

**UNIVERSITÉ DU QUÉBEC**

**INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**I N R S - E A U**

**VINGT-DEUXIEME RAPPORT ANNUEL**

**1er juin 1990 au 31 mai 1991**

14 novembre 1991

**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.....	7
3 - RECHERCHE.....	13
3.1 Analyse statistique des données.....	13
3.2 Modélisation hydrologique.....	17
3.3 Analyse numérique.....	28
3.4 Développement de modèles d'aménagement.....	29
3.5 Biogéochimie des polluants (métaux traces et pesticides).....	34
3.6 Écotoxicologie des polluants.....	47
3.7 Dynamique des éléments nutritifs dans les écosystèmes.....	50
3.8 Processus d'assainissement.....	52
4 - ENSEIGNEMENT.....	61
4.1 Maîtrise en sciences de l'eau.....	61
4.2 Doctorat en sciences de l'eau.....	66
5 - PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS.....	71
5.1 Livres ou ouvrages collectifs.....	71
5.2 Articles publiés dans des revues scientifiques avec comité de lecture.....	72
5.3 Articles publiés dans des comptes rendus de conférences avec comité de lecture.....	74
5.4 Conférences sur invitation.....	75
5.5 Communications avec arbitrage, sans comptes rendus.....	75
5.6 Rapports scientifiques ou techniques.....	76
5.7 Publications diverses.....	79
5.8 Communications et publications diverses, sans arbitrage.....	80
5.9 Thèses de doctorat et mémoires de maîtrise.....	80
5.10 Statistiques des publications et communications des membres de l'INRS-Eau publiées durant l'année 1990-1991.....	82

6 - SÉMINAIRES ET COLLOQUES .....	83
7 - AUTRES ACTIVITÉS .....	85
7.1 Coopération scientifique.....	85
7.2 Collaborations externes .....	88
7.3 Participation aux activités d'autres organismes ou comités .....	89
7.4 Revues scientifiques .....	93
7.5 Visiteurs.....	96
7.6 Associations professionnelles.....	96
7.7 Activités internes au sein de l'INRS et de l'Université du Québec.....	100
8 - SERVICES .....	101
8.1 Organisation des laboratoires.....	101
8.2 Informatique et bureautique.....	103
8.3 Documentation et Édition.....	105
9 - RAPPORT FINANCIER.....	107

# 1 - RAPPORT DU DIRECTEUR

---

## FAITS SAILLANTS

L'année budgétaire 1990-1991 s'est déroulée dans un contexte de consolidation des acquis et dans le cadre d'une démarche de raffermissement des structures de gestion des activités d'opération et de services. Il faut noter cette année, en ce qui a trait aux subventions de recherche, la très bonne performance du Centre auprès du CRSNG. Sur le plan des locaux la situation désastreuse du Centre s'est amplifiée. Le manque d'espace au Complexe scientifique a forcé de nouveaux déménagements de personnel vers le Carrefour Molson. Cette situation n'a fait qu'accentuer la séparation entre les secs et les humides.

Les activités de recherche du Centre se sont poursuivies selon les axes privilégiés dans la programmation sexennale établie en 1988 et dans les domaines qui avaient alors été identifiés. Cette programmation des activités est la conséquence d'une adaptation dynamique du Centre aux problématiques de recherche des années quatre-vingt-dix. Elle permettra entre autres d'articuler adéquatement les nouveaux domaines d'activités qui viendront s'ajouter à la programmation actuelle. Deux thématiques d'action servent d'encadrement aux orientations et à la définition des domaines de recherche du Centre: l'étude des mécanismes décrivant les processus et les procédés, et la modélisation de ces mécanismes. C'est dans cette optique qu'ont été établis les huit programmes d'activités de recherche en cours.

Sur le plan académique les activités d'enseignement ont constitué une part importante des tâches du Centre. En effet, au cours de l'année le Centre a eu 36 étudiants inscrits au doctorat et 34 inscrits à la maîtrise. Il n'y a pas eu de modifications substantielles dans la programmation, ni des études doctorales, ni des études de maîtrise. On doit cependant noter la reprise des stages de terrain en début d'année pour les étudiants à la maîtrise.

L'année 90-91 est encore une année importante sur le plan de l'autofinancement des activités de recherche. Les revenus extérieurs accordés ont totalisé la somme de 3 507 040\$. Ces sommes sont équivalentes à 57% des dépenses du Centre pour l'année 90-91. Ces revenus extérieurs sont constitués de subventions pour un montant de 2 059 566\$ et de contrats de recherche pour un montant 1 447 474\$. Dans le contexte actuel, cette performance des chercheurs est assez exceptionnelle particulièrement au niveau des subventions dont le montant total est plus important que l'année dernière. Les subventions proviennent principalement des sources suivantes: le fonds pour la Formation de chercheurs et l'aide à la recherche (FCAR), 423 160\$; le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG), 1 062 741\$; et différents ministères et organismes fédéraux et provinciaux 573 665\$. Les contrats de recherche viennent de différentes sources; notons: le Ministère de l'Environnement du Canada 779 423\$; la Communauté Urbaine de Québec (BPR) 206 150\$; Hydro-Québec 143 333\$; le Ministère des Pêches et Océans du Canada 122 400\$.

Notons que l'implication des professeurs pour défrayer une part plus importante des frais indirects a permis au Centre de terminer l'année avec un excédent des revenus sur les dépenses. Cet effort volontaire et soutenu de leur part mérite à juste titre d'être souligné.

La coopération scientifique France-Québec, a permis de poursuivre l'entente intervenue entre l'INRS-Eau et le Groupement d'intérêt scientifique (GIS) pour la publication de la "Revue des Sciences de l'Eau". Notons que la rédaction et l'édition de cette revue sont rendues possibles grâce en particulier à l'aide financière du fond FCAR.

En septembre 90, l'administration du Centre et le service de la documentation ont quitté le Complexe scientifique de Sainte-Foy pour s'installer au Carrefour Molson. Les nouveaux espaces sont déjà insuffisants et les besoins actuels supplémentaires ont été évalués à 1300 mètres carrés. La séparation des équipes de recherche soulève des difficultés supplémentaires pour un Centre dont la dynamique interne se veut essentiellement interdisciplinaire. En plus de nouveaux espaces, il faut donc envisager à court terme le regroupement des scientifiques pour pouvoir maintenir cette dynamique et aviver l'esprit de corps qui a toujours animé le Centre.

Dans cette optique le Centre a entrepris l'étude de ses besoins à court, moyen et long termes. Un comité de six (6) professeurs étudie les avenues actuelles de recherche ainsi que les nouveaux secteurs que le Centre devrait explorer. Cette réflexion devrait permettre d'abord d'établir la pertinence des activités actuelles, de définir un plan pour leur consolidation et un échéancier de réalisation, ensuite sélectionner les nouvelles activités, les priorités d'implantation et l'échéancier. Cette démarche permettra d'établir non seulement la programmation scientifique du centre mais aussi les besoins en locaux pour les prochaines années.

En cette année, l'INRS et le ministère des Pêches et Océans du Canada ont signé une entente de collaboration scientifique. Cette entente fait des différents centre de l'INRS des partenaires privilégiés de ce ministère.

## **RECHERCHE**

### **Analyse statistique des données**

Les travaux sur le développement de méthodes pour l'analyse de diverses données dans le domaine des ressources en eau ont été poursuivis au cours de l'année. S'appuyant sur des méthodes statistiques avancées (études des valeurs extrêmes, persistance de séries de temps, méthodes multivariées) et sur des méthodes d'analyse numérique et de simulation, les chercheurs du Centre ont continué leurs travaux sur la prévision et la régionalisation des crues, l'analyse de l'évolution temporelle de la qualité des eaux.

Différents projets de recherche ont été poursuivis dans le cadre de l'analyse statistique des données. Notons entre autres les projets portant sur la simulation de la contamination des eaux de source agricole résultant de l'élevage bovin (PARDE), la simulation et la reconstitution des données hydrologiques actuelles (CRSNG - Hydro-Québec), la mise au point de méthodes de caractérisation des effluents d'élevage (MENVIQ - F. Bernard Inc.) et le développement de méthodes multidimensionnelles pour l'étude de phénomènes hydrologiques et océanographiques (FODAR).

### **Modélisation hydrologique**

L'élaboration de modèles numériques permet de simuler et de prévoir divers phénomènes reliés au mouvement de l'eau et de substances nutritives et toxiques à travers les diverses phases du cycle hydrologique. Les travaux du Centre portent sur des phénomènes aussi divers que le cheminement de pesticides provenant d'épandages agricoles vers les eaux souterraines, le transport atmosphérique des polluants sur de grandes distances, ou les prévisions hydrologiques pour la gestion. Un intérêt particulier est apporté au traitement et à l'intégration, à ces modèles, d'informations obtenues par télédétection (satellites, avions...) et par radars météorologiques.

Le projet avec Environnement Canada pour la mise au point de logiciels intégrant la télédétection par satellite et la modélisation hydrologique s'est poursuivi comme prévu. Un nouveau projet du même type,

mais appliqué au milieu agricole, a reçu l'appui du Ministère de l'Agriculture, Pêcheries et Alimentation du Québec. Le projet sur la modélisation de la contamination des eaux souterraines par des sources diffuses, appuyé par le CRSNG dans le cadre des subventions stratégiques, en est à sa deuxième année.

Des études ont été réalisées pour déterminer les régimes thermiques de la rivière Moisie avant et après le détournement de la rivière aux Pékans. On a entrepris, avec le ministère de Pêches et Océans du Canada, un projet de développement d'un modèle conceptuel pour la gestion intégrée des habitats de poissons du milieu littoral québécois. Un modèle productif de quantité et de qualité de l'eau en rivière, financé par le CRSNG et Hydro-Québec, a été développé comme support à la gestion environnementale.

## **Analyse numérique**

Ce champ de recherche regroupe, entre autres, les projets sur la simulation par la méthode d'éléments finis, des écoulements à surface libre stratifiés ou rapides (estuaires maritimes, lacs) et des comportements des sols soumis au gel ainsi que le traitement numérique d'images obtenues par télédétection et le développement d'algorithmes spécifiques appliqués aux ressources en eau.

Parmi les différents projets qui se sont déroulés cette année on doit noter: la modélisation des écoulements et des micro-habitats de la ouananiche de la rivière Ashuapmushuan et l'étude du comportement des chaussées en relation avec la période de gel et dégel au Québec.

## **Développement de modèles d'aménagement**

Ce programme de recherche regroupe les activités qui ont pour objectifs de fournir aux gestionnaires de la ressource des outils informatiques qui permettent d'évaluer l'impact des diverses décisions d'aménagement et de sélectionner les meilleurs choix, en vue d'une gestion optimale, compte tenu des ressources disponibles, des contraintes et des priorités. Ces projets trouvent des applications dans des domaines aussi variés que l'implantation d'usines d'assainissement, l'impact d'épandages de pesticides ou l'influence des débits sur les habitats biologiques.

Un important projet sur le Contrôle et la Gestion en temps réel des débordements s'est poursuivi en partenariat avec les Consultants BPR. Ce projet est réalisé pour le compte de la Communauté urbaine de Québec qui en assure le financement avec le Ministère de l'Environnement du Québec. Une étude importante sur le bilan toxique et le développement d'une méthodologie d'analyse des interventions et de la récupération des usages a été entreprise pour le compte du Centre Saint Laurent. Un autre projet a porté sur la modélisation des écoulements et des micros habitats de la Ouananiche de la rivière Ashuapmushuan; ce projet est réalisé avec la firme Gilles Shooner et Associés Inc.

## **Biogéochimie des polluants (métaux traces et pesticides)**

Ces recherches concernent le comportement de polluants dans la colonne d'eau, à l'interface eau-sédiment, ainsi que dans les eaux souterraines; les résultats qui en découlent servent à tester et à raffiner des modèles conceptuels du comportement des polluants dans le milieu.

Dans le cas de la colonne d'eau, les chercheurs visent à élucider les relations qui existent entre, d'une part, la spéciation des métaux traces et, d'autre part, leur comportement géochimique et leur prise en charge par les organismes biologiques. Les travaux au niveau de l'interface eau-sédiment portent sur les échanges à l'interface, le contrôle des concentrations en métaux traces dans les eaux interstitielles, la répartition de ces métaux entre différentes phases solides, et la prise en charge des métaux par les organismes benthiques vivant à cette interface. Enfin, les recherches touchant les eaux souterraines visent à identifier et à

quantifier les facteurs qui contrôlent la mobilité des pesticides dans le milieu souterrain (phénomènes d'adsorption et de désorption; complexation de pesticides organiques par les acides humiques dissous).

Un projet subventionné par le Fonds FCAR soutien aux équipes de recherche s'est poursuivi pour étudier la biogéochimie des substances polluantes dans le milieu aquatique. Le projet sur l'influence des processus biophysicochimiques sur le transport des pesticides dans les eaux souterraines en est à sa troisième année. Le projet spéciation et biodisponibilité de l'aluminium dans les eaux naturelles et celui portant sur la biogéochimie de métaux traces dans le milieu aquatique se sont poursuivis.

On a entrepris deux projets sur la dynamique sédimentaire et la bioaccumulation chez les macrophytes du fleuve Saint-Laurent. Ces projets sont financés par le Centre Saint-Laurent.

## **Écotoxicologie des polluants**

Les travaux réalisés dans ce programme ont pour objectif le développement d'approches pour évaluer les dangers et risques environnementaux de contaminants (sources ponctuelles et diffuses); ils consistent à étudier les mécanismes d'acclimation et à définir les indicateurs de "stress environnementaux". Les études sont axées sur les relations structures-fonctions de populations et de communautés planctoniques. La biochimie de l'agression toxique est précisée en suivant l'action de substances altérantes sur des voies métaboliques et sur l'ultrastructure cellulaire.

Les principaux projets dans ce programme portent: sur la modélisation de l'accumulation de métaux traces chez les invertébrés benthiques (CRSNG stratégique); sur les indicateurs biochimiques du stress environnemental causé par les métaux toxiques (Fonds mondial pour la nature); sur les bio-indicateurs de stress et suivi du comportement toxique d'effluents en rivière (MENVIQ).

## **Dynamique des éléments nutritifs dans les écosystèmes**

Ces recherches portent sur les cycles du soufre et de l'azote dans les écosystèmes forestiers et lacustres. Les chercheurs visent à identifier et ensuite à quantifier les transformations que ces éléments subissent dans l'écosystème forestier. Les scientifiques du Centre apportent également une attention particulière aux transformations dans la neige au sol, ainsi que dans les sols pendant la période critique de fonte printanière.

Un projet financé par le Fonds FCAR actions spontanées porte sur l'établissement d'un modèle biogéochimique de la dynamique du soufre dans un écosystème boréal.

## **Processus d'assainissement**

Dans ce domaine de recherche, les activités de l'année ont porté sur les problèmes posés par la disposition des boues provenant des usines de traitement des eaux usées, sur l'élaboration d'une stratégie de contrôle des usines de traitement soumises à des effets chocs et sur la valorisation des rejets industriels. L'objectif de ces recherches est d'établir l'impact des métaux lourds dans les processus d'assainissement et de valorisation des boues. On effectue aussi des recherches sur l'évaluation des effets des métaux lourds sur le traitement biologique des eaux résiduaires, sur la récupération des métaux à partir des boues provenant de tels traitements, et sur la valorisation de ces boues.

Plusieurs projets sont en cours de réalisation dans le cadre du programme d'assainissement. Citons entre autres: l'étude des effets chocs sur le système biologique (CRSNG); l'extraction des métaux des boues municipales par lixiviation bactérienne hautement active (FCAR actions spontanées); la variation des boues de traitement biologique (FCAR équipes); l'évaluation de la contamination des eaux par l'élevage bovin

(MENVIQ); la bioconversion des effluents laitiers par bio-réaction (FODAR); l'extraction des métaux lourds de boues d'épuration (CQVB) et enfin l'étude de la solubilisation des métaux lourds dans les boues aérobies d'épuration (SQAE).

## **CONCLUSION**

Le Centre INRS-Eau a connu une autre année remarquable sur le plan des revenus extérieurs et en termes d'activités scientifiques. Les activités d'enseignement ont été aussi très importantes. Nous avons réaménagé nos structures de fonctionnement dans un esprit d'accroissement des responsabilités individuelles. Nous avons réussi grâce aux efforts soutenus des chercheurs à dépasser nos objectifs budgétaires. En terme d'orientation, nous maintenons comme objectif prioritaire, l'application de nos travaux à la solution des problèmes qui touchent notre société et nous continuerons de consacrer nos efforts à la formation de chercheurs et spécialistes qui sauront comment aborder et résoudre les nouveaux problèmes auxquels ils seront confrontés. Si, sur le plan scientifique (projets, subventions, contrats, publications, etc...) et sur le plan de la formation, nous pouvons considérer l'année 90-91 comme excellente, il demeure une ombre majeure au fonctionnement harmonieux du Centre. La localisation du personnel du Centre en deux lieux différents et le manque d'espace de recherche vont conduire à des problèmes majeurs si cette situation n'est pas réglée dans des délais relativement courts. Au cours de la prochaine année, nous procéderons à l'examen de la programmation des activités scientifiques du centre et nous travaillerons particulièrement à 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 <sup>1</sup> ,	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,	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.
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.

