

Rapport annuel 1986 - 1987  
(1er juin 1986 - 31 mai 1987)  
18e rapport annuel

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

I N R S - E a u

INRS-Eau  
Université du Québec  
C.P. 7500, Sainte-Foy  
Québec, Canada G1V 4C7



TABLE DES MATIÈRES

	<u>Page</u>
1. RAPPORT DU DIRECTEUR .....	1
1.1 Faits saillants .....	1
2. RESSOURCES HUMAINES .....	3
3. RECHERCHE .....	7
3.1 Hydrologie déterministe et statistique .....	7
3.2 Assainissement .....	15
3.3 Effets de l'utilisation et de l'aménagement des ressources naturelles sur la dynamique des processus chimiques et biologiques en milieu aquatique .....	19
3.4 Méthodologies d'aménagement et de gestion de la ressource eau .....	31
3.5 Autres activités .....	37
4. ENSEIGNEMENT .....	39
4.1 Maîtrise en Sciences de l'eau .....	39
4.2 Doctorat en Sciences de l'eau .....	43
5. SUPPORT À LA RECHERCHE ET À L'ENSEIGNEMENT .....	45
5.1 Documentation et édition .....	45
5.2 Informatique et bureautique .....	46
5.3 Laboratoire .....	46
6. COOPÉRATION SCIENTIFIQUE ET ACTIVITÉS EXTERIEURES .....	49
6.1 Coopération scientifique .....	49
6.2 Collaboration .....	51
6.3 Perfectionnement et année sabbatique .....	51
6.4 Autres activités .....	51
6.5 Revues scientifiques .....	54
6.6 Organismes scientifiques et professionnels auxquels participent l'INRS-Eau et/ou ses membres .....	56
6.7 Visiteurs .....	58
7. SÉMINAIRES ET COLLOQUES .....	59
8. PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS .....	61
8.1 Articles de périodique avec jury .....	51
8.2 Conférences avec jury .....	64
8.3 Conférences sans jury .....	69
8.4 Rapports scientifiques ou internes .....	70
8.5 Thèses .....	72
8.6 Statistiques sur les publications des membres de l'INRS-Eau .....	74
9. RAPPORT FINANCIER .....	75
Revenus et dépenses du fonds de fonctionnement .....	75
Dépenses par fonction universitaire .....	76



## 1. RAPPORT DU DIRECTEUR

### 1.1 Faits saillants

Les principaux objectifs du Centre sont demeurés les mêmes en 1986-87. Pour ce qui est des revenus extérieurs, ils ont atteint un sommet de 1 602 500 \$, soit une augmentation de 11% par rapport à l'année précédente. Ces revenus extérieurs, qui ont représenté quelque 47% des revenus totaux du Centre, provenaient des sources suivantes: Fonds pour la formation de chercheurs et aide à la recherche (FCAR) - 383 500 \$; Conseil de recherches en sciences naturelles et génie du (CRSNG) - 516 600 \$; autres subventions - 324 300 \$; contrats et commandites - 378 100 \$.

Cette année, le professeur Guy Morin est en congé sabbatique à l'Université de Colombie Britannique, à Vancouver. Il y poursuit des travaux sur la modélisation hydrologique.

Du côté équipement, une subvention majeure, octroyée par le CRSNG, permettra au Centre de coupler un processeur vectoriel FPS à l'ordinateur VAX 11/780, et de développer ainsi les activités de recherche dans le domaine de l'analyse numérique.

### La recherche

#### Programme I - Hydrologie

En analyse statistique des données appliquées à la mise au point de méthodes, les efforts ont porté sur la prévision et la régionalisation des crues ainsi que sur l'analyse de l'évolution temporelle de la qualité de l'eau. Cette année, les chercheurs ont complété les études d'un contrat majeur, pour le compte d'Environnement Québec, sur l'analyse de la variabilité spatiale des précipitations acides. Également, un autre contrat pour Environnement Canada, a pris fin; il portait sur l'évolution de la vulnérabilité des eaux souterraines à la contamination par les pesticides.

Au Centre, la modélisation hydrologique permet de simuler et de prévoir divers phénomènes reliés au mouvement de l'eau et des substances nutritives à travers les diverses phases du cycle hydrologique. Ces travaux, en 1986-1987, ont eu trait, entre autres, au cheminement vers les eaux souterraines de pesticides provenant d'épandage agricole, au transport atmosphérique de polluants sur de grandes distances, ainsi qu'aux prévisions hydrologiques pour la gestion.

Enfin, les chercheurs se sont penchés sur l'analyse numérique appliquée à la simulation des écoulements à surface libre, par la méthode des éléments finis de comportements tridimensionnels, ainsi qu'au traitement numérique d'images obtenues par télédétection. Un contrat important réalisé pour le Centre de recherche pour la défense de Valcartier (CRDV), sur la modélisation de la structure spatiale d'images infra-rouges, a été exécuté au cours de cette année.

#### Programme II - Assainissement des eaux

Dans ce domaine de recherches, les activités récentes ont convergé vers les problèmes posés par la disposition des boues provenant des usines de traitement des eaux usées et vers 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.

#### Programme III - Dynamique chimique et biologique du milieu aquatique

Les activités de ce programme de recherche se sont poursuivies surtout dans quatre champs d'intérêt.

D'abord, en biogéochimie des polluants (métaux traces et pesticides), les études ont été dirigées particulièrement vers le comportement des polluants dans la colonne d'eau, l'interface eau-sédiment ainsi que vers les eaux souterraines. Une subvention thématique triennale du CRSNG permet à une équipe de professeurs de commencer des travaux sur la prédiction de la biodisponibilité des métaux traces présents dans les sédiments des eaux douces.

Deuxièmement, les études relatives à l'écotoxicologie des polluants ont été axées sur les relations structure-fonction des populations et des communautés planctoniques ainsi que sur la biochimie de l'agression toxique.

Du côté de la dynamique des éléments nutritifs dans les écosystèmes, et plus particulièrement en ce qui concerne le cycle du soufre et de l'azote, une attention particulière a été consacrée aux transformations dans la neige au sol ainsi qu'à celles qui surviennent pendant la période de fonte printanière.

Quant aux travaux de paléolimnologie, ils ont porté sur les sédiments d'un certain nombre de lacs afin de mettre au point des indices de pollution atmosphérique de longue portée.

#### **Programme IV - Gestion et aménagement**

Dans cet axe, l'INRS-Eau vise une meilleure connaissance et pratique de gestion et d'aménagement de la ressource. Deux champs en sous-tendent les activités: la solution de problèmes de gestion, dans le cadre d'une théorie globale de contrôle et la pollution; le développement de modèles informatiques d'aménagement permettant d'évaluer l'impact de diverses décisions d'aménagement, afin d'établir les meilleurs choix en vue d'une gestion optimale.

#### **L'enseignement**

Huit étudiants ont terminé la première année du programme de maîtrise; quant à la promotion précédente, huit étudiants ont poursuivi leurs études en 1986-1987 et ont entrepris la rédaction de leur mémoire. Quatre nouveaux étudiants au doctorat ont été inscrits au cours de l'année, ce qui porte le total à vingt.

#### **Les collaborations et communications**

Les chercheurs de l'INRS-Eau ont participé à nombre de colloques nationaux et internationaux et ont produit, au cours de cette année, 122 publications dont 34 articles dans des revues avec jury et 44 conférences avec jury.

## 2. RESSOURCES HUMAINES

### Direction

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

### Professeurs réguliers

J.C. AUCLAIR, B.Sc., D.E.A., D.Sc.  
B. BOBÉE, L.Sc., M.Sc.A., D. Ing.  
P.G.C. CAMPBELL, B.Sc., Ph.D.  
R. CARIGNAN, B.Sc., Ph.D.  
D. CLUIS, L. Sc., Ing., D. Ing.  
D. COUILLARD, B.Sc., M.Sc., D.Sc.  
P. COUTURE, B.Sc., DEA, D.Sc.  
J.P. FORTIN, B.Sc., M.Sc., D.E.A., D.Sc.  
H.G. JONES, B.Sc., M.Sc., Ph.D.  
M. LECLERC, B.Sc.A., M.Sc.A., D. Ing.  
G. MORIN, B.Sc.A., M.Sc.A., D. Ing.<sup>2</sup>  
M. OUELLET, B.Sc., M.Sc., Ph.D.  
J.L. SASSEVILLE, B.Sc., Ph.D.  
A. TESSIER, B.Sc., D.Sc.  
R.D. TYAGI, B.Sc., B.Tech., Ph.D.  
J.P. VILLENEUVE, B.Sc.A., D.E.S., D. Ing.

### Professeurs invités

G. DE MARSILY (École des Mines de Paris)  
J. BUFFLE (Université de Genève)  
J.R. KRAMER (Université McMaster)

### Professeurs associés

R. CARTIER (ENAP)  
R. GRAVEL (ENAP)  
R. HURTUBISE (ENAP)

### Chargés de cours

A.P. BARDOUX (MICO)  
C. BERNARD (MEQ)  
R. BOUDREAU (MEQ)  
G. JACQUES (MEQ)  
P. LAVALLEE (MEQ)  
R. MARCEAU (MEQ)  
B. MICHAUD (MEQ)  
A. ROUSSEAU  
P. SIMARD

### Associés de recherche

F. ASHKAR, B.Sc., M.Sc., Ph.D.  
K. GUERTIN, Ing. Géol., M.Sc.A., Ph.D.  
F.T. TRAN, B.Sc., M.Sc., Ph.D.<sup>1</sup>

### Stagiaires Post-doctoraux

O. BANTON, M.Sc., D.Sc.  
N. BELZILE, B.Sc., M.Sc., Ph.D.  
L. HARE, B.Sc., M.Sc., Ph.D.  
H. HANSEN, B.Sc., Ph.D.  
D. HUIZENGA, B.Sc., Ph.D.<sup>1</sup>  
P. LAFRANCE, B.Sc., M.Sc., D.Sc.  
F. PADILLA, B.Sc., M.Sc., Ph.D.  
R. SCHENCK, B.Sc., Ph.D.<sup>1</sup>

### Agents de recherche et professionnels

M. CANTIN, L. ès L. Géogr., B. Bibl.  
B. DUBREUIL, B.Sc., M.Sc.  
G. GODBOUT, B.Sc.  
M. LACHANCE, B.Sc.A., M.Sc.  
J. LACROIX, B.Sc.  
M. LAVOIE, B.Sc.  
L. POTVIN, L. ès L. Géogr.  
W. SOCHANSKI, Ing.

### Assistants de recherche

Y. BÉDARD, B.Sc., M.Sc. Sciences de l'eau<sup>1</sup>  
F. BERTRAND, B.Sc.  
C. BLANCHETTE, B.Sc.  
S. BOUCHER, B.Sc.  
G. BOULET, B.Sc., M.Sc.  
C. DEBLOIS, B.Sc., M.Sc.<sup>1</sup>  
G. DUMAS, B.Sc.  
L. FORTIER, B.Sc.<sup>1</sup>  
J.M. GAUTHIER, B.Sc.<sup>1</sup>  
Y. GRENIER, B.Sc., M.Sc. Sciences de l'eau<sup>1</sup>  
D. HOULE, B.Sc.  
C. LABERGE, B.Sc.  
M. LEBEUF, B.Sc., M.Sc. Sciences de l'eau<sup>1</sup>  
D. LEROUX, B.Sc.  
M. PARADIS, B.Sc.  
H. PROULX, B.Sc., M. Env.1

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

<sup>2</sup> Congé sabbatique

Agent technique de recherche

P. BOISVERT

Techniciens

R. BEAUCHEMIN  
M. BORDELEAU-GEOFFROY  
D. DOYON-PAQUET  
N. DROUIN  
C. GUAY<sup>1</sup>  
N. LEHOUX<sup>1</sup>  
A. PARENT  
C. RENAUD  
B. VEILLEUX

Personnel de bureau

H. ARTEAU  
C. DESCHESNES  
S. DUSSAULT  
C. LORTIE  
L. MERCIER  
C. MIGNEAULT  
A. POIRIER  
L. RAYMOND  
L. RIOUX  
J. ROBERGE

Stagiaires

C. DUBÉ, B.Sc.  
S. DESCHENES  
P. DUBOIS  
V. DVORAK  
N. GIROUX  
M. GRIMAUD, Ing., D.E.A.<sup>1</sup>  
M. TAYAA<sup>1</sup>

Emplois d'été

J.F. BELLEMARE  
M. BELLEMARE  
M. BLOUIN  
S. BROCHU  
J. CHABOT  
A. CHARRON  
Y. D'ASTOUS  
S. DESCHESNES  
P. FRÉCHETTE  
M. GELINEAU  
C. HOULE  
A.M. L'HEUREUX  
S. LELIÈVRE

P. FRÉCHETTE  
L. MCSWEENEY.KINGEN  
F. MICHAUD  
M.C. PATOINE  
I. PICHE  
L. PROVENCHER  
M. ROBITAILLE  
A.M. RAQUER  
M.C. TARDIF

Étudiants de l'INRS-Eau

maitrise

A. CHARRON  
S. COUTURE  
F. D'AMOURS  
S. GARIEPY  
M. GELINEAU, boursière CRSNG  
L. GERMAIN  
I. GUAY, boursière CRSNG  
M. HARWOOD, boursière CRSNG  
J. JOBIDON  
G. MERCIER  
F. MICHAUD  
M. PATOINE  
I. PICHE  
C. ROBERT, boursier FCAR  
Y. ROCHON  
N. RONDEAU

