

**UNIVERSITÉ DU QUÉBEC**  
**INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**I N R S - E A U**  
**VINGTIÈME RAPPORT ANNUEL**  
**1ER JUIN 1988 AU 31 MAI 1989**

**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.....	11
3.1 Analyse statistique des données.....	12
3.2 Modélisation hydrologique.....	17
3.3 Analyse numérique.....	24
3.4 Développement de modèles d'aménagement.....	26
3.5 Biogéochimie de polluants (métaux traces et pesticides).....	30
3.6 Écotoxicologie des polluants.....	38
3.7 Dynamique des éléments nutritifs dans les écosystèmes.....	41
3.8 Processus d'assainissement.....	44
4. PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS.....	53
4.1 Livres ou ouvrages collectifs.....	53
4.2 Articles publiés dans des revues scientifiques avec comité de lecture.....	53
4.3 Articles publiés dans des comptes rendus de conférences avec comité de lecture.....	56
4.4 Conférences sur invitation.....	58
4.5 Communications avec arbitrage, sans comptes rendus.....	58
4.6 Rapports scientifiques ou techniques.....	62
4.7 Publications diverses.....	64
4.8 Communications diverses, sans arbitrage.....	64
4.9 Thèses de doctorat et mémoires de maîtrise.....	66
4.10 Statistiques des publications et communications des membres de l'INRS-Eau.....	67
5. ENSEIGNEMENT.....	68
5.1 Maîtrise en sciences de l'eau.....	68
5.2 Doctorat en sciences de l'eau.....	72

6.	<b>SÉMINAIRES ET COLLOQUES</b> .....	78
7.	<b>AUTRES ACTIVITÉS</b> .....	80
7.1	Coopération scientifique.....	80
7.2	Collaborations externes .....	84
7.3	Participation aux activités d'autres organismes ou comités .....	86
7.4	Organisation de conférences, colloques et congrès.....	90
7.5	Revue scientifique .....	91
7.6	Visiteurs.....	93
7.7	Associations professionnelles.....	95
7.8	Activités internes au sein de l'INRS et de l'Université du Québec.....	98
7.9	Distinctions .....	99
8.	<b>SERVICES</b> .....	100
8.1	Laboratoire .....	100
8.2	Informatique et bureautique.....	103
8.3	Documentation et édition.....	105
9.	<b>RAPPORT FINANCIER</b> .....	106

# 1 - RAPPORT DU DIRECTEUR

---

## FAITS SAILLANTS

Les différentes activités de recherche de l'année 1988-1989 se sont poursuivies normalement dans le contexte de la nouvelle programmation sexennale de l'INRS-Eau pour la période 1988-1994. Cette nouvelle programmation redéfinissait les orientations et les axes de recherche pour mieux refléter la réalité du Centre.

Sur le plan académique, en date du 1er septembre 1988, des modifications ont été apportées au programme de doctorat en sciences de l'eau, par l'introduction d'un examen doctoral que chaque étudiant doit réussir dans les 18 premiers mois suivant son inscription, pour être autorisé à poursuivre ses études.

En ce qui concerne le financement de la recherche, les revenus extérieurs ont atteint un sommet de 2 431 900\$, soit une augmentation de 18% par rapport à l'année précédente. Ces entrées de fonds représentent quelque 54% des revenus totaux du Centre, et proviennent des sources suivantes: le fonds pour la Formation de chercheurs et l'aide à la recherche (FCAR), 438 400\$; le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG), 861 300\$; les autres sources de financement comportent des subventions de l'ordre de 385 900\$ et des contrats ou commandites pour une somme d'environ 746 300\$. D'autre part, une subvention quinquennale majeure a été accordée par le FCAR au titre du programme FCAR-Centre.

En regard de la coopération scientifique France-Québec, une entente est intervenue entre l'INRS-Eau et le Groupement d'intérêt scientifique (GIS) des "Sciences de l'Eau" pour la publication conjointe d'une revue scientifique, la "Revue des Sciences de l'Eau". Un comité de direction bipartite dirige cette revue trimestrielle et les coéditeurs sont Lavoisier Abonnements pour la France, et l'Association québécoise des techniques de l'eau (AQTE) pour le Québec.

En cours d'année, le Centre de recherches pour le développement international (CRDI) a octroyé à l'INRS-Eau une subvention importante pour permettre au Centre de mener, en collaboration avec l'École nationale d'ingénieurs de Bamako, au Mali, un projet de recherche sur l'hydrogéologie de la nappe souterraine de Bamako.

Depuis plusieurs années le manque d'espaces adéquats freinait sérieusement toute évolution des activités de recherche, et afin de solutionner ce problème à court terme, le Centre a dû déménager une partie de ses équipes de recherche dans des locaux situés à proximité des laboratoires actuels installés dans le Complexe scientifique de Sainte-Foy. Cette situation est considérée comme transitoire, et un regroupement des scientifiques devra être envisagé sous peu, afin de recréer la dynamique propre à un centre interdisciplinaire de recherche.

## 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 (krigeage...), 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 (détection des tendances), la variabilité spatiale des précipitations acides et la sensibilité du milieu à ces précipitations.

Un projet de recherche coopérative du Conseil de recherches en sciences naturelles et génie (CRSNG) avec Hydro-Québec, sur la validation des données d'apport naturel et la modélisation des volumes et des débits de crue, a commencé en 1988-1989. Cette année a vu la fin d'une subvention de deux ans du Programme d'aide à la recherche et au développement en environnement (PARDE) du ministère de l'Environnement du Québec, portant sur l'évaluation des tendances spatio-temporelles des phénomènes reliés aux précipitations acides.

### *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. Les chercheurs du Centre ont poursuivi leurs travaux dans ces divers domaines au cours de l'année, et des résultats intéressants ont été notés dans plusieurs cas.

En plus de ces travaux plus fondamentaux, un projet important avec Environnement Canada permettra la mise au point de logiciels intégrant la télédétection par satellite et la modélisation hydrologique.

### *Analyse numérique*

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

Le Centre a obtenu un contrat important de la ville de Québec, où le groupe BPR agit comme consultant, afin d'étudier les performances du séparateur statique tourbillonnaire de la ville.

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

Sous ce titre, l'objectif poursuivi 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 ou l'influence des débits sur les habitats biologiques.

Avec le groupe BPR et pour le compte de la Communauté urbaine de Québec, les chercheurs du Centre étudient la gestion en temps réel des débordements des réseaux unitaires. Ils examinent, aussi, pour le compte de SIDBEC-DOSCO la problématique d'assainissement de leur usine à Contrecoeur.

Un contrat avec TAO Simulation, pour le compte d'Hydro-Québec, a permis de développer un modèle du micro-habitat du saumon atlantique sur la rivière Moisie, alors qu'un deuxième, avec le même groupe, pour la société d'Énergie de la baie James, a porté sur le développement d'un modèle d'écoulement de la rivière la Grande et son estuaire et ce dans une perspective d'analyse de la stabilité des sédiments.

#### *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).

Ces travaux ont été réalisés en 1988-1989 grâce, en particulier, à l'aide d'une subvention thématique du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG), et à une subvention du Fonds mondial de la nature.

### *Écotoxicologie des polluants*

Dans ce domaine, les travaux ont pour objectif le développement d'approches pour évaluer les dangers et risques environnementaux de contaminants (sources ponctuelles et diffuses); ils sont effectués 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.

Une subvention de deux ans obtenue cette année dans le cadre du Programme de développement académique du réseau (PRODAR) de l'Université du Québec, permettra à l'INRS-Eau, en collaboration avec l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR), l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC) et l'Université du Québec à Rimouski (UQAR), de développer un programme sur l'étude des mécanismes de tolérance chez le phytoplancton.

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

Les recherches sur les cycles du soufre et de l'azote dans les écosystèmes forestiers et lacustres, deux éléments dont les cycles ont été fortement perturbés par l'homme à cause d'une augmentation des apports atmosphériques, ont pu être poursuivies suite à un financement extérieur important. Ici, les chercheurs visent à identifier et ensuite à quantifier les transformations que ces éléments subissent dans l'écosystème forestier, lesquelles contrôleront leurs flux vers l'écosystème aquatique. 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.

Cette année un contrat de trois ans (conjoint avec des chercheurs des universités Laval et McGill) avec Environnement Canada, a pris fin; ce contrat concernant le développement d'un modèle géochimique pour prédire l'acidification des eaux de surface durant les événements épisodiques, et en particulier durant la fonte printanière.

### *Processus d'assainissement*

Dans ce domaine de recherche relativement récent au Centre, les activités de l'année ont été concentrées 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. 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 ou 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.

Plusieurs octrois viennent confirmer l'importance de ces recherches. Un contrat substantiel avec le Centre québécois de valorisation de la biomasse (CQVB) permet d'accélérer les travaux sur l'extraction des métaux lourds en vue de la valorisation des boues d'épuration. Une subvention de deux ans du Programme de développement académique du réseau (PRODAR) de l'Université du Québec, permettra à l'INRS-Eau, en collaboration avec l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) et l'Institut Armand-Frappier (IAF), de valoriser les effluents des industries laitières en étudiant la bioconversion de ces effluents en acide lactique et acide propionique. Une subvention du ministère de l'Agriculture du Canada permettra d'étudier les effets de certains événements hydrologiques sur les pertes d'azote et de phosphore résultant de l'épandage des lisiers agricoles.

## **CONCLUSION**

En résumé, le Centre INRS-Eau a connu une année d'activités intenses et le nombre des collaborateurs est en nette progression depuis quelques années, à cause de l'excellence des scientifiques qui y oeuvrent. Je suis confiant que les années qui viennent seront tout aussi prolifiques et que le Centre poursuivra son implication dans les secteurs prioritaires touchant l'environnement au Québec.

Le directeur du centre INRS-Eau

Michel SLIVITZKY



## 2 - RESSOURCES HUMAINES

---

### Directeur

Michel SLIVITZKY, CES, B. Eng., M. Sc.

### Professeurs réguliers

Jean-Christian AUCLAIR,	B.Sc., D.E.A., D.Sc.
Bernard BOBÉE,	L.Sc., M.Sc.A., D.Ing.
Peter G.C. CAMPBELL,	B.Sc., Ph.D.
Richard CARIGNAN,	B.Sc., Ph.D.
Daniel CLUIS,	L.Sc., Ing., D.Ing.
Denis COUILLARD,	B.Sc.A., M.Sc.A., D.Sc.
Pierre COUTURE,	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 <sup>1</sup> ,	B.Sc., Ph.D.
André TESSIER,	B.Sc., D.Sc.
Rajeshwar D. TYAGI,	B.Sc., M.Tech., Ph.D.
Jean-Pierre VILLENEUVE,	B.Sc.A., D.E.S., D.Ing.

### Professeurs ou chercheurs invités

Jacques BUFFLE,	Université de Genève, Suisse
James R. KRAMER,	Université McMaster, Ontario
Pierre LAVALLÉE,	ASSEAU Inc., Montréal;
	Gendron Lefèbvre, Consultants, Montréal
Gilles G. PATRY,	Université McMaster, Ontario

### Chargés de cours

André GRENON,	Centre québécois de coordination de la télédétection (CQCT), Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec
Louis Claude PAQUIN,	Centre D'ATO, Université du Québec à Montréal (UQAM)

<sup>1</sup> En congé sans traitement

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

<sup>3</sup> Intérimaire

**Associés de recherche**

Fahim ASHKAR  
 Olivier BANTON  
 Kateri GUERTIN  
 R. Landis HARE  
 attaché de recherche CRSNG  
 Denis ISABEL<sup>2</sup>  
 Pierre LAFRANCE  
 chercheur-boursier CRSNG  
 Francisco PADILLA  
 Francis T. TRAN<sup>2</sup>

**Stagiaires post-doctoraux**

Christian AMBLARD  
 Nelson BELZILE  
 Richard DE VITRE  
 William Otto NELSON  
 Jean ROBERGE  
 Barry R. TAYLOR

**Agents de recherche et professionnels réguliers**

Bertrand DUBREUIL  
 Gaétan GODBOUT  
 Jean LACROIX  
 Lise POTVIN  
 Jocelyne ROBERGE  
 Wanda SOCHANSKI

**Professionnels contractuels**

Claude BLANCHETTE  
 Marco LAVOIE

**Assistants de recherche**

Jérôme BENOIT  
 Sylvie BOUCHER  
 Suzanne BURELLE  
 François D'AMOURS<sup>2</sup>  
 Diane LEROUX  
 Guy MERCIER

**Assistants de recherche (suite)**

Martin MONTMINY  
 Jalal MZALI  
 Pierre MORENCY  
 Yves MALTAIS  
 Michel OUELLET

**Agent technique de recherche**

Paul BOISVERT

**Techniciens réguliers**

Denise DOYON-PAQUET  
 Michèle GEOFFROY-BORDELEAU  
 André PARENT  
 Christiane RENAUD  
 Bernard VEILLEUX

**Techniciens contractuels**

Christian BASTILLE  
 Roger BEAUCHEMIN<sup>2</sup>  
 Nicole DROUIN  
 François FOURNIER  
 Nathalie FORTIN<sup>2</sup>  
 Sonia POMERLEAU<sup>2</sup>  
 René RODRIGUE  
 Sylvie ST-PIERRE  
 Éric WAGNER<sup>2</sup>

**Personnel de bureau  
Métiers et Services**

Sylvie CLOUTIER<sup>3</sup>  
 Jean-Léon DOYON  
 Lise DUPUIS  
 Suzanne DUSSAULT  
 Carmen DESCHENES  
 Claire LORTIE<sup>2</sup>  
 Claire MIGNEAULT  
 Lucie MERCIER  
 Éline PARENT  
 Alain POIRIER

<sup>1</sup> En congé sans traitement

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

<sup>3</sup> Intérimaire

**Personnel de bureau**  
**Métiers et Services (suite)**

Johanne PLAMONDON<sup>3</sup>  
 Lise RAYMOND  
 Lise RIOUX

**Stagiaires de recherche**

Aboubacrine ALPHA  
 Laurent ARURAUULT  
 Marina COQUERY  
 Zoubeida KEBAILI-BARGAOUI  
 Long LE  
 François MAUPETIT  
 Roger MOUSSA  
 François OUZILLEAU  
 Lang Uyen PHAN  
 Béatrice SOULARD  
 Pierre VOIGNIER

**Stagiaires étudiants**

François BERTHIAUME  
 Richard BLANCHET  
 Michel BOULÉ  
 Myriam CHARTIER  
 Philippe CLÉMENT  
 Sophie GOUVEIA  
 Tertia HUGHES  
 Koman KOUASSI  
 Pierre LECOMTE  
 Carol LÉPINE  
 Nadia MÉNARD  
 David MONAGHAN  
 Danièle MORISSETTE  
 Éric RIBLAIR  
 Richard ROCHETTE  
 Danielle RODRIGUE  
 Esther SALVANO  
 Sylvie THORNE  
 Éric VIGNEAULT  
 Isabelle VILLENEUVE

**Étudiants à la maîtrise**

Netta BENAZON, boursière FCAR  
 Louis-Marie BARRETTE  
 Anne BÉDARD  
 Paul BOUDREAU, boursier CRSNG  
 Mario DALLAIRE  
 Martin DUCHESNEAU  
 Steve GAMACHE  
 Martine LAFOND  
 Yvan LANGLOIS, boursier FCAR  
 Jacynthe LAREAU  
 Pierre LECOMPTE, boursier FCAR  
 Hélène MARQUIS, boursière FCAR  
 Marie-Emmanuelle QUENTIN  
 Annie TAILLON, boursière CRSNG

**Étudiants au doctorat**

Lahcen AIT-SSI  
 Djilali BENMOUFFOK  
 Monique BERNIER  
 Paul BOUDREAULT, boursier FCAR  
 Bernard BOULANGER, boursier CRSNG  
 Oscar CAMARA-DURAN  
 Raynald CHASSÉ  
 Yves COUILLARD, boursier CRSNG  
 Michel CROWLEY  
 Marie-Hélène de SEDE  
 Danielle FORTIN, boursière CRSNG  
 Georges GANGBAZO  
 Christian HARVEY, boursier FCAR  
 Daniel HOULE  
 Claude LABERGE, boursier CRSNG  
 René LANGIS  
 Pierre LAVALLÉE  
 Yves LEFEBVRE, boursier FCAR  
 Claude LELIEVRE  
 Yvon MARANDA  
 Patrick MARCEAU  
 Jocelyn OUELLET  
 Lise PARENT, boursière CRSNG  
 B.R. RAVISHANKAR

<sup>1</sup> En congé sans traitement

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

<sup>3</sup> Intérimaire

**Étudiants au doctorat (suite)**

François ROBERGE

René ROY

Yves THOMASSIN

Patsy-Ann THOMPSON, boursière CRSNG

Eric van BOCHOVE

Kevin WILKINSON, boursier FCAR

Guillemette WILLEMIN

### **3 - RECHERCHE**

---

Dans le cadre de la nouvelle programmation sexennale de l'INRS-Eau pour la période 1988-1994, de nouvelles orientations et axes de recherche ont été définis pour mieux refléter la réalité des activités du Centre. Les activités scientifiques sont maintenant 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 (krigeage), les chercheurs du Centre poursuivent des travaux sur la prévision et la régionalisation des crues, l'analyse de l'évolution temporelle de la qualité des eaux (détection des tendances), la variabilité spatiale des précipitations acides et la sensibilité du milieu à ces précipitations.