### Chercheur universitaire

Wolfgang SUMMER,	B.Sc., M.Sc.A., D.Sc.
------------------	-----------------------

---

<sup>1</sup> Congé sabbatique

**Professeurs ou chercheurs invités**

Christian AMBLARD,  
 Christian BLAISE,  
 Jacques BUFFLE,  
 Georges CAVADIAS,

James R. KRAMER,  
 Pierre LAVALLÉE,

Richard MARCEAU,  
 Alain R. PESANT,  
 Régis R. SIMARD,

Université Blaise-Pascal, France  
 Environnement Canada, Longueuil  
 Université de Genève, Suisse  
 Consultant pour organismes  
 internationaux, Montréal  
 Université McMaster, Ontario  
 ASSEAU Inc., Montréal;  
 Gendron Lefèbvre, Consultants, Montréal  
 ENAP, Sainte-Foy  
 Agriculture Canada, Lennoxville  
 Agriculture Canada, Sainte-Foy

**Chargés de cours**

Jean-Yves CHOUINARD,  
 André GRENON,

Richard MARCEAU,

INRS-Urbanisation  
 Centre québécois de coordination de la  
 télédétection (COCT), Ministère de l'Énergie et  
 des Ressources du Québec  
 Ecole nationale d'administration publique, Québec

**Associés de recherche contractuels**

Louis MATHIER  
 Jean ROBERGE<sup>2</sup>  
 Francisco PADILLA

**Stagiaires post-doctoraux**

Jean CARON  
 Miguel Angel HUERTA-DIAZ  
 William O. NELSON<sup>2</sup>boursier CRSNG  
 Stefan MICALLEF<sup>2</sup>boursier CRSNG  
 Louise ST-CYR  
 Shucaï ZHU

**Professionnels réguliers**

Sylvie DESJARDINS  
 Jean LACROIX  
 Lise POTVIN  
 Wanda SOCHANSKI

**Professionnels contractuels**

Claude BLANCHETTE  
 Guy FORTIN  
 David MONAGHAN<sup>2</sup>  
 Daniel MORISSETTE<sup>2</sup>

**Assistants de recherche contractuels**

Irène ABI-ZEID  
 Reine BÉLANGER<sup>2</sup>  
 Jérôme BENOIT  
 Paul BOUDREAU  
 Jean-François CANTIN<sup>2</sup>  
 Myriam CHARTIER<sup>2</sup>  
 Guylain CHARRON  
 Marc CRISPIN  
 Daniel DESCHENES<sup>2</sup>  
 Patrick DUPONT  
 Richard JANVIER<sup>2</sup>  
 Yves MALTAIS<sup>2</sup>  
 Kalil MAMOUNY  
 Grégoire MARTIN  
 Line MCLAUGHLIN

Guy MERCIER  
 Nathalie MEUNIER  
 Martin MONTMINY  
 Daniel NOLIN  
 Luc PERREAULT  
 Hugues PERRON  
 Emmanuelle QUENTIN  
 Serge SIMARD<sup>2</sup>  
 Isabelle VILLENEUVE

**Agent technique de laboratoire**

Paul BOISVERT

**Techniciens réguliers**

Denise DOYON-PAQUET  
 Michelle GEOFFROY  
 André PARENT  
 Christiane RENAUD  
 Bernard VEILLEUX

**Techniciens contractuels**

Christian BASTILLE<sup>2</sup>  
 Nicole DROUIN<sup>2</sup>  
 François FOURNIER  
 Pierre FOURNIER<sup>2</sup>  
 Carol LÉPINE  
 Chantal PAQUIN  
 René RODRIGUE  
 Sylvie ST-PIERRE

**Agent métiers et services**

Marco POULIN

**Agents de bureau réguliers**

Alain POIRIER  
 Lise RAYMOND  
 Christine ROY

---

<sup>2</sup> Départ au cours de l'année

**Agents de bureau contractuels**

Carmen DESCHENES  
 Jean-Léon DOYON  
 Lise DUPUIS<sup>2</sup>  
 Suzanne DUSSEAULT  
 Claire LORTIE<sup>2</sup>  
 Lucie MERCIER  
 Claire MIGNEAULT  
 Elaine PARENT  
 Johanne PLAMONDON

**Stagiaires de recherche contractuels**

Jean BÉRUBÉ  
 Louis CYR  
 Juana ELUSTONDO  
 Louise FRASER  
 Nadine GIRARD  
 Valérie MONTGRAIN  
 M.-Hélène MUNSCH  
 Michèle PARENT  
 Maryse ROCHEFORT  
 Annie ST-LOUIS  
 Alex TESSIER

**Stagiaires de recherche externes**

Catherine BELLIARD  
 Bernard FABRE  
 Georges-Marie SAULNIER

**Stagiaires étudiants d'été**

François AUBÉ  
 Marie-Christine BÉLANGER  
 Sylvain BÉRARD  
 Jean-François BERNARD  
 Steve BLACKBURN  
 François BLOUIN  
 Philippe BOISSINOT  
 Julie BOUCHARD  
 J.D. BOURGEAULT  
 Marie-Claude CHAPDELAINÉ  
 Marie-André CIMON  
 Caroline COTÉ  
 Diane COTÉ  
 Isabelle COTÉ  
 Philippe CLÉMENT  
 Isabelle CRETE

Christine DESNOYERS  
 Martin DUBÉ  
 Martin ERNST  
 Vincent FORTIN  
 Pierre FOURNIER  
 Caroline FRENETTE  
 Jean GAUTHIER  
 Jacinthe GIRARD  
 Patrick GOUPIL  
 Annie GRAVEL  
 Denis HAMEL  
 Jocelyn HAMEL  
 Martin HANDFIELD  
 Michel HARVEY  
 Nathalie JOLICOEUR  
 Christine LABERGE  
 Bruno MORIN  
 Luc NADEAU  
 Ali NAEEMY  
 Jacinthe PAQUET  
 Gilles PELLETIER  
 Lise RANCOURT  
 Marc SAVARD  
 Gaétane TARDIF  
 André VACHON  
 Valérie VILLENEUVE

**Étudiants à la maîtrise**

MA.Catalina ALFARO DE LA TORRE  
 Nicole BROUARD, boursière CRSNG  
 Jean-François CANTIN  
 Marie-Claude CHAPDELAINÉ, boursière FCAR  
 Myriam CHARTIER, boursière FCAR  
 Christine, DESNOYERS, boursière FCAR  
 Éric GAUTHIER  
 Marie LAROCQUE, boursière CRSNG  
 Andrée-Moira LEBRUN  
 Sylvie LESSARD  
 Léon MARINEAU  
 Sylvain MARTIN, boursier FCAR  
 Lucie MÉNARD  
 Jalal MZALI  
 France PELLETIER  
 Guy ROBERGE  
 Danielle RODRIGUE, boursière FCAR  
 Esther SALVANO  
 Claire TINCELLIN  
 Luc TRÉPANIÉ, boursier FCAR  
 Pascale VACHON

## Étudiants libres (maîtrise)

Marc AMYOT  
Christiane FLESSAS

## Étudiants au doctorat

Lahcen AIT-SSI  
Djilali BENMOUFFOK  
Monique BERNIER  
Jean-François BLAIS  
Paul BOUDREULT, boursier FCAR  
Bernard BOULANGER, boursier CRSNG  
Oscar CAMARA-DURAN  
Raynald CHASSÉ  
Yves COUILLARD, boursier CRSNG  
Albert CRAIG  
Michel CROWLEY  
Louise DESCHESNES  
Marie-Hélène DE SEDE  
Mohammed ESSADAoui  
Danielle FORTIN, boursière CRSNG  
Georges GANGBAZO  
Christian HARVEY, boursier FCAR  
Daniel HOULE, boursier FCAR  
Claude LABERGE, boursier CRSNG  
René LAFLEUR  
Yves LEFEBVRE, boursier FCAR  
Yvon MARANDA  
Patrick MARCEAU  
Hacene MESSAOUDI  
Jocelyn OUELLET  
Lise PARENT, boursière CRSNG  
B.R. RAVISHANKAR  
Agnès RENOUX  
François ROBERGE  
René ROY  
Robert ROY, boursier FCAR  
Yves THOMASSIN  
Charles TREMBLAY  
Éric VAN BOCHOVE  
Kevin WILKINSON, boursier FCAR  
Guillemette WILLEMIN

## Étudiant libre (doctorat)

Nassiba BENDALI-AMOR



### **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 huit grands domaines de recherche:

- **l'analyse statistique des données**
- **la modélisation hydrologique**
- **l'analyse numérique**
- **le développement de modèles d'aménagement**
- **la biogéochimie des polluants (métaux traces et pesticides)**
- **l'écotoxicologie des polluants**
- **la dynamique des éléments nutritifs dans les écosystèmes**
- **les processus d'assainissement.**

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 huit domaines de recherche du Centre comportent à la fois l'étude des processus et leur modélisation.

Chacun des huit 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 Analyse statistique des données**

Les chercheurs rattachés à ce domaine de recherche visent le développement de méthodes pour l'analyse de diverses données sur les ressources en eau. S'appuyant sur des méthodes statistiques avancées (études des valeurs extrêmes, persistance de séries de temps, méthodes multivariées) et sur des méthodes d'analyse numérique et de simulation, les chercheurs du Centre poursuivent des travaux sur la prévision et la régionalisation des crues et l'analyse de l'évolution temporelle de la qualité des eaux (détection des tendances).

### 3.1.1 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 Méthode de gestion par simulation de la contribution à la contamination des eaux des sources agricoles causées par l'élevage bovin

**Responsable:** Daniel CLUIS

**Collaborateur:** Khalil MAMOUNY

**Description et objectifs:** La demande croissante d'une information de qualité essentielle à la solution des problèmes environnementaux nous incite à développer un outil permettant d'apprécier l'importance relative des diverses sources de pollution sur un bassin, d'identifier les secteurs les plus menacés, et de vérifier dans quelle mesure la réglementation existante et les solutions techniques connues permettraient d'atteindre les objectifs fixés par les gestionnaires de l'environnement.

Dans cette perspective, nous poursuivons les objectifs suivants:

- A court terme - 1 an: fournir au ministère de l'Environnement un logiciel qui permette d'évaluer la contribution relative des amas de fumier, des eaux usées de laiterie et des cours d'exercice à la pollution de l'eau dans une représentation graphique absolue et relative.

- A moyen terme - 3 ans: fournir au ministère de l'Environnement un logiciel qui permette d'évaluer les contributions de l'épandage des déjections animales, de l'érosion du sol et de cartographier les exploitations à hauts risques. Le produit final pourra être utilisé pour orienter les actions et évaluer l'impact des interventions du Ministère en milieu agricole.

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

### 3.1.3 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 par divers usages.

Le modèle proposé, qui rassemblera l'ensemble des recherches effectuées, sera programmé en Pascal (programme REMUL-2) afin d'être utilisé sur un micro-ordinateur. Le programme REMUL-2 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)

### 3.1.4 Méthodes statistiques multidimensionnelles dans l'étude des phénomènes hydrologiques

**Responsable:** Marius LACHANCE

**Collaborateurs:** Serge SIMARD  
Mohammed ESSADAoui

**Description et objectifs:** Le programme de recherche comporte les objectifs généraux suivants :

- développement et adaptation de méthodes statistiques multidimensionnelles appropriées à l'analyse des différents types de données acquises par plusieurs ministères gouvernementaux pour la surveillance de la qualité des eaux de précipitation et de surface, ainsi que de la qualité de l'air;

- vérification de l'applicabilité et utilisation de ces méthodes multidimensionnelles pour faire ressortir des relations globales entre l'utilisation du territoire ou ses caractéristiques géographiques et certaines variables de qualité de l'eau ou de l'air;
- élaboration et mise au point de logiciels interactifs (genre systèmes experts) fournissant aux gestionnaires et aux scientifiques dans le domaine de l'eau un accès assisté par ordinateur à certaines techniques statistiques appropriées au problème considéré.

Sans négliger de considérer les méthodes multidimensionnelles classiques (Analyse en composantes principales, Analyse discriminante, Analyse canonique, Régression multiple usuelle), le programme de recherche proposé concerne principalement l'apport de méthodes encore peu utilisées en Amérique et provenant, à l'exception de la Ridge-Regression, de l'École française d'analyse de données. L'apport de méthodes telles que l'analyse factorielle des correspondances et la classification ascendante hiérarchique sera également considéré. D'ailleurs, le potentiel d'utilisation de ces deux méthodes pour interpréter des données de qualité de l'eau a été démontré par plusieurs applications. On considérera également l'apport complémentaire de méthodes utilisées en écologie numérique telles que l'analyse en coordonnées principales.

**Financement:** CRSNG - Dépenses courantes

### 3.1.5 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 MENVIQ 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.

### 3.1.6 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:** Les principaux objectifs du travail de recherche sont les suivants :

- développer et adapter des méthodes statistiques multidimensionnelles au domaine de l'environnement aquatique et analyser la complémentarité de certaines méthodes d'analyse de tableaux multiples et de classification;

- mettre au point des méthodes comportant un système d'aide à la décision permettant d'effectuer une ordination et une classification des données environnementales et éventuellement de modéliser des phénomènes présentant une structure temporelle.

**Financement:** Université du Québec (FODAR)

### 3.1.7 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)

## 3.2 Modélisation hydrologique

La recherche en modélisation hydrologique s'attache à l'élaboration de modèles numériques permettant de simuler et de prévoir divers phénomènes reliés au mouvement de l'eau et des substances nutritives et toxiques. Les travaux portent sur des phénomènes aussi divers que le cheminement vers les eaux souterraines de pesticides provenant d'épandage agricole, le transport atmosphérique des polluants sur de grandes distances, ou les prévisions hydrologiques pour la gestion. Un intérêt particulier est apporté au traitement et à l'intégration à ces modèles, d'informations obtenues par télédétection (satellites, avions) et par radars météorologiques.

### 3.2.1 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

### 3.2.2 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

### 3.2.3 Mise au point de logiciels intégrant télédétection par satellite et modélisation hydrologique

**Responsable:** Jean-Pierre FORTIN

**Collaborateurs:** Jean-Pierre VILLENEUVE  
Martin MONTMINY  
Claude BLANCHETTE  
Jérôme BENOIT

**Description et objectifs:** Dans le cadre de la phase de préparation au lancement du satellite RADARSAT, le Centre canadien de télédétection (CCT) a pour tâche, en particulier, de voir à ce que, dès le lancement du satellite, le Canada dispose à la fois de l'expertise et des moyens de traitement permettant de tirer le meilleur parti possible des données qu'il fournira. L'un des champs d'application pour lequel le CCT désire le développement d'une expertise est l'hydrologie. C'est dans cette perspective que notre équipe travaillant déjà au développement d'un modèle hydrologique conçu pour utiliser tout le potentiel de la télédétection, a proposé au CCT les activités suivantes:

- 1- Mise au point du modèle hydrologique HYDROTEL, conçu pour utiliser des données acquises par télédétection et être exécuté sur un microordinateur.
- 2- Mise au point de logiciels complémentaires:
  - a) de traitement et d'affichage d'images (IMATEL);
  - b) de traitement et de structuration des données spatiales selon un système d'information à référence spatiale (PHYSITEL).
- 3- Développement d'une méthodologie multicapteur et multidate pour l'évaluation des caractéristiques du couvert nival, développement mettant l'accent sur les données radar ROS (en vue du lancement du satellite RADARSAT) et comprenant des campagnes de mesures sur le terrain.
- 4- Support scientifique et technique aux utilisateurs participant aux tests du modèle sur différents bassins à travers le Canada.

L'originalité de cette proposition consiste à intégrer:

- la micro-informatique;
- la transmission rapide de données (dont les images acquises par les satellites météorologiques);
- le traitement d'images acquises par télédétection et de modèles numériques de terrain;
- la modélisation hydrologique distribuée;

et à présenter le tout sous forme de logiciels interactifs d'utilisation facile.

**Financement:** Environnement Canada - Contrat

### 3.2.4 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

### 3.2.5 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.

- a) **Modèle mathématique appliqué:** Au cours des trois dernières années, nous avons développé deux modèles mathématiques de simulation des débits et travaillé sur la prédiction. Nous poursuivons le développement d'un modèle pluie-débit pour la gestion en temps réel. Ce modèle est mis au point sur microordinateur. Nos travaux sur le modèle couplé (eau souterraine - eau de surface) nous ont conduits à nous préoccuper du transport des contaminants dans les eaux souterraines. Nous poursuivons nos travaux sur le développement d'un modèle de transport en zone non saturée. Au cours des trois prochaines années, nous voulons terminer la mise au point de ce modèle et aborder la modélisation en zone saturée.
- b) **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

### 3.2.6 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)

### 3.2.7 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 corégionalisation 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

### 3.2.8 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 - Stratégiques

### 3.2.9 AGRITEL : un logiciel sur micro-ordinateur permettant d'intégrer la télédétection pour la modélisation hydrologique des bassins versants agricoles

**Responsable:** Jean-Pierre FORTIN

**Collaborateurs:** Jean-Pierre VILLENEUVE  
Claude BLANCHETTE  
Martin MONTMINY

**Description et objectifs:** Le présent projet s'inscrit dans l'axe d'action prioritaire du Conseil des productions végétales du Québec portant sur "la valorisation et le développement optimal des ressources régionales". Plus particulièrement, le but visé par ce projet aidera à répondre aux besoins actuels en génie rural et en agrométéorologie. La section hydraulique du génie rural considère que "très peu de connaissances sont disponibles sur les bassins versants agricoles au Québec et (que) les formules couramment utilisées sont de plus en plus remises en question"; le développement de "modèles mathématiques de l'hydrologie du bassin" est par conséquent vu comme avec une priorité élevée. Par ailleurs, en agrométéorologie, on écrit qu'"il reste encore beaucoup de chemin à parcourir pour dégager l'information pertinente à une prise de décision éclairée pour la régie des productions".