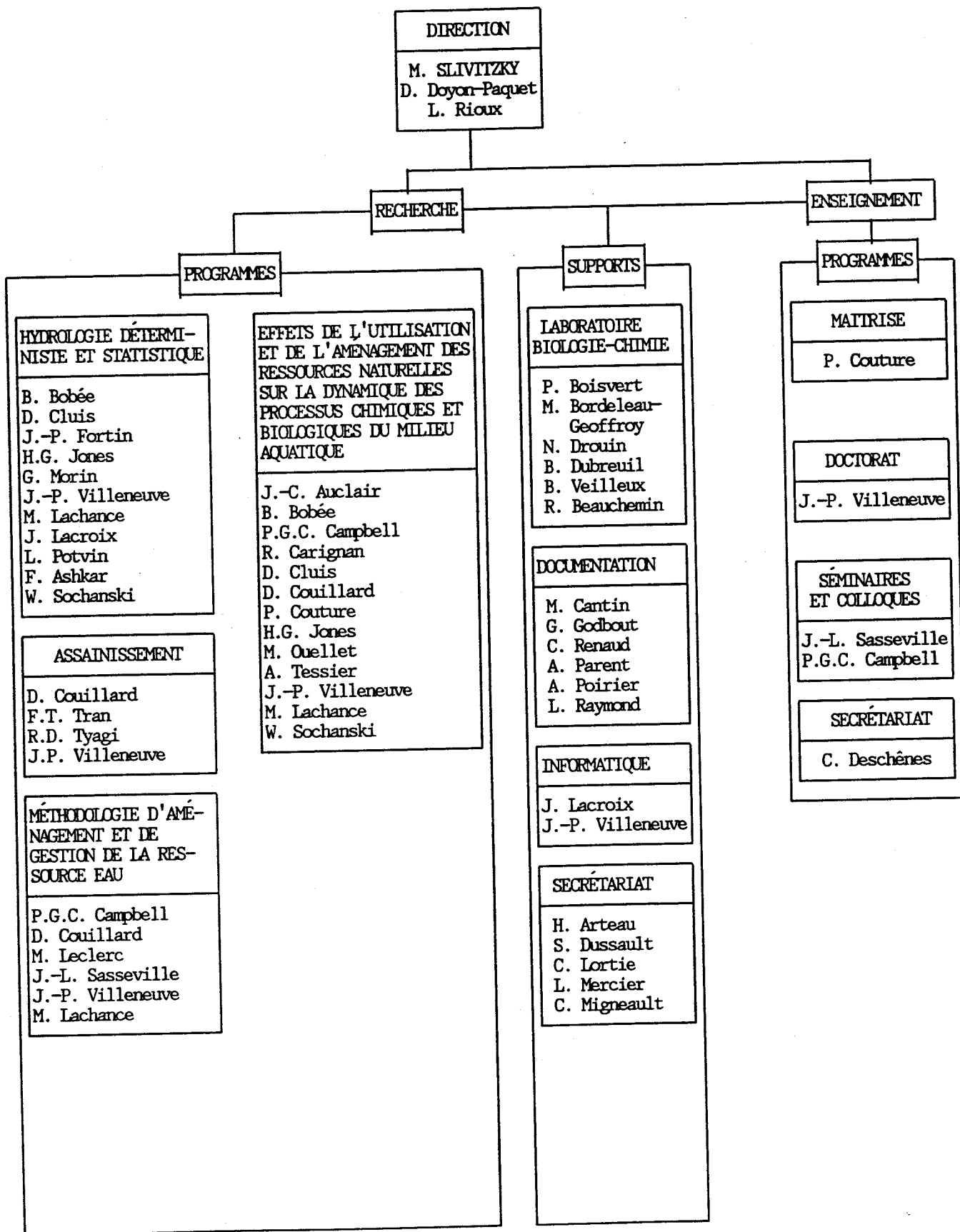
doctorat

L. ATTISI  
D. BENMOUFFOK  
P. BOUDREAULT, boursier FCAR  
P. BRASSARD  
M. CROWLEY  
M.H. DE SEDE  
G. GANGBAZO  
D. ISABEL  
R. LANGIS  
P. LAVALLEE  
Y. LEFEBVRE, boursier FCAR  
C. LELIEVRE  
M. NOBERT, boursière FCAR  
J. OUELLET  
L. PARENT, boursière CRSNG  
M. PINEAU<sup>2</sup>  
F. ROBERGE  
R. ROY, boursier CRSNG  
Y. THOMASSIN, boursier FCAR  
P.-A. THOMPSON, boursière CRSNG  
L. WILSON

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

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





Organigramme du personnel de l'INRS-Eau 1986-87



### 3. RECHERCHE

Quatre programmes de recherche retiennent l'attention du Centre. Chacun d'eux regroupe des projets de recherche qui répondent soit à une demande spécifique d'organismes extérieurs, soit à un problème spécifique (souvent rencontré lors de la réalisation de la recherche contractuelle) qui a fait l'objet d'une subvention.

#### 3.1 Hydrologie déterministe et statistique

Les méthodes traditionnelles d'évaluation des quantités d'eau disponibles sont insuffisantes et souvent mal adaptées face à la complexité des problèmes suscités par les usages conflictuels de la ressource eau. L'amélioration de ces méthodes, et le développement de méthodes tenant mieux compte des divers aspects de la gestion intégrée, nécessitent une meilleure connaissance des phénomènes hydrologiques pour améliorer la représentation des processus impliqués.

Dans ce cadre, les activités de recherche portent sur les sujets prioritaires suivants:

- la modélisation déterministe permettant d'effectuer la simulation et la prévision des écoulements en tout point d'un bassin versant en tenant compte des éléments du bilan hydrologique et des caractéristiques du bassin;
- la comparaison par simulation des lois statistiques adaptées aux crues des rivières du Québec afin d'en déterminer la distribution la plus adéquate;
- le développement et l'application de techniques statistiques de rationalisation des réseaux hydrologiques, (données météorologiques, hydrométriques et de qualité de l'eau), afin d'optimiser l'acquisition de l'information en fonction des objectifs visés;
- l'analyse rationnelle des informations fournies par la télédétection en vue d'améliorer la connaissance de la variation spatiale de phénomènes hydrométéorologiques et hydrologiques.

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

ASHKAR, F.

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, perte 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 se 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: Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada - Dépenses courantes

### 3.1.2 Utilisation de distributions statistiques et de techniques d'ajustement pour l'analyse des crues

BOBÉE, B.

L'étude statistique des débits de crue revêt une grande importance tant pour la construction d'ouvrages hydrauliques que pour le contrôle des inondations. A travers le monde, de nombreuses lois sont utilisées en considérant différentes techniques d'ajustement. Cette recherche porte sur les principales lois reconnues d'intérêt par les agences gouvernementales (Pearson 3 et Log-Pearson 3 aux Etats-Unis; Gamma généraliste en Russie et lois d'Halphen utilisées en France). On considère également la loi Gamma inverse ( $1/x$  suit une loi Gamma) qui est utilisée dans l'approche Bayésienne.

On vise dans cette étude à:

- a) compléter l'étude théorique des propriétés mathématiques et statistiques de ces lois lorsque ces résultats ne sont pas encore connus;
- b) examiner pour ces différentes lois, l'intérêt et l'applicabilité de méthodes d'ajustement classique et proposées plus récemment;
- c) examiner l'intérêt à l'approche Bayésienne (qui tient compte d'informations à priori) pour la prise de décision en situation de risque, en particulier pour l'étude des crues et le contrôle des inondations.

Le but est, pour chaque loi retenue, de déterminer par simulation en comparant les différentes techniques d'ajustement possibles, celle qui conduit aux meilleurs résultats. Les nombreuses simulations effectuées tiendront compte de la taille des échantillons et des gammes de variation des paramètres des lois ainsi que des méthodes d'ajustement.

Dans une autre étape, on effectuera, sur des données réelles provenant de stations hydrométriques dans le monde, la comparaison des différentes lois en utilisant pour chacune la technique d'ajustement retenue dans l'étape précédente.

Financement: Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada - Dépenses courantes

### 3.1.3 Modélisation statistique et régionalisation des crues au Canada

BOBÉE, B., ROUSSELLE, J.<sup>1</sup>, ASHKAR, F., EL-JABI, N.<sup>1</sup>, HDANG, V.D.<sup>1</sup> et NGUYEN, V.<sup>1</sup>

La planification des ouvrages de contrôle, l'amélioration des techniques de prévision, l'opération rationnelle des réservoirs, la connaissance et la prévention des inondations nécessitent une estimation des caractéristiques de crues. Cette estimation doit être la plus précise possible afin d'éviter une surestimation des crues (coûts élevés) ou une sous-estimation des crues (risques élevés, pertes de vie humaine, etc.). Afin de réaliser cet objectif, l'approche statistique, qui comprend les lois de distribution et le modèle de dépassement, est un instrument privilégié pour l'estimation des caractéristiques de crues (pointe et débit de période de récurrence).

Les nombreux travaux déjà effectués montrent qu'il est encore possible d'améliorer sensiblement, à partir de recherches théoriques, l'estimation des caractéristiques de crues, ce qui justifie la poursuite des études. Après avoir effectué le choix des stations hydrométriques représentant les différents régimes hydrologiques au Canada, les données de débits de crues seront alors utilisées avec les développements théoriques et les travaux complémentaires reliés aux lois Pearson type 3, log-Pearson type 3, Gamma généralisée et de Halphen. Par la suite, le modèle des dépassements, qui utilise tous les débits supérieurs à un débit de base, fera l'objet d'études théoriques sur ce débit, sur la loi exponentielle qui caractérise les dépassements et sur le nombre et la délimitation de saisons à utiliser. Le tout sera appliqué sur les stations hydrométriques choisies. Finalement, des méthodes de transfert d'information qui nécessitent la connaissance de caractéristiques physiographiques seront utilisées pour obtenir les caractéristiques de crue à des sites non jaugés en partant de sites jaugés.

Le but de ce projet est d'obtenir une meilleure caractérisation régionale des crues. Une meilleure connaissance des crues permettra une conception plus économique et une gestion plus rationnelle des ouvrages de retenue se traduisant par une prévention plus efficace des inondations.

Pour la réalisation de ce projet, la première étape consistera à effectuer le choix des stations hydrométriques pour lesquelles une analyse des données sera entreprise. Ensuite la recherche se développera selon trois volets:

Volet A: Lois statistiques, soit la recherche du meilleur ajustement statistique des séries chronologiques des débits de crues en se servant des principales lois de distributions statistiques qui sont surtout utilisées pour ces débits.

Volet B: Modèle de dépassement, soit la recherche de distribution des séries chronologiques à durée partielle de débits de crues basée sur la théorie des valeurs extrêmes.

Volet C: Transfert de l'information, soit la recherche des méthodes de transposition des caractéristiques de crues d'un bassin jaugé à un bassin non jaugé en introduisant les caractéristiques physiographiques afin de régionaliser l'information acquise.

L'application des trois volets énumérés précédemment nécessitera la connaissance des débits de crue à un certain nombre de stations hydrométriques au Canada représentant les différents régimes hydrologiques. Dans une première étape, on effectuera le choix des stations à retenir selon les critères suivants: qualité des données, longueur des séries, représentativité des régimes hydrologiques, etc.

Financement: Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada - Thématique

<sup>1</sup> Projet réalisé en collaboration avec l'École Polytechnique de Montréal

### 3.1.4 Étude statistique des débits des rivières. Estimation des volumes d'apports et des débits de période de retour T (sites jaugés et sites non jaugés)

BOBÉE, B., LALUMIÈRE, G.<sup>1</sup>, et ASHKAR, F.

L'Alcan a recueilli, depuis 1943 jusqu'à ce jour, des données hydrologiques journalières des divers bassins de son système hydro-électrique au Saguenay-Lac St-Jean d'une puissance installée de 1980 mégawatts. Pour certains bassins, ces données sont disponibles depuis 1913. L'INRS-Eau a développé des méthodes d'ajustement des lois Pearson et Log Pearson type 3 aux débits de crue (subvention CRSNG individuelle (B. Bobée)). Dans ce projet on vise à appliquer ces méthodes et à développer des méthodes similaires pour la loi gamma généralisée aux données de crue de l'Alcan pour déterminer en particulier les débits de période donnée T et les intervalles de confiance associés. La connaissance de ces débits est importante pour la conception et la gestion des ouvrages hydrauliques et l'évaluation des risques d'inondation. On examine aussi l'application des méthodes d'ajustement et lois statistiques, ce qui

constitue une recherche originale: - aux volumes d'apport (période demi-mensuelle, mensuelle saisonnière et annuelle) afin de permettre une gestion plus rigoureuse des ressources (les volumes étant estimés avec plus de précision) - aux débits d'étiage afin de permettre une meilleure évaluation des risques de défaillance énergétique. On envisage également dans cette étude le transfert d'information des sites jaugés aux sites non jaugés, en particulier en ce qui concerne les débits de période de retour T ainsi que l'extension d'une série de données courte à un site à partir de la connaissance d'une série longue à un ou plusieurs sites voisins. Dans ces deux projets, on vise à élaborer des méthodologies qui seront transférées à l'Alcan qui pourra les utiliser de manière systématique. Dans le cas de l'ajustement des lois statistiques aux débits, on prévoit utiliser les résultats des travaux de notre équipe pour élaborer dans ce projet un programme d'estimation automatique des caractéristiques de débit (crue, étiage) faisant intervenir les lois statistiques et les méthodes d'ajustement qui conduisent aux meilleures estimations. Ce programme de calcul accompagné d'un manuel de l'utilisateur sera fourni à l'Alcan en langage FORTRAN et en langage BASIC (micro-ordinateur) pour utilisation sur les ordinateurs de l'Alcan.

Financement: Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (Université - Industrie, INRS-Eau et Alcan)

<sup>1</sup> Projet réalisé en collaboration avec la Société d'électrolyse et de chimie Alcan Limitée

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

CLUIS, D. et LABERGE, C.

Ce projet cherche à préciser les propriétés et conditions d'application des coefficients d'autocorrélation dans l'interprétation des séries de temps hydrologiques. Par des techniques de simulation, on a généré des séries synthétiques où la variable simulée est décomposée en un élément de tendance, une partie périodique et une partie aléatoire; la répartition de ces trois composantes permet de simuler de façon réaliste la série réelle à modéliser.

On a étudié les biais introduits, en pratique, dans le calcul des autocorrélations par la taille réduite des échantillons et l'existence de valeurs manquantes. Plusieurs estimateurs de valeurs manquantes (estimateur moyenne générale, estimateur moyenne locale, compression de la série) ont été étudiés théoriquement et leurs biais théoriques déterminés; les biais résiduels ont été évalués et comparés dans toute la gamme des coefficients d'auto corrélation positifs. Des conclusions pratiques ont été tirées pour l'application du test d'indépendance d'Anderson dans le cas de séries incomplètes où les valeurs manquantes sont estimées par les estimateurs précédents.

Actuellement, deux études sont en cours: l'une a pour but de préciser l'influence sur la persistance d'une série de l'interpolation linéaire et de l'aggrégation de données; ce sont des transformations souvent effectuées en pratique pour établir un pas de temps commun à deux séries de temps et extraire une information nouvelle (p.e. le débit massique vs les débits et les concentrations). La deuxième vise à déterminer s'il est possible de donner une définition statistique des saisons hydrologiques basée sur les différences de persistance; cette étude s'effectue sur les rivières Bell et Eaton.

On sait que les tests de tendance sont des hypothèses de normalité et d'indépendance; or, il est relativement facile de normaliser, par exemple par des transformations de type Box-Cox, les distributions des séries chronologiques de l'hydrologie quantitative et qualitative; par contre, on sait peu de choses sur l'influence de l'autocorrélation sur ces tests, malgré quelques développements dans ce sens par Lettenmaier. L'étude prévue cherchera donc à tester par simulation la robustesse des tests statistiques non paramétriques au non-respect de l'hypothèse d'indépendance et à comparer leurs puissances à celle de techniques d'inertie comme les doubles-masses et les fonctions CUSUM.

Financement: Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada - Dépenses courantes

### 3.1.6 Couplage quantité-qualité du modèle hydrologique déterministe CEQUEAU et de modèles de transport et d'évolution en rivière des charges reliées aux paramètres contrôlant la productivité biologique (azote, phosphore et matière organique)

CLUIS, D., COUILLARD, D., COUTURE, P., JONES, H.G., MORIN, G. et GAUTHIER, J.M.

