societas Internationalis Limnologiae, Theoreticae et Applicatae (SIL)
- American Geochemical Society

Daniel CLUIS

- La Houille Blanche, Grenoble
- Association canadienne française pour l'avancement des sciences (ACFAS)
- The Time-Series Analysis and Forecasting Society (Angleterre)

Denis COUILLARD

- Association canadienne française pour l'avancement des sciences (ACFAS)
- Institut de chimie du Canada (ICC)
- Association québécoise des techniques de l'eau (AQTE)
- Ordre des ingénieurs du Québec (OIQ)
- Société canadienne de génie chimique (SCGC)

Jean-Pierre FORTIN

- Association québécoise de télédétection (AQT)

Landis HARE

- North American Benthological Society
- Freshwater Biological Association (U.K.)
- Société canadienne de limnologie
- Societas Internationalis Limnologiae (SIL)
- Society for Environmental Toxicology and Chemistry

H. Gerald JONES

- Congrès de l'Est sur la neige (ESC)
- Société internationale de glaciologie (IGS)
- American Geophysical Union
- International Association of Hydrological Sciences

Marius LACHANCE

- Société de météorologie du Québec
- Association canadienne française pour l'avancement des sciences (ACFAS)
- Ordre des ingénieurs du Québec (OIQ)
- Association canadienne des Sciences Géodésiques et Cartographiques
- Classification society of North America

Pierre LAFRANCE

- Association québécoise des spécialistes en sciences du sol (AQSSS)
- Ordre des chimistes du Québec (OCQ)
- International Association on Water Pollution Research and Control (IAWPRC)

Michel LECLERC

- Ordre des ingénieurs du Québec (OIQ)

Marcel OUELLET

- Association canadienne pour l'étude du Quaternaire
- Societas Internationalis Limnologiae, Theoreticae et Applicatae (SIL)
- Société canadienne de limnologie
- American Society of Limnology and Oceanography
- Geological Society of America
- Association Multipartite pour la Néotectonique dans l'Est du Canada
- American Geophysical Union

Lise POTVIN

- Association québécoise de télédétection (AQT)

Wanda SOCHANSKI

- Ordre des ingénieurs du Québec (OIQ)

Jean STEIN

- Ordre des ingénieurs forestiers du Québec (OIFQ)
- Institut canadien de foresterie (IFC)
- Union géophysique américaine (AGU)
- Association américaine pour l'avancement des sciences (AAAS)
- Société de météorologie de Québec (SMQ)
- Association internationale des sciences hydrologiques (AISH)

André TESSIER

- Institut de chimie du Canada (ICC)
- Association canadienne pour l'avancement des sciences (ACFAS)
- Ordre des chimistes du Québec (OCQ)
- International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)

Rajeshwar D. TYAGI

- Société indienne de biotechnologie
- Association of Food Scientist and Technologist, Inde
- Institut de chimie du Canada
- Société canadienne de génie chimique
- Association canadienne pour la recherche sur la pollution de l'eau et de sa maîtrise (CAWPRC)
- Société canadienne des microbiologistes
- International Association on Water Pollution Research Control (IAWPRC)

Jean-Pierre VILLENEUVE

- Association canadienne-française pour l'avancement des sciences (ACFAS)
- International Water Resources Association
- Ordre des ingénieurs du Québec (OIQ)

7.7 Activités internes au sein de l'INRS et de l'Université du Québec**Comité de programmes de l'INRS-Eau**

Jean-Pierre VILLENEUVE, directeur
 Marius LACHANCE, professeur
 Jean-Louis SASSEVILLE, professeur
 Robert ROY, étudiant
 Marie-Claude CHAPDELAIN, étudiante

Commission de la recherche de l'INRS

Jean-Pierre VILLENEUVE, directeur
 Marius LACHANCE, professeur
 Agnès RENOUX, étudiante