Il s'agit donc de développer un modèle hydrologique applicable sur de petits bassins agricoles et par conséquent capable de tenir compte des caractéristiques particulières de ces bassins au niveau de l'évolution saisonnière des cultures, de la profondeur racinaire, des types de sol et des pratiques culturales. Ce modèle sera de type matriciel basé sur un système d'informations à référence spatiale et pouvant faire un usage optimal des données acquises par télédétection et d'un modèle numérique de terrain. Ce modèle sera présenté sous forme d'un logiciel interactif sur micro-ordinateur (AGRITEL). Il sera conçu en faisant appel aux techniques de pointe en microinformatique et en infographie. Enfin, il permettra de mieux répondre à bon nombre de besoins actuels en génie rural et constituera une excellente base pour l'addition ultérieure de modules de transport des sédiments et des polluants agricoles. Il permettra en particulier d'évaluer divers scénarios (pluie de période de retour donnée, irrigation, drainage, changement d'utilisation du sol, ...).

**Financement :** Ministère de l'Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

### 3.2.10 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

### 3.2.11 Comparaison globale des distributions statistiques pour la modélisation des débits de crue

**Responsable:** Bernard BOBÉE

**Description et objectifs:** L'étude statistique des débits de crue revêt une grande importance pour le dimensionnement des ouvrages hydrauliques ainsi que pour le contrôle et la prévention des inondations. C'est pourquoi on a assisté au cours de la dernière décennie à la proposition de plusieurs lois et méthodes d'estimation nouvelles pour représenter les crues sans que de véritables comparaisons soient effectuées. Cette recherche porte sur les principales lois statistiques recommandées par des agences gouvernementales et des scientifiques de différents pays: LOG PEARSON TYPE 3 (LP) et PEARSON TYPE 3 (P) aux États-Unis, GAMMA GÉNÉRALISÉE (GG) en URSS, GENERALIZED EXTREME VALUE (GEV) en Grande-Bretagne et HALPHEN (H) en France.

Dans cette recherche, on veut effectuer la comparaison de ces distributions pour déterminer la distribution et la méthode qui sont le mieux adaptées aux conditions canadiennes, afin d'en recommander l'utilisation aux praticiens. Pour chaque distribution (L), on effectue la comparaison par simulation des principales méthodes d'estimation en fonction de critères bien déterminés (biais, racine carrée de l'erreur quadratique, ...) afin de déterminer pour chaque loi L la méthode la plus adéquate.

On compare les différentes lois en retenant, pour chacune d'elle la méthode la plus adéquate. Cette comparaison, qui sera effectuée sur des données réelles de stations sélectionnées à travers le Canada, est basée sur plusieurs types de critères tenant compte de l'information disponible et des méthodes d'estimation existantes.

**Financement:** CRSNG - Dépenses courantes

### 3.2.12 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

### 3.2.13 Développement d'un modèle conceptuel d'un système de gestion intégrée des habitats de poissons du milieu littoral québécois

**Responsable:** Marius LACHANCE

**Collaboratrice:** Chantal LAJEUNESSE

**Description et objectifs:** Le travail consiste à produire un modèle de conception d'un système de gestion intégrée des ressources halieutiques du milieu littoral québécois. Cette méthodologie est testée sur les informations que la division de la gestion de l'habitat possède sur les Iles-de-la-Madeleine.

Dans une première étape, après avoir procédé à un inventaire des données de base nécessaires pour la gestion des habitats, on dégage une série d'indicateurs afin de résumer l'information et de mieux la traiter dans un système d'information géographique. La seconde étape consiste à produire un devis d'une carte thématique de base sur les ressources biologiques.

**Financement:** Ministère des Pêches et Océans du Canada

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

**Responsable:** Marius LACHANCE

**Collaborateurs:** Marc CRISPIN  
Pierre BERTRAND (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

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

**Responsable:** Jean-Pierre FORTIN

**Collaborateur:** Denis GRATON

**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

### 3.2.16 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

### 3.2.17 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  
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)

### 3.2.18 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 Analyse numérique

Ce domaine de recherche a pour objet la simulation par la méthode d'éléments finis des comportements monodimensionnels, bidimensionnels et tridimensionnels des écoulements à surface libre stratifiés ou rapides (estuaires maritimes, lacs) ainsi que le traitement numérique d'images obtenues par télédétection et le développement d'algorithmes spécifiques appliqués aux ressources en eau.

#### 3.3.1 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

#### 3.3.2 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-déouvrant 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.)

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

**Responsable:** Jean-Pierre VILLENEUVE

**Collaborateurs:** Olivier BANTON  
Pierre LAFRANCE  
Francisco PADILLA  
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. À 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

## 3.4 Développement de modèles d'aménagement

L'objectif de ce domaine est de fournir aux gestionnaires de la ressource des outils informatiques qui permettent d'évaluer l'impact des diverses décisions d'aménagement et de sélectionner les meilleurs choix, en vue d'une gestion optimale, compte tenu des ressources disponibles, des contraintes et des priorités. Ces projets trouvent des applications dans des domaines aussi variés que l'implantation d'usines d'assainissement, l'impact d'épandages de pesticides, l'influence des débits sur les habitats biologiques, etc.

### 3.4.1 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  
Yves MALTAIS  
Michel OUELLET

**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)

### 3.4.2 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

### 3.4.3 Programme d'assainissement des eaux de la SIDBEC-DOSCO Inc.

**Responsable:** Jean-Pierre VILLENEUVE

**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

#### 3.4.4 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'hydraulique 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'hydraulique 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)

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

**Responsable:** Michel LECLERC

**Collaborateurs:** Guy FORTIN  
Paul BOUDREAULT, 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)

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

**Responsable:** Michel LECLERC

**Collaborateurs:** Bernard BOBÉE  
 Jean-Pierre FORTIN  
 Olivier BANTON  
 Paul BOUDREAU  
 Grégoire MARTIN  
 Martin MONTMINY  
 Wanda SOCHANSKI  
 Patrick DUPONT  
 Marc CRISPIN  
 Guy FORTIN  
 Jérôme BENOIT  
 Julie BOUCHARD  
 Nathalie JOLICOEUR  
 Luc PERREAULT  
 Jean-François CANTIN  
 Paul BOUDREAULT, 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)

### 3.5 Biogéochimie des polluants (métaux traces et pesticides)

Ces recherches portent sur le comportement de polluants dans la colonne d'eau, à l'interface eau-sédiment et dans les eaux souterraines. Les résultats qui en découlent servent à tester et à raffiner des modèles conceptuels du comportement des polluants dans le milieu.

Dans le cas de la colonne d'eau, on vise à élucider les relations qui existent entre, d'une part, la spéciation des métaux traces et, d'autre part, leur comportement géochimique et leur prise en charge par les organismes biologiques; on étudie en particulier l'influence sur ces relations de variations de quelques facteurs environnementaux-clés (pH, teneurs en matière organique dissoute). Les travaux au niveau de l'interface eau-sédiment portent sur les échanges à l'interface (rôle de la bioturbation), le contrôle des concentrations en métaux traces dans les eaux interstitielles (rôle de l'adsorption), la répartition de ces métaux entre différentes phases solides, et la prise en charge des métaux par les organismes benthiques vivant à cette interface. Finalement, les recherches touchant les eaux souterraines visent à identifier et à quantifier les facteurs qui contrôlent la mobilité des pesticides dans le milieu souterrain (phénomène d'adsorption et de désorption; complexation de pesticides organiques par les acides humiques dissous).

#### 3.5.1 Spéciation et biodisponibilité de métaux dans les eaux naturelles

**Responsable:** Peter G.C. CAMPBELL

**Collaborateurs:** Lise PARENT  
William O. NELSON

**Description et objectifs:** Pour un bassin versant situé sur le Bouclier canadien et soumis à des précipitations acides, on note souvent une mobilisation de métaux du milieu terrestre vers le milieu aquatique (surtout Al). Cette mise en circulation est généralement de nature épisodique, suite à des événements hydrologiques particuliers (ex.: fonte de la neige; crue automnale). Le devenir géochimique de ces métaux et leur disponibilité biologique (et donc leur impact environnemental) dépendront de leur spéciation, ce qui explique notre intérêt général à développer des méthodes analytiques pour déterminer la spéciation des métaux dans les eaux naturelles, et à élucider les relations existant entre les formes de métal présentes et leurs effets biologiques.

Dans ce cadre général, le présent projet a pour objectif de relier la spéciation d'un de ces métaux (Al) dans les eaux naturelles et sa biodisponibilité. Dans un premier temps, en employant des eaux synthétiques de composition connue et en faisant varier diverses variables expérimentales (ex.: pH, concentration totale d'aluminium, spéciation de l'aluminium), on a suivi la bioaccumulation et/ou la toxicité de l'aluminium chez des algues tests (*Chlorella pyrenoidosa*; *Chlamydomonas variabilis*). Ces expériences ont permis de constater

que le **Modèle d'Ion Libre** (conçu et couramment employé pour expliquer l'interaction de métaux autres que l'Al avec des organismes aquatiques) était inadéquat pour expliquer la bioaccumulation et la toxicité de l'aluminium chez ces algues.

Actuellement, on vérifie jusqu'à quel point la révision du modèle, notamment pour inclure une contribution possible de complexes mixtes  $[(X)_x\text{Al-L-cellule}]$ , où  $X = \text{OH}$  ou  $\text{F}$ ] à la réponse biologique, pourrait améliorer sa capacité de prédiction. Dans un deuxième temps, il faudra évaluer si le modèle révisé peut rendre compte adéquatement de la biodisponibilité de l'aluminium dans les eaux naturelles, en présence de la matière organique dissoute (poids moléculaire élevé ou faible).

**Financement:** CRSNG - Dépenses courantes

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

**Responsable:** Peter G.C. CAMPBELL

**Collaborateurs:** Kevin J. WILKINSON  
Robert ROY

**Description et objectifs:** Sur le Bouclier canadien, dans les eaux de surface influencées par les précipitations acides, la qualité de l'habitat des poissons risque de se détériorer suite à la mise en circulation de certains métaux (Mn, Zn et surtout Al). Dans le cas de l'aluminium, des événements hydrologiques particuliers (ex.: fonte de la neige), accompagnés d'une baisse de pH, provoquent non seulement des concentrations plus importantes 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 ( $6 < \text{pH} < 8$ ), devient minoritaire, et est remplacée par des espèces cationiques ( $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_x^{(3-x)+}$ ,  $\text{Al}(\text{F})_y^{(3-y)+}$ ) en milieu acide. Il importe alors de déterminer la disponibilité de ces complexes pour la faune aquatique.

Dans ce contexte, on a amorcé une étude des interactions entre l'aluminium, le fluorure et une cible biologique importante, le saumon atlantique (juvéniles de Salmo salar). La suite du projet en 1990-91 a pour objectifs spécifiques:

- i) de préciser le(s) mécanisme(s) de toxicité de l'aluminium en solutions acides et en présence ou non de fluorure;
- ii) de déterminer la spéciation de l'aluminium à la surface branchiale et de relier cette spéciation aux effets biologiques observés;
- iii) de raffiner le **Modèle d'Ion Libre** afin de développer de meilleurs outils prédictifs de la toxicité de l'aluminium dans ces conditions.

Les expériences impliquent l'exposition de jeunes saumons au laboratoire à des conditions acides simulant celles rencontrées dans les rivières à saumon de la Côte-Nord au printemps. Les saumons sont exposés à l'acidité (pH 4.5-5.5), à l'acidité + l'aluminium (pH 4.5-5.5 +  $\text{Al}(\text{OH})_x^{(3-x)+}$  +  $\text{Al}_m(\text{OH})_n^{(3m-n)+}$ ), ou encore à l'acidité + l'aluminium + le fluorure (pH 4.5-5.5 +  $\text{Al}(\text{OH})_x^{(3-x)+}$  +  $\text{Al}(\text{F})_y^{(3-y)+}$ ) de manière à différencier leurs effets respectifs. On suit la toxicité aigüe ainsi que la bioaccumulation d'Al associé au mucus, l'Al adsorbé à la surface des branchies et l'Al intracellulaire - ceci à l'aide d'extractions chimiques sélectives. De plus, on compte déterminer la spéciation de l'aluminium à la surface branchiale en utilisant des méthodes physiques telles la résonance magnétique nucléaire à l'état solide (RMN) et la microscopie électronique, ou en employant des traceurs radioactifs ( $^{18}\text{F}$ ).

**Financement:** CRSNG et Pêches et Océans Canada - Subvention

### 3.5.3 Biogéochimie de l'interface eau-sédiment

**Responsable:** Richard CARIGNAN

**Description et objectifs:** Les interactions eau-sédiment peuvent jouer un rôle important dans la dynamique biologique et chimique des lacs. Par exemple, les sédiments constituent le principal site de régénération des substances nutritives dans les lacs. La majeure partie des polluants (métaux traces, dérivés de pesticides, nutriments) présents dans les lacs se retrouvent dans les sédiments superficiels et il est important de connaître leur degré d'interaction avec la colonne d'eau. Les sédiments peuvent expliquer en grande partie la capacité de résistance à l'acidification, que montrent certains lacs sujets aux pluies acides. Malgré l'importance potentielle des sédiments, notre compréhension des phénomènes biologiques, chimiques et physiques propres à l'interface eau-sédiment est encore très rudimentaire. L'absence de modèles théoriques ou empiriques capables de prédire l'importance quantitative des interactions eau-sédiment au niveau des apports internes en éléments nutritifs, du destin des polluants sédimentaires et de la génération d'alcalinité dans les lacs touchés par les pluies acides, témoigne de l'insuffisance de nos connaissances dans ce domaine. L'objectif de ce projet de recherche consiste donc à caractériser et quantifier les phénomènes de transport des substances dissoutes à l'interface eau-sédiment et à appliquer ces connaissances à l'étude du transport des substances nutritives (P, N, Si) et toxiques (métaux traces) entre la colonne d'eau et les sédiments superficiels de quelques lacs du bouclier canadien. Cet objectif sera réalisé en utilisant une nouvelle méthode mise au point en 1986-87 qui permet la mesure *in situ* de l'importance relative de la diffusion moléculaire et de l'action d'irrigation par les invertébrés benthiques dans le transport de substances

dissoutes à l'interface eau-sédiment. Ces résultats seront utilisés dans la formulation de modèles empiriques reliant la sédimentation et la régénération d'éléments nutritifs, de modèles décrivant le comportement des métaux traces dans les sédiments superficiels des lacs acides, et de modèles capables de prédire la capacité de résistance à l'acidification des lacs sujets aux pluies acides.

**Financement:** CRSNG - Dépenses courantes

### 3.5.4 Étude de la pollution des eaux douces par le biais des espèces bioindicatrices que sont les invertébrés benthiques

**Responsable:** R. Landis HARE

**Description et objectifs:** Le **premier objectif** de cette étude est de quantifier les facteurs biologiques et, en prenant en considération les données physico-chimiques, de développer des équations prédictives pour relier les concentrations des métaux traces trouvées dans les sédiments des lacs à celles mesurées dans les invertébrés benthiques. Comme les métaux traces dans ces animaux ne sont pas statiques, le **deuxième objectif** est de quantifier ces dynamiques au laboratoire et sur le terrain. Dans le cas des animaux qui ingurgitent les sédiments, l'intestin est probablement le site majeur d'échange et d'entreposage des métaux traces, le **troisième objectif** est donc de mesurer les conditions dans l'intestin des animaux (pH, temps de passage de la nourriture etc.) et de les mettre en relation avec les concentrations et les taux d'échange des métaux traces. Ces polluants peuvent avoir des effets toxiques sur les animaux. Le **quatrième objectif** est de mesurer la toxicité des métaux traces, dans les microcosmes au laboratoire et dans les lacs.

**Financement:** CRSNG - Dépenses courantes

### 3.5.5 Influence des processus bio-physico-chimiques sur le transport des pesticides dans les eaux souterraines

**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 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 par notre équipe, 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

### 3.5.6 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)

### 3.5.7 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

### 3.5.8 Facteurs abiotiques impliqués dans la prédiction du niveau de métaux traces dans les bivalves d'eaux douces

**Responsable:** André TESSIER

**Collaborateur:** Peter G.C. CAMPBELL

**Description et objectifs:** Des travaux antérieurs nous ont permis de relier la concentration d'un métal trace dans les sédiments à la concentration de l'ion libre de ce métal dans l'eau ambiante en faisant appel à des réactions d'adsorption. On a pu ainsi identifier les paramètres géochimiques des sédiments qui influencent la concentration de l'ion libre (pH, concentration d'oxyhydroxydes de fer et de métaux associés à ces oxyhydroxydes).