L'objectif de cette recherche est de développer une modélisation conceptuelle déterministe permettant de relier l'environnement physique à la qualité de l'eau, et plus spécialement aux paramètres sensibles dans nos conditions climatiques. Il faut noter que l'échelle de temps la plus fine à laquelle nous travaillons est la journée, ce qui est compatible avec la taille des carreaux utilisés dans la discrétisation du territoire du bassin versant, mais revient, pour certains paramètres particulièrement mobiles de l'environnement, comme le phosphore, à ne considérer que la composante basse-fréquence de leur variabilité. Comme il s'agit de modèles de processus et non de modèles statistiques reflétant des données historiques, ce type de modélisation est apte à relier de façon globale les causes et les effets et permettra donc de prévoir les conséquences des aménagements résultant du Programme d'assainissement d'Environnement Québec. De plus, ce sera un outil bien adapté à la procédure d'étude d'impacts prévue dans le cas d'aménagements majeurs. Il pourra être amélioré au fur et à mesure que des développements significatifs seront rapportés dans la littérature, quant aux connaissances de base sur les processus tels qu'ils se produisent dans nos conditions climatiques et hydrogéologiques.

Financement: Fonds FCAR - Équipes

### 3.1.7 Développement méthodologique pour évaluer l'évolution de la qualité de l'eau du Saint-Laurent après 10 ans d'effort d'épuration

CLUIS, D., B. BOBÉE, C. LABERGE et D. HOULE

Ce projet vise à développer une méthodologie pour l'analyse temporelle des données disponibles du fleuve Saint-Laurent relatives à la qualité de ses eaux et aux charges polluantes rejetées par les industries réglementées. Ce type d'analyses n'a jamais été réalisé sur les données du fleuve Saint-Laurent, ce qui empêche de porter un jugement sur l'évolution temporelle de la qualité de l'eau de ce cours d'eau très important. Nous proposons le développement d'un logiciel comportant des tests non-paramétriques les plus récents et les mieux adaptés à ce type de données; ensuite, après caractérisation des séries à étudier, nous pourrions porter un jugement sur l'évolution temporelle des séries analysées. Ceci permettra aux gestionnaires d'évaluer l'efficacité des interventions passées. Enfin, nous implanterons les programmes développés auprès du ministère-client afin qu'il puisse effectuer lui-même à l'avenir ce type d'analyses.

Financement: Environnement Canada - Contrat

### 3.1.8 Modèle de prévision de fonte de neige utilisant la télédétection, intégré à un logiciel interactif sur micro-ordinateur

FORTIN, J.P.

Le projet a pour objectif global le développement d'un modèle de prévisions des ressources en eau, utilisant la télédétection, structuré en logiciel interactif sur microordinateur. Plus spécifiquement, la subvention service à 1) développer le sous-module NEIGE du module PRÉCIPITATION du modèle; 2) développer le sous-module MISE-À-JOUR-NEIGE du module PRÉVISION; 3) intégrer ces modules au modèle complet de prévision et les tester.

Le sous-modèle NEIGE sera conçu de manière à simuler l'ensemble des processus de chute, d'accumulation et

de fonte de la neige. On modélisera donc par exemple la distribution spatiale et la forme de précipitation (solide ou liquide), le tassement de la neige au sol, son albédo, sa température de surface et son bilan énergétique. Quant au sous-module MISE-À-JOUR-NEIGE, il sera conçu de façon intégrée et complémentaire au sous-module NEIGE. Il permettra de corriger au besoin les stocks de neige au sol afin d'améliorer la simulation des débits. Ces deux sous-modules seront intégrés au modèle complet de prévision et testés.

La réalisation du modèle de prévision permettra de tirer partie des techniques les plus modernes de prise de données (radar, télédétection) et de télétransmission de données in situ afin de préparer des prévisions hydrologiques plus précises visant tant à protéger les vies et les biens qu'à assurer une gestion optimale des ressources en eau à des fins hydro-électriques. En outre, le projet aboutira à la conception d'un logiciel interactif sur microordinateur.

Financement: Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada - Dépenses courantes

### 3.1.9 Intégration opérationnelle des précipitations estimées par radar et satellite à un modèle de prévision hydrologique modulaire interactif sur microordinateur

FORTIN, J.P.

Un algorithme de détection et de correction d'échos de montagne et d'échos provenant de propagation anormale ayant été développé au cours de la dernière année et s'étant montré très efficace et souple, l'objectif général de la présente demande est de le tester davantage et de l'adapter en vue d'une utilisation interactive sur microordinateur. Pour ce faire, de nouvelles données "instantanées", dont certaines d'un autre radar, seront utilisées. Au moins un autre bassin, celui de la rivière Eaton, sera aussi retenu pour les simulations hydrologiques, à part les deux sous-bassins déjà étudiés sur la rivière Yamaska. Enfin, une version interactive des programmes développés sera préparée pour acquérir et traiter les données de radar en temps réel en vue de leur utilisation opérationnelle.

L'algorithme développé permettra, une fois les statistiques sur les échos à une altitude donnée connues pour une région, de détecter et de corriger de façon automatique les échos indésirables pour des applications hydrologiques du radar, et ceci à partir d'un seul niveau CAPPI. Actuellement, aucune méthode opérationnelle n'a encore été retenue pour ce faire.

Financement: Environnement Canada, Service de l'Environnement atmosphérique

### 3.1.10 Modèle de prévision des ressources en eau, utilisant la télédétection structuré en logiciel modulaire interactif sur microordinateur

FORTIN, J.P., VILLENEUVE, J.P., POIVIN, L., PROULX, H., BENMOUFFOK, D., ISABEL, D. et SOCHANSKI, W.

Les objectifs poursuivis dans ce projet ont trait au modèle lui-même, à son support informatique et à son utilisation. Le premier de ces objectifs consiste à concevoir, programmer et intégrer dans un logiciel sur microordinateur, l'ensemble des modules composant le modèle (modules PHYSIOGRAPHIE, HYDROLOGIE, PRÉCIPITATION, ÉVAPOTRANSPIRATION, PRÉVISION, ENTRÉE-SORTIE, AIGUILLAGE). Le choix d'un microordinateur et de ses périphériques pour la phase de développement du modèle et la définition des caractéristiques nécessaires chez un microordinateur pour la version opérationnelle du modèle est le second objectif. Quant au troisième objectif, c'est la préparation d'un manuel d'utilisation.

Parmi les retombées escomptées, signalons que ce projet fournira au Québec un modèle pouvant tirer partie des techniques les plus modernes de prise de données au sol et par satellite et de télétransmission de données acquises in situ, de manière à préparer des prévisions plus précises. Des mesures plus adéquates de prévention pourront alors être entreprises, préservant davantage les vies humaines et les biens. Les opérations régionales seront aussi facilitées.



Le modèle sera conçu de façon modulaire, ce qui aura pour effet de permettre la poursuite de travaux en parallèle sur chacun des modules pendant la phase de développement et l'addition ultérieure d'autres modules. Les 7 modules prévus pour la première version opérationnelle du modèle (les modules PHYSIOGRAPHIE, HYDROLOGIE, PRÉCIPITATION, ÉVAPOTRANSPIRATION, PREVISION, OPTIMISATION, ENTRÉE-SORTIE et AIGUILLAGE) pourront être conçus indépendamment les uns des autres, seules devant être compatibles les entrées et les sorties.

Quant aux algorithmes utilisés dans chaque module, ils seront choisis de manière à permettre diverses options de calcul en fonction des données disponibles et du pas de temps désiré. On s'inspirera à la fois des modèles développés par les membres de l'équipe et de la littérature existant sur le sujet. Un organigramme sera préparé pour chaque module avant sa programmation.

Le choix d'un microordinateur tant pour la phase de développement du modèle que pour sa version opérationnelle se fera en conciliant les caractéristiques des microordinateurs offerts sur le marché et les caractéristiques voulues pour le modèle. Un manuel d'utilisation permettra enfin de tirer le meilleur parti possible du modèle.

Financement: Fonds FCAR - Actions spontanées

### 3.1.11 Calibration du modèle mathématique de gestion informatisée de l'irrigation

FORTIN, J.P.

Les travaux consistent à:

1. Diminuer le temps de calcul du programme actuel;
2. Évaluer l'erreur sur les mesures d'humidité avec la sonde à neutrons et par thermogravimétrie;
3. Choisir les facteurs de conversion des humidités des comptes neutroniques en % B.S. à l'aide des données de calibration obtenues en 1986;
4. Évaluer les valeurs EIR/EIP pour les jours sans pluie en 1984, 1985, 1986 pour les parcelles de Baie-Comeau et Notre-Dame-de-la-Paix;
5. Évaluer l'intensité des précipitations à l'aide de données horaires de l'aéroport de Québec;
6. Améliorer l'évaluation de l'infiltration de la pluie;
7. Essayer le modèle avec d'autres formules de calcul de l'EIR;
8. Analyser la sensibilité du modèle aux différents paramètres;
9. Définir la précision du modèle pour fin de gestion d'irrigation, cette précision pouvant varier au cours de la saison et en fonction du déficit en eau;
10. Mettre le modèle au point pour fins de prédiction de temps réel et faire des essais;
11. Proposer une méthodologie pour le choix des paramètres de sol pour chaque production (échantillonnage) au niveau d'un champ complet;
12. Rédiger un guide d'utilisation du programme pour les usagers.

Financement: Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec - Contrat

### 3.1.12 Analyse d'images infrarouges thermiques pour la validation d'un modèle à éléments finis sur le fleuve Saint-Laurent

FORTIN, J.P.

Le contrat concerne la télédétection aéroportée et le traitement d'images du fleuve St-Laurent dans la région de Grondines dans le cadre de l'étude portant sur l'évaluation des impacts potentiels sur le poulamon atlantique à la traversée du fleuve St-Laurent de la ligne Radisson-Nicolet-des-Cantons.

Financement: TAO Simulations Inc. - Contrat

### 3.1.13 Modèle paramétrique conceptuel de la qualité de l'eau.

MORIN, G.

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: Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada - Dépenses courantes

### 3.2 Assainissement

Des investissements importants sont consacrés chaque année au développement des systèmes d'assainissement des eaux usées. L'implication de l'INRS-Eau dans ce secteur se situe au niveau de la rationalisation des décisions et des aménagements en milieu urbain.

Dans ce cadre, les activités de recherche portent sur les sujets prioritaires suivants:

- l'étude de faisabilité, des performances et de la commande optimale des procédés d'assainissement des eaux usées dans le contexte du climat québécois;
- les problèmes créés par les effluents domestiques et/ou industriels au niveau des traitements anticipés;
- l'influence des substances toxiques (métaux lourds) sur les traitements conventionnels des municipalités;
- la traitabilité des eaux usées industrielles;
- la revalorisation et le recyclage des rejets.

Malgré les orientations confirmées dans le nouveau plan sexennal, il a été impossible de débiter comme prévu les activités portant sur l'assainissement. Le candidat recruté par l'INRS-Eau qui occupera le poste de professeur en assainissement ainsi que le reste de l'équipe ne devraient être en place au Centre qu'au début de 1986. Toutefois, certains projets concernant la gestion en assainissement font l'objet d'études à l'intérieur du programme Méthodologies d'aménagement et de gestion de la ressource eau.

#### 3.2.1 Effets toxiques sur un système de traitement traditionnel

COUILLARD, D. et GARIEPY, S.

Les usines de traitement biologique conventionnelles ont souvent à absorber des apports subits (dits effets chocs), provenant d'eau industrielle. La biomasse, dans la plupart des cas, est victime soit d'une tuerie collective par empoisonnement dû aux toxiques, soit d'un lessivage drastique, auquel 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 traitements biologiques. De plus, cette stratégie constituera une source de fiabilité d'opération améliorée des stations biologiques existantes au Québec et une meilleure co-gestion des rejets municipaux et industriels permettant aux stations traditionnelles de traitement des eaux usées d'absorber des charges chocs d'effluents industriels.

Financement: Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada - Dépenses courantes

### 3.2.2 Valorisation des boues de traitements biologiques: Extraction des métaux traces dans les boues de traitements biologiques

COUILLARD, D., TRAN, F.T.<sup>1</sup>, TYAGI, R.D., CHAHAL, D.S.<sup>2</sup> et ISHAQUE, M.<sup>2</sup>

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 par la santé publique sont associés à l'assimilation des métaux par les plantes et à l'accumulation subséquente dans la chaîne alimentaire. De plus, il existe un risque de transport des métaux lourds des boues résiduelles vers les eaux souterraines et de surface. Cette contamination des eaux peut se produire facilement grâce au ruissellement direct et aux réseaux de drainage. Enfin, de fortes concentrations de métaux dans les sols sont une nuisance pour la croissance des cultures. Par conséquent, des techniques peu coûteuses de décontamination des boues doivent être développées pour en extraire les métaux et les éliminer sécuritairement.

Les objectifs de cette proposition 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: Subvention réseau de l'Université du Québec

<sup>1</sup> Centre québécois de valorisation de la biomasse

<sup>2</sup> Institut Armand Frappier

### 3.2.3 Étude pilote d'une usine de traitement biologique faisant face à des apports subits d'eau de ruissellement et industriel

COUILLARD, D., TYAGI, R.D. et D'AMOURS, F.

Le but principal de ce projet de recherche est d'arriver à établir, à l'aide d'un laboratoire-pilote (voir schéma joint) déjà existant à l'INRS-Eau, une stratégie de manœuvres de contrôle à effectuer lorsqu'une usine de traitement biologique est soumise à des apports subits (ou effets-chocs) d'eau de ruissellement contenant des toxiques (métaux lourds, pesticides) et d'eau industrielle riche en substrat organique.

Les retombées prévues se retrouvent surtout dans 1) 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) dans 2) une meilleure gestion des toxiques, évitant l'inefficacité causée par l'empoisonnement de la biomasse, et dans 3) une meilleure co-gestion des rejets municipaux et industriels permettant aux usines traditionnelles d'absorber des charges-chocs calculées d'effluents industrielles.

Financement: Fonds FCAR - Actions spontanées

### 3.2.4 Valorisation des boues de la Communauté Urbaine de Québec

COUILLARD, D.

Le mandat d'étude de pré faisabilité en vue de la valorisation des boues des stations d'épuration des eaux de la Communauté Urbaine de Québec comporte les activités suivantes:

- identification des caractéristiques des divers procédés
- applicabilité des procédés au cas de la CUQ
- identification des potentiels et contraintes: nature des boues, réglementation existante, conditions du milieu, aspects économiques et autres
- pré-sélection des procédés.

Financement: Environnement Québec - Contrat en collaboration avec le Groupe Poulin, Thériault Limitée

### 3.2.5 Avis scientifique et technique sur l'extraction de métaux lourds en vue de la valorisation des boues d'épuration biologiques

COUILLARD, D.

Par la mécanique de cet avis technique, le CQVB veut cerner grossièrement la problématique posée au Québec par la présence des métaux lourds dans les boues provenant de traitements biologiques des effluents urbains, industriels ou agricoles, et envisager par après les potentiels d'utilisation de ces boues détoxifiées.

Financement: Centre québécois de valorisation de la biomasse - Contrat

### 3.2.6 Comparaison de la performance des lits fluidisés et des biodisques sur la nitrification et la dépollution des effluents hautement chargés en matière organique et en azote

TRAN, F.T.

Ce projet consiste en une tentative de valorisation des rejets à forte teneur en produits organiques et en azote. Cette valorisation vise:

- l'utilisation des boues d'épuration pour fins agricoles en passant par l'enlèvement des métaux lourds par voies biologiques (Thiobacillus ferrooxidans);
- la production de protéines à partir des boues (rejets) d'abattoir (compagnie Alex Couture) par traitement thermophile aérobie;
- la nitrification des boues d'épuration et du purin de porc.