#### 3.1.1 Étude des caractéristiques univariées et multivariées des crues par l'intermédiaire des lois statistiques et des modèles de dépassement

**Responsable:** Fahim ASHKAR

**Description:** En raison de l'abondance des eaux de surface au Canada, il est important d'effectuer un dimensionnement des barrages qui ne résulte ni en une surestimation des crues (coûts élevés) ni en une sous-estimation des crues (risques élevés, pertes de vie humaine, etc.). Cela implique une estimation des débits de crues qui soit la plus précise possible; les lois statistiques et les modèles de dépassement sont deux approches complémentaires que l'on peut utiliser pour réaliser cet objectif. Les comparaisons passées entre ces deux groupes de modèles ont été remises en question parce qu'elles étaient basées sur des formules asymptotiques peu valables en hydrologie car les échantillons dans ce domaine sont très souvent de taille réduite. Notre premier objectif est de développer une nouvelle méthodologie de choix entre les différents modèles d'estimation des crues en nous basant sur des études effectuées récemment. Grâce à ces études, nous sommes maintenant capables de calculer la variance d'échantillonnage d'une crue estimée selon la plupart des lois ou modèles statistiques employés actuellement, et cela pour n'importe quelle taille d'échantillon rencontrée en pratique.

Notre deuxième objectif est de continuer le travail déjà commencé sur la modélisation du débit maximum, de la durée et du volume de crue, selon une approche multivariée appliquée à l'intérieur d'un modèle de dépassement. Ces caractéristiques sont de première importance pour la construction de déversoirs, des ponts, des ponceaux, etc. Leur connaissance est également nécessaire dans l'étude des disponibilités en eau pour l'irrigation, pour l'approvisionnement ou encore lorsque l'on désire savoir combien de temps une route ou des cultures peuvent être submergées lors d'une crue.

Plusieurs pays (USA, Angleterre, France), dans le but d'uniformiser l'estimation des crues ont établi des normes concernant l'utilisation des lois statistiques. Les normes canadiennes ne sont pas encore bien précisées, cependant les travaux proposés ici pourraient s'avérer très utiles dans le cadre de l'établissement de telles normes.

**Financement:** CRSNG - Dépenses courantes.

### 3.1.2 Validation des données d'apports naturels; modélisation des volumes et débits de crue à un site et régionalement

**Responsable:** Bernard BOBÉE

**Co-responsable:** Jean-Louis BISSON, Hydro-Québec

**Collaborateurs:** Fahim ASHKAR  
Sylvie BOUCHER  
Marco LAVOIE  
Diane LEROUX  
François ROBERGE, Hydro-Québec  
René ROY, Hydro-Québec  
Louis ANGERS, Hydro-Québec

**Description:** Pour effectuer une gestion rigoureuse et efficace de ses ressources hydriques, Hydro-Québec doit compter sur des données hydrologiques de bonne qualité. On constate cependant certaines carences en ce qui concerne la qualité et la précision des données de base utilisées par les hydrologues de l'entreprise:

1. Les données d'apports hydrologiques journaliers aux réservoirs qui sont utilisées pour connaître l'état des ressources disponibles et planifier l'exploitation à court terme sont souvent entachées d'erreurs. Le projet 1 consistera à valider en temps réel ces données d'apport, calculées par bilan hydrique, et au besoin à déterminer les valeurs d'apport les plus probables. Ces apports serviront à l'ajustement en temps réel de certaines variables du modèle pluie-débit utilisé par Hydro-Québec pour effectuer ses prévisions de volume et de pointe.
2. Le projet 2 vise à effectuer l'analyse statistique des données simulées par le modèle pluie-débit afin de déterminer les volumes et les pointes correspondant à certaines probabilités au dépassement. La connaissance de ces caractéristiques est importante pour la gestion des réserves hydrauliques d'Hydro-Québec.
3. Le projet 3 a pour but de compléter une information insuffisante à certains sites (données manquantes, série courte) en utilisant une information régionale comme: a) débit aux sites voisins, b) caractéristiques physiographiques du bassin versant fournies par Hydro-Québec. On établira un modèle basé sur la "ridge-régression" pour pallier cette insuffisance de données et remplacer l'information manquante.

Ces trois projets qui utilisent des données d'apport et des caractéristiques physiographiques nécessiteront la constitution d'une banque de données.

**Financement:** CRSNG - Programme conjoint universités - industries et Hydro-Québec.

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

**Responsable:** Bernard BOBÉE

**Description:** 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 carré 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.

### 3.1.4 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:** 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.

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

**Responsable:** Daniel CLUIS

**Description:** 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 prioriser et mesurer les résultats des interventions du Ministère en milieu agricole.

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

### 3.1.6 Modélisation statistique des relations entre les caractéristiques biophysiques des bassins versants et les paramètres de qualité de l'eau

**Responsable:** Marius LACHANCE

**Description:** Ce projet vise à développer de nouveaux modèles permettant de relier, dans une région donnée, certaines variables physico-chimiques à certaines caractéristiques biophysiques du milieu environnant. De tels modèles présentent un grand intérêt pour les gestionnaires de la ressource aquatique.

Les principaux objectifs de ce projet s'établissent comme suit:

- a) développement et adaptation d'outils mathématiques et statistiques permettant de décrire globalement et de discriminer les relations entre les variables décrivant le bassin versant (données quantitatives ou qualitatives) et celles décrivant la qualité du milieu aquatique (données quantitatives): analyse des correspondances multiples, analyse discriminante, analyse canonique, régression multiple usuelle ou avec contraintes etc..
- b) détermination sur différentes régions du Québec des variables physiographiques, météorologiques ou géologiques qui ont un pouvoir explicatif de la qualité du milieu aquatique.
- c) élaboration d'un modèle statistique permettant de prédire certaines variables du milieu aquatique à partir d'un ensemble de caractéristiques du milieu.

**Financement:** Fonds FCAR - Subvention générale.

### 3.1.7 Étude des données de précipitations acides au Québec à l'aide de la géostatistique

**Responsable:** Jean-Pierre VILLENEUVE

**Collaboratrice:** Kateri GUERTIN

**Description:** Mise au point d'un logiciel d'interprétation et de représentation spatiale des données de précipitations acides au Québec.

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

### 3.1.8 Évaluation des tendances spatio-temporelles des phénomènes reliés aux précipitations acides

**Responsable:** Jean-Pierre VILLENEUVE

**Collaboratrice:** Kateri GUERTIN

**Description:** Au Québec, bien que l'on dispose d'un important réseau d'observation, l'information disponible sur la qualité (composition ionique) des précipitations acides demeure limitée, tant par le nombre restreint de stations où les échantillons sont récoltés simultanément, que par la courte période d'exploitation du réseau de qualité, soit de 1982 à 1989. Il est donc essentiel d'utiliser des outils qui permettent d'exploiter au maximum cette information.

Ce projet de recherche a pour but d'établir une démarche opérationnelle permettant d'identifier les tendances et d'estimer la distribution spatio-temporelle des phénomènes reliés aux précipitations acides, ceci à partir de données décrivant ces phénomènes (notamment les concentrations d'ions, les dépôts massiques d'ions et les hauteurs de précipitations). Le projet visera à optimiser, à l'aide d'outils mathématiques à la fois fiables, objectifs et flexibles, la procédure d'estimation en fonction des données disponibles tout en insistant sur la qualité et la pertinence des représentations graphiques des résultats. On s'intéressera plus particulièrement à quatre différents aspects d'analyse:

- 1) données distantes;
- 2) tendance temporelle régionalisée;
- 3) variabilité spatiale préférentielle;
- 4) mise à jour d'un logiciel d'estimation.

**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 agricoles, 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:** 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:** 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:** Martin MONTMINY  
Claude BLANCHETTE  
Lise POTVIN

**Description:** 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 multirate 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:

- 1- la micro-informatique;
- 2- la transmission rapide de données (dont les images acquises par les satellites météorologiques);

- 3- le traitement d'images acquises par télédétection et de modèles numériques de terrain;
  - 4- la modélisation hydrologique distribuée;
- et de 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:** 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 rencontrés 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:** 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:** 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

**Description:** 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 bio-transformation, et le transport. Acquisition des données sur le terrain. 3) Caractérisation des structures de variabilité et de corrélation spatiales des paramètres utilisés dans la modélisation du dépôt au sol et du transport. Production des distributions de probabilité des paramètres. Simulations conditionnelles de corrélation de ces paramètres.

4) Modélisation stochastique du transport dans les zones non-saturée et saturée. Calibration des modèles. Développement de logiciels d'évaluation de la vulnérabilité des nappes phréatiques et des points de captage. 5) Application et vérification de la méthodologie d'investigation de la vulnérabilité, ainsi que des logiciels.

La méthodologie utilisée pour la réalisation de chacun de ces projets complémentaires sera basée sur les spécificités des contaminations diffuses (sources et nature), sur l'utilisation des processus à l'intérieur de modèles de transport, et sur une approche probabiliste d'évaluation des risques de contamination des eaux souterraines. La vérification en laboratoire des mécanismes de transport, l'acquisition des paramètres sur le terrain ainsi que les techniques statistiques de traitement des données d'entrée aux modèles de transport, seront ainsi orientées vers la compréhension et la prévision des impacts des contaminations par des sources diffuses. Les logiciels d'évaluation qui seront développés pourront être exploités pour: i) la gestion optimale des réseaux de qualité; ii) l'utilisation rationnelle des pesticides et fumiers déjà employés et l'homologation des nouveaux pesticides; iii) la planification de l'utilisation des sols agricoles et des sols sur lesquels on effectue l'épandage de résidus d'huiles industrielles.

**Financement:** FCAR - Équipes.

### 3.3 Analyse numérique

Ce nouveau 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:** 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;
- écoulement 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 MEFLU-2.0, 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 champs de vitesse d'écoulement en eau libre de la grande rivière

**Participant de l'INRS-Eau:** Michel LECLERC

**Description:** La disposition et la composition des matériaux du lit d'un cours d'eau résultent des sollicitations exercées par l'écoulement sur le lit et de la capacité des matériaux à résister à l'arrachement. La modification des conditions hydrologiques et hydrographiques associée à la construction d'ouvrages de retenue et à la production hydroélectrique a généralement pour effet de modifier cet équilibre.

L'objet de la présente étude est le tronçon aval de la Grande Rivière compris entre le kilomètre-5 dans la Baie James et le kilomètre 80 situé en aval des ouvrages de LG2. Ce milieu comprend un estuaire à marée et un tronçon fluvial relativement profond appelé à servir de réservoir pour la future centrale LG1.

L'influence fluviale est dominante dans l'estuaire mais l'effet de la marée n'y est pas négligeable. A l'amont de LG1, les écoulements sont et resteront dans le futur, du type fluvial. Le rehaussement de ce plan d'eau d'une cote actuelle de 12 à 14 mètres à la cote 32 mètres est requis pour la production d'électricité à la future centrale de LG1.

L'objectif général de l'étude est de "produire une analyse détaillée mais synoptique des conditions d'écoulement en eau libre actuelles et futures du tronçon aval de la Grande Rivière en relation avec la connaissance de la dynamique sédimentologique de l'embouchure et la stabilité du chenal d'écoulement".

La méthodologie retenue pour cette étude est centrée sur la modélisation numérique (le logiciel MEFLU et l'utilisation poussée de l'illustration par infographie (le logiciel HYGRAF).

L'approche classique en modélisation comprend typiquement les opérations suivantes:

- l'implantation du modèle hydrodynamique qui comprend l'étalonnage des paramètres et des tests de validation;
- la définition d'événements de référence représentatifs des conditions d'exploitation actuelles et futures de La Grande Rivière et la simulation de ces événements;
- l'illustration et l'interprétation des résultats.

**Financement:** SEBJ et TAO Simulations Inc.  
(consultant principal).

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

**Responsable:** Michel LECLERC

**Description:** 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 Pécans vers la rivière Sainte-Marguerite. La méthodologie utilisée est du type "modélisation des micro-habitats". Dans le cas présent, celle-ci s'appuie sur les résultats d'un modèle numérique aux éléments finis couvrant-découvrant appelé MEFLU, modèle qui a été développé conjointement avec la firme TAO Simulations et l'Université Laval.

Le projet consiste à:

- choisir des sites représentatifs de la Moisie et implanter MEFLU sur ceux-ci;
- procéder à une analyse de sensibilité à l'hydraulicité du cours d'eau;
- traduire les données physiques en données de biota selon la valeur du milieu pour le saumon atlantique en phase de croissance juvénile et de frai;
- établir la relation entre la disponibilité d'habitats (aires acceptables) et l'hydraulicité du cours d'eau;
- définir la récurrence statistique actuelle et future des débits pertinents aux fonctions biologiques de référence.

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

### 3.4.2 Nouvelles applications environnementales de la modélisation hydrodynamique

**Responsable:** Michel LECLERC

**Description:** La modélisation numérique des écoulements à surface libre à l'aide de la méthode des éléments finis a eu traditionnellement pour but de répondre aux besoins de design des ouvrages de génie. Plus récemment, les biologistes du milieu aquatique ont perçu la valeur de cette méthodologie pour décrire les conditions abiotiques constituant l'habitat des poissons. Dans le même ordre d'idées, les sédimentologues cherchent à s'appuyer de plus en plus sur l'information quantitative fournie par les modèles numériques pour analyser la stabilité des matériaux du lit d'écoulement des cours d'eau.

L'objectif du projet est de rechercher de nouvelles méthodologies d'application de nature environnementale pour le modèle aux éléments finis MEFLU.

Plus spécifiquement, on cherche à titre exploratoire des outils de nature algébrique (quantitative) pouvant servir d'interface entre MEFLU et les préoccupations de nature environnementale émergeant lors des études d'impact sur le milieu d'ouvrages de génie et/ou de leur plan d'exploitation. Dans le domaine de la biologie, on désigne ces méthodes par l'expression "modélisation abiotique des micro-habitats" ou encore, "Instream Flow Methodologies".

**Financement:** TAO Simulations Inc. - Contrat.

### 3.4.3 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:** 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:** Les Consultants BPR.

#### 3.4.4 Évaluation environnementale du projet de mise en place d'un émissaire des eaux usées de la Cie NORSK HYDRO à Bécancour

**Responsable:** Jean-Pierre VILLENEUVE

**Description:** L'objectif de ce contrat de recherche est d'établir l'acceptabilité environnementale du projet de mise en place d'un émissaire des eaux usées de la Cie NORSK HYDRO à Bécancour.

**Financement:** Ministère de l'Environnement du Québec - Contrat.

#### 3.4.5 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:** 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.