On veut vérifier l'hypothèse que la concentration de métal accumulé par le bivalve d'eau douce Elliptio complanata est proportionnelle à la concentration de l'ion libre. Comme cette dernière est difficile à mesurer dans les eaux naturelles, on se servira des paramètres géochimiques mentionnés ci-dessus pour vérifier l'hypothèse.

**Financement:** Ministère de l'Environnement de l'Ontario

### 3.5.9 Biogéochimie de substances polluantes dans le milieu aquatique

**Responsable:** André TESSIER

**Collaborateurs:** Peter G.C. CAMPBELL  
Richard CARIGNAN  
Jean-Christian AUCLAIR  
R. Landis HARE  
William NELSON  
Miguel 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

### 3.5.10 Modélisation de l'accumulation de métaux traces chez les invertébrés benthiques

**Responsable:** André TESSIER

**Collaborateurs:** Peter G.C. CAMPBELL  
R. 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

### 3.5.11 Indicateur biochimique de stress environnemental causé par les métaux toxiques

**Responsable:** Peter G.C. CAMPBELL

**Collaborateurs:** André TESSIER  
Jocelyne PELLERIN-MASSICOTTE  
Yves COUILLARD  
Stefan MICALLEF

**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)

### 3.5.12 Optimisation du développement des plantes en fonction du rôle d'épuration des étangs 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 d'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

### 3.5.13 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)

### 3.5.14 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)

### 3.5.15 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  $\text{NO}_3^-$  et du  $\text{SO}_4^{2-}$  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  $\text{SO}_4^{2-}$  et  $\text{NO}_3^-$  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

### 3.5.16 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  $\text{pH}^{\text{ZPC}}$ , leur surface spécifique, leur densité de site d'adsorption, leurs constantes d'acidité intrinsèque et leur forme cristalline.

**Financement:** CRSNG - Dépenses courantes

### 3.5.17 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 est une fonction de la concentration de l'ion métallique libre  $[M^{Z+}]$ , laquelle est reflétée par la concentration de matière organique et la concentration de fer dans les sédiments;
- 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)

### 3.5.18 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  
Oscar CAMARA  
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)

### 3.5.19 Revue critique de la littérature relative aux méthodes de détermination et aux approches d'évaluation des substances persistantes et bioaccumulables.

**Responsable:** Peter G.C. CAMPBELL

**Collaborateur:** Robert ROY

**Description et objectifs:** Dans le but d'assurer une gestion efficace des substances toxiques susceptibles d'être disséminées dans les milieux naturels, le Ministère de l'Environnement considère comme prioritaire le secteur d'évaluation des substances persistantes et bioaccumulables. Dans le présent projet, on considère deux questions complémentaires :

- i) quelles sont les méthodes de détermination utilisables pour établir qu'une substance est persistante et bioaccumulable ?
- ii) quelles sont les approches d'évaluation des substances persistantes et bioaccumulables en relation avec les milieux récepteurs ?

Le projet consiste en une revue critique de la littérature, faisant ressortir les avantages et inconvénients des méthodes et approches utilisées. Cette recherche critique devrait permettre au Ministère d'aboutir d'une part à une évaluation des méthodes et approches utilisées et d'autre part, à mieux formuler le cadre d'interprétation à l'égard des substances persistantes et bioaccumulables.

**Financement:** Ministère de l'Environnement du Québec

### 3.5.20 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.

Dans la première hypothèse de travail, lorsque le bassin versant du système lacustre est relativement important et de bonne pente longitudinale moyenne, pour un même site de carottage l'épaisseur des strates inorganiques allochtones sera proportionnelle à la magnitude des événements de paléoséismicité de la région étudiée.

**Financement:** CRSNG - Dépenses courantes

### 3.5.21 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)

### 3.6 Écotoxicologie des polluants

Ces travaux ont pour objectif le développement d'approches pour évaluer les dangers et risques environnementaux de contaminants (sources ponctuelles et diffuses); ils sont réalisés dans la perspective d'étudier des mécanismes d'acclimatation et de définir des indicateurs de "stress environnementaux". Les études sont axées sur les relations structures-fonctions de populations et de communautés planctoniques. La biochimie de l'agression toxique est précisée en suivant l'action de substances altérageuses sur des voies métaboliques et sur l'ultrastructure cellulaire.

#### 3.6.1 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

#### 3.6.2 Bio-indicateurs de stress et suivi du comportement toxique d'effluents en rivière: développement méthodologique au niveau de la communauté périphytique

**Responsable:** Pierre COUTURE

**Collaborateurs:** Christian AMBLARD  
Raynald CHASSÉ

**Description et objectifs:** L'importance des communautés périphytiques dans les écosystèmes aquatiques est largement reconnue depuis fort longtemps. L'abondance et la composition du périphyton peuvent être des indicateurs précieux de la qualité de l'eau, malgré les difficultés méthodologiques liées à la complexité et à l'hétérogénéité de cette communauté.

On consacre la première partie de ce projet à l'état actuel des connaissances. On effectue une revue bibliographique où sont analysés successivement, les aspects méthodologiques liés à l'étude du périphyton, les principaux facteurs de développement et les différents stades de maturation de ces communautés et enfin, les relations entre le périphyton et la qualité de l'eau, notamment en présence d'effluents de fabriques de pâtes et papiers.

La deuxième partie du projet concerne les résultats d'une étude que nous avons menée pour connaître les effets d'un effluent d'une fabrique de pâtes et papiers sur la structure et le fonctionnement des communautés périphytiques. En raison de la complexité de l'action de ce type d'effluent et conformément aux recommandations de nombreux auteurs, des substrats artificiels placés dans des canaux expérimentaux, en conditions contrôlées, ont été utilisés afin d'uniformiser les conditions de développement du périphyton et d'isoler un seul paramètre variable: la présence de l'effluent et des concentrations croissantes (0, 0,5, 2,5 et 10%).

**Financement:** Ministère de l'Environnement du Québec

### 3.6.3 Mécanismes de tolérance chez le phytoplancton

**Responsable:** Pierre COUTURE

**Collaborateurs:** Patsy A. THOMPSON  
Christian HARVEY

**Description et objectifs:** Globalement, la réalisation de ce projet de recherche permettra l'identification et la compréhension des mécanismes de tolérance chez des populations phytoplanctoniques soumises à des stress environnementaux, dont la présence de métaux dissous. On compte ainsi améliorer significativement les connaissances sur les mécanismes biochimiques induisant la tolérance.

Ces connaissances sont requises pour la compréhension des mécanismes soutenant les stratégies de compétition des populations. Elles sont, par ailleurs, d'un intérêt majeur pour l'interprétation des résultats de bio-essais. Ces nouvelles méthodologies sont employées par des gestionnaires d'Environnement Canada et d'Environnement Québec dans des réseaux de surveillance de la qualité des effluents. Elles constituent la base de l'approche pour l'évaluation des dangers et des risques environnementaux.

**Financement:** Université du Québec - FODAR

### 3.6.4 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

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

**Responsable:** R. 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, du cuivre, du plomb et du zinc et leur repositionnement au fond du lac. Nous comparerons la taille et le poids des invertébrés habitant les sédiments traités et non-traités, leur cycle de vie et la composition en espèces (richesse et diversité) des communautés qui en résultent. Les métaux seront ajoutés ensemble, en concentrations normalement rencontrées dans les sédiments des lacs contaminés par les retombées atmosphériques de sources locales. Les expériences seront faites à des stations épilimnétique et hypolimnétique puisque les communautés benthiques diffèrent énormément dans ces 2 types de zones. Basé sur les résultats de la première expérience, une deuxième série d'essais sera conduite pour vérifier les effets des métaux traces individuellement, à différentes concentrations.

**Financement:** CRSNG - Partenariats de recherche (Fonds mondial pour la Nature)

### 3.6.6 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)

## 3.7 **Dynamique des éléments nutritifs dans les écosystèmes**

Ces recherches portent sur les cycles du soufre et de l'azote dans les écosystèmes forestiers et lacustres; il s'agit de deux éléments dont les cycles ont été fortement perturbés par l'homme en raison d'une augmentation des apports atmosphériques. On vise à identifier et ensuite à quantifier les transformations que ces éléments subissent dans l'écosystème forestier, lesquelles contrôleront leurs flux vers l'écosystème aquatique. Une attention particulière est consacrée aux transformations ayant lieu dans la neige au sol ainsi que dans les sols pendant la période critique de fonte printanière.

### 3.7.1 Dynamique de la végétation aquatique dans le Parana moyen argentin

**Responsable:** Richard CARIGNAN

**Collaborateurs:** Jean-Pierre FORTIN  
Dolors PLANAS, UQAM

**Description et objectifs:** Brièvement, nous proposons de vérifier l'hypothèse selon laquelle la productivité et la dynamique des lacs de la plaine d'inondation du Parana argentin (100,000 km<sup>2</sup>) serait contrôlée par les flux d'éléments nutritifs (surtout de l'azote) provenant des sédiments déposés par le fleuve lors des crues. La vérification de cette hypothèse nécessite des mesures de flux d'éléments nutritifs dans quelques lacs sujets à des régimes de crues différents, et la quantification de la dynamique de production de la végétation flottante par télédétection. Ce projet regroupe des spécialistes en écologie, télédétection et biogéochimie provenant du réseau de l'Université du Québec et du Centre d'Écologie du Littoral de Corrientes (Argentine).

**Financement:** Université du Québec - FODAR - CRSNG

### 3.7.2 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 ( $\text{SO}_4^{--}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ), et des micropolluants cancérigènes (hydrocarbures polyaromatiques). 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 perte 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 perte 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

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

**Responsable:** H. Gerald JONES

**Collaboratrice:** Wanda SOCHANSKI

**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 ( $\text{O}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ) de  $\text{NO}_2$  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 épinettes. Ceci afin de déceler une relation quelconque entre la composition atmosphérique et l'endommagement du tissu photosynthétique des conifères.

**Financement:** FCAR - Université Laval

### 3.7.4 Procédés à l'interface couvert de neige/atmosphère : influence sur la composition des gaz traces ( $\text{HNO}_3$ , $\text{NO}_2$ , $\text{O}_3$ ) dans la basse atmosphère

**Responsable:** 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  $\text{HNO}_3$  est libéré dans le couvert de neige durant la métamorphose des cristaux froids ( $<0^\circ\text{C}$ ) de neige. Le  $\text{HNO}_3$ , alors en vapeur, se déplace vers le haut, sous l'influence de gradients de  $\text{HNO}_3$  et de  $\text{CO}_2$  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  $\text{HNO}_3$  en  $\text{NO}_2$  va se faire. Si la température permet la formation des couches d'eau minces sur l'interface glace/air, la photooxydation de  $\text{NO}_2$  en  $\text{HNO}_3$  va se faire, par le biais des photooxydants dans le cycle atmosphérique des espèces oxygénées tels que  $\text{O}_3$  et  $\text{H}_2\text{O}_2$ . La dissolution directe du  $\text{HNO}_3$  (dépôts secs) sur la surface eau-neige va aussi se faire dans ces circonstances.

**Financement:** CRSNG - Partenariat de recherche (Environnement Canada)

## 3.8 Processus d'assainissement

Les activités sont concentrées sur les problèmes posés par la disposition des boues provenant des usines de traitement des eaux usées et sur l'élaboration d'une stratégie de contrôle des usines de traitement soumises à des effets chocs. Ces recherches ont pour objectif de préciser l'impact des métaux lourds dans les processus d'assainissement et de valorisation des boues. Certains de ces métaux sont susceptibles de provoquer des problèmes de toxicité dans les usines de traitement (étape de traitement biologique et de production des boues) et dans l'environnement lors de la disposition finale des boues (que ce soit par épandage, remplissage, combustion). Les recherches dans ce domaine portent sur l'évaluation des effets des métaux lourds sur le traitement biologique des eaux résiduaires (diminution de l'efficacité de l'usine), sur la récupération des métaux à partir des boues provenant de tels traitements et sur la valorisation de ces boues.

### 3.8.1 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

### 3.8.2 Valorisation des boues de traitement biologique

**Responsable:** Denis COUILLARD

**Collaborateurs:** Rajeshwar D. TYAGI  
Guy MERCIER

**Description et objectifs:** Les objectifs de ce projet de recherche sont d'optimiser les conditions opérationnelles d'un bioréacteur (pH, température, concentrations de matières nutritives, approvisionnement en O<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub>, concentration des boues), l'extraction des métaux extracellulaire et intracellulaire, l'acclimatation des souches aux concentrations élevées de métaux et le rôle des cultures mixtes dans l'extraction des métaux. Une estimation des constantes cinétiques et l'élaboration d'expressions mathématiques décrivant le phénomène du lessivage microbiologique devront être réalisées afin de bâtir une procédure de contrôle et de concevoir les bioréacteurs. Enfin, le développement du procédé à grande échelle reposera sur les résultats expérimentaux obtenus.

**Financement:** Fonds FCAR - Équipes

### 3.8.3 Effets de certains événements hydrologiques (pluie et fonte de la neige) sur les pertes d'azote et de phosphore résultant d'épandages au printemps et à l'automne

**Responsable:** Denis COUILLARD

**Collaborateurs:** Daniel CLUIS  
Georges GANGBAZO

**Description et objectifs:** A cause du dynamisme de la production agro-alimentaire et particulièrement celui de la production animale, les fermes québécoises génèrent annuellement près de 25 millions de tonnes de fumier et de lisier. Ce sous-produit dont la valeur économique est non négligeable (225 à 330 millions de dollars par année) est et demeurera cependant une source de pollution diffuse des eaux si sa gestion n'est pas améliorée.

Actuellement, l'épandage se fait au printemps (1/3 du volume total) et tard à l'automne (2/3 du volume total) à cause des nombreuses contraintes liées à la gestion d'une ferme. Sa régie ne tient compte au mieux que des considérations agronomiques telles que le besoin azoté des cultures, oubliant les processus hydrologiques qui sont à l'origine du transport des matières nutritives vers les cours d'eau.

Le projet vise donc à améliorer l'état de connaissances sur l'effet de deux processus hydrologiques majeurs qui contribuent à la pollution des eaux en milieu agricole, soit les pluies printanières et automnales et la fonte de la neige, pour offrir aux agriculteurs un complément d'informations sur la régie des épandages. Ces processus seront simulés en imitant le plus possible les conditions naturelles.

Les résultats constitueront les bases scientifiques requises pour la mise sur pied d'un réseau d'avertissement agro-météorologique qui aviserait les agriculteurs des moments propices aux épandages. Ce faisant, on s'assure que la valeur fertilisante du fumier profite aux cultures (économie pour les agriculteurs) et que la qualité des eaux est peu ou pas affectée.

**Financement:** Ministère de l'Agriculture du Canada (Entente auxiliaire Canada-Québec)

### 3.8.4 Extraction des métaux lourds en vue de la valorisation des boues d'épuration

**Responsable:** Denis COUILLARD

**Collaborateur:** Guy MERCIER

**Description et objectifs:** L'empêchement majeur pour une utilisation à long terme des boues résiduelles lors de l'épandage agricole, se situe au niveau de la concentration élevée des métaux lourds présents dans ces boues. En effet, la proportion des métaux lourds correspond à 0,5 - 2,0% du poids sec de la boue.

L'objectif global vise à l'obtention d'un procédé optimal de valorisation des boues d'épuration par enlèvement biologique des métaux lourds et utilisation subséquente de ces boues purifiées comme fertilisants pour plantes en serres et en sols agricoles et forestiers.

Dans le procédé biologique d'extraction des métaux lourds par lixiviation avec les souches mixtes de *Thiobacillus thiooxidans* et *ferrooxidans*, l'approche portera sur trois principaux éléments:

- a) paramètres optimisés (physico-chimique, mécanique et biologique) en opération en cuinée;
- b) paramètres optimisés en opération continue et semi-continue;
- c) design optimum de bioréacteur (recyclage des cellules, air et autres formes de fixation des cellules).

**Financement:** Centre Québécois de valorisation de la biomasse (CQVB) - Contrat Centre Saint-Laurent

### 3.8.5 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

### 3.8.6 Bioconversion des effluents laitiers en acide lactique et acide propionique par bioréacteur à cellules immobilisées

**Responsable:** Rajeshwar D. TYAGI

**Collaborateurs:** Jean-Pierre VILLENEUVE  
T.J. AGBEHAVI, UQTR  
D. KLUPFEL, Institut Armand-Frappier (IAF)

**Description et objectifs:** Le principal problème des industries laitières est lié à la valorisation du lactosérum par sa bioconversion en produits utiles (tels les acides organiques, l'alcool...) ce qui contribue à la diminution voire même à l'élimination du problème de la pollution de l'environnement. Les technologies actuelles ne permettent pas d'aboutir à ces produits (acides organiques...) de façon économique. Par conséquent, il est nécessaire de développer une technologie (cellules immobilisées) permettant de recycler le lactosérum de façon optimale et économique, surtout chez les petites industries laitières.