Le bioréacteur à lit fluidisé est du type à air pulsé et spécifiquement conçu à l'INRS-Eau. Les biodisques sont du type à cage et à oxydation étagée.

Financement: Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada

### 3.2.7 Impact des métaux lourds dans les processus d'assainissement

TYAGI, R.D.

Les objectifs du projet sont:

- a) l'évaluation de la digestion anaérobie à deux phases suite aux nouvelles expériences récentes sur la phase acidification et OHPA-bactérie;
- b) l'évaluation de la digestion de boues par rapport aux types de bioréacteurs pour minimiser le HRT;
- c) l'étude des effets toxiques des métaux dans la digestion anaérobie à deux phases et leur distribution dans diverses phases par rapport à quelques paramètres des processus (taux de dilution, charges organiques, agents chélateurs);
- d) l'étude de la charge-choc des métaux, des charges organiques, des agents chélateurs et l'analyse de la stabilité des processus;
- e) l'étude de l'élimination des métaux dans les boues digérées par lessivage bactérien (optimisation des conditions des processus, extraction extracellulaire et intracellulaire des métaux, rôle des cultures mixtes dans l'extraction des métaux);
- f) développement du taux d'expression cinétique pour la digestion et pour le procédé d'extraction de métaux afin de formuler le contrôle des processus et le concept des bioréacteurs.

Financement: Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada - Dépenses courantes

### 3.2.8 Avis technique sur la valorisation du lactosérum

TYAGI, R.D.

Les déchets de produits laitiers et plus particulièrement le petit lait ont été évalués par rapport à la quantité disponible au Québec et au Canada, ainsi qu'à leur potentiel de pollution. Les méthodes courantes pour la disposition et l'élimination (épandage sur les sols, poudre de petit lait, nutrition animale, sous-produits) sont discutées. Quelques cas industriels de gestion du petit lait au Québec sont aussi inclus. Nous avons identifié un certain nombre d'options disponibles pour la récupération de protéines par des produits d'ultra-filtration et de fermentation (éthanol, protéine, produits de lactose hydrolysée, vitamines, acides organiques et solvants, huiles et gras, nutrition animale, 2,3 - butanediol, résines, polysaccharides, etc.) à partir de perméates. Nous présentons un aperçu de la recherche actuelle sur l'utilisation du petit lait pour ces produits au point de vue économique.

Financement: Centre québécois de valorisation de la biomasse - Contrat

### 3.3 Effets de l'utilisation et de l'aménagement des ressources naturelles sur la dynamique des processus chimiques et biologiques en milieu aquatique

Afin de mieux comprendre la dynamique des processus biologiques des eaux naturelles et de préciser l'impact de l'activité humaine sur ces processus, l'INRS-Eau vise à développer et à appliquer des méthodologies propres à mieux déterminer les interrelations entre la productivité biologique des eaux et leurs caractéristiques physiques, chimiques et biologiques. Les connaissances ainsi acquises serviront à l'évaluation des répercussions de l'urbanisation ainsi que de l'exploitation de l'eau, des forêts, des sols et du sous-sol, sur le milieu aquatique.

Dans ce cadre, les activités de recherche portent sur les sujets prioritaires suivants:

- la détermination, dans un bassin versant, de relations entre l'utilisation du territoire, les apports allochtones et la qualité des eaux qui s'y trouvent;
- l'étude du cycle des substances nutritives (ex.: carbone, azote, phosphore) et toxiques (ex.: métaux traces) en milieux aquatiques (ex.: précipitations, eaux, sédiments);
- la caractérisation de la matière organique (labile ou réfractaire) trouvée dans les eaux naturelles, ainsi que l'étude de ses rôles écologiques;
- l'étude des mécanismes d'action de certains facteurs physiques, chimiques et biologiques sur le comportement physiologique des organismes aquatiques.

La réalisation de ce programme de recherche implique, entre autres, la mise au point de nouvelles méthodes analytiques (analyses physico-chimiques; bioessais), l'élaboration de modèles mathématiques pour la simulation thermodynamique ou cinétique de processus importants dans les eaux naturelles, ainsi que le développement de techniques pour la manipulation du milieu in situ (limnocorax) et pour la simulation du milieu en laboratoire.

#### 3.3.1 Métaux traces: rôles à l'échelle communautaire des eaux du bouclier canadien

AUCLAIR, J.C.

Lors de la saison estivale 1984, nous avons essayé d'évaluer la quantité d'orthophosphate pouvant se lier à la matière organique de lacs possédant des concentrations d'acides humiques (AH) variables. Les résultats ont démontré qu'il n'y avait pas de formation de colloïde de phosphore aux concentrations ambiantes d'orthophosphate, mais lorsque celle-ci était augmentée à 100 µg/L la formation d'un colloïde a été perçue dans certains lacs possédant des concentrations élevée en AH. Compte tenu des faibles concentrations d'orthophosphate dans la plupart des lacs du bouclier canadien, ces expériences suggèrent que la perte d'orthophosphate par réaction abiotique est négligeable. Le contrôle du phosphore dans l'épilimnion de ces lacs est donc entièrement biologique.

Financement: Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada - Dépenses courantes

#### 3.3.2 Mise au point de méthode de production de phytoplancton marin et de procédé de transformation comme source de produits de chimie fine

AUCLAIR, J.C.

Par la mécanique de cet avis technique, le Centre québécois de valorisation de la biomasse veut cerner grossièrement les possibilités de production de phytoplancton marin en vue de leur transformation.

L'identification des méthodes de production et des procédés de transformation du phytoplancton sera nécessaire à l'identification d'opportunité de commercialisation de sous-produits de chimie fine destinés aux ingrédients pharmaceutiques et alimentaires.

Pour réaliser ce projet, il s'agit de:

1. Définir le phytoplancton marin et situer brièvement les différentes catégories exploitables et non exploitables connues ainsi que les sous-produits possibles et leur utilisation.
2. Présenter l'état de la situation concernant les travaux récents ayant trait à l'exploitation de phytoplancton marin à l'état naturel, les méthodes existantes de cultures contrôlées (bassins et autres), les procédés de transformation (au Québec et ailleurs).
3. Donner une brève description des méthodes d'opérations et commenter dans la mesure du possible les goulots d'étranglement rencontrés.

Financement: Centre québécois de valorisation de la biomasse - Contrat

### 3.3.3 Comportement géochimique de l'aluminium dans les eaux courantes de la Côte-Nord

CAMPBELL, P.G.C., HANSEN, H. et DUBREUIL, B.

Cette recherche, qui se greffe à une étude générale menée par le ministère des Pêches et Océans, fournit des renseignements complémentaires en ce qui concerne la spéciation de l'aluminium. Elle a comme objectif spécifique de suivre les changements de spéciation d'aluminium survenant dans l'eau des rivières Trinité et Aux Rochers au cours de la fonte des neiges (1986), et de fournir des données saisonnières de spéciation d'aluminium pour 15 autres rivières de la Côte-Nord.

Au cours de l'hiver et du printemps 1986 (13 janvier → 1 juin), aux stations d'échantillonnage déjà choisies par le ministère sur les rivières Trinité (1 site) et Aux Rocher (2 sites), des échantillons (1 L) sont prélevés par le technicien de terrain du ministère et envoyés sur glace au laboratoire de l'INRS-Eau à Québec. De plus, à quatre occasions au cours de 1986, le personnel du ministère a prélevé un échantillon d'eau dans chacune des 15 rivières de la Côte-Nord qui font partie du réseau de surveillance du ministère.

À chaque occasion, la spéciation de l'aluminium a été déterminée dans les meilleurs délais après la réception des échantillons d'eau à Québec. Les mesures de spéciation ont été réalisées selon des méthodes mises au point dans notre laboratoire et ailleurs. Ces méthodes font appel à des opérations comme la séparation physique (filtration; dialyse), l'échange ionique, la complexométrie (catechol violet) et la photo-oxydation. Elles permettent de différencier entre l'aluminium particulaire, l'aluminium dissous non-échangeable (inorganique et organique) et l'aluminium dissous échangeable ( $Al^{+3}$ ; hydroxo-complexes; fluoro-complexes; sulfato-complexes). La distribution de l'aluminium parmi ses différentes formes échangeables se calcule à partir des valeurs de pH, de  $[F]_T$  et de  $[SO_4]_T$ , à l'aide d'un modèle mathématique rendant compte des équilibres chimiques impliqués.

Financement: Pêches et Océans Canada - Contrat

### 3.3.4 Spéciation chimique de certains métaux présents dans les aérosols atmosphériques

CAMPBELL, P.G.C. et A. TESSIER, A.

Le présent projet a comme objectif la mise au point d'une méthodologie analytique simple pour déterminer la spéciation chimique de certains métaux présents dans les aérosols atmosphériques. Des échantillons



d'aérosol ambiant, prélevés à des stations météorologiques urbaines ainsi qu'à des stations localisées en milieu éloigné, sont soumis à une digestion complète ( $\text{HClO}_4/\text{HF}$ ), afin de doser les teneurs totales en métaux (Al, Fe, Mn, V, Cd, Cu, Ni, Pb, Zn), ainsi qu'à une série de lessivages sélectifs, afin de déterminer l'extractabilité de ces mêmes métaux et d'évaluer ainsi leur association chimique. La connaissance de cette spéciation des métaux présents dans les aérosols atmosphériques renseigne sur la disponibilité biologique potentielle de ces contaminants, sur leur origine, ou encore sur l'origine de l'aérosol lui-même.

Financement: Environnement Canada, Service de l'environnement atmosphérique

**3.3.5 Étude de la faisabilité de l'emploi d'algues filamenteuses comme indicateur biologique de la présence d'aluminium et de manganèse dans les milieux acidifiés**  
(Field application algal monitor for Al, Mn and Hg mobilization in surface waters susceptible to long range transport of atmospheric pollutants: Université de Toronto)

CAMPBELL, P.G.C., STOKES, P.M.<sup>1</sup>, BESNER, L.D. et RANG, S.<sup>1</sup>

Dans les bassins versants situés sur le Bouclier canadien et soumis à des précipitations acides, on note souvent une mobilisation de métaux du milieu terrestre vers le milieu aquatique (Mn, Zn et surtout Al). Plusieurs conséquences biologiques de cette mobilisation épisodique peuvent être envisagées; pour un métal donné, les effets biologiques réels dépendront, entre autres, des formes de métal présentes dans le milieu, c'est-à-dire de sa "spéciation".

Ce projet conjoint (Université de Toronto, Institut pour les Études environnementales) a pour objectif une évaluation du potentiel des algues filamenteuses comme moniteurs de la biodisponibilité de l'aluminium et du manganèse dans des lacs acides. En effet, certaines algues filamenteuses (ex.: Mougeotia sp.) tolèrent bien les conditions acides et les teneurs élevées en métaux qui accompagnent cette acidité.

Ayant déjà réussi à isoler une telle souche de Mougeotia et à la cultiver en conditions axéniques, nous nous en servons pour étudier la bioaccumulation de l'aluminium et du manganèse au laboratoire, à court terme ( $\rightarrow$  24 h), en différenciant entre le métal adsorbé à la surface d'algue et le métal intracellulaire. Une fois que nous aurons déterminé le mode d'assimilation en laboratoire, et élucidé les relations entre le pH, la spéciation des métaux en solution et leur biodisponibilité, nous nous proposons d'employer l'algue dans les eaux naturelles comme indicateur biologique de la présence de l'aluminium et/ou du manganèse "biodisponibles".

Financement: Environnement Canada, Direction des Eaux intérieures et Ministère des Affaires intergouvernementales du Québec, Coopération universitaire Ontario-Québec

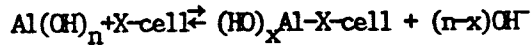
<sup>1</sup> Université de Toronto, Institut pour les Études environnementales

**3.3.6 Spéciation et biodisponibilité de l'aluminium dans les eaux naturelles**

CAMPBELL, P.G.C., et PARENT, L.

La mobilisation de l'aluminium, du manganèse et du zinc constitue probablement la réponse géochimique aux précipitations acides la mieux établie. Il est logique de supposer que le destin géochimique et la disponibilité biologique de ces métaux (et donc leur impact environnemental) dépendent de leur spéciation, ce qui explique notre intérêt à développer des méthodes analytiques pour déterminer la spéciation de ces métaux dans les eaux naturelles, et à élucider les relations existant entre les formes de métal présentes et leurs effets biologiques.

Le présent projet a pour objectif de relier la spéciation d'un de ces métaux (Al) dans les eaux naturelles à sa biodisponibilité. Dans un premier temps, en employant des eaux synthétiques de composition connue et des organismes tests aquatiques, on vérifie si un modèle simple, conçu pour expliquer l'interaction de métaux autres que l'aluminium avec des organismes aquatiques, peut également expliquer la bioaccumulation et la toxicité de l'aluminium. Si les déficiences anticipées de ce modèle se confirment, nous comptons tester jusqu'à quel point sa révision pour inclure la forme  $[(HO)_xAl-X-cell]$  pour expliquer la réponse biologique, c'est-à-dire:



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: Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada - Dépenses courantes

### 3.3.7 Prédiction de la biodisponibilité de métaux traces présents dans les sédiments des eaux douces

CAMPBELL, P.G.C., CARIGNAN, R. et TESSIER, A.

L'objectif global est de prédire la disponibilité biologique de divers MT 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, on vise à:

- a) élucider les mécanismes de prise en charge ("uptake") de métaux dans les sédiments, et déterminer l'importance relative des deux voies de bioaccumulation possibles (prise en charge directement à partir de l'eau interstitielle vs ingestion de sédiment);
- b) développer des méthodes prédictives des teneurs en métal chez les organismes benthiques.

Nous proposons, comme hypothèse clé à vérifier, que la prise en charge du métal via l'eau interstitielle est la voie d'entrée la plus importante. La vérification de cette hypothèse simplificatrice revêt une importance cruciale dans le développement de méthodes prédictives.

Financement: Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada - Thématique

### 3.3.8 Influence de l'acidification des lacs sur le lessivage de métaux traces des sédiments

CARIGNAN, R.

L'objectif principal de ce projet est de caractériser et de quantifier le lessivage de métaux traces des sédiments de lacs en voie d'acidification. Les taux de lessivage de Fe, Mn, Al, Cu, Cd, Pb, Zn seront calculés à partir de mesures in situ de gradients de concentrations existant dans l'eau interstitielle, au niveau de l'interface eau-sédiment. L'influence du pH, de la présence d'oxyhydroxydes superficiels de Fe et Mn, et du pouvoir tampon des sédiments sur le lessivage de métaux traces des sédiments (ou sur leur immobilisation) est étudiée. Finalement, des modèles diagénétiques permettant de décrire le phénomène d'acidification de sédiments en contact avec des eaux acides et le lessivage de métaux traces des sédiments sont élaborés. Ces modèles nous permettent de prédire l'effet d'augmentation ou de diminution des apports d'acide sur la remise en circulation de métaux traces dans les sédiments. Le lessivage de métaux traces toxiques peut avoir des conséquences désastreuses pour les écosystèmes aquatiques. Ces études nous permettent de mieux comprendre l'impact des pluies acides sur ces systèmes.