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

**Responsable:** Jean-Pierre VILLENEUVE

**Description:** 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

### 3.5 Biogéochimie de 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 l'aluminium dans les eaux naturelles

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

**Collaboratrice:** Lise PARENT

**Description:** 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  $[(X)_xAl-L\text{-cellule}]$ , où  $X=OH$  ou  $F$ ] 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 Prédiction de la biodisponibilité de métaux traces présents dans les sédiments des eaux douces

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

**Collaborateurs:** R. CARIGNAN  
R. Landis HARE  
André TESSIER  
Pamela STOKES, Université de Toronto

**Description:** Les métaux traces présents dans les sédiments aquatiques se trouvent dans les eaux interstitielles (sous forme dissoute ou colloïdale) ou encore associés à diverses phases solides. Pour évaluer la biodisponibilité de ces métaux, il convient de différencier entre deux grandes classes d'organismes benthiques:

type A : ne peuvent ingérer des sédiments; une seule voie d'entrée (eau ambiante) (ex.: plantes)

type B : peuvent ingérer des sédiments; deux voies d'entrée possible (eau ambiante et/ou sédiments) (ex.: détritivores).

L'objectif global de ce projet est de prédire la disponibilité biologique de divers métaux traces (Cd, Cu, Hg, Pb) présents dans les sédiments aquatiques, à partir de données géochimiques et de connaissances sur la physiologie et la stratégie de nutrition des organismes cibles. Pour quelques organismes benthiques représentatifs (eaux douces: types A et B), on vise à:

- i) élucider les mécanismes de prise en charge ("uptake") de métaux à partir des sédiments, et déterminer l'importance relative des deux voies de bioaccumulation possibles (prise en charge directement à partir de l'eau ambiante vs. ingestion de sédiments);

- ii) développer des méthodes prédictives des teneurs en métal chez les organismes benthiques.

Nous avons proposé, comme hypothèse clé à vérifier, que la prise en charge du métal via l'eau ambiante est la voie d'entrée la plus importante, même chez les organismes de type B.

**Financement:** CRSNG - Subvention thématique.

### 3.5.3 Caractérisation de la matière organique dissoute dans de l'eau de rivières de la Côte Nord en relation avec la spéciation de l'aluminium

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

**Collaborateurs:** Bertrand DUBREUIL  
James R. KRAMER, Université McMaster

**Description:** La matière organique dissoute influence grandement la géochimie des rivières à saumons de la Côte-Nord, surtout au printemps. Dans le présent projet, on vise d'abord à isoler des acides organiques à partir d'échantillons d'eau de la rivière de la Trinité. Ces échantillons ont été prélevés avant, pendant et après la fonte printanière (trois échantillons prélevés à un site localisé vers l'amont de la rivière plus trois prélevés près de l'embouchure). Dans un second temps, on compte caractériser ces acides et déterminer si leur nature change au cours de la fonte et/ou de l'amont vers l'aval de la rivière.

La procédure d'isolation utilise la chromatographie d'adsorption pour concentrer la matière organique présente dans l'eau, suivie par la chromatographie d'exclusion pour isoler les substances polymères de masse moléculaire élevée. Ces substances sont ensuite protonées par échange d'ions et les acides humiques et fulviques produits sont lyophilisés. Deux fractions sont ainsi produites pour chaque échantillon d'eau, l'une d'acide humique, l'autre d'acide fulvique; chacune de ces fractions est caractérisée (composition élémentaire; nombre de groupements carboxyliques; degré d'ionisation en fonction du pH; affinité pour l'aluminium) par des analyses au laboratoire.

**Financement:** Pêches et Océans Canada - Contrat.

### 3.5.4 Biodisponibilité des fluoro-complexes d'aluminium pour les juvéniles du saumon atlantique

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

**Collaborateurs:** Pierre COUTURE  
Kevin J. WILKINSON

**Description:** Lors de la fonte printanière les fluoro-complexes d'aluminium deviennent prédominants dans plusieurs cours d'eau. Nos expériences ont pour but d'expliquer l'effet de la complexation de l'aluminium par des fluorures dans des conditions similaires à celles du Bouclier canadien au printemps. Nous utilisons des tacons (âge 1+) au cours d'une série d'expériences semi-statiques (renouvellement de l'eau deux fois par jour), où les concentrations des ions majeurs sont maintenues constantes de même que le pH (4,5 ou 4,9) et la température (10°C) et ce, tout en variant les concentrations en aluminium (0-12  $\mu\text{M}$ ) ou en fluorures (0-20  $\mu\text{M}$ ).

En suivant des paramètres léthaux (CL50-96 heures; CL50-7 jours; mortalité cumulative), on peut démontrer que la complexation de l'aluminium inorganique par les fluorures réduit sa toxicité. Cependant, cette atténuation s'avère moins importante que celle prédite; en effet, la toxicité résiduelle de l'aluminium en présence de fluorures dépasse celle qui aurait été anticipée en fonction des concentrations de l'ion libre,  $[\text{Al}^{3+}]$ , et de ses hydroxo-complexes,  $[\text{Al}(\text{OH})_n]$ . Pour expliquer ce phénomène, on peut évoquer la présence de complexes mixtes à la surface de la branchie,  $\{\text{F-Al-L-branchie}\}$ . L'évolution des valeurs de sodium plasmique suggère que le même mécanisme de toxicité s'applique, en présence et en absence des fluorures, et que ce mécanisme implique une perturbation de l'osmorégulation des poissons.

**Financement:** Pêches et Océans Canada - Subvention + Contrat.

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

**Responsable:** Richard CARIGNAN

**Description:** 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.

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

**Responsable:** R. Landis HARE

**Description:** 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.

### 3.5.7 Effets des précipitations acides sur un sous-bassin de la rivière des Escoumins: réponse hydrochimique et biologique

**Responsable:** Marius LACHANCE

**Collaborateur:** Denis BROUARD, Firme Gilles Shooner et Associés Inc.

**Description:** Ce projet de recherche consiste en une synthèse des travaux effectués sur un sous-bassin versant de la rivière des Escoumins. Les résultats de cette étude seront interprétés et situés dans le contexte des rivières de la Côte-Nord du fleuve Saint-Laurent.

**Financement:** Pêches et Océans Canada - Contrat.

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

**Responsable:** Pierre LAFRANCE

**Description:** 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.

### 3.5.9 Développement d'indices environnementaux de polluants atmosphériques à longue portée

**Responsable:** Marcel OUELLET

**Description:** Dans le cadre de ce projet, nos travaux ont surtout porté sur la géochimie du Pb et du  $^{137}\text{Cs}$  dans les sédiments lacustres ainsi que sur la distribution spatiale du  $^{137}\text{Cs}$  dans le lichen à Caribou. La distribution stratigraphique du Pb dans les sédiments les plus récents d'une quarantaine de lacs nous a permis d'évaluer, pour l'ensemble du Québec, la distribution de cet important contaminant. Il existe pour cet élément un gradient spatial décroissant en direction des régions nordiques. Pour ce qui concerne les patrons de la distribution spatiale et stratigraphique du  $^{137}\text{Cs}$  dans les sédiments lacustres, ceux-ci semblent fortement influencés par la dynamique du transport de cet élément à l'intérieur même du bassin versant. Les caractéristiques physiques, géologiques, forestières et hydrologiques de chaque bassin étant particulières, elles rendent l'utilisation de ce polluant longue portée difficilement utilisable comme indice environnemental de contamination. Pour ce qui concerne l'utilisation des teneurs en  $^{137}\text{Cs}$  dans le lichen à Caribou, même si les concentrations sont toujours plus élevées que celles retrouvées dans les sédiments

lacustres, l'utilisation de celles-ci sur de grandes surface est relativement complexe. La plus faible croissance du lichen en régions arctiques a pour effet de provoquer une augmentation relative des teneurs, tandis que le contraire se produit en régions boréales.

**Financement:** CRSNG - Dépenses courantes.

### 3.5.10 Biogéochimie des métaux traces dans le milieu aquatique

**Responsable:** André TESSIER

**Collaborateurs:** Danielle FORTIN  
Pierre LECOMPTE

**Description:** 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 pHZPC, leur surface spécifique, leur densité de site d'adsorption, leurs constantes d'acidité intrinsèque et leur degré de cristallinité.

**Financement:** CRSNG - Dépenses courantes.

### 3.5.11 Étude de la disponibilité biologique des métaux traces dans le milieu aquatique (sédiments/eau)

**Responsable:** André TESSIER

**Collaborateurs:** Jean-Christian AUCLAIR  
Peter G.C. CAMPBELL  
Richard CARIGNAN  
R. Landis HARE  
Jacques BUFFLE, Université de Genève

**Description:** Les objectifs généraux du programme de recherche sont: i) de comprendre et de modéliser les réactions géochimiques auxquelles sont soumises les substances polluantes dans un bassin versant ainsi que leur accumulation dans les organismes aquatiques; ii) de déterminer leurs effets sur les organismes biologiques, les populations et les communautés. Le programme comprend cinq projets. Le premier vise à raffiner la modélisation diagénétique des métaux traces dans les sédiments lacustres. On porte une attention particulière aux oxyhydroxydes de fer naturels: développement d'une méthode pour les isoler; détermination de leurs caractéristiques physico-chimiques (pH<sub>ZPC</sub>; constantes d'acidité intrinsèques; constantes d'adsorption; degré de cristallinité). Le deuxième projet vise à relier l'accumulation des métaux dans des pélécytopodes, des larves d'insectes et des

plantes aquatiques aux concentrations de ces métaux présentes dans certaines fractions des sédiments. On vérifie également la toxicité chronique de métaux sur le benthos en suivant l'évolution à long terme de communautés benthiques exposées à des sédiments contaminés à divers degrés réalistes. Le troisième projet vise à relier la spéciation des métaux traces dissous dans la colonne d'eau à leur biodisponibilité pour divers organismes (algues, crustacés, poissons juvéniles). Le projet implique le développement de méthodes pour mesurer la spéciation de ces métaux dans les eaux naturelles et la vérification d'un modèle reliant la spéciation en solution à l'accumulation dans les organismes. Le quatrième projet porte sur le développement d'un micromanipulateur benthique (système de micropositionnement submersible) et son utilisation pour étudier la couche stagnante benthique et les flux de métaux à l'interface sédiment-eau, ainsi que l'irrigation benthique. Finalement, le cinquième projet implique l'étude, au niveau d'un bassin versant entier, d'un polluant clé, le soufre. On vise à y quantifier les principaux réservoirs de soufre et à déterminer les vitesses d'échange entre les différents réservoirs pour permettre la formulation d'un modèle d'entrée-sortie du soufre dans un écosystème boréal.

**Financement:** Fonds FCAR - Soutien aux équipes de recherche.

### 3.5.12 Signification biologique des métaux traces dans les sédiments

**Responsable:** André TESSIER

**Collaborateurs:** Jean-Christian AUCLAIR  
Peter G.C. CAMPBELL

**Description:** L'objectif général du projet était d'évaluer la signification biologique de métaux traces présents dans les sédiments. Dans ce contexte, on a déterminé l'importance relative de facteurs abiotiques clés impliqués dans l'accumulation de métaux traces par des organismes benthiques représentatifs. Cette expérience impliquait la mesure, à plusieurs sites dans un gradient de métaux traces, de concentrations de métaux dans les tissus des organismes, dans diverses phases des sédiments et dans l'eau à laquelle sont exposés les organismes. Des expériences de transfert d'organismes ont également été réalisées pour évaluer le temps de réponse des organismes à des changements dans les concentrations environnementales de métaux et pour identifier les mécanismes de détoxification intracellulaire.

**Financement:** Fonds mondial pour la nature (World Wildlife Fund).

### 3.5.13 Échange de métaux traces entre les sédiments et les invertébrés benthiques

**Responsable:** André TESSIER

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

**Description:** 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:** Pêches et Océans 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 Détection de modifications apportées aux communautés d'herbivores zooplanctoniques suite à l'acidification

**Responsable:** Jean-Christian AUCLAIR

**Description:** Dans le cadre de l'amélioration des critères biologiques pour l'évaluation des modifications apportées aux communautés biologiques de lacs soumis aux dépôts acides et métalliques, il est proposé d'examiner la distribution verticale de la phéophorbide a des sédiments récents. Des études antérieures sur ce groupe de lacs situés dans le Témiscamingue, ont porté sur la physico-chimie, le zooplancton contemporain, la géochimie, ainsi que la géochronologie des sédiments. Cette étude permettra d'inférer s'il y a eu ou non, des modifications dans la communauté des herbivores zooplanctoniques suite à l'industrialisation et permettra de comparer l'évolution future suite à la réduction des émissions. D'autre part, elle appuyerait l'hypothèse que lors de l'acidification des lacs, le transfert énergétique à l'intérieur de la communauté pélagique devient moins efficace en confinant la biomasse dans les petits organismes.

**Financement:** Pêches et Océans Canada.

### 3.6.2 Photochimie, peroxydes et communautés planctoniques limnitiques du Bouclier canadien

**Responsable:** Jean-Christian AUCLAIR

**Description:** 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 synergétique des peroxydes avec les métaux traces.

**Financement:** CRSNG - Dépenses courantes.

### 3.6.3 Bioindicateurs 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:** 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.

### 3.6.4 Mécanismes de tolérance chez le phytoplancton

**Responsable:** Pierre COUTURE

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

**Description:** 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 biotests. 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 - PRODAR.

### 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:** 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.

### 3.7.2 Modèle biogéochimique de la dynamique du soufre dans un écosystème boréal (lac Laflamme, Forêt Montmorency)

**Responsable:** Richard CARIGNAN

**Collaborateur:** André TESSIER

**Description:** Ce projet vise principalement la production d'un modèle biogéochimique de la dynamique du soufre dans un écosystème recevant des précipitations acides (lac Laflamme). L'objectif sera atteint en quatre étapes: i) la quantification des principaux réservoirs de soufre dans la végétation, les sols, les sédiments, les eaux de surface et souterraines; ii) l'identification des principales formes chimiques en cause (sulfate en solution, adsorbé, soufre inorganique réduit, soufre organique lié au carbone, esters sulfatés); iii) la mesure des taux d'échanges ou des flux de soufre entre ces réservoirs; iv) la formulation et vérification d'un modèle mathématique d'entrée-sortie du soufre dans un écosystème boréal. L'acidification des écosystèmes est étroitement liée à la dynamique du soufre. Les résultats de ces travaux auront donc un impact fondamental au niveau de notre compréhension du phénomène de l'acidification et de notre capacité de prédire l'effet des précipitations acides.

**Financement:** Fonds FCAR - Subvention spontanée.

### 3.7.3 Chimie du couvert de neige et de la fonte de la neige

**Responsable:** H. Gerald JONES

**Description:** 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 exports (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.

### 3.7.4 Développement d'un modèle de qualité des eaux de fonte de la neige

**Responsable:** H. Gerald JONES

**Collaborateurs:** Jean STEIN, Université Laval  
William HENSERSHOT, Université McGill  
Wanda SOCHANSKI

**Description:** Ce projet est partie intégrante du projet intitulé "**Développement d'un modèle géochimique numérique transposable pour prédire l'acidification des eaux de surface durant les événements épisodiques**", réalisé en collaboration avec l'Université Laval et l'Université McGill.

Le modèle de fonte que nous développons ici sert d'intrant à un modèle intégré lequel est déterministe, mécanique et transposable. Ce modèle intégré comporte trois sections:

- a) la section "eau de fonte de la neige" (servant d'intrant aux deux autres sections);
- b) la section "chimie des sols";
- c) la section "hydrologie" (intégrant les deux premières sections).

Le modèle permet de prévoir la quantité et la qualité (chimie) des eaux de fonte, à partir de paramètres déjà connus tels: la composition initiale du couvert de neige, l'équivalent en eau et le taux de lessivage soluble. Plusieurs simulations ont démontré que le modèle présentait un bon potentiel dans la prévision des intrants au système "sol".

Les prévisions de qualité et de quantité d'eau de fonte peuvent être effectuées: i) soit, à partir de mesures in situ de la charge physique et chimique du couvert de neige; ii) soit, à partir des mesures de précipitations, de l'évaluation des dépôts secs et des décharges intermittentes.

La seconde possibilité est évidemment moins précise que la première. Afin de valider le modèle, des mesures directes du couvert de neige et de la quantité d'eau de fonte sont effectuées au lac Laflamme, en utilisant les lysimètres de la station d'Environnement Canada.