Un système à cellules immobilisées a été développé par le professeur Tyagi et ses collaborateurs pour une fermentation rapide de la mélasse et pour l'hydrolyse de la cellulose en éthanol (brevet indien no 35/DEL 80). Les objectifs de la recherche proposée consistent à adapter ce système à la bioconversion des déchets laitiers (perméat du petit lait) en produits chimiques tels que l'acide lactique et l'acide propionique. Les objectifs de ce projet de recherche sont les suivants:

- recherches préliminaires sur la bioconversion du petit lait en tenant compte du taux de dilution, de l'efficacité de la conversion et de la rétention des gaz;
- études du bioréacteur pour minimiser la rétention des gaz;
- optimisation du rapport hauteur/diamètre (H/D);
- étude de la distribution de la température dans la colonne, le long du support et à travers le support des cellules immobilisées;
- études en régime transitoire (selon les changements d'approvisionnement, de la température, du sucre et de la concentration);
- analyse de stabilité.

L'hypothèse de cette proposition est d'augmenter la concentration des produits (acides organiques: lactique et propionique) et la productivité en employant des cellules bactériennes immobilisées sur un support inerte (brevet indien no 35/DEL 80) et ainsi réduire les coûts de production.

**Financement:** Université du Québec - FODAR

### 3.8.7 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  
 B. BOULANGER  
 F. 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

### 3.8.8 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)

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

**Responsable:** Denis COUILLARD

**Collaborateurs:** Pierre LAFRANCE  
Sylvie LESSARD

**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.

### 3.8.10 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  
B. R. RAVISHANKAR

**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 quel e 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

### 3.8.11 Solubilisation biologique des métaux lourds dans les sédiments fortement contaminés

**Responsable:** Denis COUILLARD

**Collaborateurs:** Shucai ZHU  
J.F. LI  
G. MERCIER  
M. CHARTIER

**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)

### 3.8.12 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 intertemporelle.

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

### 3.8.13 Analyse de risque

**Responsable:** Jean-Louis SASSEVILLE

**Description et objectifs:** Ce projet a porté sur l'analyse du risque pour la vie humaine que représente le transport de gaz liquide pétrole sur le Saint-Laurent jusque dans la région de Varennes. Il a consisté à revoir les analyses de risque réalisées par les consultants et à apprécier les méthodes utilisées pour l'établir.

**Financement:** Environnement Canada

### 3.8.14 Compétitivité de l'industrie minière et normes environnementales

**Responsable:** Jean-Louis SASSEVILLE

**Description et objectifs:** L'industrie minière québécoise devra vraisemblablement intensifier ses efforts pour se conformer aux exigences de l'agence de contrôle de la pollution. Ce détournement de ressources productives vers des opérations traditionnellement considérées non-productives se fera dans des contextes économique et institutionnel incertains. Les taux d'intérêts élevés, les transformations profondes des marchés et la restructuration des échanges commerciaux internationaux sont susceptibles d'intervenir dans l'établissement des relations entre l'agence de contrôle et l'exploitant minier.

Dans cette recherche, on analyse le contexte et la dynamique des rapports entre l'agence de contrôle et l'exploitant minier. Dans une première étape, on met en évidence l'effet délétère de l'application des normes d'environnement sur la productivité industrielle. Par la suite, on analyse les contextes économique et institutionnel dans lesquels s'établiront les rapports entre l'agence de contrôle et l'exploitant minier. Se servant à la base du modèle utilitariste, on procède à l'analyse des comportements de l'agence et de l'exploitant dans l'application des mesures de contrôle. Le modèle permet de prédire qu'il est probable que s'établiront des rapports conciliatoires entre l'agence de contrôle et l'exploitant minier si certaines conditions sont respectées. Enfin, on traite de l'efficacité administrative et économique des rapports conciliatoires dans le contrôle de la pollution d'origine minière.

**Financement:** Supporté par l'Association minière du Québec

### 3.8.15 Développement durable: Théorie de l'applicabilité au contexte québécois et Réflexion sur la recherche et la formation en développement durable

**Responsable:** Jean-Louis SASSEVILLE

**Collaborateurs:** R. MARCEAU (ÉNAP)  
A. RADA-DONATH (UQAC)  
C. LASSUS (UQAR)

**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). 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? Est-il avantageux de poursuivre des stratégies institutionnelles de développement durable? Etc... Ce projet devrait être en mesure de déboucher sur un ouvrage collectif de nature théorique et de portée pratique d'ici 2 ans pour qu'il soit conservé dans le plan de recherche.

Ce projet porte aussi sur la gestion des ressources halieutiques au Québec. Il comporte une analyse de la situation de la ressource (déjà en partie réalisée: C. Lassus), une analyse de la politique québécoise de conservation et de mise en valeur des ressources, la revue des théories des pêches (tant maritimes qu'intérieures), la formulation d'un cadre normatif de gestion durable des ressources halieutiques avec un accent particulier sur l'exploitation et la pollution des eaux.

**Financement:** Communauté scientifique réseau

## 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 (17) sont consacrés aux cours, et vingt-huit (28) aux activités de recherche. Les trois (3) cours de base, de trois (3) crédits chacun, sont Mathématiques appliquées, Hydrologie et Limnologie. 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-huit (28) autres crédits sont consacrés aux activités de recherche (séminaires et conférences et mémoire).

Au cours de l'année 1990-1991, douze (12) étudiants se sont inscrits au programme de deuxième cycle et treize (13) étudiants ont poursuivi la rédaction de leur mémoire. Durant la même année, trois (3) étudiants ont obtenu leur diplôme de maîtrise en sciences de l'eau de l'Université du Québec.

Responsable du programme  
de maîtrise en 1990-1991 :

Marius LACHANCE, professeur

#### 4.1.1 Étudiants inscrits à la maîtrise en 1990-1991

##### *Étudiants de première 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 physico-chimiques affectant des produits pétroliers déversés en milieu fluvial"

**Marie-Claude CHAPDELAINÉ, boursière FCAR**

B.Sc.A. Génie géologique, Université Laval

Directeur de recherche : Jean-Pierre VILLENEUVE

Co-directeur : Olivier BANTON

Titre du mémoire : "Problème de la contamination des eaux souterraines par les nitrates"

**Myriam CHARTIER, boursière CRSNG**

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

Co-directeur : Olivier BANTON

Titre du mémoire : "Robustesse des modèles de simulation du transport des nitrates dans les sols"

**Andrée-Moira LEBRUN, boursière FCAR**

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

Directeur de recherche : Jean-Pierre VILLENEUVE

Co-directeur : Olivier BANTON

Titre du mémoire : "Modélisation du transport de l'eau et des solutés dans les résidus miniers"

**Sylvie LESSARD**

B.Sc.A. Biologie, Université Laval

Directeur de recherche : Denis COUILLARD

Co-directeur : 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

Co-directeur : Landis HARE

Titre du mémoire : "Détermination de la prise en charge des métaux traces (Zn, Cd, Cu) chez des espèces de Chironomus (Insecta, Diptera) en relation avec leur mode d'alimentation"

**France PELLETIER**

B.Sc.A. Biochimie, Université Laval

Directeur de recherche : Jean-Pierre VILLENEUVE

Co-directeur : Pierre LAFRANCE

Titre du mémoire : "Persistance de l'herbicide Atrazine dans un sol agricole et impact sur la biomasse"

**Claire TINCELLIN**

B.Sc.A. Chimie-biologie, Université de METZ, France

Directeur de recherche : Denis COUILLARD

Titre du mémoire : "Le problème de la gestion des résidus industriels solides fortement chargés en métaux amène à chercher des solutions alternatives aux décharges surveillées pour diminuer les risques environnementaux"

**Pascale VACHON**

B.Sc.A. Microbiologie, Université Laval

Directeur de recherche : R.D. TYAGI

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

*Étudiants de deuxième année***Nicole BROUARD, boursière CRSNG**

B.Sc.A. Génie civil, Université Laval

Directeur de recherche : Jean-Pierre VILLENEUVE

Co-directeur : Carole PARENT

Titre du mémoire : "Modélisation du comportement d'un biofiltre"

**Éric GAUTHIER**

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

Directeur de recherche : Jean-Pierre VILLENEUVE

Co-directeur : Olivier BANTON

Titre du mémoire : "Spatialisation et cartographie de la vulnérabilité des eaux souterraines à la contamination par des sources diffuses"

**Léon MARINEAU**

B.Sc.A. Génie géologique, Université Laval

Directeur de recherche : Jean-Pierre VILLENEUVE

Co-directeur : Pierre LAFRANCE

Titre du mémoire : "Étude de la migration du PCP dans les sols : effet de la complexation avec les substances humiques dissoutes"

**Lucie MÉNARD**

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

Directeur de recherche : Christian BLAISE

Co-directeur : Pierre COUTURE

Titre du mémoire : "Détermination de la létalité chez le phytoplancton à l'aide de la cytométrie en flux"

**Jalal MZALI**

Tech. Aliments, Université Laval

Directeur de recherche : R.D. TYAGI

Co-directeur : Deter KLUEPFEL

Titre du mémoire : "Production en continu de lactate : fermentation de lactosérum déprotéiné par des lactobaccili"

**Guy ROBERGE**

B.Sc.A. Biologie, Université de Montréal

Directeur de recherche : Denis COUILLARD

Titre du mémoire : "Tentative d'augmentation de l'efficacité de déphosphatation"

**Danielle RODRIGUE, boursière FCAR**

B.Sc.A. Microbiologie, Université Laval

Directeur de recherche : Pierre COUTURE

Co-directeur : Christian BLAISE

Titre du mémoire : "Répercussion du métabolisme du phytoplancton sur l'activité génotoxique d'effluents en milieu aquatique"

**Esther SALVANO**

B.Sc.A. Microbiologie, Université Laval

Directeur de recherche : Jean-Pierre VILLENEUVE

Co-directeur : Pierre LAFRANCE

Titre du mémoire : "Problématique de la contamination des eaux souterraines par les pesticides en milieu agricole, étude de la persistance de ces composés dans le sol"

**Luc TRÉPANIÉ, boursier FCAR**

B.Sc.A. Génie géologique, Université Laval

Directeur de recherche : Jean-Pierre VILLENEUVE

Co-directeur : Olivier BANTON

Titre du mémoire : "Contamination de l'eau souterraine par l'azote : simulée versus observée"

*Étudiants en rédaction de mémoire***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"

**Netta BENAZON, boursière FCAR**

B.Sc.A. Génie chimique, Université McGill

Directeur de recherche : Jean-Pierre VILLENEUVE

Co-directeur : Pierre LAFRANCE

Titre du mémoire : "Décontamination des eaux souterraines par injection des nutriments"

**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"

**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"

**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 : "Étude des algues nivales lors de la fonte printanière"

**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"

**Martine LAFOND**

B.Sc. Biologie, Université Laval

Directeur de recherche : Denis COUILLARD

Co-directeur : Pierre COUTURE

Titre du mémoire : "Étude du potentiel toxique et génotoxique du sol et de l'eau de ruissellement agricole après épandage de lisier de porc et d'un herbicide"

**Yvan LANGLOIS, FCAR**

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

Directeur de recherche : Jean-Pierre VILLENEUVE

Co-directeur : 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"

**Jacynthe LAREAU**

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

Directeur de recherche : Denis COUILLARD

Co-directeur : 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"

**France MICHAUD, boursière FCAR**

B.Sc. Génie civil, Université Laval

Directeur de recherche : Jean-Pierre VILLENEUVE

Titre du mémoire : "Efficacité des séparateurs statiques tourbillonnaires"

**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"

**4.1.2 Étudiants diplômés en 1990-1991 (Maîtrise en sciences de l'eau)****Paul BOUDREAU, boursier CRSNG**

B.Sc.A. Génie civil, Université de Moncton

Directeur de recherche : Michel LECLERC

Titre du mémoire : "Modélisation des écoulements à surface libre par éléments finis avec discrétisation variable (1D-2D)"

Date de certification : 2 octobre 1990

**Jean JOBIDON**

B.Sc. Génie civil, Université Laval

Directeur de recherche : Jean-Pierre VILLENEUVE

Co-directeur : Olivier BANTON

Titre du mémoire : "Interdépendance des propriétés physiques des sols dans un modèle de contamination des eaux souterraines par des pesticides"

Date de certification : 12 mars 1991

**Nathalie RONDEAU, boursière FCAR**  
 B.Sc. Biologie, Université de Montréal  
 Directeur de recherche : Jean-Pierre VILLENEUVE  
 Titre du mémoire : "Analyses d'incertitudes dans le processus de modélisation de la qualité de l'eau en rivière"  
 Date de certification : 12 mars 1991

## 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 de deux (2) crédits 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 1990-1991, six (6) nouveaux étudiants se sont inscrits au programme de doctorat ce qui porte le total à trente-six (36). Au cours de la même période, une (1) étudiante a obtenu son diplôme de doctorat en sciences de l'eau de l'Université du Québec.

Responsable du programme  
 de doctorat en 1990-1991 :

**Jean-Louis SASSEVILLE, professeur**

### 4.2.1 Étudiants inscrits au doctorat en 1990-1991

#### **Lahcen AIT-SSI**

Génie en géologie minière; M.Sc. Sciences de l'eau, Université du Québec (INRS)  
 Directeur de recherche : Jean-Pierre VILLENEUVE  
 Co-directeur : Olivier BANTON  
 Titre de la thèse : "Modélisation stochastique du transport de contaminants dans les eaux souterraines: évaluation de la vulnérabilité des puits à la pollution par les pesticides dans une zone agricole"

#### **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 modèles numériques d'élévations"

**Monique BERNIER**

B.Sc. Géographie; M.Sc. Géographie-téledétection, 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)"

**Jean-François BLAIS**

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

Directeur de recherche : R.D. TYAGI

Co-directeur : Jean-François AUCLAIR

Titre de la thèse : "Isolement et caractérisation de souches microbiennes superactives pour la solubilisation des métaux lourds associés aux 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 : R.D. TYAGI

Co-directeur : 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

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

**Raynald CHASSÉ**

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

Directeur de recherche : Pierre COUTURE

Co-directeur : Raynald COTÉ, Chicoutimi

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

Co-directeur : André TESSIER

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 de recherche : Landis HARE

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

**Michel CROWLEY**

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

Directeur de recherche : Jean-Louis SASSEVILLE

Titre de la thèse : "Analyse institutionnelle du programme québécois d'assainissement des eaux municipales"

**Louise DESCHENES**

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

Directeur de recherche : Jean-Pierre VILLENEUVE

Codirecteur de recherche : Pierre LAFRANCE

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"

**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 des oxydes de fer présents dans la couche toxique de sédiments dans les lacs"

**Georges GANGBAZO**

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

Directeur de recherche : Denis COUILLARD

Co-directeur : 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"

**Christian HARVEY, boursier FCAR**

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

Directeur de recherche : Pierre COUTURE

Co-directeur : Jocelyne PELLERIN, Université du Québec à Rimouski

Titre de la thèse : "Activités enzymatiques impliquées dans les mécanismes de résistance des populations phytoplanctoniques"

**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"

**Claude LABERGE, boursier CRSNG**

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

Directeur de recherche : Daniel CLUIS

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

Co-directeur : Jean-Louis SASSEVILLE

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

**Patrick MARCEAU**

M.Sc. Télédétection 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"

**Hacene MESSAOUDI**

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

Directeur de recherche : Bernard BOBÉE

Co-directeur : Fahim ASHKAR

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 : "Acquisition et représentation des connaissances pour le contrôle des usines de traitement des eaux usées"

**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 pour le phytoplancton"

**B.R. RAVISHANKAR**

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

Directeur de recherche : R.D. TYAGI

Co-directeur : Subba NARASIAH, Université de Sherbrooke

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 : R.D. TYAGI

Codirecteur de recherche : 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

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

**Robert ROY, boursier FCAR**

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

Directeur de recherche : P.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*"**Yves THOMASSIN**

B.Sc.A. Génie forestier; M.Sc. Aménagement forestier, Université Laval

Directeur de recherche : H. Gerald JONES

Titre de la thèse : "Étude de la dynamique des espèces azotées inorganiques lors de la fonte printanière dans un écosystème forestier boréal: le bassin expérimental du lac Laflamme"

**Charles TREMBLAY**

B.Sc.Géologie, M.Sc.Environment, Université Québec à Montréal

Directeur de recherche : Jean-Pierre VILLENEUVE

Codirecteur de recherche : Pierre LAFRANCE

Titre de la thèse : "Quantification des effets d'un catabolisme bactérien sur des paramètres physico-chimiques afin d'évaluer l'efficacité d'un procédé de biorestauration in-situ"

**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"

**Kevin WILKINSON, boursier FCAR**

B.Sc. Chimie

Directeur de recherche : Peter G.C. CAMPBELL

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

**Guillemette WILLEMIN**

M. Géographie; Certificat en hydrologie (3e cycle), Université de Fribourg, Suisse

Directeur de recherche : Jean-Pierre FORTIN

Titre de la thèse : "Approche multicapteur pour l'estimation de l'évapo-transpiration"

**4.2.2 Étudiants diplômés en 1990-1991 (Doctorat en sciences de l'eau)****Patsy-Ann THOMPSON, boursière CRSNG**

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

Directeur de recherche : Pierre COUTURE

Titre de la thèse : "Récupération de la croissance chez *Selenastrum capricornutum* exposé au cadmium: aspects du métabolisme du carbone"

Date de certification : 2 octobre 1990

## 5 - PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS

---

### 5.1 Livres ou ouvrages collectifs

- L000020      BOBEE, B., ASHKAR<sup>3</sup>, F. (1991).  
90-91      The gamma and derived distributions applied in hydrology. Water Resources Publications, Yevjevitch, (Ed), Littleton, Co., 202p.
- L000032      COUILLARD, D., MORIN, G. (1991).  
90-91      Water quality modelling of BOD and DO in rivers using a hydrological model. Dans: Biological Degradation of Wastes, A.M. Martin (Ed.), Elsevier Applied Science Publishers Ltd, London, England, pp. 151-156.
- L000027      LACHANCE, M., HAEMMERLI<sup>3</sup>, J., BOBEE, B. (1990).  
90-91      Monitoring acid lakes in Quebec. Dans: Design of Water Quality Monitoring Systems, R.C. Ward, J.C. Loftis et G.B. McBride, (Eds), Van Nostrand Reinhold, pp. 179-200.
- L000021      TESSIER, A., CAMPBELL, P.G.C. (1990).  
90-91      Partitioning of trace metals in sediments and its relationship to their accumulation in benthic organisms. Dans: Metal Speciation in the Environment, J.A.C. Broekaert, S. Guçer, et F. Adams, (Eds), Springer-Verlag, Berlin, Allemagne, pp. 545-563.
- L000023      TYAGI, R.D., COUILLARD, D. (1991).  
90-91      An innovative biological process for heavy metals removal from municipal sludge. Dans: Biological Degradation of Wastes, A.M. Martin, (Eds), Elsevier Applied Science Publishers Ltd., London, England, pp. 307-322.
- L000024      TYAGI, R.D., KLUEPFEL<sup>4</sup>, D., COUILLARD, D. (1991).  
90-91      Bioconversion of cheese whey to organic acids. Dans: Bioconversion of Waste Materials to Industrial Products, A.M. Martin, (Ed), Elsevier Applied Science Publishers Ltd, London, England.
- L000025      TYAGI, R.D., VEMBU<sup>4</sup>, K. (1990).  
90-91      Wastewater treatment by immobilized cells. R.D. Tyagi et K. Vembu, (Eds), CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, USA.