Financement: Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada - Dépenses courantes

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

CARIGNAN, R. et TESSIER, A.

Ce projet vise principalement à 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: 1- la quantification des principaux réservoirs de soufre dans la végétation, les sols, les sédiments, les eaux de surface et souterraines; 2- l'identification des principales formes chimiques en cause (sulfate en solution, adsorbé, soufre inorganique réduit, soufre organique lié au carbone, esters sulfatés), 3- la mesure des taux d'échanges ou des flux de soufre entre ces réservoirs, et 4- 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 - Général

### 3.3.10 Mode d'action de substances altérageènes au niveau communauté phytoplanctonique: une approche écotoxicologique

COUURE, P. et THOMPSON, P.A.

Les connaissances des effets des rejets de substances altérageènes au niveau des communautés phytoplanctoniques étant moins bien conceptualisées qu'au niveau plus simple des populations en laboratoire, il en résulte que les méthodes pour évaluer les risques environnementaux selon l'approche réductionniste ne sont pas adéquatement structurées. L'un des principaux facteurs contribuant à cette situation est que les connaissances pour définir l'état physiologique des différentes phases de croissance ou encore les taux de division cellulaire au niveau de la communauté restent fortement limitées. On vise donc à étudier le mode d'action de substances toxiques au niveau de la communauté par la détermination des taux de croissance (métabolisme général), des taux de fixation nette en C (anabolisme) et de la somme des nucléotides adénylates (catabolisme). On testera en outre l'hypothèse que  $\mu$ -DNA est représentatif de  $\mu$ -Chl et  $\mu$ -fixation nette de carbone.

Le développement méthodologique à l'aide de séries temporelles de mesures tiendra compte des effets de carence en éléments essentiels par l'emploi de microcosmes où un flux continu d'eau est forcé. Par ailleurs, dans des milieux fluviaux, notre approche permettra de comparer les réponses dans des enceintes environnementales à celles obtenues directement dans un tronçon de rivière pour des stations localisées en amont et en aval d'un rejet. On distinguera ainsi les effets liés au gradient des conditions naturelles propres au milieu fluvial qui interviennent sur le métabolisme de la communauté. Les connaissances acquises en écotoxicologie permettront aux gestionnaires d'améliorer la fiabilité des indicateurs biologiques utilisés dans des réseaux de contrôle et de surveillance de la qualité. Dans cette perspective les vitesses de diminution et de rétablissement des variables seront aussi considérées comme un substitut à une mesure directe des taux de croissance de la communauté.

Financement: Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada - Dépenses courantes

### 3.3.11 Sensibilité du saumon atlantique (stade alevins vésiculés) aux conditions physico-chimiques acides (présence et absence de l'aluminium)

COUTURE, P. et CAMPBELL, P.G.C.

L'effet du pH sur la toxicité et sur la bioaccumulation de l'aluminium par des alevins vésiculés de saumon atlantique (*Salmo salar*) a été étudié sous conditions physico-chimiques contrôlées. Les expériences ont été réalisées sous des conditions de pH et de température voisines de celles rencontrées lors du choc acide au printemps (pH 5). On a utilisé un système expérimental constitué de trois auges dans lesquels le pH et les concentrations d'aluminium étaient contrôlées quotidiennement. Durant une période de traitement (pH 5 avec ou sans aluminium) de 17 jours et une période de dépuración subséquente de 18 jours, on a suivi l'accumulation de l'aluminium et la survie chez les alevins de saumon. De plus une expérience d'extraction d'aluminium à l'EDTA a été réalisée afin de discriminer entre les quantités d'aluminium adsorbé et absorbé.

Les résultats démontrent une mortalité plus élevée quoique faible (6%) dans le milieu acide (pH 5) contenant de l'aluminium (135 µg/L). Cette mortalité peut être reliée à la forte prise en charge de l'aluminium par les alevins présents dans cette auge d'autant plus que 60% de l'aluminium pris en charge est extractible à l'EDTA, lequel est considéré ici comme étant adsorbé. De plus on note des concentrations plus élevées chez les alevins de petites tailles comparativement aux alevins de taille supérieure. Nos résultats démontrent également qu'il y a désorption de l'aluminium très tôt au cours de la période de dépuración. Les facteurs de concentration calculés par le rapport des concentrations moyennes en aluminium total pris en charge par les alevins mesurées dans le milieu sont plus faibles à pH 5. Ces résultats suggèrent qu'il y a compétition cationique entre les ions aluminium hydrogène pour leur adsorption sur les sites de liaison présents sur les alevins.

Financement: Pêches et Océans Canada - Contrat

### 3.3.12 Évaluation de la quantité de purin à épandre sur différentes classes texturales de sol afin de minimiser les effets sur la qualité des eaux de percolation

COUTURE, P., VISSER, S.A.<sup>1</sup>, CLUIS, D., CAILLIER, M.<sup>1</sup> et BLACKBURN, M.<sup>1</sup>

La disposition du purin de porc est devenue problématique au Québec depuis l'intensification de la production porcine. De ce fait, l'évaluation des répercussions environnementales sur le milieu aquatique de l'épandage, un moyen traditionnel de disposer du lisier, devrait être envisagée. En effet, une revue de l'état des connaissances dans ce domaine montre clairement que, selon les conditions d'application, le type de culture et le type de sol, l'épandage du purin de porc sur un champ agricole peut modifier la composition du sol, il existe peu de connaissances sur les effets avoisinants (Papineau, 1985). Cependant, il existe peu de connaissances sur les effets inhibiteurs ou stimulateurs des composés transportés sur les organismes aquatiques.

A. Hypothèses à court terme pour la première année:

- 1) l'épandage du lisier de porc constitue un danger au niveau de la qualité (fertilité, toxicité) des eaux de percolation pour l'environnement aquatique;
- 2) le degré de pollution est fonction de la classe texturale du sol et de la quantité de lisier appliquée.

B. Hypothèses à moyen terme pour la deuxième année:

vérification des hypothèses A.1 et A.2 sur les eaux de percolation provenant d'un champ ayant reçu différentes doses de purin et où on pratique la culture du maïs.

C. Hypothèses à partir de la troisième année:

- 1) l'épandage du lisier de porc modifie les propriétés chimiques et biologiques des eaux de percolation et altère la qualité du cours d'eau récepteur;
- 2) le degré d'altération du système aquatique récepteur est fonction de la dose d'épandage du lisier au sol.

Financement: Environnement Québec - Subvention

<sup>1</sup> Projet réalisé en collaboration avec l'Université Laval, Département des Sols

**3.3.13 Évaluation des procédures de bioessais canadiennes et américaines utilisées pour la caractérisation des systèmes complexes d'eaux usées**  
(Evaluation of Canadian and American bioassay procedures used in the assessment of complex wastewater (UP-E6-005))

COUTURE, P. et THOMPSON, P.A.

Ce sous-contrat consiste à assumer la direction scientifique du projet, à organiser et préparer les rencontres entre le Ministère de l'environnement du Québec, Environnement Canada et l'Agence de Protection de l'Environnement des États-Unis (U.S. Environmental Protection Agency) et à rédiger le rapport des activités.

Financement: Sous-contrat de Éco-Recherches (Canada) Inc.

**3.3.14 Analyse et interprétation de données de production primaire**

COUTURE, P.

Ce contrat consiste en l'analyse en laboratoire et l'interprétation de données de production primaire de milieux aquatiques.

Financement: CEGEP de Saint-Félicien - Contrat

**3.3.15 Amélioration de l'outil bioanalytique dans le processus d'évaluation de la toxicité des contaminants**

COUTURE, P. et GUAY, I.

Ce projet est une recherche sur le développement des outils bioanalytiques en écotoxicologie qui vise à proposer une approche systématique, à l'aide de biotests, pour la caractérisation de la toxicité relative des substances toxiques.

Financement: Environnement Québec - Subvention

**3.3.16 Chimie des bancs de neige et qualité des eaux de fonte**

JONES, H.G. et SOCHANSKI, W.

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 de matière acide ( $H^+$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ), carcérigènes (hydrocarbures polycycliques aromatiques) et métaux lourds (Pb, Zn). Les objectifs à court terme sont la détermination des mécanismes de dépôts secs et de précipitation humide responsables de l'accumulation des charges de polluants in situ et leur patron de concentration précédant la perte des eaux de fonte.

La méthodologie consiste en trois étapes distinctes. Les deux premières sont de nature analytique et sont, en ordre, la quantification des charges des polluants dans la neige par les bilans des apports (précipitation) et les exports (eaux de fonte) et les mesures concomitantes des profils chimiques et microstructure physique in situ des carottes de neige. En troisième lieu, une compréhension de la relation entre ces deux derniers phénomènes dans les bancs de neige sera recherchée dans le 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 aquatique.

Financement: Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada - Dépenses courantes

### 3.3.17 Modélisation intégrée du cheminement des polluants atmosphériques vers les eaux de surface pendant la fonte printanière

JONES, H.G. et SOCHANSKI, W.

Le projet vise une série d'expériences contrôlées sur la fonte de neige afin d'acquérir les connaissances nécessaires pour mieux quantifier le rôle que joue la fonte de neige dans la problématique globale des précipitations acides au Québec. Ces connaissances sur les relations entre la qualité du stock de neige et la qualité des eaux de fonte seront quantifiées et incorporées dans un modèle quantitatif des eaux de fonte qui permet la prévision de la qualité de ces dernières par rapport aux diverses conditions météorologiques. L'objectif précis vise la détermination des mécanismes de contrôle du taux de rejet des polluants acides dans les eaux de fonte. On étudie la qualité des eaux de fonte en provenance d'un stock de neige de qualité et d'état métamorphique connus, sous l'influence de diverses simulations des événements météorologiques possibles.

Afin de déterminer les taux de migration des ions  $H^+$ ,  $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ , la méthodologie repose sur des expériences en laboratoire dans des colonnes de fonte de neige. La fonte dans des colonnes de neige homogène est étudiée afin d'évaluer l'influence de l'état métamorphique de neige sur les processus de rejet des polluants acides. Par ailleurs, la fonte dans des colonnes de neige hétérogène à plus grande échelle est contrôlée afin de déterminer l'influence de la stratification physique des bancs de neige sur l'écoulement des eaux et leur qualité. Les résultats de ces expériences sont vérifiées sur le terrain (lysimètres "in situ") en tenant compte de l'état de la couverture de neige et de son environnement global.

Ces taux de perte de polluants acides sont intégrés dans un modèle quantitatif pour le lac Laflamme (Québec). Ce modèle intégré détermine donc: i) la charge totale à un instant donné des polluants acides atmosphériques contenus dans la couverture de neige; ii) le taux de perte de cette charge vers le sol selon les conditions météorologiques existantes; et iii) les réponses qualitatives du système hydrologique de surface aux diverses étapes de fonte printanière par rapport aux charges existant sur le

bassin versant, et par rapport à celles attendues par la diminution des émissions de soufre à longue échéance.

Financement: Environnement Canada, Service de la conservation de l'environnement - Subvention

### 3.3.18 Précipitation acide: évolution qualitative de la fonte de neige printanière et son intégration dans un modèle quantitatif

JONES, H.G. et SOCHANSKI, W.

Ce projet vise à la quantification du taux de perte de charge des polluants acides dans les eaux de fonte par une étude des relations entre la qualité des eaux de fonte ou de lessivage de la neige, la qualité du stock de neige et diverses simulations des événements météorologiques possibles.

Le modèle à développer par l'intégration de ces taux de perte de polluants acides détermine: i) la charge totale à un instant donné des polluants acides atmosphériques contenus dans la couverture de neige; ii) le taux de perte de cette charge vers le sol selon les conditions météorologiques existantes; et iii) les réponses qualitatives du système hydrologique de surface aux diverses étapes de fonte printanière.

La méthodologie globale du développement du modèle comprend le choix d'un modèle quantitatif déjà existant dans lequel les taux de migration des ions dans diverses conditions de fonte seront intégrés.

La méthodologie spécifique à ce projet encadre des expériences de laboratoire afin de quantifier les phénomènes de migration des ions  $H^+$ ,  $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$  dans la neige et les mécanismes responsables de ces processus. La calibration du modèle qualitatif structuré à partir de cette méthodologie est accomplie dans le laboratoire dans des conditions contrôlées (colonnes de fonte de neige hétérogène) et sur le terrain (lysimètres) en tenant compte de la couverture de neige et de son environnement global.

Financement: Fonds FCAR - Actions spontanées

### 3.3.19 L'analyse de la qualité de l'eau du lac Laflamme - Synthèse

JONES, H.G.

L'objectif du contrat est de déterminer et quantifier les phénomènes qui influencent la qualité de l'eau du lac Laflamme et plus particulièrement la qualité de l'eau au niveau des frayères durant la fonte printanière.

À l'aide des données recueillies par Environnement Canada et l'INRS-Eau depuis 1983, les étapes du projet sont:

- Dresser un portrait de la réponse du système lacustre du lac Laflamme aux précipitations acides durant la fonte printanière.
- Analyser la réponse de la qualité des eaux de l'épilimnion du lac à proximité des berges.
- Identifier les phénomènes qui influencent la qualité de l'eau aux sites de fraie durant la période critique de la fonte printanière et dans la mesure du possible quantifier ces influences.
- Analyser la réponse durant la fonte printanière de l'ensemble du lac au niveau de l'épilimnion et de l'hypolimnion. Identifier les phénomènes qui influencent la qualité de l'eau à ces niveaux, et dans la mesure du possible, quantifier ces influences.
- Déterminer les apports quantitatifs (hydrologiques) à proximité des berges dans la zone de charge autour du lac Laflamme pour les périodes de la fonte printanière de 1985 et de 1983.
- En utilisant la méthode des éléments finis, générer la vitesse et la direction du cheminement des eaux à la surface du lac Laflamme sous couvert de glace durant ces périodes. Au moins cinq cartes

représentant la direction et la vitesse de déplacement des eaux à la surface du lac pour chaque période (fonte 1983 et fonte 1985) devront être produites. Pour la fonte de 1983, trois de ces cinq cartes devront représenter respectivement le système lacustre en date du 25 avril 1983, du 1 mai 1983 et du 17 mai 1983. Les résultats de l'application de cette méthode devront être considérés comme partie intégrante du "portrait de la réponse du système lacustre du lac Laflamme" de la section 3 des travaux à réaliser.

Financement: Environnement Canada - Contrat

### 3.3.20 Analyse coûts-bénéfices reliés à l'application de la méthode de chaulage dans les lacs acides

JONES, H.G., LACHANCE, M., SASSEVILLE, J.L. et VERMOT-DESROCHES, B.<sup>1</sup>

Les objectifs généraux de la participation de l'INRS-Eau à cette étude portent sur les aspects écologiques qu'on doit considérer dans une optique de chaulage des lacs acides au Québec. Plus particulièrement les aspects qui sont considérés peuvent être groupés en deux parties:

- les aspects hydrologiques, physico-chimiques et biotiques;
- les impacts écologiques du chaulage.