Comité de coordination et de direction de l'INRS

Jean-Pierre VILLENEUVE, directeur

Groupe de recherche en enseignement supérieur

Jean-Louis SASSEVILLE, professeur

Comité d'évaluation INRS des programmes d'enseignement de l'INRS-Eau

Michel LECLERC, professeur
Yves COUILLARD, étudiant

Comité d'évaluation INRS des programmes d'enseignement de l'INRS-Énergie

Peter G.C. CAMPBELL, professeur, président du comité

Comité d'évaluation INRS des programmes d'enseignement de l'INRS-Télécommunications

Jean-Louis SASSEVILLE, professeur, président du comité

8 - SERVICES

8.1 Organisation des laboratoires

Le Centre veut que les laboratoires constituent un service à la recherche. Ce service est assuré par un personnel de base régulier et expérimenté et par une organisation matérielle particulière. 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 derniers 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, 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 de Québec.

L'équipement majeur du Laboratoire est le suivant:

1. **Chromatographie ionique** Dionex autoion 12, avec intégrateur Shimadzu CR-3A
2. **Chromatographe en phase gazeuse** Perkin-Elmer Sigma 300 avec détecteur à conductivité thermique et à capture d'électrons
3. **Spectrophotomètre UV-Visible** Varian DMS-200
4. **Spectrophotomètre infrarouge** Perkin-Elmer IR-457

5. **Spectrophotomètre d'absorption atomique à four de graphite** Varian Spectra-30G et GTA-96
6. **Spectrophotomètre de radiation bêta** LKB Rackbeta 1215
7. **Spectrophotomètre de radiation gamma** LKB 1282
8. **Spectrophotomètre de radiation alpha** Canberra 7404
9. **Spectrophotomètre de radiation gamma** Canberra de type détecteur à puits au germanium ultrapur avec correcteur Compton anticoincidence
10. **Spectrofluorimètre** Perkin-Elmer 204
11. **Fluorimètre** Turner 10
12. **Analyseur de carbone organique et inorganique** Technicon et Radiometer
13. **Analyseur de carbone, azote et soufre** Carlo-Erba NA-1500
14. **Analyseur du soufre total** Leco SC-132
15. **Analyseurs automatiques** Technicon II
16. **Polarographe** Princeton Applied Research 174 et poste polarographique Metrohm 663
17. **ATP-mètre** JRB 2000
18. **Luminomètre** LKB 1251
19. **Chromatographe liquide à haute performance** Waters 600 avec détecteur UV-VIS 490 et spectrofluorimètre Perkin-Elmer LS-4
20. **Chambres environnementales (2 laboratoires) à température et éclairage contrôlés**
21. **Spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme** Varian Spectra 20 BQ et GTA-96
22. **Spectrophotomètre d'émission atomique à plasma à couplage inductif (ICP)**. Jarrell Ash, modèle Atomscan 25 et échantillonneur automatique
23. **Analyseur de particules** Coulter modèle MULTISIZER II
24. **Micromanipulateur benthique** RSI Research LTD appareil submersible avec système vidéo pour positionner des micro-électrodes à l'interface eau-sédiment avec une précision de 20 µm
25. **Système de chromatographie en phase gazeuse** Varian modèle 3400
26. **Microscope à épifluorescence et à contraste interférentiel** Zeiss modèle Axioplan

Au cours de l'année 1991-1992, le laboratoire a été doté de nouveaux équipements grâce à des subventions du CRSNG (appareillage) obtenues par un chercheur du Centre:

1. **Chromatographe ionique**, Dionex modèle DX-300 (G. JONES)

En 1991-1992, le personnel technique et professionnel du laboratoire comprenait les personnes suivantes:

Responsable du laboratoire:

Stéfane PRÉMONT

Agent technique de laboratoire:

Paul BOISVERT

Techniciens réguliers:

Pauline FOURNIER
Michelle GEOFFROY-BORDELEAU
Bernard VEILLEUX

Techniciens contractuels:

René RODRIGUE
Sylvie ST-PIERRE

Stagiaires contractuelles:

Louise FRASER
Brigitte PATRY

8.2 Informatique et bureautique

Le Service d'informatique et de bureautique fournit aux divers usagers du Centre un support en ressources humaines et en équipement pour la réalisation de leurs projets de recherche. Avec l'évolution rapide de la micro-informatique, l'utilisation répandue de logiciels spécialisés, l'apparition de stations de travail dédiées et l'interconnexion nécessaire de l'ensemble des ressources, le rôle du Service d'informatique et de bureautique est en constante évolution.

Cette année a été marquée par l'implantation d'un réseau de communication LANTASTIC pour interrelier les micro-ordinateurs de gestion et partager leurs ressources, par un support dans l'implantation du S.I.G. (Système Informatisé de Gestion) par l'INRS au Centre, par un support au service de documentation dans l'amélioration des services informatisés, par l'addition d'un serveur de terminaux sur le réseau Ethernet existant et surtout par l'ébauche d'une solution globale d'intégration des ressources informatiques du Centre.

En terme de ressources humaines, le Service d'informatique compte deux analystes, l'un oeuvrant surtout au niveau du système central et des télécommunications, l'autre surtout au niveau de la micro-informatique. Le Service d'informatique assure notamment la gestion du système téléphonique, le support des réseaux de télécommunication, l'implantation, la mise à jour et le support de différents logiciels auprès des usagers, l'entretien de l'équipement. Les applications de l'informatique aux divers projets du Centre sont assurées par plusieurs informaticiens rattachés aux équipes de recherche et spécialisés dans des domaines propres aux projets des chercheurs. La fonction bureautique est assurée par quatre secrétaires également rattachées aux équipes de recherche.

En termes d'équipement, le Service d'informatique offre aux usagers:

- **Le système informatique central, composé de:**
 - un ordinateur VAX 11/780, toujours utilisé comme outil de calcul, mais agissant surtout comme serveur au niveau du transfert et du stockage de l'information provenant de diverses sources, tant internes qu'externes; il supporte aussi le courrier électronique avec l'extérieur (NETNORTH);
 - un processeur vectoriel FPS M64/35, accessible à partir du VAX, permettant la solution rapide de problèmes mathématiques complexes;
 - une station de traitement numérique d'images DIPIX ARIES-III, accessible à partir du VAX, permettant la visualisation et l'analyse de données recueillies principalement par satellites (LANDSAT, NOAA, SPOT, etc.).

- **Les réseaux de télécommunications, assurant:**
 - le lien entre les diverses composantes du réseau informatique du Centre, soit réseau Éthernet, communications via DECnet, NFS et PC-NFS;
 - le lien entre divers micro-ordinateurs dédié à la gestion, réseau LANTASTIC;
 - l'accès au réseau informatique de l'Université du Québec pour les chercheurs du Carrefour Molson (16 ports, STC26), ceux du Complexe scientifique (16 ports, STC26) et le Centre INRS-Géoresources (6 ports, STC06);
 - l'accès au SIG de l'INRS (Place de la Cité) pour le service de gestion et aux ressources documentaires du réseau de l'Université du Québec (SIGIRD) pour le service de documentation;
 - l'accès au VAX 11/780 du Centre pour les utilisateurs du réseau informatique de l'Université du Québec (32 ports, STKZ11);
 - le lien dédié au transfert inter-ordinateurs du réseau Université du Québec, relié au noeud du CSCQ, communications via TSF;
 - l'accès aux réseaux inter-continentaux de courrier électronique, via le réseau NETNORTH et le logiciel NetMercure.

- **Le système de bureautique, comprenant:**
 - cinq (5) micro-ordinateurs Amdek 286 (3 au Carrefour Molson, 2 au Complexe scientifique), reliés à des imprimantes HP LaserJet, utilisant des logiciels tels XY-Write, Quatro Pro, etc.