---

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

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

## 5.2 Articles publiés dans des revues scientifiques avec comité de lecture

- P000389  
90-91 AMBLARD<sup>3</sup>, C., COUTURE, P., BOURDIER<sup>4</sup>, G. (1990).  
Effects of pulp and paper mill effluent on the structure and metabolism of periphytic algae in experimental streams. *Aquatic Toxicology*, 18: 137-162.
- P000470  
90-91 BANTON, O., COTE<sup>4</sup>, D., TRUELLE<sup>4</sup>, M. (1991).  
Détermination au champ de la conductivité hydraulique saturée à l'aide de l'infiltromètre à charge constante de Côté: théorie et approximations mathématiques. *Canadian Journal of Soil Science*, 71(1): 119-126.
- P000388  
90-91 BUFFLE, J., ALTMANN<sup>4</sup>, R.S., FILELLA<sup>4</sup>, M., TESSIER, A. (1990).  
Complexation by natural heterogeneous compounds: site occupation distribution functions, a normalized description of metal complexation. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 54: 1535-1553.
- P000457  
90-91 COUILLARD, D. (1990).  
Réponse d'une chaîne de traitement biologique des eaux usées à des apports de ruissellement urbain. *Revue Canadienne de Génie Civil*, 17(6): 894-903.
- P000452  
90-91 COUILLARD, D., CHARTIER, M., MERCIER, G. (1991).  
Bacterial leaching of heavy metals from aerobic sludge. *Bioresource Technology-Biomass*, 36(3): 293-303.
- P000421  
90-91 COUILLARD, D., GARIEPY<sup>3</sup>, S. (1990).  
Traitement et valorisation des eaux usées agro-alimentaires: faisabilité du procédé aérobie thermophile pour un effluent d'abattoir. *Canadian Journal of Chemical Engineering*, 68(6): 1018-1023.
- P000451  
90-91 COUILLARD, D., MERCIER, G. (1991).  
Optimum residence time (in CSTR and airlift reactor) for bacterial leaching of metals from anaerobic sewage sludge. *Water Research*, 25(2): 211-218.
- P000453  
90-91 COUILLARD, D., TRAN<sup>3</sup>, F.T. (1991).  
Mobile system for extracting spilled oil from beach sand. *Environmental Technology*, 12(5): 461-469.
- P000456  
90-91 COUILLARD, D., TYAGI, R.D. (1990).  
Effets chocs hydrauliques des eaux usées de ruissellement pluvial urbain sur un système de traitement des eaux. *Environmental Technology*, 11(7): 635-650.
- P000459  
90-91 COUILLARD, D., TYAGI, R.D., TRAN<sup>3</sup>, F.T. (1991).  
Process for the in-situ restoration of oil-contaminated soils. *Journal of Environmental Management*, 32(1): 19-34.
- P000491  
90-91 HARE, L., SAOUTER<sup>3</sup>, E., CAMPBELL, P.G.C., TESSIER, A., RIBEYRE<sup>4</sup>, F., BOUDOU<sup>4</sup>, A. (1991).  
Dynamics of cadmium, lead and zinc exchange between Nymphs of the burrowing mayfly *Hexagenia rigida* (Ephemeroptera) and the environment. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 48: 39-47.
- P000363  
90-91 LAFRANCE, P., VILLENEUVE, J.P., MAZET<sup>4</sup>, M., AYELE<sup>4</sup>, J., FABRE, B. (1991).  
Organic compounds adsorption onto activated carbon: the effect of association between dissolved humic substances and pesticides. *Environmental Pollution*, 72(4): 331-344.

- P000471  
90-91 LECLERC, M., BELLEMARE, J.F., DUMAS<sup>4</sup>, G., DHATT<sup>4</sup>, G. (1990).  
A finite element model of estuarian and river flows with moving boundaries. *Advances in Water Resources*, 13(4): 158-168.
- P000403  
90-91 MICALLEF<sup>3</sup>, S., TAYLER<sup>4</sup>, P.A. (1990).  
Effect of mercury and selenium on the gill functions of *Mytilus edulis*. *Marine Pollution Bulletin*, 21(6): 288-292.
- P000449  
90-91 NELSON<sup>3</sup>, 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. *Environmental Pollution*, 71(2-4): 91-130.
- P000497  
90-91 OUELLET, M. (1990).  
Earthquake lights and seismicity. *Nature*, 348: 492.
- P000461  
90-91 ROBERGE, J., JONES, H.G. (1990).  
Subice layering and origin of acidic waters in a small boreal lake during the spring runoff. *Water Resources Research*, 27(4): 479-492.
- P000493  
90-91 TESSIER, A., CAMPBELL, P.G.C. (1991).  
Comments on pitfalls of sequential extractions. *Water Research*, 25(1): 115-117.
- P000425  
90-91 TYAGI, R.D., COUILLARD, D., GRENIER<sup>3</sup>, Y. (1991).  
Effects of medium composition on the bacterial leaching of metals from digested sludge. *Environmental Pollution*, 71: 57-67.
- P000468  
90-91 TYAGI, R.D., COUILLARD, D., TRAN<sup>3</sup>, F.T. (1991).  
Comparative study of bacterial leaching of metals from sewage sludge in continuous stirred tank and airlift reactors. *Process Biochem.*, 26: 47-55.
- P000499  
90-91 TYAGI R.D., COUILLARD, D., TRAN<sup>3</sup>, F.T. (1990).  
Studies on microbial leaching of heavy metals from municipal sludge. *Water Sciences and Technology*, 22(12): 229-238.
- P000448  
90-91 TYAGI, R.D., TRAN<sup>3</sup>, F.T. (1991).  
Microbial leaching of metals from digested sewage sludge in continuous system. *Environmental Technology*, 12: 303-312.
- P000418  
90-91 TYAGI, R.D., TRAN<sup>3</sup>, F.T., COUILLARD, D. (1991).  
Analysis of final settling tank in relation to control metal inhibition in the activated sludge process. *Canadian Journal of Chemical Engineering*, 69(4): 534-544.
- P000396  
90-91 TYAGI, R.D., VEMBU<sup>4</sup>, K. (1990).  
Fluidized bed reactor in wastewater treatment. Dans: *Wastewater Treatment by Immobilized Cells*, R.D. Tyagi and Kannan Vembu, (Eds), Boca Raton, CRC Press, pp. 253-265.
- P000542  
90-91 WILKINSON, K.J., CAMPBELL, P.G.C., COUTURE, P. (1990).  
Effect of fluoride complexation on aluminum toxicity towards juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 47(7): 1446-1452.

### 5.3 Articles publiés dans des comptes rendus de conférences avec comité de lecture

- S000371  
90-91 BANTON, O., JOBIDON<sup>3</sup>, J., VILLENEUVE, J.P. (1990).  
Spatial variability of soil physical parameters and stochastic approach of the solute transport. International Conference on Transport and Mass Exchange Processes in Sand and Gravel Aquifers, Molyaner, (Ed), AECL, Chalk River, octobre 1990, pp. 495-504.
- S000373  
90-91 BANTON, O., LANGLOIS, Y., VILLENEUVE, J.P. (1991).  
Problèmes statistiques reliés à la mesure des paramètres des sols conditionnant la migration des contaminants. 1ère Conférence canadienne de géotechnique environnementale, Montréal, Québec, Chepuis et Aubertin, (Eds), Société canadienne géotechnique, mai 1991, pp. 469-474.
- S000402  
90-91 BOUDREAU, P., LECLERC, M. (1990).  
Linking 1D and 2D finite element models of free surface flow with a multiple constraints imposition method. 6th International Conference on Computational Methods in Water Resources, Venise, Italie, juin 1990.
- S000391  
90-91 COUILLARD, D., LI<sup>4</sup>, J.F. (1991).  
Effects of erosivity by rainfall on agricultural runoff water quality. Twenty-sixth Canadian Symposium on Water Pollution Research Proceedings, Burlington, Ontario, CCIW, février 1991, pp. 37-39.
- S000406  
90-91 FORTIN, J.P., VILLENEUVE, J.P., BOCQUILLON<sup>4</sup>, C. (1990).  
HYDROTEL, PHYSITEL and IMATEL: an integrated application of remote sensing and GIS to hydrological modeling, on microcomputer. International Symposium on Remote Sensing and Water Resources, Enschede, The Netherlands, août 1990.
- S000399  
90-91 MORIN, G. (1990).  
Le modèle hydrologique CEQUEAU: exemples d'application. Journées scientifiques du Programme génie para-sécheresse, mars 1990, Ouagadougou, Burkina-Faso, mars 1990, Montrouge, France, Editions John Libbey Eurotext, 1991, pp. 23-39.
- S000367  
90-91 OUELLET, M. (1991).  
Seismo-stratigraphy of lake basins from Quebec, Canada. Xth Annual Meeting of the Canadian Society of Limnology Proceedings, Guelph, janvier 1991.
- S000368  
90-91 PADILLA, F., VILLENEUVE, J.P. (1990).  
Modeling the movement of water, heat and solutes in frost-susceptible soils. Dans: Proceedings of the Fifth Canadian Permafrost Conference, NRCC, Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, Canada, Juin 1990, pp. 43-49.
- S000397  
90-91 QUENTIN, M.E., CLUIS, D. (1990).  
A management application of GIS to an acute environmental problem: swine manure disposal. Dans: Computer Techniques in Environmental Studies III, Envirosoft 90, Montréal, Canada, Springer Verlag, septembre 1990, pp. 503-511.
- S000398  
90-91 QUENTIN, M.E., CLUIS, D. (1991).  
Un prototype de système d'information géographique adapté à la gestion des lisiers de porc. Conférence canadienne sur les SIG (application en gestion de l'environnement et des ressources), Ottawa, mars 1991, proceedings, pp. 1009-1019.

- S000396 SASSEVILLE, J.L., CLASSUS<sup>4</sup>, C. (1991).  
90-91 Situation de la ressource halieutique et questions d'exploitation durable de la ressource au Québec. C.C.F.F.R.-C.S.L. Joint Symposium on Sustainable Fisheries, University of Guelph, janvier 1991. (Un compte-rendu sera publié).

#### 5.4 Conférences sur invitation

- S000370 JONES, H.G. (1991).  
90-91 The ecology of seasonal snowcover. National Hydrologic Research Institute, Saskatoon, Saskatchewan, Avril 1991, conférencier invité.
- S000379 JONES, H.G. (1991).  
90-91 Snow chemistry and Snow ecology. Institute of Low Temperature Science, University of Hokkaido, Sapporo, Japan, Mars 1991, conférencier invité.
- S000427 TYAGI, R.D. (1991).  
90-91 Production organic acids from cheese whey by immobilized cells. Memorial University of Newfoundland, Dept. Biochemistry, avril 1991.
- S000380 VILLENEUVE, J.P., LAVALLEE, P., CYR, J.F., MARCOUX<sup>4</sup>, C., ABI-ZEID, I.,  
90-91 BENOIT, J. (1991).  
Stormwater management: a reliable technique for managing and minimizing the environmental impacts of combined sewer overflows. Dans: Risk and Reliability in Water Resources Environmental Engineering, NATO Advanced Study Institute, Porto-Carras, Greece, mai 1991, conférencier invité.

#### 5.5 Communications avec arbitrage, sans comptes rendus

- S000430 AIT-SSI, L., BANTON, O., VILLENEUVE, J.P. (1990).  
90-91 Développement d'un modèle stochastique pour le contrôle de la contamination des puits par les pesticides. 6<sup>e</sup> Congrès régional de l'Est de l'Association canadienne pour la recherche sur la pollution de l'eau et sa maîtrise, Montréal, novembre 1990.
- S000429 AMYOT<sup>4</sup>, M., PINEL-ALLOUL<sup>4</sup>, B., CAMPBELL, P.G.C. (1991).  
90-91 Prediction of the bioavailability and bioaccumulation of heavy metals in *Gammarus fasciatus* (Crustacea: Amphipoda) in relation to contamination of seston, periphyton, macrophytes and sediments. 26th Canadian Symposium on Water Pollution Research, Can. Assoc. Water Pollut. Res. Control., Burlington, Ontario, février 1991.
- S000421 ASHKAR<sup>3</sup>, F., BOBEE, B. (1990).  
90-91 The Halphen systems of distributions for flood frequency analysis. 1990 Western Pacific Geophysics Meeting, Kanazawa, Japon, août 1990.
- S000420 ASHKAR<sup>3</sup>, F., BOBEE, B., DUCKSTEIN<sup>4</sup>, L. (1990).  
90-91 Alternative estimation methods of extreme phenomena for risk analysis. 12e Conférence triennale de recherche opérationnelle de l'IFORS, Athènes, Grèce, juin 1990.

- S000374  
90-91 AYELE<sup>4</sup>, J., FABRE<sup>4</sup>, B., MAZET<sup>4</sup>, M. LAFRANCE, P. (1990).  
Évaluation des interactions pesticides - substances humiques: conséquences pour l'adsorption sur le charbon actif. Affiche présentée au 6e Congrès régional de l'Est, Association canadienne pour la recherche sur la pollution de l'eau et sa maîtrise, ACRPEM, Montréal, Université McGill, novembre 1990, comptes-rendus, pp. 6-7.
- S000419  
90-91 BOBEE, B., ASHKAR<sup>3</sup>, F., MATHIER, L. (1990).  
HFA: a computer software for hydrological frequency analysis. 7th CSCE/CWRA Atlantic Region Hydrotechnical Conference, Moncton, N.B., juin 1990.
- S000409  
90-91 LACHANCE, M., CHANUT<sup>4</sup>, J.P., SIMARD<sup>4</sup>, S. (1991).  
Analyse de tableaux ternaires sur la qualité de l'eau. 59e Congrès de l'ACFAS, Sherbrooke, mai 1991.
- S000431  
90-91 LAFRANCE, P., BANTON, O., CAMPBELL, P.G.C., VILLENEUVE, J.P. (1990).  
Modeling the transport of pesticides in the unsaturated zone considering possible binding with dissolved humic substances. 73rd Canadian Chemical Conference, Environment Division: "Soil and Groundwater Contamination from Agricultural Sources", Halifax, NS, juillet 1990.
- S000385  
90-91 OUELLET, M. (1990).  
Lake sediments and Holocene earthquakes in Eastern Quebec, Canada. The Geological Society of America, Penrose Conference on Large Lakes and their Stratigraphic Records. Lake Tahoe, California, septembre 1990.
- S000386  
90-91 OUELLET, M. (1990).  
Seismo-stratigraphy of lake basin from Quebec, Canada. The Geological Society of America, Penrose Conference on Large Lakes and their Stratigraphic Records, Lake Tahoe, California, septembre 1990.
- S000423  
90-91 PARENT, L., CAMPBELL, P.G.C. (1990).  
Aluminium bioavailability to algae in acidic freshwater. International Conference on "Acidic Deposition - its Nature and Impacts", Glasgow, U.K., septembre 1990.