**Financement:** Environnement Canada (Collaboration avec l'Université Laval et l'Université McGill).

### 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:** 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, la repopulation 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 co-gestion des rejets combinés (eaux municipales et industrielles) permettant aux usines traditionnelles d'absorber des charges-chocs.

**Financement:** CRSNG - Dépenses courantes.

### 3.8.2 Étude pilote d'une usine de traitement biologique faisant face à des apports subits d'eaux de ruissellement et d'origine industrielle

**Responsable:** Denis COUILLARD

**Collaborateur:** Rajeshwar D. TYAGI

**Description:** L'objectif fondamental du projet est d'établir une stratégie de contrôle pour les usines à traitement biologique lorsque celles-ci absorbent des effluents de provenance industrielle ou urbaine. Plus spécifiquement, on voit à:

- a) évaluer le comportement d'un système biologique conventionnel soumis à des décharges industrielles et des apports continus de mélanges d'eau domestiques et industrielles;
- b) évaluer le comportement d'un système de traitement biologique conventionnel soumis à du ruissellement urbain;
- c) établir une stratégie de contrôle du procédé biologique en fonction de son efficacité et de la capacité d'absorption du milieu récepteur.

L'énoncé des objectifs fait mention des effets chocs de provenance urbaine ou industrielle. On a regroupé les différents chocs sous trois thèmes: i) les chocs organiques; ii) les chocs hydrauliques; iii) les chocs toxiques.

**Financement:** Fonds FCAR - actions spontanées.

### 3.8.3 Valorisation des boues de traitement biologique

**Responsable:** Denis COUILLARD

**Collaborateur:** Rajeshwar D. TYAGI

**Description:** 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.

### 3.8.4 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:** 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).

### 3.8.5 Biolixiviation des métaux dans le sol

**Responsable:** Denis COUILLARD

**Collaboratrice:** Suzanne BURELLE

**Description:** A la suite d'ententes conclues entre l'INRS-Eau et SANEXEN International, division du groupe SANIVAN, on a réalisé un projet de recherche sur la faisabilité de l'utilisation d'un procédé biologique pour lixivier les métaux lourds contenus dans un échantillon de sol.

Les travaux ont été divisés en trois parties: 1) des essais d'acclimatation de la souche au nouveau milieu; 2) des essais de solubilisation des métaux dans des erlenmeyers et 3) des essais de solubilisation des métaux contenus dans des piles. Les piles ont été préférées aux colonnes afin de permettre le rapprochement entre des essais en laboratoire et des méthodes pouvant être réalisées sur le terrain.

A l'intérieur de la partie portant sur la solubilisation des métaux lourds contenus dans des piles, des pourcentages de solubilisation assez élevés ont été obtenus pour le zinc (78%), le nickel (80%) et le mercure (53%). Par contre, pour le cuivre (34%) et le plomb (11%), les résultats sont plutôt faibles.

**Financement:** SANEXEN International et Centre québécois de valorisation de la biomasse (CQVB) - Contrat.

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

**Responsable:** Denis COUILLARD

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

**Description:** 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 cuvée;
- 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.

### 3.8.7 Étude de pré-faisabilité pour le traitement des eaux de procédés de la Pâtisserie CULINAR Inc.

**Responsable: Denis COUILLARD**

**Collaborateur: Francis T. TRAN**

**Description:** Après un examen des caractéristiques de l'usine CULINAR Inc. et des eaux usées de procédés rejetées, une quantité d'eau usée à traiter sera échantillonnée et analysée pour sa teneur en DCO et DBO<sub>5</sub>. Les résultats seront rapportés en regard des valeurs de T° et de pH. Par la suite, ces eaux seront mélangées puis alimentées au B.A.P. (Bioréacteur à Ascension Pneumatique) où une fermentation en cuvée sera entreprise. Amorcée sans ensemencement, la fermentation pourra, au besoin, être accélérée par l'addition d'une semence de boues aérobies. Ces résultats préliminaires seront extrapolés pour une opération en continu permettant d'évaluer le temps de rétention nécessaire à une réduction d'au moins 90% de la DCO soluble de l'effluent. Cette réduction abaisserait la valeur de la DCO de l'effluent traité à moins de 400 ppm, permettant ainsi son rejet dans l'effluent municipal en vue de son traitement final dans l'usine d'épuration municipale.

**Financement: CULINAR Inc. - Contrat.**

### 3.8.8 Potentiel d'utilisation des boues brutes et détoxifiées pour la fertilisation des sols agricoles

**Responsable: Denis COUILLARD**

**Collaborateur: Rajeshwar D. TYAGI**

**Description:** 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 de métaux lourds de l'effluent. Les concentrations de métaux retrouvées dans les boues atteignent 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 pour 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.

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 extra-cellulaire 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:** Université du Québec - PRODAR.

### 3.8.9 Nitrification sur les biodisques et dénitrification sur colonne garnie des effluents à haute teneur en azote

**Responsable:** Francis T. TRAN

**Description:** Les effluents d'origine agricole et alimentaire, tels le purin de porc et les rejets d'abattoirs accusent des teneurs très élevées en DBO<sub>5</sub> et en azote ammoniacal, même quand ils ont été déjà soumis à une digestion anaérobie. Un système efficace et peu coûteux pour enlever cet azote s'avère indispensable pour résoudre ce problème critique, qui se pose à la fois au niveaux provincial (plus de six millions de porcs au Québec) et national.

L'étude proposée ici visera:

- dans un premier volet, à améliorer le procédé de nitrification sur biodisques, par l'utilisation d'une mousse de polyuréthane développée au CRIQ (Centre de recherche industrielle du Québec) laquelle présente une structure extrêmement poreuse et favorable à l'attachement bactérien;
- dans un deuxième volet, à développer une colonne modulaire, opérant en anoxie et garnie de supports cylindriques en polyvinyle, spécifiquement conçu pour le purin de porc et pour la dénitrification étagée.

Les essais seront réalisés avec comme alimentation, le purin traité par digestion anaérobie et un effluent d'abattoir.

**Financement:** CRSNG - Dépenses courantes.

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

**Responsable:** Rajeshwar D. TYAGI

**Description:** 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 acidogéniques et méthanogéniques); ii) l'élimination des métaux des boues digérées anaérobiquement 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 les acidogènes et les méthanogènes; 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 autres source moins chère, de l'adaptation de la souche ferroxidans 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.

### 3.8.11 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 (I.A.F.)

**Description:** 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 bio-conversion 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 - PRODAR.**



## 4 - PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS

---

### 4.1 Livres ou ouvrages collectifs

- P-355 TESSIER, A. et P.G.C. CAMPBELL (1988).  
"Partitioning of trace metals in sediments". Dans: Metal Speciation - Theory, Analysis and Application, J.R. Kramer et H.E. Allen (Eds.), Lewis Publishers Inc., Chelsea, Michigan, p. 183-199.
- P-374 TYAGI, R.D., TRAN, F.T. et D. COUILLARD (1988).  
"Bacterial leaching of metals from digested sludge (bioreactor comparison)". Dans: T. Panswad. C. Polprasert and K. Yamamoto (Eds.), Water Pollution Control in Asia. Pergamon Press, 231-238.

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

- P-347 AIT-SSI, L., VILLENEUVE, J.P. et A. ROULEAU (1989).  
"Utilisation d'un modèle stochastique de réseaux de fractures pour étudier les propriétés hydrauliques d'un massif fissuré". Canadian Geotechnical Journal, 26(2): 313-323.
- P-290 ASHKAR, F. et B. BOBÉE (1988).  
"Generalized method of moments applied to LP3 distribution". Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 114(8): 899-909.
- P-302 AUCLAIR, J.C., COUTURE, P. et C. THELLEN (1989).  
"A method to distinguish microbial acclimation from reduced growth rates in perturbed ecosystems". Microbiology Ecology, 62: 137-142.
- P-349 BOBÉE, B. et F. ASHKAR (1989).  
"Comment on: log-logistic flood frequency analysis". Journal of Hydrology, 107: 367-372.
- P-370 CARIGNAN, R. et A. TESSIER (1988).  
"The co-diagenesis of sulfur and iron in acid lake sediments of Southwestern Quebec". Geochimica et Cosmochimica Acta, 52: 1179-1188.
- P-241 COUILLARD, D., CLUIS, D. et G. MORIN (1988).  
"An extension of the grid based hydrological model CEQUEAU to suspended sediment movement through drainage basins". Water Research, 22(8): 991-1000.

- P-345 COUILLARD, D. et R.D. TYAGI (1988).  
"Study of qualitative and quantitative shock loading of activated sludge plants to urban land runoff". *Environmental Technology Letters*, 9(12): 1327-1342.
- P-406 COUILLARD, D., GARIEPY, S. et F.T. TRAN (1989).  
"Slaughterhouse effluent treatment by thermophilic aerobic processes". *Water Research*, 23(5): 573-579.
- P-372 COUTURE, P., CLUIS, D. et C. BASTIEN (1988).  
"Phosphorus removal from swine manure supernatant: precipitant efficiency". *Water, Air, and Soil Pollution*, 42: 353-364.
- P-283 CROWLEY, M., SASSEVILLE, J.L. et P. COUTURE (1989).  
"Evaluation of the administrative utility of information generators in managing toxic substances: the case of the QSAR information system". *Journal of Environmental Management*, 28: 93-107.
- P-371 GÉLINEAU, M., CARIGNAN, R. et A. TESSIER (1989).  
"Study of the transit of sulfate in a shield lake watershed with stable oxygen isotope ratios". *Applied Geochemistry*, 74: 195-201.
- P-375 GRENIER, Y. et D. COUILLARD (1989).  
"Avantages et faisabilité de l'épandage forestier des boues résiduares". *The Forestry Chronicle*, 65(1): 9-16.
- P-267 GRENIER, Y. et D. COUILLARD (1988).  
"Mortalités des semis de mélèze laricin attribuables aux boues résiduares utilisées pour leur fertilisation". *Le Naturaliste Canadien*, 115(2): 149-155.
- P-382 GUERTIN, K.V. (1987).  
"A correction model for conditional bias in selective mining operations". *Mathematical Geology*, 19(5): 407-423.
- P-381 GUERTIN, K.V., VILLENEUVE, J.P., JACQUES, G. et S. DESCHENES (1988).  
"The choice of working variables in the geostatistical estimation of the spatial variability of ion concentration from acid precipitation". *Atmospheric Environment*, 22(12): 2787-2801.
- P-460 GUERTIN, K.V. et J.P. VILLENEUVE (1989).  
"Estimation and mapping of rank related uniform transports of ion deposition from acid precipitation". *Geostatistics*, 2: 699-712.
- P-367 HARE, L., CAMPBELL, P.G.C., TESSIER, A. et N. BELZILE (1989).  
"Gut sediments in a burrowing mayfly (*Ephemeroptera*, *Hexagenia limbata*): their contribution to animal trace element burdens. Their removal and the efficacy of a correction for their presence". *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 46(3): 41-456.

- P-373 HARWOOD, M., BLAISE, C. et P. COUTURE (1988).  
"Algal interactions with the genotoxic activity of selected chemicals and complex liquid samples". *Aquatic Toxicology*, 14(3): 263-276.
- P-340 LACHANCE, M., BROUARD, D. et G. WALSH (1988).  
"Air-borne transport of sulphur: impacts of chemical composition of rivers on North Shore of the St.Lawrence river (Quebec)". *Water Air Soil Pollution*, 39: 311-322.
- P-379 LAFRANCE, P. et M. MAZET (1989).  
"Adsorption of humic substances in the presence of sodium salts". *Journal of American Water Works Association*, 81(4): 155-162.
- P-346 LEFEBVRE, Y., COUTURE, P. et D. COUILLARD (1988).  
"An analytical procedure for the measurement of ATP extracted from activated sludge". *Canadian Journal of Microbiology*, 34(11): 1275-1279.
- P-380 MAZET, M., YAACOUBI, A. et P. LAFRANCE (1988).  
"Influence des ions métalliques libérés par un charbon actif sur l'adsorption de micropolluants organiques". Le rôle des ions calcium. *Water Research*, 22(10): 1321-1329.
- P-366 NEVILLE, C.M. et P.G.C. CAMPBELL (1988).  
"Possible mechanisms of aluminum toxicity in dilute, acidic environments to fingerlings and older life stages of salmonids". *Water, Air and Soil Pollution*, 42: 311-327.
- P-369 SCHENCK, R.C., TESSIER, A. et P.G.C. CAMPBELL (1988).  
"The effect of pH on iron and manganese uptake by a green alga". *Limnology and Oceanography*, 33: 538-550.
- P-368 TESSIER, A. et P.G.C. CAMPBELL (1988).  
"Comments on the testing of the accuracy of an extraction procedure for determining the partitioning of trace metals in sediments". *Analytical chemistry*, 60: 1475-1476.
- P-304 TYAGI, R.D. et D. COUILLARD (1988).  
"Heavy metals removal from anaerobically digested sludge by chemical and microbiological methods". *Environmental Pollution*, 50(4): 295-316.
- P-383 WILSON, L., ISABEL, D. et J.P. VILLENEUVE (1989).  
"Choix d'un paramètre qualitatif pour l'évaluation de l'impact des débordements d'un réseau unitaire contrôlé en temps réel". *Revue canadienne des ressources hydriques*, 14(1): 56-65.
- P-434 WILSON, L., ISABEL, D. et J.P. VILLENEUVE (1989).  
"Effet de la propagation non linéaire des débits sur le contrôle en temps réel des débordements de réseaux unitaires". *Revue Canadienne de Génie Civil*, 16(2): 119-123.

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

- S-299 BOBÉE, B et F. ASHKAR (1988).  
 "Sundry Averages Method (SAM) for estimating parameters of the log-Pearson type 3 distribution". International Seminar on "Hydrology Extremes (Floods and low flows)", Roorkee, India, 1-3 decembre. Proceedings: p. 45-52.
- S-306 CAMPBELL, P.G.C. et A. TESSIER (1988).  
 "Geochemical partitioning and bioavailability of inorganic lead in aquatic sediments". 3rd Chemical Congress of North America, 195th National Meeting of the American Chemical Society, Toronto, 5-10 juin. (Division of Environmental Chemistry. Preprints Extended Abstracts, 28(1): 396-399).
- S-308 CLUIS, D. (1988).  
 "Detection of changes in water quality data: a graphical interactive software for microcomputer". Envirosoft 88, Porto-Carras, Grece. Springer Verlag, 27-29 septembre. Dans: Computer Techniques in Environmental Studies, p. 53-65.
- S-300 EL-JABI, N et F. ASHKAR (1988).  
 "Extreme value model applied to hydrological phenomena". 5th IAHR International Symposium on Stochastic Hydraulics. University of Birmingham, 2-4 août, PAPER G.1.
- S-296 GARIEPY, S., COUILLARD, D. et F.T. TRAN (1988).  
 "Production de protéines bactériennes sur effluent d'usine d'éguarrissage par procédé aérobie thermophile". Conference of the Canadian Association on Water Pollution Research and Control (CAWPRC), Université Laval, Sainte-Foy, 4 novembre 1988 (Comptes-rendus, p. 7).
- S-325 GUERTIN, K.V. et J.P. VILLENEUVE (1988).  
 "Estimation and mapping of the rank related uniform transform of ion deposition from acid precipitation". Dans: Compte rendu du "GEOSTAT Congress 1988", Reidel, Dordrecht, Holland, Septembre 1988, Avignon, France. Proceedings M. Armstrong (ed), Vol. 2, Klumer Academic Publishers, p. 699-712.
- S-326 JONES, H.G. (1988).  
 "Hydrogen ion flux through a snowcover during snowmelt in a boreal forest site". Verh. Internat. Verein. Limnol., 23: 2286-2290.
- S-357 JONES, H.G., TRANTER, M. et T.D. DAVIES (1989).  
 "The leaching of strong-acid anions from snow during rain-on-snow events: evidence for two component mixing". In: Atmospheric Deposition, Proceedings of the Baltimore Symposium, mai 1989. IAHS Publication, 179: 239-250.