Nous prévoyons pour l'an prochain la mise en place d'un réseau de communications permettant l'intégration des ressources informatiques du Centre et des chercheurs, le remplacement de certains équipements tels le VAX 11/780 et l'addition de nouveaux services.

En 1991-1992, le Service d'informatique et de bureautique était sous la responsabilité du directeur du Centre, Jean-Pierre VILLENEUVE et de l'analyste Jean LACROIX.

8.3 Documentation et Édition

Le Service de documentation, situé au Carrefour Molson, gère une collection spécialisée en sciences de l'eau et de l'environnement. Il est accessible de 8h30 à 17h30 du lundi au vendredi (8h30 à 17h00 durant la période estivale). Ce fonds documentaire comprend 12 000 documents imprimés dont plus de 100 abonnements à des publications en série. L'ensemble de ces documents sont intégrés au catalogue informatisé BADADUQ du SIGIRD (Système Intégré de Gestion Informatisée des Ressources Documentaires) développé par l'Université du Québec.

Plusieurs services de base ont été sensiblement améliorés. Signalons, entre autres, le repérage automatisé avec l'acquisition de CD-Roms (ASFA, SWRA, Georef, Computer Select et Agricola) et de Currents Contents sur disquette. La recherche dans de grandes bases de données commerciales sur les serveurs DIALOG et CAN/OLE fait également partie des services offerts par le Service de documentation. Les étudiants et les chercheurs de l'INRS-Eau ont donc la possibilité d'obtenir une information très à jour et constamment renouvelée.

Le Service de documentation est également chargé de l'édition et de la diffusion d'une liste signalétique des rapports de recherche, articles, livres, matériel didactique, publications internes et conférences publiées par le personnel de l'INRS-Eau. Il catalogue, archive et met en valeur ces publications scientifiques par le biais du Service d'édition et de reprographie de l'INRS-Eau, ce dernier étant géré par le Service de documentation.

En 1991-1992, le personnel affecté au Service de documentation et d'édition se répartissait comme suit:

Responsable du Service:

Christiane RENAUD

Section Documentation:

Chantal PAQUIN
Alain POIRIER
Lise RAYMOND⁵
Jocelyne ROBERGE⁵
Christine LABERGE⁶

Section Édition:

Alain POIRIER
Christine LABERGE

⁵ Poste à temps partiel

⁶ Étudiante d'été

9 - RAPPORT FINANCIER

Pour l'exercice terminé le 31 mai 1992

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

Revenus

- Subvention de base et fonds généraux sans restriction	3276.9
- Fonds spéciaux avec restriction (contrats et subventions de recherche)	
- CRSNG	1111.1
- FCAR	388.4
- Autres sources	1650.7
Total des revenus avec restriction	3150.2

TOTAL DES REVENUS	6427.1
--------------------------	---------------

Dépenses:

- Recherche et enseignement	4662.0
- Soutien à la recherche et à l'enseignement	
- frais généraux et d'administration	863.4
- documentation et édition	172.7
- direction du Centre	202.6
- informatique	103.3
- laboratoire	164.6

TOTAL DES DÉPENSES	6168.6
---------------------------	---------------

Pour l'exercice terminé le 31 mai 1992**DÉPENSES PAR FONCTION UNIVERSITAIRE (x 1000\$)**

	Salaires, avantages sociaux et bourses	Frais de terrains, voyages, fournitures et matériel	Services professionnels, contractuels et publics; loyer	TOTAL
Recherche et enseignement	2688.2	227.9	1746.0	4662.0
Frais généraux d'administration	285.9	24.9	552.5	863.4
Documentation et édition	99.2	0.4	73.1	172.7
Direction du Centre	187.1	12.5	3.0	202.6
Informatique	65.5	0.1	37.7	103.3
Laboratoires	104.7	1.1	58.7	164.6
TOTAL	3430.8	266.9	2470.9	6168.6