## 5.6 Rapports scientifiques ou techniques

- R000309  
90-91 BANTON, O., LAFRANCE, P., CAMARA<sup>4</sup>, O., VILLENEUVE, J.P. (1991).  
Évaluation des pertes de composés azotés dans les eaux souterraines lors de l'épandage des fumiers et lisiers. Développement d'un outil d'évaluation. Rapport d'étape no 1. INRS-Eau, rapport scientifique no 309.
- R000341  
90-91 CAMPBELL, P.G.C., DUBREUIL<sup>3</sup>, B., NELSON<sup>3</sup>, W.O. (1991).  
Caractérisation de la matière organique dissoute de l'eau de surface de rivières de la Côte-Nord du Golfe St-Laurent, Québec. INRS-Eau, rapport scientifique no 341, 55 p. + 3 appendices. (Pour Pêches et Océans Canada).
- R000294  
90-91 CAMPBELL, P.G.C., TESSIER, A., COUILLARD, Y., MICALLEF<sup>3</sup>, S. (1990).  
Biochemical indicators of environmental stress caused by heavy metals. INRS-Eau, rapport scientifique no 294. Progress Report No 1 to the Wildlife Toxicology Fund. 20p.

- R000289  
90-91 CLUIS, D., BOURGAULT<sup>4</sup>, G., LABERGE, C., GUIMONT<sup>4</sup>, C., POTVIN<sup>4</sup>, D. (1990).  
Analyse statistique des données de qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent (1978-1988).  
INRS-Eau, rapport scientifique no 289, 160p., 2 annexes. (Pour le Centre Saint-Laurent,  
Environnement Canada).
- R000310  
90-91 CLUIS, D., COGITA<sup>4</sup> Inc. (1991).  
CHEPTEL 1: Méthodologie. Un logiciel de planification destiné à évaluer les potentiels de  
pollution par les élevages intensifs au Québec. Version 2. INRS-Eau, rapport scientifique no  
310. Programme de recherche et développement en environnement agricole PARDE 88-2.
- R000311  
90-91 CLUIS, D., COGITA<sup>4</sup> Inc. (1991).  
CHEPTEL 2: Manuel de l'utilisateur. Un logiciel de planification destiné à évaluer les potentiels  
de pollution par les élevages intensifs au Québec. Version 2. INRS-Eau, rapport scientifique  
no 311. Programme de recherche et développement en environnement agricole PARDE 88-2.
- R000312  
90-91 CLUIS, D., HARVEY, M. (1991).  
CHEPTEL 3: Recherche bibliographique - Accès aux cours d'eau. Eaux usées de laiterie.  
Cours d'exercice. Amas de fumier solide. Entreposage et épandage. INRS-Eau, rapport  
scientifique no 312. Programme de recherche et développement en environnement agricole  
PARDE 88-2.
- R000313  
90-91 CLUIS, D., MAMOUNY, K. (1991).  
INRS-Eau, rapport scientifique no 213. CHEPTEL 4: Calibration - Évaluation des potentiels  
de pollution par les élevages intensifs au Québec. INRS-Eau, rapport scientifique no 313.  
Programme de recherche et développement et environnement agricole PARDE 88-2.
- R000306  
90-91 CONSULTANTS BPR<sup>4</sup> - INRS-Eau, VILLENEUVE, J.P. (1990).  
Contrôle de l'opération des ouvrages d'assainissement de la CUQ, projet 333. Comparaison  
des performances des modes de contrôle - Mandat spécial. Communauté urbaine de Québec.  
Consultants BPR - INRS-Eau, rapport scientifique no 305 (confidentiel) Dossier: M23-90-31.
- R000285  
90-91 COUILLARD, D., CHARTIER, M., MERCIER, G. (1990).  
Solubilisation biologique des métaux lourds dans les boues digérées aérobies d'épuration pour  
fin de valorisation agricole. INRS-Eau, rapport scientifique no 285, 228p. + annexes. (Pour le  
COVB - Centre Québécois de Valorisation de la Biomasse, le CSL - Centre Saint-Laurent et  
la SQAÉ - Société Québécoise d'Assainissement des Eaux).
- R000293  
90-91 COUILLARD, D., MERCIER, G., CHARTIER, M. (1990).  
Solubilisation biologique des métaux dans les boues digérées aérobies: application du procédé  
à des boues déphosphatées à l'alun ou au chlorure ferrique. INRS-Eau, rapport scientifique no  
293. Rapport trimestriel III (version modifiée, mars 1990) présenté au COVB, CSL, MENVIQ  
et à la SQAÉ. Programme de recherche TR-86-0047. 30p., annexes.
- R000287  
90-91 FORTIN, J.P., VILLENEUVE, J.P., BENMOUFFOK, D., MONTMINY, M.,  
BLANCHETTE, C. (1990).  
PHYSITEL 2.0: User's guide. INRS-Eau, rapport scientifique no 287, 63p.
- R000288  
90-91 FORTIN, J.P., VILLENEUVE, J.P., BENOIT, J., BLANCHETTE, C., MONTMINY, M.  
(1990).  
IMATEL 2.0. INRS-Eau, rapport scientifique no 288, 42p.
- R000315  
90-91 FORTIN, J.P., VILLENEUVE, J.P., BENOIT, J., BLANCHETTE, C., MONTMINY, M.,  
PROULX<sup>3</sup>, H., MOUSSA<sup>4</sup>, R., BOCQUILLON<sup>4</sup>, C. (1990).  
HYDROTEL 2.1: User's guide. INRS-Eau, rapport scientifique no 315, 171p.

- R000308  
90-91 GANGBAZO, G., COUILLARD, D., CLUIS, D. (1991). Effets des événements hydrologiques (pluie et fonte de la neige) sur les pertes d'azote et de phosphore résultant de l'épandage du lisier de porc au printemps et à l'automne. INRS-Eau, rapport scientifique no 308. Entente auxiliaire Canada-Québec sur le développement agro-alimentaire.
- R000301  
90-91 JONES, H.G. (1990). Évolution du cheminement des apports acides sous couvert de glace durant la fonte printanière. INRS-Eau, rapport scientifique no 301. Rapport de recherche préparé pour la Direction des eaux intérieures, Environnement Canada. 52p.
- R000295  
90-91 MONAGHAN, D., LAVOIE<sup>3</sup>, M., ASHKAR<sup>3</sup>, F., BOBEE, B. (1990). Logiciel AJUST: manuel d'utilisation. INRS-Eau, rapport scientifique no 295.
- R000296  
90-91 MORIN, G., SOCHANSKI, W. (1990). Rivière Moisie - Étude du milieu physique - volume 5: Régimes thermiques de la rivière Moisie avant et après détournement de la rivière aux Pékans. INRS-Eau, rapport scientifique no 296. Hydro-Québec, Vice-Présidence Environnement. Projet d'aménagement hydroélectrique de la rivière Sainte-Marguerite. 109p., annexe.
- R000314  
90-91 PADILLA, F., CHAPDELAINE, M.C., VILLENEUVE, J.P. (1991). Étude des caractéristiques des sols gélifs et des granulats du Québec en vue d'une meilleure planification des techniques de protection des chaussées. INRS-Eau, rapport scientifique no 314. Rapport final relatif à la subvention Fonds FCAR-Ministère des Transports: Action concertée sur l'entretien et la réhabilitation du réseau routier au Québec. (Réf.: 90-RR-0013).
- R000305  
90-91 PERREAULT, L., ROY, R., BOBEE, B., MATHIER, L. (1991). Estimation régionale des débits maximums annuels  $X_t$  de période de retour T. INRS-Eau, rapport scientifique no 305, 52p.
- R000271  
90-91 PERREAULT, L., ROY, R., BOBEE, B., MATHIER, L. (1991). Validation et estimation des apports journaliers. INRS-Eau, rapport scientifique no 271, 30p.
- R000304  
90-91 PERREAULT, L., ROY, R., BOBEE, B., TREMBLAY<sup>4</sup>, D. (1991). Modélisation des pointes et des volumes. INRS-Eau, rapport scientifique no 304, 43p.
- R000302  
90-91 SASSEVILLE, J.L., MARANDA, Y., VAN BOCHOVE, E., COUILLARD, D. (1990). Théorie du contrôle de la pollution agricole et efficacité des politiques de contrôle de la pollution. Le cas de la politique québécoise des élevages de bovidé. INRS-Eau, rapport scientifique no 302. 43p., 2 appendices.
- R000299  
90-91 STEIN<sup>4</sup>, J., JONES, H.G., LEVESQUE<sup>4</sup>, D., GAMACHE, S., DUCHESNEAU, M., LABERGE, C., SOCHANSKI, W. (1990). Portrait régional de la qualité des eaux de fonte. INRS-Eau, rapport scientifique no 299, 186p. (Pour la Direction des eaux intérieures. Environnement Canada).
- R000336  
90-91 VAN COILLIE<sup>4</sup>, R., BERMINGHAM<sup>4</sup>, N., THOMPSON, P., HARVEY, C., CHASSE, R., CLUIS, D., COUTURE, P., SCROGGINS<sup>4</sup>, R., ROY, R., WISHART<sup>4</sup>, P. (1991). Examen de la sensibilité et de la répliquabilité des bioessais canadiens et américains utilisés pour le dépistage de la toxicité d'effluents industriels complexes. INRS-Eau, rapport scientifique no 336, 51p. (Travail présenté à Environnement Canada).

- R000298 VILLENEUVE, J.P., BENOIT, J., BLANCHETTE, C., MARCOUX<sup>4</sup>, C., MORENCY<sup>4</sup>, P., OUELLET<sup>3</sup>, M., SIMONEAU<sup>4</sup>, A. (1990).  
90-91 Étude des performances du séparateur statique tourbillonnaire de la ville de Québec. INRS-Eau - BPR, rapport scientifique no 298. 43p., 6 annexes.

## 5.7 Publications diverses

### Rapports internes

- I000120 BOBEE, B. (1990).  
90-91 Estimation régionale des caractéristiques de crues: détermination des régions. Revue des méthodes, INRS-Eau, rapport interne no 120, 8p.
- I000118 MATHIER, L., TRUNG<sup>4</sup>, H.T., BOBEE, B., GIGNAC<sup>4</sup>, C., ASHKAR<sup>3</sup>, F., PERREAULT<sup>3</sup>, L., BOUCHER, S. (1990).  
90-91 Étude des débits déficitaires (étiage). INRS-Eau, rapport interne no 118, 52p., 10 annexes. (Rapport préparé dans le cadre d'un projet conjoint Université/Industrie (INRS-Eau/Alcan), subvention de recherche et développement coopératif (CRD 0039064)).

### Autres publications

- X000126 COUILLARD, D. (1990).  
90-91 Vérification du programme d'assainissement des eaux au ministère de l'Environnement du Québec et à la Société québécoise d'assainissement des eaux. Rapport à l'Assemblée nationale du Vérificateur général du Québec, Gouvernement du Québec, pp. 121-143, pp. 189-206, p. 334.
- X000128 SASSEVILLE, J.L. (1990).  
90-91 L'administration publique de l'eau. Le cas particulier du contrôle de la pollution. Document didactique, 250p. (Préliminaire d'un livre en préparation pour 1993).
- X000125 SASSEVILLE J.L. (1991).  
90-91 Réflexion sur l'orientation de la recherche. Le développement d'une base de connaissances pour l'intégration des considérations environnementales aux politiques publiques. Rapport présenté au Conseil canadien de la recherche sur les Évaluations environnementales. 19p.
- X000127 SASSEVILLE, J.L., VILLENEUVE, J.P. (1990).  
90-91 Réflexion sur le Plan vert. Mémoire de l'INRS sur le Plan Vert du gouvernement fédéral, le 27 juillet, 38p.

## 5.8 Communications et publications diverses, sans arbitrage

### Communications

- C000233 BOBEE, B., ASHKAR<sup>3</sup>, F., ROY, R., PERREAULT, L. (1991).  
90-91 Risk analysis of hydrological data using gamma family and derived distributions. Dans: Risk and Reliability in Water Resources Environmental Engineering. Presented at the NATO Advanced Study Institute, Porto-Carras, Grèce, mai 1991, sur invitation.
- C000238 CYR<sup>4</sup>, J.F., MARCOUX<sup>4</sup>, C., BENOIT, J., ABI-ZEID, I., LAVALLEE, P., VILLENEUVE, J.P. (1991).  
90-91 Gestion automatisée des réseaux d'interception de la Communauté urbaine de Québec. Assises annuelles de l'Association québécoise des techniques de l'eau, Québec, Centre des Congrès de Québec, mars 1991.
- C000223 STEIN<sup>4</sup>, J., LEVESQUE<sup>4</sup>, D., MAULE<sup>4</sup>, C., HENDERSHOT<sup>4</sup>, W.H., JONES, H.G. (1990).  
90-91 Development and verification of a transportable numerical geochemical model to predict acidification in watersheds during episodic events. International Conference on Acidic Precipitation, its Nature and Impacts, Glasgow, Scotland, septembre 1990.

### Publications

- C000224 JONES, H.G. (1990).  
90-91 The chemical profiles of polar ice on earth and mars: what we read from the first; what we could read from the second. Space Science Reviews, 56: 43-57.
- C000239 JONES, H.G. (1990).  
90-91 Étude de la chimie de la neige au Canada: recherches en cours et perspectives. Dans: Dynamique des risques naturels et glaciochimie, quatrième entretien Jacques- Cartier, Grenoble, Publié par CEMAGREF, division Nivologie, Grenoble, décembre 1990, pp. 3-6 à 3-12.
- C000221 SASSEVILLE, J.L., THOMASSIN, Y. (1990).  
90-91 L'application des normes environnementales à l'industrie minière. Dans: Les mines du Québec dans leur monde... et dans le monde, Association minière du Québec, Montebello, juin 1990, comptes-rendus, pp. 57-118, décembre 1990, ISBN 2-9800074-5-5.

## 5.9 Thèses de doctorat et mémoires de maîtrise

- T000128 BOUDREAU, P. (1990).  
90-91 Modélisation des écoulements à surface libre par éléments finis avec discrétisation variable (1D-2D). Mémoire de maîtrise es Sciences (Eau), Université du Québec. 69p.
- T000132 COUTURE, P. (1990).  
90-91 Approches écotoxicologiques pour évaluer les dangers et les risques environnementaux de polluants aux niveaux population et communauté phytoplanctonique. Thèse d'habilitation à diriger des recherches, Diplôme d'études supérieures spécialisées, Université Toulouse 111, France, 209p.

- T000125      JOBIDON, J. (1990).  
90-91      Interdépendance des propriétés physiques des sols dans un modèle de contamination des eaux souterraines par des pesticides. Mémoire de maîtrise es Sciences (Eau), Université du Québec, 56p., 6 annexes.
- T000124      RONDEAU, N. (1990).  
90-91      Analyses d'incertitudes dans le processus de modélisation de la qualité de l'eau en rivière. Mémoire de maîtrise ès Sciences (Eau), Université du Québec, 50p., 3 annexes.
- T000123      THOMPSON, P.A. (1990).  
90-91      Récupération de la croissance chez *Selenastrum capricornutum* exposé au cadmium: aspects du métabolisme du carbone. Thèse de doctorat, es Sciences (Eau), Université du Québec. 214p., 3 annexes.

**5.10 Statistiques des publications et communications des membres de l'INRS-Eau publiées durant l'année 1990-1991**

	<u>1990-1991</u>
5.1 Livres ou ouvrages collectifs	7
5.2 Articles publiés dans des revues scientifiques avec comité de lecture	25
5.3 Articles publiés dans des comptes rendus de conférences avec comité de lecture	11
5.4 Conférences sur invitation	4
5.5 Communications avec arbitrage, sans comptes rendus	11
5.6 Rapports scientifiques ou techniques	26
5.7 Publications diverses	6
5.8 Communications et publications diverses sans arbitrage	6
5.9 Thèses de doctorat et mémoires de maîtrise	5
<b>TOTAL</b>	<b>101</b>

## 6 - SÉMINAIRES ET COLLOQUES

---

En 1990-1991, le professeur R. 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*

#### **B. FABRE, Université de Limoges**

Titre de la conférence : "Rétention des pesticides : application aux études de transport en milieu souterrain"  
Date de la conférence : 10 octobre 1990

#### **D. BERRYMAN, Ministère de l'Environnement du Québec**

Titre de la conférence : "Sélection de nouveaux indicateurs de la qualité des cours d'eau du Québec"  
Date de la conférence : 14 novembre 1990

#### **R. GACHTER, EAWAG, Suisse**

Titre de la conférence : "Practical experience with lake oxygenation : can we learn from our mistakes ?"  
Date de la conférence : 5 décembre 1990

#### **Pierre LEGENDRE, Université de Montréal**

Titre de la conférence : "L'analyse spatiale et la modélisation écologique"  
Date de la conférence : 7 décembre 1990

#### **J.J. DODSON, Université Laval**

Titre de la conférence : "Influences contemporaines et historiques sur la structure génétique des populations des poissons"  
Date de la conférence : 23 janvier 1991

#### **J. BECHARA, Université Laval**

Titre de la conférence : "L'importance de la prédation par l'Omble Fontaine dans la structure de la communauté benthique"  
Date de la conférence : 6 février 1991

#### **Robert PETERS, Université McGill**

Titre de la conférence : "Limnological pathologies"  
Date de la conférence : 11 février 1991

**Carmel JOLICOEUR, Université de Sherbrooke**

Titre de la conférence : "La chimie de surface de colloïdes minéraux et les matériaux industriels"

Date de la conférence : 1er mars 1991

**Jacques BERNIER, Électricité de France**

Titre de la conférence : "Comment faire face aux incertitudes et aux erreurs résultant de l'utilisation des modèles en Sciences de l'eau ?"