- S-323 LACHANCE, M. (1988).  
"Utilisation de l'analyse des correspondances multiples dans l'évaluation de l'acidification des eaux lacustres du Québec". Actes de l'École d'été sur l'analyse des données exploratoires (SCAD-CIRADE), Université du Québec à Montréal, Montréal, 13-17 juin, p. 107-132.
- S-355 LANGIS, R., PROULX, D., DE LA NOUE, J. et P. COUTURE (1988).  
"Contribution d'un film bactérien à la culture intensive de *Daphnia magna*". In: Aspects récents de la biologie des crustacés, Actes des Colloques (8), IFREMER, p. 251-255.
- S-339 MERCIER, G., GARIEPY, S., COUILLARD, D. et F.T. TRAN (1988).  
"Enlèvement de métaux lourds des boues résiduaires par solubilisation biologique". 11th International Symposium on Wastewater Treatment, Montréal, Québec, 21-22 novembre (comptes-rendus p. 197-209).
- S-349 OUELLET, M., DICKMAN, M., BISSON, M. et P. PAGÉ (1989).  
"Limnological characteristics and origin of the hypersaline Meromictic Lake Garrow from the Canadian High Arctic". XXIIIe Conférence de la Société Internationale de Limnologie, Hamilton, Nouvelle-Zélande, 8-14 février 1987, Hydrobiologia, 172: 215-234.
- S-249 OUELLET, M. et H.G. JONES (1988).  
"Some physico-chemical aspects of Lake St. John, Québec, Canada". 23e Conférence de la Société Internationale de Limnologie, Hamilton, Nouvelle-Zélande, 8-14 février 1987. Verhein International Verein Limnology, 23: 961-967.
- S-337 PADILLA, F., VILLENEUVE, J.P. et M. LECLERC (1988).  
"Finite-element analysis of the transport of water, heat and solutes in frozen saturated-unsaturated soils with self-imposed boundary conditions". Proceedings of the VIIth International Conference on Computational Methods in Water Resources. MIT, USA., juin, 35: 121-126.
- S-199 ROY, R., BOBÉE, B. et F. ASHKAR (1989).  
"Regional flood frequency analysis using ridge regression". In: New Directions for Surface Water Modeling (M.L. Kavvas, ed.). Comptes rendus, IAHS Third Scientific Assembly, Baltimore, Maryland, 11-19 mai 1989, p. 293-300.
- S-340 TYAGI, R.D., TRAN, F.T. et D. COUILLARD (1988).  
"Kinetics of bacterial leaching of metals from digested sludge". 2nd IAWPRC Asian Conference on Water Pollution Control, Bangkok, Thailand, 9-11 novembre, International Association in Water Pollution, Research Control. (Proceedings: Advances in Water Pollution Control, p. 221-237).
- S-297 TYAGI, R.D., COUILLARD, D. et F.T. TRAN (1988).  
"Microbial decontamination of municipal sludge". 8th International Biotechnology Symposium. Société Française de Microbiologie, European Federation of Biotechnology et IUPAC, Paris, 17-22 juillet. Proceedings p. 326.

- S-321 ZALOUM, R., VAN COILLIE, R. et D. COUILLARD (1988).  
"Influence des organismes filamenteux sur la traitabilité biologique des effluents". Conference of the Canadian Association on Water Pollution Research and Control (CAWPRC), Université Laval, Sainte-Foy, 4 novembre (comptes rendus p. 8-9).
- S-341 ZALOUM, R., VAN COILLIE, R., COUILLARD, D. et G. COSTAN (1988).  
"Influence des organismes filamenteux sur la traitabilité biologique des effluents". 11th International Symposium on Wastewater Treatment, Montréal, Québec, 21-22 novembre (comptes rendus, p. 127-149).

#### 4.4 Conférences sur invitation

- S-365 CAMPBELL, P.C.G.C. et A. TESSIER (1988).  
"Geochemical partitioning and bioavailability of inorganic lead in aquatic sediments". 3rd Chemical Congress of North America, 195th National Meeting of the American Chemical Society, Toronto, 5-10 juin.
- S-359 HARE, L., CAMPBELL, P.G.C., TESSIER, A. et E. SAOUTER (1988).  
"The accumulation and distribution of trace metals in a burrowing insect". Annual Meeting American Society of Limnology and Oceanography, Boulder, Colorado, 12-16 juin.
- S-354 TESSIER, A. (1988).  
"Binding of trace elements in oxic lake sediments". Workshop "Transport and Transformation of Contaminants near the Sediment-Water Interface" organisé par U.S. EPA, Narragansett, 29-31 août.

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

- S-301 ASHKAR, F. et B. BOBÉE (1989).  
"Reflection on some problems of flood frequency analysis". Conférence sur invitation. American Geophysical Union, Spring Meeting, Baltimore, Md., U.S.A., 8-12 mai.
- S-358 BELZILE, N., DE VITRE, R.R. et A. TESSIER (1989).  
"Séparation in situ d'oxyhydroxides de fer et de manganèse dans les sédiments lacustres: technique et application". 8e Conférence Annuelle de la Société de Limnologie, Québec.

- S-362 BENMOUFFOK, D. et J.P. FORTIN (1988).  
"PHYSITEL: logiciel de détermination des paramètres physiques d'un bassin hydrologique". Journées scientifiques de télédétection de l'AUPELF, Sherbrooke, 11-12 octobre.
- S-318 BLAISE, C., HARWOOD, M. et P. COUTURE (1989).  
"Algal interactions with the genotoxic activity of selected chemicals and complex liquid samples". 4th International Symposium on Toxicity Assessment, Las Vegas, Nevada, U.S.A., 8-11 mai.
- S-298 BOBÉE, B. et F. ASHKAR (1989).  
"A computer program that fits statistical distributions to hydrological data". Poster. IAHS, Third Scientific Assembly, Baltimore, Md, U.S.A., 11-19 mai.
- S-364 CARIGNAN, R. (1989).  
"Dinamica de N Y P en los madrejones y lagunas del Panama". XIVe Reunion argentina de Ecologia. Jujuy, Argentina, 17 avril.
- S-307 CLUIS, D., LANGLOIS, R., VAN COILLIE, R. et C. LABERGE (1988).  
"Development of a software package on trend detection in temporal series: application to water and industrial effluents quality data of the St.Lawrence River". Statistical Methods for the Assessment of Point Source Pollution. CCIW, Burlington, Ontario, 19-21 septembre.
- S-309 CLUIS, D. (1989).  
"Retrospective assessment of water quality data: detection trends and violations of standards with graphical parametric and non-parametric methods". Workshop W1-15, IAHS Third Scientific Assembly, Baltimore, U.S.A., 10-19 mai.
- S-356 CHAMPOUX, L., SLOTERDIJK, H., COUILLARD, Y., P. ROSS et V. JARRY (1988).  
"Sediment toxicity assessment by elutriation of sediments from Lake St.Louis (St.Lawrence River, Québec)". Poster présenté au Symposium international sur le devenir et les effets toxiques des produits chimiques toxiques dans les fleuves et leurs estuaires, 10-14 octobre 1988, Québec.
- S-317 COUTURE, P. (1988).  
"Bioessais avec algues: évaluation des dangers et détermination des risques environnementaux". Cours donné aux étudiants inscrits au programme de D.E.A., Centre des Sciences de l'Environnement, Université de Metz, France, 23-24 novembre.
- S-312 COUTURE, P. (1988).  
"Méthodes d'évaluation des dangers environnementaux: utilisation des producteurs primaires". Séminaire de formation présenté à l'Université de Sherbrooke, 1er septembre 1988.

- S-310 COUTURE, P., THOMPSON, P.A. et C. THELLEN (1988).  
"Phytoplankton recovery responses at the population and community levels in hazard and risk assessment study". First International Conference on Environmental Bioassay Techniques and their Application, University of Lancaster, England, 11-14 juillet.
- S-322 DUBREUIL, B. (1988).  
"Analyse d'échantillons biologiques: dosage de Al, Cd, Cu, Fe, Ni, Pb et Zn". 4e Congrès Régional de l'Est, Association Canadienne pour la Recherche sur la Pollution de l'Eau et sa Maîtrise, Université Laval, Sainte-Foy, 4 novembre.
- S-363 FORTIN, J.P., VILLENEUVE, J.P. et M.H. DE SE'DE (1988).  
"HYDROTEL, IMATEL et PHYSITEL: des logiciels complémentaires pour l'étude des ressources en eau". Journées scientifiques de télédétection de l'AUPELF, Sherbrooke, 11-12 octobre.
- S-360 JONES, H.G. et C. LABERGE (1988).  
"Nitrate losses from snow strata in snowpacks under cold ( $< 0^{\circ}\text{C}$ ) conditions". American Geophysical Union, Fall Meeting, San Francisco, Decembre 1988. Abstract H32-06; EOS, 69: 1202.
- S-324 LAFRANCE, P., DUSART, O. et M. MAZET (1988).  
"Adsorption of ionic and non ionic surfactants onto activated carbon used in water treatment: determination of energy parameter". Poster presented at the 7th International Symposium on Surfactants in Solution, Ottawa, Ontario, National Research Council Canada, Chemical Institute Canada, 2-7 octobre.
- S-361 LANGIS, R., COUTURE, P. et P.G.C. CAMPBELL (1988).  
"The influence of dissolved organic matter on iron availability to a freshwater green alga". Joint Meeting of the American Society of Limnology and Oceanography and the American Gerophysical Union, San Francisco, décembre 1988. Dans: EOS, 69(44): 1147.
- S-314 LEBLANC, C., COUTURE, P. et P.G.C. CAMPBELL (1988).  
"Circulation du mercure entre les sédiments, l'eau et les macrophytes enracinés: esquisse d'un schéma de transport". 4e Congrès Régional de l'Est, Association canadienne pour la recherche sur la pollution de l'eau et sa maîtrise, Université Laval, Sainte-Foy, 4 novembre.
- S-338 MORIN, G. (1988).  
"Simulation hydrologique à l'aide du modèle CEQUEAU". 4e Symposium international sur l'application de l'analyse des systèmes à la gestion des ressources en eau, Rabat, Maroc, octobre.
- S-305 NGUYEN, V.T.V., IN-NA, N. et B. BOBÉE (1988).  
"A new plotting position formula for Pearson type III distribution". 6th Congress of the Asian and Pacific Regional Division of the IAHR, Kyoto, Japon, 20-22 juillet.

- S-329 OUELLET, M. (1989).  
"Holocene seismicity sedimentary indicators in Lake Matamek, Quebec North Shore". Annual Meeting of the Geological Association of Canada, Montréal, 15-17 mai 1989. Abstract Vol. 14, p. A-106.
- S-331 OUELLET, M. (1989).  
"Luminous phenomena in relation to the November earthquakes of the Saguenay Region, Québec". Annual Meeting of the Geological Association of Canada, Montréal, 15-17 mai, Abstract Vol. 14, p. A-106.
- S-328 OUELLET, M. (1989).  
"Paleolimnology and Paleoseismicity". Abstract, Proceedings of the VIIIth Annual Meeting of the Canadian Society of Limnology, Québec, 5 janvier 1989 et American Society of Limnology and Oceanography, University of Alaska, Fairbanks, Meeting, 18-22 juin 1989, Abstract, p.45.
- S-330 OUELLET, M. (1989).  
"Possible neotectonism in seismic sub-bottom sedimentary profiles of Lake St-Jean, Québec". Annual Meeting of the Geological Association of Canada, Montréal, 15-17 mai. Abstract Vol. 14, p. A-106.
- S-332 OUELLET, M. (1989).  
"Sedimentary structural anomalies in seismic sub-bottom profiles of Lake St-Jean, Québec". Abstract, Proceedings of the VIIIth Annual Meeting of the Canadian Society of Limnology, Québec, 5 janvier.
- S-334 OUELLET, M., PAGÉ, P., BOUCHARD, M., DELISLE, C et B. MARSAN (1989).  
"Some limnological aspects of Crater Lake, New-Québec Territories". Résumé, Comptes rendus de la VIIIe Assemblée Annuelle de la Société Canadienne de Limnologie, Québec, 5 janvier.
- S-335 OUELLET, M. et A. HOULE (1989).  
"Paleolimnological indices of frequency and magnitude of Holocene earthquakes from the Quebec North-Shore Region". Abstract, XIVth Annual Meeting, Canadian Society of Geology, Montréal, Québec, 14-17 mai.
- S-315 THOMPSON, P.A. et P. COUTURE (1988).  
"Biochemical recovery mechanisms to Cd toxicity in algae". 9th Annual Meeting, Society of Environmental Toxicity and Chemistry, Arlington, Virginia, U.S.A., 13-17 novembre.
- S-311 THOMPSON, P.A. et P. COUTURE (1988).  
"Cadmium and algal biochemical recovery mechanisms: carbon metabolism, ATP pathways and Cd desorption". International Conference of Trace Metals in Lake, National Water Research Institute, Burlington, Ontario, 15-18 août.

- S-313 THOMPSON, P.A. et P. COUTURE (1988).  
"Mécanisme de tolérance et de récupération à la toxicité du Cd: métabolisme du C et de l'ATP en relation avec la désorption du Cd". 4e Congrès Régional de l'Est, Association Canadienne pour la Recherche sur la Pollution de l'Eau et sa Maîtrise, Université Laval, Sainte-Foy, 4 novembre.
- S-256 TRAN, F.T., COUILLARD, D. et R.D. TYAGI (1988).  
"Air-lift U-shape bioreactors for mesophilic and thermophilic of highly-loaded biological sludges". 14th Biennial Conference IAWPRC, International Association for Water Pollution Research and Control, Brighton, England, 17-23 juillet 1988.
- S-344 TRAN, F.T., TYAGI, R.D. et D. COUILLARD (1989).  
"Improved heavy metals decontamination of municipal sludge by adapted *Thiobacillus ferrooxidans* culture in semi-pilot air-lift biological contactor". 10th European Conference on Environmental Pollution, Capri, Italie, 18-19 mai.
- S-316 WILKINSON, K.J., CAMPBELL, P.G.C. et P. COUTURE (1988).  
"Toxicity of fluoro-Al complexes ( $ALF_x$ ) to juvenile atlantic salmon (*Salmo salar*)". 15th Annual Toxicity Workshop, Montréal, Québec, 28-30 novembre.

#### 4.6 Rapports scientifiques ou techniques

- R-269 AMBLARD, C et P. COUTURE (1989).  
Structure et fonctionnement des communautés périphytiques en présence d'effluent d'une fabrique de pâtes et papiers: approche toxicologique en conditions contrôlées". INRS-Eau, rapport scientifique no 269. Pour le Ministère de l'Environnement du Québec, 101 p., 1 annexe.
- R-278 ASHKAR, F. et N. EL-JABI (1988).  
"Tables for calculating confidence limits for design flood events under a partial duration series model". INRS-Eau, rapport scientifique no 278. Groupe de Recherche en Hydrologie, École de Génie, Université de Moncton, rapport GRH-88/06.
- R-279 BOUDREAULT, A., BELLEMARE, J.F., LECLERC, M. et G. SHOONER (1988).  
"Projet Sainte-Marguerite. Avant-projet - Phase 1. Étude des répercussions du détournement de la Rivière au Pékans sur le saumon de la Moisie". INRS-Eau, rapport scientifique no 279. Rapport sectoriel II présenté à la direction Environnement d'Hydro-Québec par Gilles Shooner et Associés Inc., 238 p. et annexes.
- R-277 CAMPBELL, P.G.C., LEWIS, A.G., CHAPMAN, P.M., CROWDER, A.A., FLETCHER, W.K., IMBER, B., LUOMA, S.N. et P.M. STOKES (1988).  
"Biologically available metals in sediments". INRS-Eau, rapport scientifique no 277, CNRC, Comité associé sur les critères scientifiques concernant l'état de l'environnement, rapport CNRC no 27694, 298 p.