Financement: Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche - Sous contrat de l'Université du Québec à Trois-Rivières

<sup>1</sup> Université du Québec à Trois-Rivières, Professeur, Département d'administration et d'économique

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

LACHANCE, M. et BROUARD, D.<sup>1</sup>

Le travail proposé consiste en la préparation d'un manuscrit en vue d'une publication dans une revue scientifique. On effectue une synthèse des travaux effectués par Brouard et Lachance (1986): "Effets des précipitations acides sur un sous-bassin versant de la rivière des Escoumins: réponse hydrochimique et biologique". Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques, No 1452. 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

<sup>1</sup> Gilles Shooner et Associés Inc.

### 3.3.22 Établissement d'indices paléolimnologiques de polluants atmosphériques de longue portée

OUELLET, M.

Ce projet de recherche fait appel à une méthodologie de travail dans le domaine de la paléolimnologie et de la limnologie de lacs subissant l'apport atmosphérique de substances polluantes originant de grandes distances. La méthodologie de travail est conçue pour développer des indices paléolimnologiques physico-chimiques inorganiques (métaux traces et majeurs) et chimico-organiques (hydrocarbures polycycliques) permettant l'établissement d'une échelle de progression temporelle de la contamination (acidification, métaux traces et micro-polluants organiques) de l'atmosphère et de ses eaux de surface. De plus, l'étude stratigraphique des sédiments les plus récents (0-100 ans) de lacs isolés dispersés sur l'ensemble du territoire québécois nous permet d'évaluer l'ampleur géographique de ces contaminants et d'en déterminer les provenances en fonction des gradients spatiaux. Le choix des paramètres a été dicté suite à, d'une



part, l'analyse des connaissances déjà acquises sur les émissions de substances polluantes découlant de la combustion du charbon principalement par les centrales d'énergie thermiques et par la combustion des produits du pétrole découlant de l'industrie du transport automobile. Il est bien connu que ces deux grands types de combustion d'énergie fossile sont la cause principale de l'acidification des précipitations en Europe et en Amérique. Par contre, les effets sur l'environnement d'une foule de produits découlant de ces mêmes activités anthropiques et qui sont transportés sur de grandes distances (particulaires ou gazeux) demeurent encore peu (métaux traces) ou pas connus (HPA). La présente recherche nous permet de mieux comprendre la dynamique de ces substances polluantes tant dans le milieu atmosphérique que aquatique.

Financement: Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada - Dépenses courantes

### 3.3.23 Répartition et signification biotique de métaux traces dans les sédiments lacustres

TESSIER, A.

Des études récentes ont montré que les concentrations de métaux traces dans des organismes benthiques sont prédites, du moins localement, par le rapport des concentrations de métaux associés à certaines phases des sédiments sur les concentrations de ces phases. Si on suppose que la route pour l'accumulation des métaux traces implique les formes dissoutes via des surfaces biologiques (e.g. les branchies) ces résultats pourraient s'expliquer en invoquant l'adsorption dans le milieu aquatique externe comme étant le mécanisme de contrôle des concentrations de métaux traces dissous auxquels les organismes sont exposés.

Dans ce projet, on propose de vérifier que l'adsorption de Cd, Co, Cu, Ni, Pb, Zn se fait de façon compétitive par un nombre réduit de phases solides des sédiments oxydés (oxyhydroxydes de fer et de manganèse, matière organique) et que ces processus contrôlent la répartition des métaux entre ces phases et l'eau ambiante. On propose également dans ce projet de vérifier (a) que deux bivalves d'eau douce Anodonta grandis et Elliptio complanata obtiennent les métaux traces surtout à partir de la phase solution plutôt que des phases particulaires et (b) que les relations observées entre les teneurs de métaux dans les tissus et dans les sédiments sont des manifestations du contrôle, par des réactions d'adsorption, des concentrations de métaux traces dissous présents dans l'eau en contact avec les bivalves.

Financement: Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada - Dépenses courantes

### 3.3.24 Contribution à l'amélioration des critères scientifiques pour évaluer la signification biologique de métaux traces dans les sédiments

TESSIER, A., CAMPBELL, P.G.C. et AUCLAIR, J.C.

Les apports de métaux traces dans l'environnement, lors des opérations d'extraction minière, de raffinage des métaux et de dragage peuvent poser des problèmes de qualité et de contrôle environnementaux. Une partie importante des métaux traces s'accumule dans les sédiments où elle présente un danger potentiel pour les organismes benthiques. Des expériences sur le terrain visent à déterminer l'importance relative de facteurs abiotiques clés impliqués dans l'accumulation de métaux traces par des organismes benthiques représentatifs; ces expériences impliquent la mesure, à plusieurs sites le long d'un gradient de métaux traces, des concentrations de ces métaux à la fois dans les tissus des organismes, dans différentes phases des sédiments, et dans l'eau à laquelle les organismes sont exposés. Des expériences de transfert d'organismes sont aussi effectuées pour évaluer le temps de réponse des teneurs de métaux dans des mollusques bivalves suite à des changements dans les conditions environnementales. Ces expériences constituent une étape nécessaire pour développer des critères scientifiques valables dont on a besoin pour évaluer la signification biologique de métaux traces présents dans les sédiments aquatiques.

Financement: Environnement Canada - Contrat

### 3.3.25 Signification biologique de métaux traces dans les sédiments.

TESSIER, A., CAMPBELL, P.G.C. et AUCLAIR, J.C.

L'objectif général du projet est d'évaluer la signification biologique de métaux traces présents dans les sédiments. Dans ce contexte, on se propose de déterminer l'importance relative de facteurs abiotiques clés impliqués dans l'accumulation de métaux traces par des organismes benthiques représentatifs. Cette expérience implique 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 sont également prévues 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: World Wildlife Fund (Fonds Mondial pour la Nature), Wildlife Toxicology Fund

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

TESSIER, A., AUCLAIR, J.C., CAMPBELL, P.G.C., CARIGNAN, R., BUFFLE, J.<sup>1</sup>

Cette étude comprend quatre projets interreliés qui se rapportent à la géochimie et à la biologie des métaux traces. Les projets à caractère géochimique visent à comprendre les échanges des métaux traces entre les sédiments aquatiques et l'eau surnageante. Un de ces projets vise à caractériser et à quantifier le lessivage des métaux traces des sédiments de lacs en voie d'acidification; un tel lessivage pourrait avoir des conséquences désastreuses pour les écosystèmes aquatiques. Un deuxième projet porte sur le développement d'un modèle pour décrire la répartition des métaux traces entre les sédiments et l'eau surnageante.

Les projets à caractère biologique permettent de mieux comprendre l'accumulation des métaux traces par le phytoplancton et par les organismes benthiques. Ainsi, un modèle préliminaire de flux est développé pour expliquer la bioaccumulation des métaux traces par le plancton. Des expériences effectuées avec des cultures pures et des communautés naturelles, où on contrôle les différentes variables (pH, température, intensité lumineuse, état physiologique, spéciation des métaux traces, teneurs en matière organique) sont effectuées pour vérifier ce modèle et le raffiner au besoin. Finalement, on réalise des expériences in situ pour déterminer les relations entre la spéciation des métaux traces particulières et leur bioaccumulation dans des organismes benthiques.

Financement: Fonds FCAR - Équipes

<sup>1</sup> Université de Genève

### 3.4 Méthodologies d'aménagement et de gestion de la ressource eau

Ce programme a pour but de contribuer à l'amélioration des pratiques de gestion et d'aménagement de la ressource, par le développement d'une meilleure compréhension de ces pratiques, par l'intégration de plus en plus poussée des connaissances sur les processus hydro-biologiques, par l'analyse de l'état, de l'évolution et des interactions des usages de l'eau et par la mise au point de modèles d'aide à la décision.

L'originalité de la mission de recherche du Centre en gestion et aménagement est de mettre à contribution, sous forme de modèles, les connaissances que l'on retrouve dans les trois autres programmes du Centre en y incorporant l'apport de disciplines telles l'économie, les sciences politiques, les sciences de l'action (modèles prévisionnels et d'aide à la décision).

Ainsi, ce programme pourra contribuer à jeter les bases scientifiques d'une gestion rationnelle de la ressource dans un cadre qui respecte les processus écologiques, les enjeux politiques et les contraintes socio-économiques. À l'intérieur de cette problématique, les activités de recherche de ce programme porteront sur les sujets prioritaires suivants:

- la mise au point et l'utilisation de modèles conduisant à l'aménagement optimal de la ressource, comme l'analyse décisionnelle et l'analyse de système;
- le développement et l'usage de modèles prévisionnels telle l'analyse prospective;
- l'étude du processus de gestion dans son contexte administratif et politique.

#### 3.4.1 Réservoirs Taureau et Paugan: analyse du milieu physique aquatique

LECLERC, M.

L'étude consiste à analyser le milieu physique aquatique des réservoirs Taureau et Paugan. Les éléments qui devront être traités sont: l'hydrographie, l'hydrologie, l'hydrodynamique, la sédimentologie, la qualité de l'eau ainsi que les éléments de base tels que la topographie et la bathymétrie.

Le territoire à l'étude comprend les bassins versants des réservoirs Taureau et Paugan et plus spécifiquement les réservoirs ainsi que les tributaires importants.

La description du milieu et l'analyse devront se faire en utilisant des procédés de synthèse graphique qui permettront aux différents utilisateurs de parfaire leur connaissance du milieu dans un court délai. Cette étude poursuit l'objectif de concevoir un document synthèse du milieu physique aquatique.

Les principales données de base seront fournies par la direction Environnement ou les services d'Hydro-Québec oeuvrant dans le domaine.

Financement: Hydro-Québec - Contrat

#### 3.4.2 Collaboration scientifique avec TAO Simulations Inc. dans le cadre du projet: "Modélisation par éléments finis des conditions abiotiques du lac Saint-Louis, du bief d'amont de la Centrale Lachine et du bassin La Prairie dans le cadre de l'avant-projet Archipel de Montréal" pour Hydro-Québec

LECLERC, M. et DHATT, G.<sup>1</sup>

Le présent projet vise essentiellement à reconduire l'entente actuelle entre TAO-Simulation et l'INRS-Eau. L'objectif est de développer un second code de calcul pouvant éventuellement s'appeler MEFLU-3.0 et dont la fonction serait de simuler le comportement tridimensionnel des écoulements stratifiés (estuaires maritimes, lacs) ou rapides (rivières, régimes brusquement variés). Le besoin se fait particulièrement sentir lorsque des projets d'aménagement sont envisagés sur des cours d'eau à leur embouchure maritime (golfe Saint-Laurent, la Baie James) où sur des tronçons accidentés dont on veut préserver l'aspect (rapides de Lachine).

L'expérience académique acquise sur ces écoulements nous permet d'envisager la mise en oeuvre d'un code industriel pour ce genre de problème. Trois thèses de doctorat sont terminées (2) ou en cours de réalisation (1) à ce propos.

Les étapes sont essentiellement les suivantes:

- 1) définition des caractéristiques fonctionnelles du logiciel proposé;
- 2) programmation selon les standards identifiés et utilisés par MEFLU-2.0 (généralité, efficacité, polyvalence, simplicité d'usage, transportabilité, modularité);
- 3) validation du code avec des applications pratiques;
- 4) rédaction d'un manuel d'utilisation;
- 5) commercialisation.

Financement: Ministère de l'Enseignement supérieur et de la science du Québec - Programme de transfert de ressources scientifiques vers l'entreprise

<sup>1</sup> TAO Simulations Inc.

### 3.4.3 Modélisation du fleuve Saint-Laurent à Grondines: Impacts potentiels sur le poulamon atlantique à la traversée du fleuve Saint-Laurent de la ligne Radisson /Nicolet/Des Cantons: modélisation du milieu physique

LECLERC, M.

L'objectif principal de cette étude est de fournir au planificateur les éléments d'analyse pertinents obtenus par modélisation bidimensionnelle des écoulements. Les objectifs spécifiques qui découlent de cet énoncé sont:

- proposer des conditions de simulation (marée, débit du fleuve) représentatives du milieu étudié, en particulier dans les périodes du frai (15 novembre au 15 janvier) et d'avalaison (15 avril au 31 mai) du poulamon atlantique;
- déterminer le comportement hydrodynamique du fleuve dans le tronçon cible en présence et en l'absence des ouvrages projetés;
- déterminer la zone de propagation des eaux de la rivière Sainte-Anne dans le fleuve;
- identifier dans la bibliographie les informations pertinentes de même nature;
- mettre en évidence, par comparaison, les changements du milieu et identifier s'il y a lieu les risques éventuels pour la migration du poulamon atlantique.

Financement: Hydro-Québec, Direction Environnement - Contrat

### 3.4.4 Développement de modèles variés pour les écoulements à surface libre

LECLERC, M.

Il s'agit d'un projet de recherche et développement en logiciels d'éléments finis visant la simulation des types d'écoulement suivants:

- modèle 2D d'écoulements rapides;
- modèle 3D surface libre;
- modèle 3D en charge;
- modèle 2D vertical rapidement varié.

Le standard de programmation est appuyé sur des logiciels cadres d'éléments finis MEF et MEFLU-2.0.

Financement: Hydro-Québec, Division Environnement; Collaboration avec TAO Simulations Inc. - Contrat

### 3.4.5 Modélisation en couvrant-découvrant du milieu physique de l'estuaire Manicouagan: suréquipement des centrales de Manic-1, Manic-2 et Manic-3.

LECLERC, M.

Le projet de modification des règles de gestion des apports hydrologiques du complexe Manicouagan est susceptible d'entraîner des changements saisonniers importants dans le régime hydrodynamique de ce cours d'eau, en particulier au niveau de l'estuaire. Hydro-Québec par l'entremise du Groupe Conseil Roche a mandaté TAO Simulations Inc. pour analyser ces changements à l'aide de méthodes numériques reconnues en particulier le modèle aux éléments finis MEFLU-2.0, en collaboration interinstitutionnelle avec l'Institut national de la Recherche scientifique - Eau et le Centre de recherche sur les applications numériques en ingénierie (CRANI) du département de génie civil de l'Université Laval.

Financement: Hydro-Québec, Direction Environnement; Collaboration avec TAO Simulations Inc. - Contrat

### 3.4.6 Développement d'une base d'information juridico-administrative pour le contrôle de pollution industrielle

SASSEVILLE, J.L.

Financement: Ministère de l'Environnement du Québec

### 3.4.7 Plan directeur de l'information du ministère de l'Environnement du Québec

SASSEVILLE, J.L.

Financement: Sous-contrat de Conseiller en Gestion et Informatique Inc.

### 3.4.8 Développement d'un modèle rivière-aménagement pour l'évaluation des répercussions des choix d'aménagement

VILLENEUVE, J.P., ISABEL, D. et AUBÉ, P.

#### a) Modèle mathématique appliqué

Au cours des dernières années, plusieurs modèles mathématiques de simulation des débits ont été développés. La plupart sont d'utilisation et de mise en oeuvre très complexes et peuvent difficilement être utilisés pour la prédiction. Depuis cinq ans, nous poursuivons le développement d'un modèle qui

prend avantage de la discrétisation spatiale, tout en éliminant les inconvénients de la structure de transfert de ce type du modèle. Nous nous proposons, dans les prochaines années, de terminer la mise au point du modèle et de l'utiliser pour l'étude du calage automatique des paramètres hydrologiques (optimisation, sensibilité). Nous avons aussi effectué le couplage d'une partie de ce modèle avec un modèle d'écoulement souterrain. Nous souhaitons poursuivre les essais du modèle couplé au cours des trois prochaines années.