Date de la conférence : 15 mars 1991

**John DOWNING, Université de Montréal**

Titre de la conférence : "Apprendre des erreurs des autres : la prédiction de l'hétérogénéité spatiale et les exigences de l'échantillonnage"

Date de la conférence : 22 mars 1991

**George DIXON, Université de Waterloo**

Titre de la conférence : "Toxicant bioavailability to aquatic organisms during non-equilibrium exposure"

Date de la conférence : 5 avril 1991

**Warwick VINCENT, Université Laval**

Titre de la conférence : "Structure and dynamics of Antarctic freshwater ecosystems"

Date de la conférence : 10 avril 1991

**Jim FOSTER, N.A.S.A., Goddard Flight Center**

Titre de la conférence : "The use of satellites in the study of the evolution of the world's snow and ice resources"

Date de la conférence : 19 avril 1991

## 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 (1986-1990)**

École des Mines de Paris, Centre d'informatique géologique, Fontainebleau, France  
 "Contribution des méthodes statistiques à l'identification de l'étendue de l'acidification des lacs et à la prise de décision face à ce problème"  
 Financement: Ministère des Affaires internationales du Québec (Coopération France-Québec)

#### **Bernard BOBÉE et Jean-Pierre VILLENEUVE (1988-1991)**

Université Aristote, Thessalonique, Grèce  
 "Hydrologie statistique. Modélisation statistique des débits de crue et des précipitations"  
 Entente institutionnelle

#### **Bernard BOBÉE et Jean-Pierre VILLENEUVE (1988-1991)**

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

#### **Richard CARIGNAN (1988-1990)**

Consejo Nacional de Investigaciones Cientificas y Tecnicas, Corrientes, Argentine  
 "Dynamique de la végétation aquatique dans le Parana Moyen argentin"  
 Financement: CRSNG (Coopération internationale) et INRS

**Richard CARIGNAN (1989-1990)**

Université de Genève  
 "Micromanipulateur benthique"  
 Financement: CRSNG - Fonds national Suisse

**Richard CARIGNAN (1989-1990)**

Eidgenössische Anstalt für das Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz  
 EAWAG, Dübendorf, Suisse  
 "Dynamique du phosphore dans les sédiments"  
 Financement: CRSNG

**Jean-Pierre FORTIN (1988-1990)**

Université des sciences et techniques du Languedoc (USTL). Laboratoire d'hydrologie  
 mathématique, Montpellier, France.  
 Projet de coopération entre le Québec et la France  
 "Système de prévision, de surveillance et de gestion des ressources en eau utilisant la télédétection  
 sur micro- ordinateur"  
 Financement: Min.des Affaires internationales du Québec (Coopération France-Québec)

**H. Gerald JONES (1985-1990)**

Centre national de la recherche scientifique (CNRS). Laboratoire de glaciologie et de géophysique  
 de l'Environnement, Grenoble, France  
 "Le rôle du couvert de neige dans l'acidification des écosystèmes. Étude comparative effectuée en  
 France (Alpes) et au Québec (Parc des Laurentides)"  
 Financement: Ministère des Affaires internationales du Québec (Coopération France-  
 Québec)

**H. Gerald JONES (1989-1990)**

Coopération Ontario-Québec - Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science  
 "Études collaboratives sur la physico-chimie de la neige et de la glace"  
 Financement: Secrétariat des Affaires intergouvernementales canadiennes

**H. Gerald JONES (1990-1991)**

Université Métropolitaine de Tokyo, Tokyo Institute of Low Temperature Science; Université  
 d'Hokkaido, Sapporo.  
 Financement: CRSNG et Ministère de l'Éducation du Japon

**Pierre LAFRANCE (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

**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

Atomic Energy of Canada (J.CORNETT)  
 "Impacts d'éruptions volcaniques sur la sédimentation lacustre"  
 Financement: AECL-CRSNG

**Jean-Louis SASSEVILLE (1989)**

Association canadienne de Santé publique  
 "L'évaluation environnementale". Paneliste et atelier de travail.  
 Financement: CCREE, RFFEE, Association canadienne de santé publique

**Jean-Louis SASSEVILLE (1989)**

Environnement Canada  
 "Évaluation du projet SOLIGAZ dans le cadre de l'examen TERMPOL".  
 Financement: Environnement Canada

**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

**R.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

**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

**Pierre COUTURE**

Centre Saint-Laurent  
 Division Écotoxicologie et Écosystème  
 Consultant

**Jean-Pierre FORTIN**

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

**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-

Centre d'Écologie du lac Saint-Jean, Saint-Félicien  
Coopération réseau: INRS-Eau, INRS-Océanologie et UQAC  
Professeur associé

Université de Montréal  
École Polytechnique  
Collaborateur

**André TESSIER**

Université McMaster, Hamilton, Ontario  
Département de géologie  
Professeur invité

Institut Armand-Frappier  
Département de microbiologie appliquée  
Collaborateur

**Rajeshwar D. TYAGI**

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

**7.3 Participation aux activités d'autres organismes ou comités****Bernard BOBÉE**

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

Membre du Conseil d'administration de l'association des ingénieurs de l'ENSEEIH, 1988-1990

Membre de la Commission scientifique de l'UREF-AUPELF, 1989-1990

Membre du Comité de programme génie para-sécheresse de l'UREF, 1989-1990

**Peter G.C. CAMPBELL**

Comité consultatif sur l'environnement, Hydro-Québec, 1988-1990

Conseil national de recherches du Canada. Comité associé d'hydrologie, 1985-1991

Conseil national de recherches du Canada. Comité associé sur les critères scientifiques concernant l'état de l'environnement, 1987-1991

Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG). Programme de subventions pour dépenses courantes. Comité interdisciplinaire, 1988-91: président 1989-1990

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

Association canadienne pour la recherche sur la pollution de l'eau et sa maîtrise (ACRPEM), Exécutif, 1983-.

**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

**Pierre COUTURE**

Membre d'un comité pour la normalisation des méthodes d'analyse à caractère environnemental. Ministère de l'Environnement (méthodes biologiques), 1985-1989

Membre fondateur du Comité scientifique du Centre écologique du lac Saint-Jean Inc., 1989-1992

Membre du conseil canadien des normes, 1989-

**Jean-Pierre FORTIN**

Fonds FCAR. Membre du comité 4A (Bourses 2e et 3e cycles en sciences de l'Environnement).

Membre d'un jury de thèse. École fédérale polytechnique de Lausanne. Suisse.

Consultation pour le Réseau de Télédétection de l'AUPELF/UREF, Université de Sherbrooke

**H. Gerald JONES**

Eastern Snow Conference (Congrès de l'Est sur la neige)

Vice-président, 1988-1989

Président, 1989-1990

Commission internationale des Neiges et Glace (CING)

Président du groupe de travail sur la chimie de la neige, 1987-91

Membre du comité "Terrestrial and Extraterrestrial Ice", 1990-

American Geophysical Union (AGU). Membre du comité "Snow, Ice and Permafrost", 1988-

**Michel LECLERC**

Comité consultatif du saumon de la rivière Moisie

Projet Sainte-Marguerite d'Hydro-Québec. Scientifique participant

**Marcel OUELLET**

Société canadienne de Limnologie

Vice-président

Fonds FCAR. Comité d'évaluation - expert externe

Environnement Canada/Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada.

Expert externe relativement à la recherche universitaire sur les Grands Lacs.

**Jean-Louis SASSEVILLE**

Conseil de recherche en sciences humaines du Canada

Expert externe

Musée de la Civilisation

Membre du conseil d'administration et du comité de vérification, 1987-1990

Secrétariat des peuples francophones

Membre du conseil d'administration - 1986-1989

Président du conseil d'administration- 1989-

Bureau fédéral d'évaluation environnementale

Programme de contrats aux étudiants gradués

Administrateur

**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.

**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

International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)  
Membre associé, 1989-1993

**R.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 ou arbitrage de revues scientifiques

#### **Olivier BANTON**

Arbitre pour la Revue des sciences de l'eau

#### **Bernard BOBÉE**

Arbitre pour les revues:

- Water Resources Research
- Journal of Hydraulics Division (ASCE)
- Water Resources Bulletin
- Revue canadienne de génie civil
- Stochastic Hydrology and Hydraulics

#### **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.

Arbitre pour les revues:

- Analytical Chemistry
- Environmental Science and Technology
- Canadian Journal Fisheries and Aquatic Sciences
- Water Research
- Water Air Soil Pollution

**Denis COUILLARD**

Arbitre pour les revues:

- Canadian Journal of Civil Engineering
- Sciences et techniques de l'eau

**Pierre COUTURE**

Arbitre pour les revues:

- Revue des sciences de l'eau
- Hydrobiologia

**Jean-Pierre FORTIN**

Arbitre pour les revues:

- Journal of Hydrology
- Revue des sciences de l'eau
- Journal canadien de télédétection

**Landis HARE**

Arbitre pour les revues:

- Canadian Journal Fisheries and Aquatic Sciences
- Revue des sciences de l'eau

**Marius LACHANCE**

Arbitre pour les revues:

- Revue des sciences de l'eau
- Environmental Management
- Water Air and Soil Pollution
- Water Pollution Research

**Pierre LAFRANCE**

Arbitre pour la Revue des sciences de l'eau

**Michel LECLERC**

Arbitre pour la Revue des sciences de l'eau

**Marcel OUELLET**

Arbitre pour les revues:

- Canadian Journal of Earth Sciences
- Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences
- Hydrobiologia
- Le Naturaliste canadien
- Water, Air et Soil Pollution

**Jean-Louis SASSEVILLE**

Arbitre pour la revue Environmental Management

**Rajeshwar D. TYAGI**

Membre du comité éditorial de:

- Journal of Microbial Biotechnology
- Process Biochemistry

Arbitre pour les revues:

- Journal of Biotechnology and Bioengineering
- Water Science and Technology (IAWPCR)
- Canadian J.Civil Engineering
- Process Biochemistry
- Sciences et Techniques de l'eau
- Water Pollution Control and Research J.,Canada

## 7.5 Visiteurs

A. ABOUBACRINE (sept./oct.1990)	École nationale d'ingénieurs (ENI) Bamako, Mali
J.L. BISSON (janvier 1991)	Hydro-Québec, Montréal, Québec
I. CANTARINO (oct.-déc.1991)	Université Polytechnique de Valence Espagne
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
T. LUKOWSKI (avril 1991)	Centre canadien de Télédétection Ottawa, Ontario
A. MARIKO (août/sept.1990)	École nationale d'ingénieurs Bamako, Mali
A.Z. TRAORE (juil.-sept.1990)	École nationale d'ingénieurs Bamako, Mali

## 7.6 Associations professionnelles

### Fahim ASHKAR

- American Geophysical Union (AGU)

### Jean-Christian AUCLAIR

- Societas Internationalis Limnologiae, Theoreticae et Applicatae (SIL)

**Olivier BANTON**

- American Soil Science Society (SSSA)
- Association canadienne pour la recherche sur la pollution de l'eau et sa maîtrise (CAWPRC)

**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)
- Association canadienne française pour l'avancement des sciences (ACFAS)

**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)

**Pierre COUTURE**

- Association des biologistes du Québec
- Institut de chimie du Canada (ICC)
- Société canadienne des biologistes de l'environnement
- Association canadienne pour la recherche sur la pollution de l'eau et sa maîtrise (CAWPRC)

**Jean-Pierre FORTIN**

- Association québécoise de télédétection (AQT)

**Kateri GUERTIN**

- Ordre des ingénieurs du Québec (OIQ)

**R. 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)
- Association canadienne pour la recherche sur la pollution de l'eau et sa maîtrise (CAWPRC)
- Association canadienne-française pour l'avancement des sciences (ACFAS)
- Societas Internationalis Limnologiae, Theoreticae et Applicatae (SIL)
- 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**

- Ordre des chimistes du Québec (OCQ)
- International Association on Water Pollution Research and Control (IAWPRC)

**Michel LECLERC**

- Ordre des ingénieurs (OIQ)

**Guy MORIN**

- Ordre des ingénieurs du Québec (OIQ)

**Lise POTVIN**

- Association québécoise de télédétection (AQT)

**Marcel OUELLET**

- Association canadienne-française pour l'avancement des sciences (ACFAS)
- Association québécoise pour l'étude du Quaternaire
- Association canadienne pour l'étude du Quaternaire
- Association des biologistes du Québec
- Société canadienne des biologistes de l'environnement
- American Association for the Advancement of Science
- American Quaternary Association
- 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

**Wanda SOCHANSKI**

- Ordre des ingénieurs du Québec (OIQ)

**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, 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  
Nicole BROUARD, étudiante  
Marie-Claude Chapdelaine, 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

## 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 post-doctoraux. 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 radiologie, de microscopie, de spectrophotométrie, d'essais biologiques, d'analyses chimiques, etc. Les laboratoires sont situés au Complexe scientifique du 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 um
25. **Système de chromatographie en phase gazeuse** Varian modèle 3400
26. **Microscope à épifluorescence et à contraste interférentiel** Zeiss modèle Axioplan
27. **Spectrophotomètre d'émission atomique à plasma à couplage inductif**. Jarrell Ash, modèle Atomscan 25

Au cours de l'année 1990-1991, le laboratoire a été doté de nouveaux équipements grâce à des subventions du CRSNG (appareillage) obtenues par un chercheur du Centre:

**1. Résistivimètre électrique ABEM Terrameter SAS 300B (O. BANTON)**

En 1990-1991, le personnel technique et professionnel du laboratoire comprenait les personnes suivantes:

**Responsable du laboratoire:**

Sylvie DESJARDINS

**Agent technique de laboratoire:**

Paul BOISVERT

**Techniciens réguliers:**

Michelle GEOFFROY-BORDELEAU  
Bernard VEILLEUX

**Techniciens contractuels:**

Christian BASTILLE  
Nicole DROUIN  
François FOURNIER  
René RODRIGUE  
Sylvie ST-PIERRE

**Stagiaire contractuelle:**

Louise FRASER

## **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'acquisition d'un système téléphonique Méridien SL-1 pour desservir le personnel oeuvrant au Carrefour Molson, l'extension du réseau Éthernet pour desservir deux (2) nouvelles stations SUN (UNIX) et des microordinateurs IBM (OS-2), l'accès à de nouveaux périphériques tels une imprimante couleur, un traceur et une table digitalisante, l'uniformisation du traitement de textes sur microordinateurs (XY-Write) en remplacement du système AES 7300.

En termes de ressources humaines, le Service d'informatique et de bureautique compte maintenant deux (2) analystes, l'un oeuvrant surtout au niveau du système central, l'autre au niveau de la microinformatique. Le Service de l'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 (4) 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;
- 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;
- 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-Géoressources (6 ports, STC06);
- 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) microordinateurs Amdek 286 (3 au Carrefour Molson, 2 au Complexe scientifique), reliés à des imprimantes HP LaserJet, utilisant des logiciels tels XY-Write, etc...;
- un (1) poste de travail AES 7460 (Complexe scientifique) offrant l'environnement AES (AESOS) et l'environnement MS-DOS;
- le système de traitement de texte AES 7300.

Nous prévoyons pour l'an prochain le remplacement du VAX 11/780 par un ordinateur de la nouvelle génération, l'inter-connection en réseau du système de bureautique et la disparition du système AES.

En 1990-1991, 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, dont les locaux sont maintenant situés au Carrefour Molson, répond aux besoins d'une clientèle spécialisée en sciences de l'eau et de l'environnement. Les heures d'ouverture ont été élargies de sorte qu'il est maintenant possible de consulter entre 8h30 et 17h30, du lundi au vendredi inclusivement, et entre 8h30 et 17h00, les mêmes jours, durant la période estivale.

Le fonds documentaire du Centre de documentation de l'INRS-Eau comprend 10 500 documents imprimés et environ 100 abonnements à des publications en série, correspondant aux disciplines pertinentes aux activités de recherche et d'enseignement. L'ensemble de ces documents sont incorporés à la base de données BADADUQ du SIGIRD (Système Intégré de Gestion Informatisée des Ressources Documentaires) développé par l'Université du Québec et interrogeable par les usagers, à l'aide de terminaux.

Le Service de documentation est chargé de l'édition et de la diffusion d'une liste signalétique des livres, articles de revues, rapports de recherche, matériel didactique, publications internes et conférences publiées par le personnel de l'INRS-Eau.

En 1990-1991, 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 RAYMOND<sup>5</sup>  
Jocelyne ROBERGE<sup>1</sup>  
Christine LABERGE<sup>6</sup>

#### Section Édition

Alain POIRIER  
Christine LABERGE

---

<sup>5</sup> Poste à temps partiel

<sup>6</sup> Étudiante d'été

Pour l'exercice terminé le 31 mai 1991DÉPENSES 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	3034.6	907.6	709.2	4651.4
Frais généraux d'administration	389.6	80.5	457.0	927.2
Documentation et édition	76.3	43.9	3.0	123.2
Direction du Centre	216.1	12.7	1.9	230.7
Informatique	38.4	3.1	50.4	91.9
Laboratoires	82.4	34.2	14.0	130.7
<b>TOTAL</b>	<b>3837.4</b>	<b>1082.0</b>	<b>1235.5</b>	<b>6155.0</b>