- R-262 COUILLARD, D., MERCIER, G. et R.D. TYAGI (1988).  
"Étude sur la solubilisation biologique des métaux lourds des boues anaérobies d'épuration pour fin de valorisation agricole". Tome 1: "Problématique des métaux lourds dans les boues résiduaires et revue de littérature sur les méthodes d'enlèvement de ces métaux". INRS-Eau, rapport scientifique no 262, 89 p., 1 annexe. Présenté au Centre Québécois de Valorisation de la Biomasse.
- R-263 COUILLARD, D., MERCIER, G. et R.D. TYAGI (1988).  
"Étude sur la solubilisation biologique des métaux lourds des boues anaérobies d'épuration pour fin de valorisation agricole". Tome II: "Étude du procédé de solubilisation des métaux avec du sulfate ferreux de qualité laboratoire comme substrat". INRS-Eau, rapport scientifique no 263, 100 p., 8 annexes. Présenté au Centre Québécois de Valorisation de la Biomasse.
- R-264 COUILLARD, D., MERCIER, G., PICHÉ, I. et R.D. TYAGI (1988).  
"Étude sur la solubilisation biologique des métaux lourds des boues anaérobies d'épuration pour fin de valorisation agricole". Tome III: "Recherche d'un substrat économique pour la solubilisation des métaux lourds dans les boues résiduaires". INRS-Eau, rapport scientifique no 264, 99 p., 3 annexes. Présenté au Centre Québécois de Valorisation de la Biomasse.
- R-265 COUILLARD, D., MERCIER, G., TRAN, F.T. et R.D. TYAGI (1988).  
"Étude sur la solubilisation biologique des métaux lourds des boues anaérobies d'épuration pour fin de valorisation agricole". Tome IV: "Étude du procédé de solubilisation des métaux avec du sulfate ferreux résiduaire de raffinage des métaux". INRS-Eau, rapport scientifique no 265, 111 p., 9 annexes. Présenté au Centre Québécois de Valorisation de la Biomasse.
- R-260 FORTIN, J.P., VILLENEUVE, J.P., BLANCHETTE, C., ISABEL, D. et H. PROULX (1988).  
"HYDROTEL 1.0: USER'S GUIDE". INRS-Eau, rapport scientifique no 260, 75 p. (Pour Canada Center for Remote Sensing, Application Division et Canada Environment, Hydrology Division).
- R-267 GUAY, I. et P. COUTURE (1989).  
"Biotests conventionnels et évaluation des dangers: optimisation de l'outil bio-analytique". INRS-Eau, rapport scientifique no 267, 142 p., 4 annexes. (Pour Environnement Québec).
- R-255 ISABEL, D. et J.P. VILLENEUVE (1988).  
"Impact des débordements de réseaux unitaires sur les activités aquatiques à la plage Jacques-Cartier et dans la Baie de Beauport". INRS-Eau, rapport scientifique no 255, 33 p.
- R-270 PADILLA, F. et J.P. VILLENEUVE (1989).  
"Simulation des effets de l'hiver sur les chaussées du Québec pour une meilleure planification des techniques de protection et de réhabilitation". INRS-Eau, rapport scientifique no 270, 55 p.

- R-266 WILKINSON, K.J., CAMPBELL, P.G.C. et P. COUTURE (1989).  
 "Biodisponibilité des fluoro-complexes d'aluminium chez les juvéniles du saumon atlantique, *Salmo salar*". INRS-Eau, rapport scientifique no 266, 99 p. (Pour Pêches et Océans Canada).

#### 4.7 Publications diverses

##### Rapport interne

- I-113 BASTILLE, C., ST-PIERRE, S. et B. DUBREUIL (1989).  
 "Manuel des méthodes de laboratoire". INRS-Eau, rapport interne no 113.

##### Autres publications

- X-123 COUILLARD, D. (1988).  
 "Trois journées de séminaires organisées à l'INRS-Eau". INRS-Nouvelles, 3(5), 4 juin 1988.
- X-120 LAFRANCE, P., BANTON, O., CAMPBELL, P.G.C. et J.P. VILLENEUVE (1989)  
 "Des pesticides dans l'eau souterraine". Réseau (Magazine de l'Université du Québec), février 1989, p. 11-15.
- X-121 OUELLET, M. (1988).  
 "Fluoruration: réponse aux propos du Dr. Osterman." L'Actualité Médicale, 16 novembre 1988.
- X-122 OUELLET, M. et P. PAGÉ (1988).  
 "Canada most facinating lake. Une curiosité limnologique canadienne". GEOS, vol. 17(4): 1-7.

#### 4.8 Communications diverses, sans arbitrage

- C-195 BELOUADI, C., PAQUET, M., BISAILLON, J.G. et D. COUILLARD (1989).  
 "Traitement anaérobie d'un effluent synthétique simulant les effluents d'une fabrique de pâte thermo-mécanique". 57e Congrès de l'ACFAS, Université du Québec à Montréal, Montréal, 15-19 mai. Recueil des résumés des communications, Annales de l'ACFAS, 57: 305.

- C-194 BERTHIAUME, F., JAOUICH, A. et D. COUILLARD (1989).  
"Efficacité de la méthode culturale à restaurer un sol contaminé par des huiles isolantes électriques volt Esso 35". 57e Congrès de l'ACFAS, Université du Québec à Montréal, Montréal, 15-19 mai. Recueil des résumés des communications, Annales de l'ACFAS, 57: 228.
- C-210 CAMPBELL, P.G.C. (1989).  
"Accumulation de métaux traces par les plantes aquatiques à racines et les macroinvertébrés benthiques: relations entre la spéciation des métaux dans les sédiments et leur biodisponibilité". Département d'Océanographie, Université du Québec à Rimouski, 22 mars 1989.
- C-211 CAMPBELL, P.G.C. (1989).  
"Acidification des eaux de surface: implications pour les métaux traces". Département de Chimie, Université du Québec à Montréal, 8 mars 1989; Département de Chimie, Université de Sherbrooke, 12 avril 1989.
- C-193 CHARTIER, M., COUILLARD, D. et H. GUDERLEY (1988).  
"Enlèvement des métaux lourds des boues résiduares par solubilisation biologique". Colloque "Mémoire et initiation à la recherche". Université Laval, Pavillon Vachon, 5 décembre 1988.
- C-197 DUBREUIL, B. (1989).  
"Comportement géochimique de l'aluminium dans les eaux courantes de la Côte-Nord du Saint-Laurent". Environmental Science and Engineering Research Seminars, Country Squire Inn, Gananoque, février 1989.
- C-196 HARE, L., CAMPBELL, P.G.C. et A. TESSIER (1988).  
"Éléments traces dans l'éphémère *Hexagenia*; quantités, distributions et comparaisons avec les niveaux ambiants". Télégraphe du réseau sur les lacs acides, Atelier Printanier, Queen's University Biological Field Station, Ontario.
- C-203 OUELLET, M. (1988).  
"Les fluorures dans l'environnement et la fluoration des eaux". Collège François-Xavier Garneau, Québec, 20 avril 1988 et Collège de Chicoutimi, 23 novembre 1988.
- C-207 TESSIER, A. (1989).  
"Partitioning of trace elements between the water column and the oxic sediments in lakes". SLANT, avril 1989.
- C-208 TESSIER, A. (1988).  
"Binding of trace elements in oxic lake sediments: relationships with bioavailability". Présenté au Centre canadien des eaux intérieures, Burlington, Ontario.
- C-209 TESSIER, A. (1989).  
"Partitioning of trace metals in oxic lake sediments". Présenté au Département de Géologie, Université McGill, Montréal, Québec.

#### 4.9 Thèses de doctorat et mémoires de maîtrise

- T-111 GUAY, I. (1988).  
"Biotests conventionnels et évaluation des dangers: optimisation de l'outil bio-analytique". Mémoire de maîtrise ès sciences (Eau), Université du Québec, 146 p., 4 annexes.
- T-105 ISABEL, D. (1988).  
"Modélisation stochastique des pesticides dans la zone vadose". Thèse de doctorat ès sciences (Eau), Université du Québec, 101 p., 4 annexes.
- T-110 LAVALLÉE, P. (1988).  
"La gestion des eaux usées en temps de pluie. L'impact sur le milieu récepteur des événements fréquents". Thèse de doctorat ès sciences (Eau), Université du Québec, 196 p., 5 annexes.
- T-108 LEBLANC, C. (1988).  
"Circulation du mercure entre les sédiments, l'eau et les macrophytes enracinés". Mémoire de maîtrise ès sciences (Eau), Université du Québec, 206 p., 13 annexes.
- T-109 MERCIER, G. (1988).  
"L'extraction biologique des métaux lourds des boues anaérobies d'épuration". Mémoire de maîtrise ès sciences (Eau), Université du Québec, 287 p.
- T-107 PERRON, F. (1988).  
"Application du modèle PRZM pour simuler le transport de l'aldicarbe dans la zone vadose du sol". Mémoire de maîtrise ès sciences (Eau), Université du Québec 98 p., 12 annexes.
- T-114 PICHE, I. (1989).  
"Étude de substrats utilisés lors de la solubilisation bactérienne des métaux lourds dans les boues résiduelles anaérobies". Mémoire de maîtrise ès sciences (Eau), Université du Québec, 179 p.
- T-106 ROCHON, Y. (1988).  
"Méthodologie de conception de bases de données scientifiques: organisation des informations issues de l'approche technologique de l'EPA en une base de données utile à la gestion de l'environnement au Québec". Mémoire de maîtrise ès sciences (Eau), Université du Québec, 217 p., 2 annexes.
- T-113 SINOTTE, M. (1988).  
"L'incertitude en matière de contrôle des substances toxiques". Mémoire de maîtrise ès sciences (Eau), Université du Québec 86 p.
- T-99 WILSON, L. (1988).  
"Le contrôle en temps réel des réseaux d'égouts unitaires". Thèse de doctorat ès sciences (Eau), Université du Québec, 139 p., 3 annexes.

**4.10 Statistiques des publications et communications des membres de l'INRS-Eau**

	<u>1988-1989</u>
4.1 Livres ou ouvrages collectifs	2
4.2 Articles publiés dans des revues scientifiques avec comité de lecture	28
4.3 Articles publiés dans des comptes rendus de conférences avec comité de lecture	19
4.4 Conférences sur invitation	3
4.5 Communications avec arbitrage, sans comptes rendus	33
4.6 Rapports scientifiques ou techniques	14
4.7 Publications diverses	5
4.8 Communications diverses sans arbitrage	11
4.9 Thèses de doctorat et mémoires de maîtrise	10
<b>TOTAL</b>	<b>124</b>



## 5 - ENSEIGNEMENT

---

### 5.1 Maîtrise en sciences de l'eau

L'INRS-Eau offre, depuis 1971, un programme d'études avancées multidisciplinaires conduisant à la maîtrise en sciences de l'eau. Ce programme a pour objectif la formation, dans le domaine de l'eau, de spécialistes nécessaires à la recherche, à l'aménagement et à la gestion de cette ressource.

Le programme de maîtrise est un programme d'études avec mémoire comportant quarante-cinq crédits dont dix-sept sont consacrés aux cours, et vingt-huit aux activités de recherche.

Au cours de l'année 1988-1989, quatorze étudiants se sont inscrits au programme de deuxième cycle et sept étudiants ont poursuivi la finalisation de leur mémoire. Durant la même année, sept étudiants ont obtenu leur diplôme de maîtrise en sciences de l'eau de l'Université du Québec.

Responsable du programme  
de maîtrise en 1988-1989 : **Pierre COUTURE, professeur**

#### 5.1.1 Étudiants inscrits à la maîtrise en 1988-1989

##### *Étudiants de première année*

**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"

**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"

**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"

**Marie-Emmanuelle QUENTIN**

B.Sc. Mathématiques-informatiques, Université de Montréal

Directeur de recherche : Daniel CLUIS

Titre du mémoire : "Cartographie thématique et systèmes d'information géographique appliqués à une problématique environnementale"

**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"

*Étudiants de deuxième année***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"

**Anne BÉDARD**

B.Sc. Bio-agronomie, Université Laval

Directeur de recherche : Denis COUILLARD

Titre du mémoire : "Bio-disponibilité du phosphore particulaire dans les eaux de ruissellement"

**Paul BOUDREAU, boursier CRSNG**

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

Directeur de recherche : Michel LECLERC

Titre du mémoire : "Modélisation hydraulique par éléments finis"

**Hélène MARQUIS, boursière FCAR**

B.Sc. Biologie, Université Laval

Directeur de recherche : Pierre COUTURE

Co-directeur : Émilien PELLETIER

Titre du mémoire : "Résistance au Cd chez *Selenastrum capricornutum*"*Étudiants en finalisation de mémoire***Alain CHARRON**

B.Sc. Génie civil, Université Laval

Directeur de recherche : Jean-Pierre VILLENEUVE

Titre du mémoire : "Modélisation de l'aspect qualitatif du ruissellement urbain"

**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"

**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"

**Jean JOBIDON**

B.Sc. Génie civil, Université Laval

Directeur de recherche : Jean-Pierre VILLENEUVE

Titre du mémoire : "Interdépendance des paramètres d'un modèle stochastique de contamination des sols par des pesticides"

**France MICHAUD, boursière FCAR**

B.Sc. Génie civil, Université Laval

Directeur de recherche : Jean-Pierre VILLENEUVE

Titre du mémoire : "Efficacité des séparateurs statiques tourbillonnaires"

**Claude ROBERT**

B.Sc. Génie géologique, Université Laval

Directeur de recherche : Jean-Pierre VILLENEUVE

Titre du mémoire : "Analyse de sensibilité d'un modèle mathématique simulant le transport de contaminants dans la zone non-saturée du sol"

**Nathalie RONDEAU, boursière FCAR**

B.Sc. Biologie, Université de Montréal

Directeur de recherche : Jean-Pierre VILLENEUVE

Titre du mémoire : "Analyses d'incertitudes dans la modélisation de la qualité de l'eau en rivière"

**5.1.2 Étudiants diplômés en 1988-1989 (Maîtrise en sciences de l'eau)****Isabelle GUAY, boursière CRSNG**

B.Sc. Biologie, Université Laval

Directeur de recherche : Pierre COUTURE

Titre du mémoire : "Biotests conventionnels et évaluation des dangers: optimisation de l'outil bio-analytique"

Certification : 14 octobre 1988

**Claude LEBLANC**

B.Sc. Biologie, Université du Québec à Trois-Rivières

Directeur de recherche : Pierre COUTURE

Co-directeur : Peter G.C. CAMPBELL

Titre du mémoire : "Circulation du mercure entre les sédiments, l'eau et les macrophytes enracinés"

Certification : 7 juillet 1988

**Guy MERCIER, boursier CRNSG**

B.Sc.A. Sciences de l'environnement, Université du Québec à Montréal

Directeur de recherche : Denis COUILLARD

Titre du mémoire : "L'extraction biologique des métaux lourds des boues anaérobies d'épuration"

Certification : 13 décembre 1988

**Francis PERRON**

B.Sc. Génie géologique, Université Laval

Directeur de recherche : Jean-Pierre VILLENEUVE

Titre du mémoire : "Application du modèle PRZM pour simuler le transport de l'aldicarbe dans la zone vadose du sol"

Certification : 7 juillet 1988

**Isabelle PICHÉ, boursière FCAR**

B.Sc. Biologie, Université du Québec à Montréal

Directeur de recherche : Denis COUILLARD

Titre du mémoire : "Étude de substrats utilisés lors de la solubilisation bactérienne des métaux lourds dans les boues résiduaire anaérobies"

Certification : 2 mai 1989

**Yves ROCHON**

B.Sc. Biologie-écologie, Université de Montréal

Directeur de recherche : Jean-Louis SASSEVILLE

Co-directeur : Denis COUILLARD

Titre du mémoire : "Méthodologie de conception de bases de données scientifiques: organisation des informations issues de l'approche technologique de l'EPA en une base de données utiles à la gestion de l'environnement au Québec"

Certification : 7 juillet 1988

**Marc SINOTTE**

B.Sc. Biologie, Université du Québec à Trois-Rivières

Directeur de recherche : Jean-Louis SASSEVILLE

Co-directeur : Denis COUILLARD

Titre du mémoire : "L'incertitude en matière de contrôle des substances toxiques"

Certification : 13 décembre 1988

## 5.2 Doctorat en sciences de l'eau

Depuis 1979, l'INRS-Eau offre un programme de troisième cycle donnant lieu à un doctorat en sciences de l'eau. Ce programme permet à l'étudiant d'approfondir ses connaissances dans un des huit champs de recherche du Centre et vise à former des chercheurs et experts aptes à cerner et résoudre les problèmes reliés à l'eau.