#### b) Gestion optimale de la ressource eau d'un bassin

Ce projet consiste à développer un modèle du système rivière-aménagement et à élaborer un outil mathématique qui permette d'évaluer les répercussions du choix d'un aménagement, en tenant compte des contraintes inhérentes au système eau usage, et de maximiser la satisfaction des buts définis dans un scénario de développement. Dans ce projet, on étudie le bassin de la rivière Yamaska. On établit un modèle mathématique du système eau-usage-aménagement et on définit les contraintes et normes à respecter et termes de quantité et de qualité. Une fois ces étapes franchies, on adapte et utilise une technique de programmation non linéaire à la solution optimale du système.

Financement: Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada - Dépenses courantes

#### 3.4.9 La modélisation de la contamination des eaux souterraines par les pesticides

VILLENEUVE, J.P., CAMPBELL, P.G.C., BANTON, O., LAFRANCE, P. et LACROIX, J.

Le projet vise à développer un modèle d'approche de l'évolution de la pollution organique dans les eaux souterraines, et de représenter par modèle de simulation numérique le système correspondant à l'écoulement de l'eau et au transfert de polluant.

Par cette approche, il sera possible d'établir le degré de contamination d'un site déjà pollué et de prédire son évolution future.

Financement: Fondation Donner (3 ans)

#### 3.4.10 Modèle analytique normatif et optimal du système eau-rivière-intervention

VILLENEUVE, J.P., CAMPBELL, P.G.C., FORTIN, J.P., LECLERC, M.

L'objectif du projet est de fournir au gestionnaire de la ressource eau un outil qui lui permettra d'évaluer l'impact sur le système eau-ressource d'une décision d'aménagement et de sélectionner le meilleur choix à effectuer, compte tenu des ressources disponibles, des contraintes et des priorités.

Dans ce contexte, la présente étude porte sur l'élaboration d'un modèle analytique du système eau d'une rivière; ce modèle simule les conditions réelles en tenant compte des aspects qualitatifs et quantitatifs de la ressource eau, des ouvrages et des usages de l'eau.

Sur le plan économique, une telle étude est essentielle. Au Québec, on se prépare à investir des millions de dollars et à notre connaissance, il n'existe pas de modèle permettant d'évaluer, à un point donné dans un bassin, si la construction d'une usine d'épuration, par exemple, constitue la solution

optimale pour le système global.

La recherche est caractérisée par une démarche mathématique, informatique et analytique selon une perception en systèmes de la ressource eau d'un bassin.

La modélisation du système consiste à décrire, d'une façon analytique, le système rivière du bassin en termes d'apports, de transferts et de bilans, de point en point du cours d'eau (tronçons). En chacun de ces points, on établit un système d'équations qui fera le bilan des apports, des pertes et des accumulations, tenant compte de l'effet de tronçon sur la qualité et la quantité d'eau et/ou de l'effet des ouvrages.

Dans l'étape optimisation, aux équations de bilans, nous ajoutons les contraintes à respecter à chaque noeud de la rivière et dans chaque tronçon, et les possibilités d'interventions. Leur mise en oeuvre et leur intensité seront déterminées par l'optimisation d'une "fonction-objectif".

Financement: Fonds FCAR - Équipes

### **3.4.11 Développement d'un nouvel outil simple et adaptable pour l'évaluation de la vulnérabilité des eaux souterraines à la contamination par les pesticides**

VILLENEUVE, J.P., CAMPBELL, P.G.C., BANTON, O. et IAFRANCE, P.

Ce projet s'inscrit dans les préoccupations actuelles de plusieurs professionnels dans le domaine de la gestion de l'environnement. Le problème de la contamination des eaux souterraines au Québec et au Canada est émergent et l'on manque d'information et de données sur son étendue (ex.: nombre de nappes/ puits contaminés) et son importance quantitative (ex.: concentrations des polluants retrouvés). Dans cette optique, le présent projet fournira un outil de première main pour l'identification des sites potentiellement pollués avant d'entreprendre des mesure pour évaluer l'ampleur et le degré de pollution.

Ce projet fournira également un outil de planification de l'usage du territoire et à cette fin, il servira d'évaluation préliminaire pour la prise de décision, qui, si elle s'avère favorable à l'utilisation du site, devra toutefois être suivie d'une étude spécifique.

Financement: Environnement Canada, Division du Contrôle des contaminants, Direction des produits chimiques en commerce - Contrat

### **3.4.12 Modélisation de la structure spatiale et temporelle d'images infra-rouges**

VILLENEUVE, J.P. et FORTIN, J.P.

Les principales étapes du projet sont les suivantes:

- 1- Acquisition, calibration et vérification des images Daedalus.
- 2- Détermination des paramètres statistiques résultant d'une différence ou d'un rapport de bandes spectrales.
- 3- Statistiques d'images nuageuses.
- 4- Étude de la dégradation avec l'altitude
- 5- Essais de Krigeage.
- 6- Modèle de variation temporelle de paramètres statistiques d'un arrière-plan dans l'infrarouge.

7- Contrôle de la qualité du traçage des PSD.

8- Effet des dimensions de l'image.

Financement: Ministère de la Défense nationale du Canada, Centre de recherches pour la défense à Valcartier - Contrat

**3.4.13 Analyse de la variabilité spatiale des mesures de composition ionique des précipitations au Québec: application de la méthode du krigeage aux données de précipitations acides**

VILLENEUVE, J.P.

Les principales étapes du projet sont les suivantes:

- 1- Procéder à une étude de la variation mensuelle des variogrammes pour le paramètre étudié le plus variable. Les parties s'entendront sur le choix du dit paramètre.
- 2- En utilisant des variogrammes saisonniers (quatre pour chaque paramètre analysé), appliquer le krigeage sur les concentrations en ions ( $SO_4$ ,  $NO_x$ ,  $NH_4$ , Ca, H) aux différents points du réseau d'échantillonnage des précipitations du Québec, de manière à calculer à chaque point d'une grille les états mensuels, saisonniers et annuels, ainsi que les dépôts massiques des mêmes ions à l'échelle annuelle. Les résultats pour chaque point de la grille seront fournis sous forme de tableau ou sur ruban magnétique.
- 3- Préparer des cartes donnant la valeur et l'erreur d'estimation pour chaque point de la grille et pour chaque région utilisée dans le modèle québécois, des transports de polluants atmosphériques seront tracés pour chacun des états considérés à la section 2.
- 4- Réaliser une étude de rationalisation du réseau actuel en étudiant un certain nombre de configurations des points de mesures de manière à proposer un réseau susceptible d'être le plus rationnel sur la base de l'erreur d'estimation en tenant compte également des contraintes d'ordre opérationnel.

Financement: Ministère de l'Environnement du Québec - Contrat



### 3.5 Autres activités

#### 3.5.1 Acquisition d'un processeur vectoriel FPS/64/30C

VILLENEUVE, J.P., DHATT, G.<sup>1</sup>, LECLERC, M., FORTIN, J.P., KARAKIEWICZ, B.<sup>2</sup>, CLUIS, D., CARIGNAN, R.,  
KOUTTITNSKY, V.<sup>2</sup>, COUILLARD, D., CAMPBELL, P.G.C. et ASHKAR, F.

La présente acquisition a pour but de doter les professeurs et chercheurs de l'INRS-Eau d'un équipement informatique qui puisse, d'une part, satisfaire à leurs besoins propres de recherche et de développement et, d'autre part, répondre à leur vocation de rendre disponibles les outils dont ils disposent à d'autres utilisateurs tels que ministères, sociétés de transfert technologique, consultants et autres groupes de chercheurs.

Ce processeur vectoriel, adjoint à un VAX 11/780 constitue un moyen terme entre un super-mini de traitement, et un ordinateur de grande puissance que l'on retrouve dans les gros centres de calcul. La présente acquisition s'inscrit dans la suite logique de l'évolution de l'utilisation de l'informatique à l'INRS-Eau depuis 1970 et se présente comme une étape essentielle pour la progression et le maintien de l'excellence dans nos travaux de recherche.

Financement: Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada - Subvention d'appareillage

<sup>1</sup> Université Laval

<sup>2</sup> INRS-Océanologie

#### 3.5.2 Rédaction d'un manuel d'hydrologie

VILLENEUVE, J.P. et BOBÉE, B.

L'ouvrage vise à:

- exposer, de manière globale, les notions classiques de l'hydrologie;
- donner une synthèse des principaux travaux effectués au cours des 15 dernières années et qui ont abouti à des résultats importants et applicables en pratique.

La présentation, axée sur la notion de modèle, assurera la cohérence de l'ouvrage qui ne devra pas être une juxtaposition de contribution de divers auteurs. Cette cohérence, tant dans la forme que dans le fond, sera assurée par le rôle des coordonnateurs, la concertation fréquente des participants et la circulation des textes entre les auteurs.

Pour favoriser l'utilisation pratique du livre, les aspects théoriques seront systématiquement illustrés par des exemples pédagogiques d'application et par de nombreux cas-types portant sur des données réelles du Québec et de la France.

Financement: Ministère de l'Environnement du Québec et Ministère des Affaires intergouvernementales, direction des Affaires françaises, Coopération France-Québec



#### 4. ENSEIGNEMENT

##### 4.1 Maîtrise en sciences de l'eau

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

##### 4.1.1 Étudiants de maîtrise en sciences de l'eau admis en première année

A. CHARRON, B.Sc.A. Génie civil, Directeur de mémoire: J.P. Villeneuve

S. COUTURE, B.Sc. Géographie, Directeur de mémoire: H.G. Jones

L. GERMAIN, B.Sc. Géographie, Directeur de mémoire: H.G. Jones

J. JOBIDON, B.Sc.A Génie civil, Directeur de mémoire: J.P. Villeneuve

G. MERCIER, B.Sc.A., Sciences de l'environnement, Directeur de mémoire: D. Couillard

F. MICHAUD, B.Sc.A. Génie civil, Directeur de mémoire: J.P. Villeneuve

I. PICHE, B.Sc. Biologie, boursière FCAR, Directeur de mémoire: D. Couillard

N. RONDEAU, B.Sc. Biologie, boursière FCAR, Directeur de mémoire: J.P. Villeneuve

##### 4.1.2 Étudiants de maîtrise en sciences de l'eau admis en deuxième année

F. D'AMOURS, B.Sc.A. Génie chimique, boursier FCAR

Directeur de mémoire: D. COUILLARD

Titre de mémoire: Contrôle digital d'une usine à boues activées à l'aide de modèles déterministes dynamiques

S. GARIÉPY, B.Sc. Génie rural

Directeur de mémoire: D. COUILLARD

Titre de mémoire: Production de protéines alimentaires par procédé bactérien aérobie thermophile: étude de cas d'un effluent d'abattoir

M. GÉLINEAU, B.Sc. Génie géologique, boursière CRSNG

Co-Directeurs de mémoire: A. TESSIER et R. CARIGNAN

Titre de mémoire: Étude des isotopes stables du soufre et de l'oxygène pour déterminer les lieux de transformation des sulfates dans le bassin versant du lac Laflamme

I. GUAY, B.Sc. Biologie, boursière CRSNG

Directeur de mémoire: P. COUTURE

Titre de mémoire: Optimisation de l'outil bio-analytique: proposition d'une démarche ecotoxicologique d'évaluation des dangers

M. HARWOOD, B.Sc. Biologie, boursière CRSNG

Directeur de mémoire: P. COUTURE

Titre de mémoire: Procédure d'ensemble de dépistage au potentiel génotoxique des eaux résiduaires en tenant compte des interactions phytoplanctoniques

M. PATOINE, B.Sc. Génie rural

Directeur de mémoire: J.P. FORTIN

Titre de mémoire: Mise au point d'un modèle informatique de gestion de l'irrigation

C. ROBERT, B.Sc. Génie géologique, boursier FCAR

Directeur de mémoire: J.P. VILLENEUVE

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

Y. ROCHON, B.Sc. Biologie-écologie

Co-Directeurs de mémoire: J.L. SASSEVILLE et D. COUILLARD

Titre de mémoire: Conception d'une base de données relationnelle: la base de données sur les polluants caractéristiques au procédé industriel BIL

#### 4.1.3 Étudiants inscrits à la maîtrise en sciences de l'eau (en finalisation de mémoire)

P. AUBÉ, Génie géologique

Directeur de mémoire: J.P. VILLENEUVE

Titre de mémoire: Étude de différents modèles dans le cadre de simulation de débits

C. DROLET, Génie Géologique

Directeur de mémoire: J.P. VILLENEUVE

Titre de mémoire: Modélisation mathématique du destin de contaminants dans les eaux souterraines

R. FRÉCHETTE, Génie géologique

Directeur de mémoire: J.P. VILLENEUVE

Titre de mémoire: Contamination de l'eau souterraine par les pesticides

L. GODIN, Génie forestier

Directeur de mémoire: J.L. SASSEVILLE

Titre de mémoire: Le scénario de l'intervention du gestionnaire des forêts face au problème des pluies acides

C. LEBLANC, Biologie-Écologie

Co-Directeurs de mémoire: P. COUTURE et P.G.C. CAMPBELL

Titre de mémoire: Approche systémique "in situ" pour l'évaluation de la toxicité d'un contaminant sur l'environnement récepteur

F. PERRON, Génie Géologique

Directeur de mémoire: J.P. VILLENEUVE

Titre de mémoire: La simulation du transport du pesticide Aldicarbe dans la zone insaturée du sol

M. SINOTTE, Biologie

Directeur de mémoire: J.L. SASSEVILLE

Titre de mémoire: Le rôle des intervenants dans le processus de gestion: le cas du programme d'assainissement des eaux du Québec

#### 4.1.4 Étudiants diplômés (M.Sc. Eau)

L. AIT-SSI, Génie en géologie minière, boursier Ministère de l'Enseignement supérieur, science et technologie du Québec (12 novembre 1986)

Directeur de mémoire: J.P. VILLENEUVE

Titre de mémoire: Étude des propriétés hydrauliques par simulation de réseaux de fractures dans un milieu fissuré - application au site du barrage Daniel Johnson à Manic-5

P.L. ARDISSON, Biologie, boursier MEQ (8 octobre 1986)

Co-Directeurs de mémoire: A. TESSIER et J.C. AUCLAIR

Titre de mémoire: Évaluation de facteurs qui contrôlent l'échange de métaux traces entre des mollusques bivalves (*Anodonta grandis*) et leur environnement aquatique

L. BABINEAU, Géographie, boursière FCAR (12 novembre 1986)

Directeur de mémoire: J.L. SASSEVILLE

Titre de mémoire: Proposition préliminaire de développement d'un système d'information aux fins de gestion comme support des activités régionales du programme d'assainissement agricole

D. BEAULIEU, Génie chimique, boursière CRSNG (13 mai 1987)

Directeur de mémoire: D. COUILLARD

Titre de mémoire: Effets des eaux de ruissellement urbain sur un système de traitement des eaux usées

Y. BÉDARD, Chimie (13 mai 1987)

Directeur de mémoire: H.G. JONES

Titre de mémoire: Fonte printanière en forêt boréale - flux des anions d'acides forts dans les eaux de fonte et de ruissellement hypodermique

P. BOUDREAU, Biologie (12 novembre 1986)

Directeur de mémoire: J.P. VILLENEUVE

Titre de mémoire: Utilité des modèles mathématiques de qualité en rivière - cas d'application du modèle d'oxygène dissous QUAL-2 à la rivière Yamaska-Nord

M. GAUCHER, Biologie, boursier CRSNG (13 mai 1987)

Directeur de mémoire: J.C. AUCLAIR

Titre de mémoire: Acidification et structure des communautés de crustacés eulimétiques de quatre lacs du Bouclier canadien de la région de Portneuf (Québec)

M. GERMAIN, Géographie, boursier FCAR (12 novembre 1986)

Directeur de mémoire: J.P. VILLENEUVE

Titre de mémoire: Essais et analyse d'un modèle de prévision de l'érosion des sols

I. GIROUX, Géographie (13 mai 1987)

Directeur de mémoire: D. COUILLARD

Titre de mémoire: Évaluation des sites pour l'épandage des boues d'usines d'épuration

C. LACHAPÉLLE, Géographie (13 mai 1987)

Directeur de mémoire: B. BOBÉE

Titre de mémoire: Utilisations abusives des méthodes de régressions et de corrélation - exemples d'application en sciences de l'eau

C. MADARIAGA, Biologie (8 octobre 1986)

Co-directeurs de mémoire: J.C. AUCLAIR et P. COUTURE

Titre de mémoire: Comparaison de la sensibilité de diverses sondes physiologiques en toxicologie aquatique - toxicité du cadmium sur l'algue Selenastrum capricornutum

## 4.2 Doctorat en sciences de l'eau

Depuis 1979, l'INRS-Eau offre un programme d'études avancées menant à un doctorat en sciences de l'eau. Ce programme multidisciplinaire, d'une durée normale de trois ans, vise à former des spécialistes dans le domaine de l'eau qui seront capables de répondre aux besoins scientifiques et socio-économiques qui se manifestent dans ce secteur.