Le programme de doctorat en sciences de l'eau comporte quatre-vingt-dix crédits dont soixante-deux sont consacrés à la préparation de la thèse.

Durant l'année 1988-1989, huit nouveaux étudiants se sont inscrits au programme de doctorat ce qui porte le total à trente. Au cours de la même période, quatre étudiants ont obtenu leur diplôme de doctorat en sciences de l'eau de l'Université du Québec.

Responsable du programme

de doctorat en 1988-1989 : **Peter G.C. CAMPBELL, professeur**

### 5.2.1 Étudiants inscrits au doctorat en 1988-1989

**Lahcen AIT-SSI**

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

Directeur de recherche : Jean-Pierre VILLENEUVE

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-télédétection, 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)"

**Paul BOUDREAULT, 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

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

**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"

**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"

**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 bio-géochimique 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 LANGIS**

B.Sc. Agronomie; M.Sc.A. Génie de l'Environnement, École Polytechnique, Montréal

Directeur de recherche : Pierre COUTURE

Co-directeur : Peter G.C. CAMPBELL

Titre de la thèse : "Effet de la matière organique dissoute sur la biodisponibilité du fer pour l'algue verte *Selenastrum capricornutum*"

Soutenance : 10 avril 1989

**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"

**Claude LELIEVRE**

B.Sc. Physique; M.Sc. Météorologie, Université d'Alberta

Directeur de recherche : Jean-Pierre FORTIN

Titre de la thèse : "Modèle de correction des effets de la discrétisation des épisodes secs et humides"

**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. Géographie, Université Pasteur, Strasbourg, France

Directeur de recherche : Jean-Pierre FORTIN

Titre de la thèse : "Modélisation des bilans énergétique et hydrologique sous contraintes climatiques"

**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 et Génie civil, I.I.T., Kanpur, Inde

Directeur de recherche : R.D. TYAGI

Co-directeur : Subba NARASIAH, Université de Sherbrooke

Titre de la thèse : à venir

**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"

**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"

**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 : "Processus physiologiques de récupération suite à une exposition au Cadmium"

**Éric van BOCHOVE**

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

Directeur de recherche : Denis COUILLARD

Titre de la thèse : "Compostage par aération forcée du fumier de bovin solide à l'échelle de la ferme québécoise: contribution à l'étude des transformations biochimiques et analyse du processus de compostage"

**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'évapotranspiration"

**Kevin WILKINSON, boursier FCAR**

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

Directeur de recherche : Peter G.C. CAMPBELL

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

### 5.2.2 Étudiants diplômés en 1988-1989 (Doctorat en sciences de l'eau)

**Pierre BRASSARD**

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

Directeur de recherche : Jean-Christian AUCLAIR

Titre de la thèse : "La disponibilité du phosphore dans deux lacs du Bouclier canadien"

Certification : 27 mai 1988

**Denis ISABEL**

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

Directeur de recherche : Jean-Pierre VILLENEUVE

Titre de la thèse : "Modélisation stochastique des pesticides dans la zone vadose"

Certification : 14 octobre 1988

**Pierre LAVALLÉE**

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

Directeur de recherche : Jean-Pierre VILLENEUVE

Titre de la thèse : "La gestion des eaux usées en temps de pluie, les impacts sur le milieu récepteur des événements fréquents"

Certification : 2 avril 1989

**Lucie WILSON**

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

Directeur de recherche : Jean-Pierre VILLENEUVE

Titre de la thèse : "Le contrôle en temps réel des réseaux d'égouts unitaires"

Certification : 7 juillet 1988

## 6 - SÉMINAIRES ET COLLOQUES

---

En 1988-1989, les professeurs Peter G.C. CAMPBELL et Marius LACHANCE se sont occupés 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. SUNDBY, Institut Maurice Lamontagne**

Titre de la conférence : "Géochimie des métaux traces dans le Golfe du Saint-Laurent"

Date de la conférence : 1 mars 1989

#### **J.O. NRIAGU, NWRI, Burlington**

Titre de la conférence : "Trace metal contamination of Canadian Lakes"

Date de la conférence : 10 mars 1989

#### **L. BARRIE, Environnement Canada (AES)**

Titre de la conférence : "Arctic air chemistry"

Date de la conférence : 15 mars 1989

#### **R.E. JACKSON, NRWI, Burlington**

Titre de la conférence : "Persistence of aldicarb in the sandstone aquifer for Prince Edward Island"

Date de la conférence : 3 avril 1989

**J. DE LA NOÛE, Université Laval**

Titre de la conférence : "Chaîne trophique contrôlée sur effluents: du laboratoire au terrain"

Date de la conférence : 7 avril 1989

**F. DENIZEAU, UQAM**

Titre de la conférence : "L'utilisation des hépatocytes en culture dans l'évaluation de la toxicité"

Date de la conférence : 14 avril 1989

**L. DUCKSTEIN, Case Western University**

Titre de la conférence : "Application de la théorie de la décision"

Date de la conférence : 21 avril 1989

**G. BOULET, Ministère de l'Environnement du Québec**

Titre de la conférence : "Les précipitations acides au Québec: une revue"

Date de la conférence : 10 mai 1989

## 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, une vingtaine de visiteurs dont plusieurs à titre de conférenciers invités.

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. Enfin, soulignons qu'au cours de l'année 1988-1989, trois chercheurs se sont distingués par leurs réalisations. Leurs performances ont d'ailleurs été reconnues par l'attribution de prix.

### 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 (1988-1989)**

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

**Peter G.C. CAMPBELL, André TESSIER et R. Landis HARE (1986-1989)**

Université de Bordeaux 1, Faculté des Sciences, Laboratoire d'Écologie fondamentale et d'Écotoxicologie, Talence, France (A. BOUDOU et F. RIBEYRE)

"Recherches en écotoxicologie sur la contamination des systèmes aquatiques continentaux par les métaux traces - incidences de l'acidification des milieux"

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

**Peter G.C. CAMPBELL et Jean-Christian AUCLAIR (1981-1989)**

Université de Toronto. Institut pour les études environnementales (P.M. STOKES)

"Biodisponibilité des métaux dans des lacs influencés par les précipitations acides"

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

**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

**Pierre COUTURE (1988-1989)**

Centre des sciences de l'Environnement, Université de Metz, France

1. Mission de coopération scientifique

"Écotoxicologie: indicateurs de stress environnementaux"

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

2. Professeur-collaborateur au programme de formation en toxicologie de l'environnement. Cours destinés aux étudiants de 3e cycle (D.E.A.)

"Méthode de dépistage des dangers environnementaux et d'évaluation des risques au niveau des populations et communautés phytoplanctoniques" (23 et 24 novembre 1988)

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

**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: Ministère 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 (1986-1989)**

Université Trent. Département de géographie (P.W. ADAMS)

"Études collaboratives sur la physico-chimie de la neige et de la glace"

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

**Pierre LAFRANCE (1988)**

Université de Limoges, France. Faculté des Sciences. Laboratoire de génie chimique (M. MAZET)

Mission de coopération scientifique

"Étude de la contamination des eaux souterraines par des composés organiques de synthèse et transport des pesticides dans les sols agricoles"

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

**Michel LECLERC (1987-1989)**

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

"Modélisation numérique par éléments finis"

Entente institutionnelle

**André TESSIER, Peter G.C. CAMPBELL et Richard CARIGNAN (1981-1988)**

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

**Jean-Pierre VILLENEUVE (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  
 Professeur invité, juillet 1988 à janvier 1989  
 Congé sabbatique

**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 aquiculture  
 (GREREBA)

Université Laval  
 Membre adjoint de l'École des gradués

**Pierre COUTURE**

Université de Montréal  
Département de biologie (B. PINEL-ALLOUL)  
Consultant

Université Laval  
Département des sciences et technologie et des aliments (J. DE LA NOÛE)  
Chercheur invité

University of Lancaster, England  
First International Conference on Environmental Bioassay Techniques and their  
Application, 11-14 juillet 1988  
Président

**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 invité

Université de Montréal  
École Polytechnique  
Collaborateur

**André TESSIER**

Université McMaster, Hamilton, Ontario  
 Département de géologie  
 Professeur invité

**Rajeshwar D. TYAGI**

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

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

Directeur scientifique de la Revue des sciences de l'eau, 1987-mars 1989

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

Comité de génie civil du CRSNG, 1987-1990

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-

Conseil national de recherches du Canada. Comité sur la chimie analytique marine, 1986-1989

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

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

Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG). Programme de subventions pour dépenses courantes. Comité de sélection des subventions (interdisciplinaire); 1988: membre et 1989: président

Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG).  
Groupe de travail. Programme de recherche stratégique (secteur Qualité de  
l'environnement)

**Richard CARIGNAN**

Fonds FCAR. Membre du comité 1: Aménagement physique du territoire /  
Environnement / Océanographie / Sciences de l'eau et de la terre

**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**

U.S. Environmental Protection Agency (EPA)  
Consultant avec Éco-Recherches Canada et Environnement Canada  
"Evaluation of bioassays used in North America with perspective used in a hazard  
assessment scheme"

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-

Association canadienne pour la recherche sur la pollution de l'eau et sa maîtrise.  
Comité scientifique pour l'organisation du congrès, 1986-1988

Comité d'organisation du 15e Colloque sur la toxicologie aquatique, 1988

**H. Gerald JONES**

Eastern Snow Conference (Congrès de l'Est sur la neige)  
Vice-président, 1988-1989

Commission internationale des Neiges et Glace (CING)  
Président du groupe de travail sur la chimie de la neige, 1987-

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

**Michel LECLERC**

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

**Jean-Louis SASSEVILLE**

Musée de la Civilisation  
Membre du conseil d'administration, 1987-1990

Responsable d'un programme de développement dans le cadre d'un Consortium de coopération entre le Canada et l'Algérie, novembre 1987 à novembre 1989 (congé sans traitement)

**Michel SLIVITZKY**

Membre de la Fondation québécoise en environnement

Membre de l'International Joint Commission (E.U. et Canada)

Ministère de l'Environnement du Québec  
Programme d'action pour le développement et la mise en valeur du Saint-Laurent.  
Membre du groupe-ressource

Membre du Conseil consultatif scientifique des Grands-Lacs  
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-

**André TESSIER**

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

**Jean-Pierre VILLENEUVE**

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

Consultant auprès des organismes suivants:

- Agence de développement international (ACDI)
- Centre de recherches pour le développement international (CRDI)
- SIDBEC-DOSCO
- Ville de Sainte-Foy
- Ville de Québec
- Communauté urbaine de Québec (CUQ)
- Bureau des audiences publiques du Ministère de l'Environnement du Québec (BAPE)

**7.4 Organisation de conférences, colloques et congrès****Peter G.C. CAMPBELL et Michel SLIVITZKY**

Symposium international sur les effets et le devenir des produits chimiques toxiques dans les fleuves et leurs estuaires. Environnement Canada, INRS-Eau, Pêches et Océans Canada, Ministère de l'Environnement du Québec, Québec, 10-14 octobre 1988.

Peter G.C. CAMPBELL: co-président (avec Dr R.J. ALLAN, Environnement Canada)

Michel SLIVITZKY: trésorier du symposium

**Peter G.C. CAMPBELL**

Organisation des conférences "Hydro-Québec 1988"

Thème: Environnement et Santé

Hydro-Québec et Université du Québec à Montréal. Avec la collaboration de l'Université Laval et de l'INRS

## **Pierre COUTURE et Gaétan GODBOUT**

Association canadienne pour la recherche sur la pollution de l'eau et sa maîtrise.  
IVe Congrès régional de l'Est. Sainte-Foy, 4 novembre 1988

Pierre COUTURE: Comité scientifique pour l'organisation du congrès et Comité d'organisation du congrès

Gaétan GODBOUT: Comité d'organisation du congrès

## **7.5 Revues scientifiques**

### **7.5.1 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 Bernard BOBÉE de l'INRS-Eau auquel a succédé en mars 1989, monsieur Jean-Pierre VILLENEUVE également de l'INRS-Eau.

### **7.5.2 Participation à des comités de rédaction, de lecture ou d'arbitrage de revues scientifiques**

#### **Bernard BOBÉE**

Membre du comité d'arbitrage de:

- 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 de:

- Chemical Speciation and Bioavailability
- Série "Environmental Chemistry" de Cambridge University Press, G.B.

**Denis COUILLARD**

Membre du comité de lecture de:

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

**Pierre COUTURE**

Membre du comité de lecture:

- Revue des sciences de l'eau
- Hydrobiologia

**H. Gerald JONES**

Membre du comité de rédaction de:

- Water Pollution Research Journal of Canada

**Marius LACHANCE**

Membre du comité de lecture de:

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

**Michel LECLERC**

Membre du comité de rédaction de:

- Revue des sciences de l'eau

**Marcel OUELLET**

Membre du comité de lecture de:

- Canadian Journal of Earth Sciences
- Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences
- Hydrobiologia
- Le Naturaliste canadien

**Rajeshwar D. TYAGI**

Membre du comité éditorial de:

- Journal of Microbial Biotechnology

Membre du comité de lecture de:

- Journal of Biotechnology and Bioengineering
- Water Science and Technology (IAWPCR)

**7.6 Visiteurs**

**A.M. SCHEUHAMMER**  
(juin 1988)

Service canadien de la faune  
Environnement Canada  
Ottawa, Ontario

**J.L. ROULIER**  
(août 1988)

Centre national du machinisme  
agricole, du génie rural, des  
eaux et des forêts (CEMAGREF)  
Lyon, France

**A. BOUDOU**  
(septembre 1988)

Laboratoire d'Écologie fondamentale  
et Écotoxicologie  
Université de Bordeaux I, France

**F. RIBEYRE**  
(octobre 1988)

Laboratoire d'Écologie fondamentale  
et Écotoxicologie  
Université de Bordeaux I, France

**X. GOENAGA**  
(octobre 1988)

University College of Swansea  
Swansea, Pays de Galles, U.K.

**D. CARLISLE**  
(novembre 1988)

Environnement Canada  
Ottawa, Ontario

**P. SLY**  
(novembre 1988)

Rawson Academy of Aquatic Science  
Ottawa, Ontario

**B. SUNDBY<sup>1</sup>**  
(mars 1989)

Institut Maurice Lamontagne  
Mont-Joli, Québec

**J.O. NRIAGU**  
1989)

Institut national de recherche sur (mars  
l'eau (CCEI)  
Burlington, Ontario

**L. BARRIE<sup>1</sup>**  
(mars 1989)

Service de l'Environnement  
atmosphérique  
Environnement Canada  
Downsview, Ontario

**R.E. JACKSON<sup>1</sup>**  
(avril 1989)

Institut national de recherche sur  
l'eau  
CCEI  
Burlington, Ontario

**J. DE LA NOÛE<sup>1</sup>**  
(avril 1989)

Département des sciences et technologie  
des aliments  
Université Laval  
Sainte-Foy, Québec

**H. SLOTERDIJK**  
(avril 1989)

Centre Saint-Laurent  
Environnement Canada  
Montréal, Québec

**F. DENIZEAU<sup>1</sup>**  
(avril 1989)

Département de chimie  
Université du Québec à Montréal  
Montréal, Québec

**L. DUCKSTEIN<sup>1</sup>**  
(avril)

Systems Engineering  
Case Western University  
Cleveland, Ohio

**S. PUISEUX-DAO**  
(avril 1989)

Laboratoire de cytophysiologie et de  
toxicologie cellulaire  
Université de Paris VII  
Paris, France

---

<sup>1</sup> Conférencier invité à l'INRS-Eau

**D. KLEUPFEL**  
(mai 1989)

Institut Armand-Frappier (I.A.F.)  
Laval, Québec

**G. BOULET<sup>1</sup>**  
(mai 1989)

Direction générale du milieu  
atmosphérique. Ministère de  
l'Environnement du Québec  
Sainte-Foy, Québec

## **7.7 Associations professionnelles**

**Fahim ASHKAR**

- American Geophysical Union (AGU)

**Jean-Christian AUCLAIR**

- Societas Internationalis Limnologiae, Theoreticae et Applicatae (SIL)

**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) (vice-président, développement, 1989-)
- Association canadienne française pour l'avancement des sciences (ACFAS)

---

<sup>1</sup> Conférencier invité à l'INRS-Eau

**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
- Société internationale de limnologie

**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)

**Marius LACHANCE**

- Société de météorologie du Québec

**Pierre LAFRANCE**

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

**Michel LECLERC**

- Ordre des ingénieurs (OIQ)
- Association canadienne-française pour l'avancement des sciences (ACFAS)

**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

**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)

**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

**Jean-Pierre VILLENEUVE**

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

**7.8 Activités internes au sein de l'INRS et de l'Université du Québec****Nomination à l'INRS-Eau**

Marius LACHANCE

Nomination au poste de professeur régulier à l'INRS-Eau, le 22 novembre 1988.

Entrée en fonction: janvier 1989.

**Comité de programmes de l'INRS-Eau**

Michel SLIVITZKY, directeur

Peter G.C. CAMPBELL, professeur

Pierre COUTURE, professeur

Yves THOMASSIN, étudiant

### **Commission de la recherche de l'INRS**

Michel SLIVITZKY, directeur  
 Pierre COUTURE, professeur  
 Bertrand DUBREUIL, agent de recherche  
 Lise PARENT, étudiante, 1987-1989  
 Guillemette WILLEMIN, étudiante, 1989-1991

### **Comité de coordination et de direction de l'INRS**

Michel SLIVITZKY, directeur

### **Comité de sélection du directeur de l'INRS**

Bernard BOBÉE, professeur, 1988

### **Comité consultatif des études avancées de l'INRS**

Yves COUILLARD, étudiant, 1989-1990

### **Conseil des études de l'Université du Québec**

Pierre COUTURE, professeur

## **7.9 Distinctions**

### **Peter G.C. CAMPBELL et André TESSIER**

#### **Prix Michel-Jurdant. (Sciences de l'Environnement)**

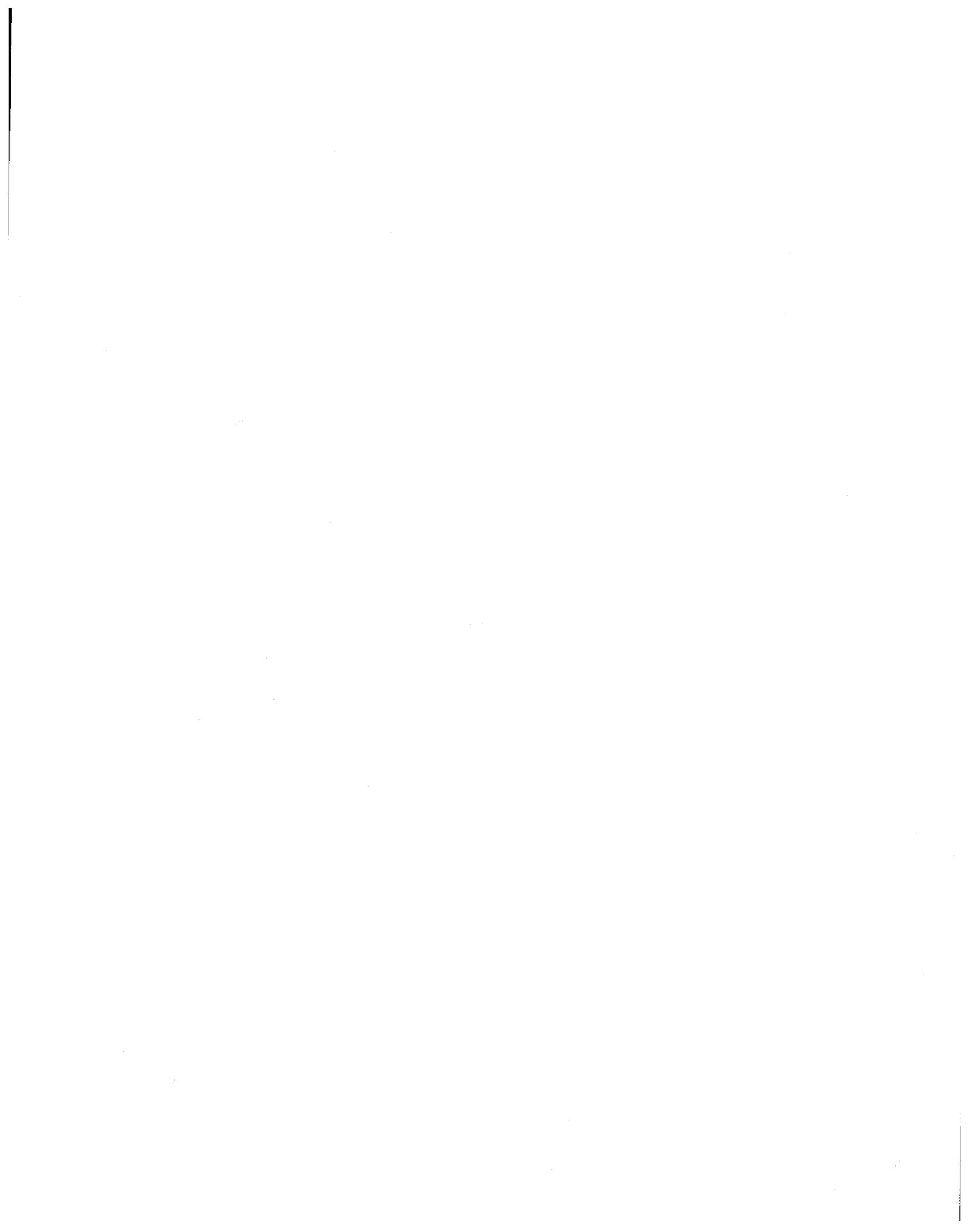
Coréceptiendaires.

Association canadienne-française pour l'avancement des sciences (ACFAS), 15 mai 1989

### **Jean-Pierre VILLENEUVE**

#### **Prime à l'excellence de l'INRS**

Prime accordée au professeur VILLENEUVE pour l'ensemble de ses réalisations en recherche et en formation de chercheurs, au cours de l'année 1988-1989.



## 8 - SERVICES

---

Les installations de recherche, d'enseignement et d'administration de l'INRS-Eau sont localisées au Complexe scientifique du Québec à Sainte-Foy et, depuis avril 1989, au Carrefour John Molson, situé à proximité du Complexe scientifique. Outre le bureau de direction et les bureaux du personnel, elles comprennent un laboratoire général et plusieurs laboratoires spécialisés, une salle d'informatique et des services de documentation et d'édition.

### 8.1 Laboratoire

Le laboratoire constitue un service à la recherche dont la bonne marche est assurée 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. Le laboratoire 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-boursiers et 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.

L'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 laboratoire utilise différents outils pour assurer la qualité des résultats; il 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 à 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 1275 et GTA-95
6. **Spectrophotomètre d'absorption atomique à four de graphite** Varian Spectra-30G et GTA-96
7. **Spectrophotomètre de radiation bêta** LKB Rackbeta 1215
8. **Spectrophotomètre de radiation gamma** LKB 1282
9. **Spectrophotomètre de radiation alpha** Canberra 7404
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. **Compteur de particules** Coulter TA
16. **Analyseurs automatiques** Technicon II
17. **Polarographe** Princeton Applied Research 174 et poste polarographique Metrohm 663
18. **ATP-mètre** JRB 2000
19. **Luminomètre** LKB 1251
20. **Chromatographe liquide à haute performance** Waters 600 avec détecteur UV-VIS 490 et spectrofluorimètre Perkin-Elmer LS-4
21. **Chambres environnementales (2 laboratoires) à température et éclairage contrôlés**

Au cours de l'année 1988-1989, le laboratoire a été doté d'un nouvel équipement grâce à des subventions du CRSNG (appareillage) obtenues par trois chercheurs du Centre:

1. **Spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme Varian Spectra 20 BQ (D. COUILLARD)**
2. **Système de dérivation post-colonne pour chromatographie en phase liquide (HPLC) (P. LAFRANCE)**
3. **Spectrophotomètre d'émission atomique à plasma à couplage inductif (ICP). Jarrell Ash, modèle Atomsan 25 (P.G.C. CAMPBELL)**

En 1988-1989, le personnel technique et professionnel du laboratoire comprenait les personnes suivantes:

**Responsable du laboratoire:**

Bertrand DUBREUIL

**Agent technique de recherche:**

Paul BOISVERT

**Techniciens réguliers:**

Michelle GEOFFROY-BORDELEAU  
Bernard VEILLEUX

**Techniciens contractuels:**

Roger BEAUCHEMIN<sup>1</sup>  
Christian BASTILLE  
Nicole DROUIN  
François FOURNIER

**Techniciens contractuels (suite):**

Nathalie FORTIN<sup>1</sup>  
Sonia POMERLEAU<sup>1</sup>  
René RODRIGUE  
Sylvie ST-PIERRE  
Éric WAGNER<sup>1</sup>

---

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

## 8.2 Informatique et bureautique

La fonction informatique et bureautique fournit aux divers usagers du Centre un support en ressources humaines et en équipement pour la réalisation de leurs projets de recherche. On y retrouve un analyste de système, responsable de la mise à jour des différents logiciels et de l'entretien de l'équipement, plusieurs informaticiens rattachés aux équipes de recherche et spécialisés dans des domaines propres aux projets des chercheurs. La fonction bureautique regroupe cinq secrétaires également rattachées aux équipes de recherche.

Cette année a été marquée par le déménagement de la majeure partie des équipements informatiques et d'une partie du personnel du Complexe scientifique au Carrefour John Molson. Ce déménagement a permis l'aménagement d'une nouvelle salle climatisée plus spacieuse. Quelques équipements ont dû être dédoublés pour répondre aux besoins des deux sites. Le réseau de télécommunications a aussi été étendu pour desservir le Centre INRS-Géorressources du Complexe scientifique. Enfin, le système de bureautique a été doté de micro-ordinateurs comme support à divers logiciels de traitement de texte, parallèlement au système AES 7300.

En terme d'équipements, on retrouve maintenant les trois volets suivants:

Le système informatique local, comprenant 3 composantes principales:

- *Ordinateur VAX 11/780:*

système d'opération VMS 4.5  
 mémoire vive de 16 Mégaoctets  
 mémoire disque de 1800 Mégaoctets, sur 3 unités  
 2 dérouleurs de bandes magnétiques  
 1 imprimante C-ITOH CI-600 (Carrefour John Molson)  
 1 imprimante C-ITOH CI-4000 (Complexe scientifique)  
 32 ports de communication pour terminaux locaux  
 1 port d'entrée par ligne téléphonique (1 200 bauds)

- *Processeur vectoriel FPS M64/30:*

système d'opération SJE464 (A03-000)  
 mémoire vive de 4 Mégamots (64 bits)  
 mémoire disque de 600 Mégaoctets  
 lien VAX 11/780 et VMS pour entrée-sortie

- *Station de traitement numérique d'images DIPIX:*

système d'opération Aries-III (4.0)  
 1 poste de travail VGT-100 et imprimante SPG-8010  
 1 moniteur couleur HM-2719  
 1 tablette digitale HIPAD  
 lien VAX 11/780 et VMS pour gestion des opérations

- **Les télécommunications via le réseau informatique de l'Université du Québec:**
  - 26 ports de communication (STC26) entre le noeud U.Q. (CSCQ) et le Complexe scientifique
  - 6 ports de communication (STC26) entre le noeud U.Q. (CSCQ) et le Carrefour John Molson (via le Complexe)
  - 6 ports de communication (STC06) entre le noeud U.Q. (CSCQ) et le Centre INRS-Géoressources (via le Complexe)
  - 32 ports de communication dédiés (STKZ11) entre le noeud U.Q. (CSCQ) et le VAX 11/780
  - lien dédié au transfert inter-ordinateurs du réseau U.Q., rattaché au CSCQ (logiciels Mercure et TSF)
  - accès aux réseaux inter-continentaux via le réseau NETNORTH et le logiciel NetMercure
  
- **Le système de traitement de texte comprenant:**
  - Un système AES 7300 (Complexe scientifique):
    - 1 micro-ordinateur central
    - 4 postes de travail
    - 1 imprimante au laser L20
    - lien de communication avec VAX 11/780 pour le transfert de fichiers
  
  - Trois micro-ordinateurs Amdek 286 (Carrefour John Molson)
    - partageant une imprimante HP Laser Jet

Nous prévoyons pour l'an prochain l'installation d'un réseau local Ethernet pour relier directement le VAX à d'autres stations de travail indépendantes et permettre l'accès à tous ces équipements via un réseau intégré et rapide.

En 1988-1989, le Service d'informatique et de bureaucratie était sous la responsabilité du professeur Jean-Pierre VILLENEUVE et de l'analyste Jean LACROIX.

### 8.3 Documentation et édition

Le Service de documentation dont les locaux sont situés au Complexe scientifique du Québec, répond aux besoins d'une clientèle spécialisée en sciences de l'eau et de l'environnement.

Le Service de documentation compte une collection évaluée à près de 10 000 documents qui reflètent les principaux axes de recherche du Centre. Cette collection est incorporée à la Banque de données à accès direct de l'Université du Québec (système BADADUQ). De plus, le Service reçoit environ 250 périodiques correspondant aux disciplines pertinentes aux activités de recherche et d'enseignement.

Les publications scientifiques des membres du Centre qui totalisent plus de 1 000 titres, sont éditées et diffusées par notre Service.

En 1988-1989, le personnel affecté au Service de documentation et d'édition se répartissait les tâches suivantes:

- |                   |  |
|-------------------|--|
| Gaétan GODBOUT    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- repérage de l'information scientifique et technique</li> <li>- recherche bibliographique informatisée</li> <li>- analyse et indexation des nouvelles acquisitions</li> <li>- préparation, édition et diffusion du rapport annuel de l'INRS-Eau</li> </ul> |
| Christiane RENAUD | <ul style="list-style-type: none"> <li>- acquisition des documents (achats, emprunts et prêts entre bibliothèques)</li> <li>- traitement des documents (catalogage, enregistrement)</li> <li>- recherche bibliographique sur BADADUQ</li> </ul>  |
| Alain POIRIER     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- service aux usagers</li> <li>- édition et diffusion des publications produites par l'INRS-Eau</li> <li>- reprographie des documents</li> </ul>  |
| Jocelyne ROBERGE  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- service aux usagers;</li> <li>- traitement et classement des documents</li> </ul>   |
| André PARENT      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- graphisme</li> </ul>  |
| Lise RAYMOND      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- secrétariat</li> <li>- dactylographie du rapport annuel.</li> </ul>   |

## 9 - RAPPORT FINANCIER

---

**Pour l'exercice terminé le 31 mai 1989**

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

#### **Revenus**

- Subvention de base et fonds généraux sans restriction	2073.3
- Fonds spéciaux avec restriction (contrats et subventions de recherche)	
- CRSNG	861.3
- FCAR	438.4
- Autres sources	1132.2
Total des revenus avec restriction	2431.9

---

<b>TOTAL DES REVENUS</b>	<b>4505.2</b>
--------------------------	---------------

---

#### **Dépenses:**

- Recherche et enseignement	3560.5
- Soutien à la recherche et à l'enseignement	
- frais généraux et d'administration	527.0
- documentation et édition	104.4
- direction du Centre	166.2
- informatique	67.3
- laboratoire	156.4

---

<b>TOTAL DES DÉPENSES</b>	<b>4581.9</b>
---------------------------	---------------

---

**Pour l'exercice terminé le 31 mai 1989**

**DÉPENSES PAR FONCTION UNIVERSITAIRE (x 1000\$)**

	salaires, avantages sociaux et bourses	frais de terrains, voyages, fournitures et matériel	services professionnels, contractuels et publics; loyer	<b>TOTAL</b>
Recherche et enseignement	2602.4	630.0	328.1	3560.5
Frais généraux d'administration	244.7	46.5	235.9	527.0
Documentation et édition	78.9	23.3	2.3	104.4
Direction du Centre	159.7	6.2	0.3	166.2
Informatique	21.4	4.2	41.7	67.3
Laboratoires	75.6	67.7	13.1	156.4
<b>TOTAL</b>	<b>3182.7</b>	<b>777.8</b>	<b>621.4</b>	<b>4581.9</b>