### 4.2.1 Étudiants de doctorat en sciences de l'eau

L. AITTSI, Génie en écologie minière, M.Sc. Sciences de l'eau

Directeur de thèse: J.P. VILLENEUVE

Titre de thèse: Modélisation du transport de contaminants dans les eaux souterraines

D. BENMOUFFOK, Ing. Cartographie, M.Sc. Photogrammétrie et télédétection

Directeur de thèse: J.P. FORTIN

Titre de thèse: Estimation des données physiographiques et d'occupation des sols pour la modélisation hydrologique

P. BOUDREAU, B.Sc., M.Sc. Sciences de l'eau, boursier FCAR

Directeur de thèse: J.P. VILLENEUVE

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

P. BRASSARD, B.Sc. Biologie, M.Sc. Biologie

Directeur de thèse: J.C. AUCLAIR

Titre de thèse: Disponibilité du phosphore dans les eaux naturelles

M. CROWLEY, B.Sc. Biologie, M.Sc. Biologie

Directeur de thèse: J.L. SASSEVILLE

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

M.H. DE SEDE, Licence en Géographie, Maîtrise en Géographie, Diplôme d'Études Supérieures Spécialisées, Aménagement, Ph.D. Génie Civil

Directeur de thèse: J.P. FORTIN

Titre de thèse: Application de la télédétection à l'étude des ressources en eau

G. GANGBAZO, B.Sc. Génie rural, M.Sc. Génie rural

Directeur de thèse: D. COUILLARD

Titre de thèse: Effets des événements hydrologiques (pluie et fonte de la neige) sur les pertes d'azote et de phosphore résultant de l'épandage du lisier de porc au printemps et à l'automne

D. ISABEL, B.Sc.A. Génie géologique, M.Sc. Sciences de l'eau

Directeur de thèse: J.P. VILLENEUVE

Titre de thèse: Les pesticides dans l'eau souterraine

R. LANGIS, B.Sc. Agronomie, M.Sc.A. Génie de l'Environnement

Co-Directeurs de thèse: P. COUTURE et P.G.C. CAMPBELL

Titre de thèse: Influence de la matière organique dissoute sur le phytoplancton

P. LAVALLÉE, B.Sc. Biochimie, M.Sc. Sciences de l'eau

Directeur de thèse: J.P. VILLENEUVE

Titre de thèse: Approche méthodologique à la gestion des débordements de réseau unitaire

Y. LEFEBVRE, B.Sc. Biochimie, M.Sc. Sciences de l'eau, boursier FCAR  
Directeur de thèse: D. COUILLARD  
Titre de thèse: Assainissement des eaux usées

C. LELIÈVRE, B.Sc. Physique, M.Sc. Météorologie  
Directeur de thèse: J.P. FORTIN  
Titre de thèse: Modélisation du transport longue distance des polluants atmosphériques

M. NOBERT, M.Sc. Géographie (climatologie), boursière FCAR  
Directeur de thèse: J.L. SASSEVILLE  
Titre de thèse: Gestion de la ressource eau: aspects sociologiques

J. OUELLET, B.Sc. Mathématiques, M.Sc. Probabilités et statistiques  
Directeur de thèse: J.P. VILLENEUVE  
Titre de thèse: Contrôle automatique des usines de traitement

L. PARENT, B.Sc. Biologie, M.Sc. Sciences de l'environnement, boursière CRSNG  
Directeur de thèse: P.G.C. CAMPBELL  
Titre de thèse: Biodisponibilité de l'aluminium pour le phytoplancton

F. ROBERGE, B.Sc. Mathématiques, M.Sc. Sciences de l'eau  
Directeur de thèse: B. BOBEE  
Titre de thèse: Analyse décisionnelle bayésienne appliquée à l'étude des crues et aux problèmes de qualité de l'eau

R. ROY, B.Sc. Géographie, M.Sc. Géographie, boursier CRSNG  
Directeur de thèse: B. BOBEE  
Titre de thèse: Transfert d'information en hydrologie

Y. THOMASSIN, B.Sc.A. Génie forestier, M.Sc. Aménagement forestier (hydrologie), boursier FCAR  
Directeur de thèse: H.G. JONES  
Titre de thèse: Rôle de l'horizon organique du sol sur la qualité des eaux de fonte en forêt boréale

P.-A. THOMPSON, B.Sc. Biologie, M.Sc. Productivité aquatique, boursière CRSNG  
Directeur de thèse: P. COUTURE  
Titre de thèse: Étude de réponses acclimatatives influençant les caractéristiques structurelle et fonctionnelle au niveau de communautés microbiennes

L. WILSON, B.Sc. Chimie, M.Sc. Chimie  
Directeur de thèse: J.P. VILLENEUVE  
Titre de thèse: Contrôle automatique des réseaux d'assainissement

#### 4.2.2 Étudiant diplômé (Ph.D. sciences de l'eau)

M. PINEAU, B.Sc.A. Génie forestier, M.Sc. Sciences de l'eau, Ph.D. Sciences de l'eau (28 janvier 1987)  
Directeur de thèse: J.P. VILLENEUVE  
Titre de thèse: Modèle mathématique pour optimiser la construction d'un réseau d'usines d'épuration à l'échelle d'un bassin versant - développement et applications



## 5. SUPPORT À LA RECHERCHE ET À L'ENSEIGNEMENT

L'INRS-Eau, situé au complexe scientifique du Québec (à Sainte-Foy), y occupe une surface de 1325 m<sup>2</sup>. Outre le bureau de direction et les bureaux des professeurs, agents de recherche, professionnels, assistants, techniciens et secrétaires, cette surface comprend un laboratoire général, des laboratoires spécialisés (microbiologie, radio-isotopes, microscopie, spectrophotométrie, essais biologiques, etc.), une salle d'informatique et une salle de terminaux, la documentation et l'édition.

La mission de recherche et d'enseignement du Centre repose principalement sur l'activité de ses chercheurs à l'intérieur des divers programmes de recherche et d'études avancées. Pour remplir adéquatement cette mission, le Centre doit offrir à ses chercheurs un support adéquat, tels la diffusion de l'information, le soutien informatique, le traitement de textes et des facilités de laboratoire.

Ce support est divisé en trois grandes fonctions, soit:

- la documentation et l'édition;
- l'informatique et la bureautique;
- le laboratoire.

### 5.1 Documentation et édition

Repérage de l'information scientifique et technique  
GODBOUT, G.

Acquisition des documents  
RENAUD, C.

Traitement des documents  
RENAUD, C., GODBOUT, G. et POIRIER, A.

Édition et diffusion des publications produites par l'INRS-Eau  
CANTIN, M., PARENT, A. et RAYMOND, L.

Projet BANQUEAU:

A- Banque des publications québécoises dans le domaine de l'eau  
CANTIN, M., GODBOUT, G. et RENAUD, C.

B- Banque des personnes et des organismes oeuvrant dans le domaine de l'eau au Québec  
GODBOUT, G.

## 5.2 Informatique et bureautique

La fonction informatique et bureautique fournit aux divers usagers du Centre un support en ressources humaines et en équipement, dans la réalisation des divers projets. On y retrouve trois volets:

- ordinateur VAX 11/780:
  - Systeme d'operation VMS 4.2;
  - 4 Mégabytes de memoire vive;
  - 1425 Mégabytes de memoire-disque, sur 3 unités;
  - 2 Dérouleurs de bande magnetiques;
  - 1 Imprimante 600 lignes par minute;
  - 15 Ports de communications reliés au noeud de telecommunications de l'Université du Québec (réseau U.Q.);
  - 1 Port de communication pour transfert inter-ordinateur (réseau U.Q.);
  - 1 Port de communication via ligne téléphonique.
- concentrateur DM1600:
  - 16 Ports de communication pour accès au réseau U.Q.
- traitement de textes sur un micro-ordinateur AES 7300 avec imprimante au laser L20.
- station de traitement numérique d'images DIPIX, avec le logiciel ARIES III, reliée au VAX 11/780.

## 5.3 Laboratoire

Le personnel technique et professionnel du laboratoire se compose de deux techniciens, d'un agent technique et de techniciens occasionnels qui travaillent sous la direction d'un agent de recherche.

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 réparation 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 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 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.

L'équipement majeur du laboratoire est le suivant:

1. Chromatographe ionique Dionex autoion 12, avec intégrateur Shimadzu CR-3A
2. Chromatographe à phase gazeuse Perkin-Elmer Sigma 300 avec détecteur à conductivité thermique.
3. Chromatographe à phase gazeuse Perkin-Elmer modèle 900 avec détecteur à ionisation de flamme et avec détecteur à capture d'électrons
4. Spectrophotomètre UV-Visible Beckman Acta III
5. Spectrophotomètre infrarouge Perkin-Elmer IR-457
6. Spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme Varian 575
7. Spectrophotomètre d'absorption atomique à four de graphite Varian 1275 et GTA-95
8. Spectrophotomètre d'absorption atomique à four de graphite Varian Spectra-30G et GTA-96
9. Spectrophotomètre de radiation bêta LKB Rackbeta 1215
10. Spectrophotomètre de radiation gamma LKB 1282
11. Spectrophotomètre de radiation alpha Canberra 7404
12. Spectrofluorimètre Perkin-Elmer 204
13. Fluorimètre Turner 10
14. Analyseur de carbone organique et inorganique Technicon et Radiometer
15. Analyseur de carbone, hydrogène et azote Hewlett-Packard 185B et intégrateur Shimadzu CR-3A
16. Analyseur du soufre total Leco SC-132
17. Compteur de particules Coulter TA
18. Analyseurs automatiques Technicon II
19. Polarographe Princeton Applied Research 174 et SDME 303
20. ATP-mètre JRB 2000
21. Luminomètre LKB 1251
22. Chromatographe liquide à haute performance Waters



## 6. COOPÉRATION SCIENTIFIQUE ET ACTIVITÉS EXTÉRIEURES

De par son statut universitaire et sa mission de recherche orientée vers les besoins québécois dans le domaine de l'eau, le centre INRS-Eau a toujours cherché à développer et à maintenir des contacts avec les milieux extérieurs. Ces contacts prennent habituellement les formes suivantes: la réalisation de projets conjoints avec les chercheurs d'autres institutions; des consultations ou des prêts de service à des organismes extérieurs; l'assistance à des congrès scientifiques.

Au cours de l'année 1986-1987, plusieurs membres de l'INRS-Eau ont été appelés à participer à diverses activités extérieures.

### 6.1 Coopération scientifique

#### 1- (au plan international)

- Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), Laboratoire de Glaciologie et de Géophysique de l'Environnement, Domaine Universitaire, Grenoble, France.

Le rôle du couvert de neige dans l'acidification des écosystèmes. Étude de la chimie de la matière soluble et particulaire du couvert de neige alpin dans le Parc des Ecrins. Développement d'un modèle de l'acidité de la fonte printanière.

JONES, H.G. (1986-1991).

Financement: Coopération France-Québec.

- École des Mines de Paris, Centre d'Informatique Géologique, Fontainebleau, France.

Impact des précipitations acides sur l'environnement.

BOBÉE, B. (1986-1990).

Financement: Coopération France-Québec

- Université Aristote, Thessalonique, Grèce.

Entente institutionnelle. Signature d'un protocole. Mission explorative de trois semaines.

BOBÉE, B. (1987).

Financement: INRS-Eau. Un stagiaire grec (monsieur Vafiadis) doit venir à l'INRS-Eau, en février 1988.

- Université de Bordeaux I, Faculté des Sciences, Laboratoire d'Écologie fondamentale et d'Écotoxicologie, Bordeaux, France. BOUDOU, A., RIBEYRE, F.

Précipitations acides. Recherches en écotoxicologie sur la contamination des systèmes aquatiques continentaux par les métaux traces - incidences de l'acidification des milieux. Préciser l'influence de l'acidification du milieu sur les processus de bioaccumulation et de transfert des métaux traces, en relation avec d'autres facteurs écotoxicologiques.

CAMPBELL, P.G.C., COUTURE, P., TESSIER, A., CARIGNAN, R. (1987-1989).

Financement: Coopération France-Québec.

- Université de Genève Sciences II - Département de Chimie minérale, analytique et appliquée, Genève, Suisse. BUFFLE, J.

Rôle des métaux traces en milieu aquatique.

TESSIER, A. (1986).

Financement: Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada et Fonds National Suisse

- Université des Sciences et Techniques du Languedoc. Laboratoire d'hydrologie mathématique, Montpellier, France.

Elaboration d'un modèle de prévisions hydrologiques conçu pour faire une utilisation optimale de la télédétection et présenté sous forme de logiciel interactif sur microordinateur.

FORTIN, J.P. (1984-1987).

Financement: District de l'agglomération de Montpellier, Association AGROPOLIS; Centre régional d'Innovation et de transfert technologique - VERSEAU; INRS-Eau.

- Université de Waikato, Hamilton, Nouvelle-Zélande; Département of Scientific and Industrial Research (DSIR), Division of Marine and Freshwater Science. GREEN, D.J., McCABE, G., VINER, A.B.

Effets d'activités volcaniques et anthropiques sur l'ontogénie récente de systèmes lacustres de la Nouvelle-Zélande.

OUELLET, M. (1987).

Financement: Ministère des Relations Internationales du Québec.

## 2- (au plan national)

- Université de Toronto, Institut pour les études environnementales. STOKES, P.M.

Biodisponibilité de métaux dans des lacs influencés par les précipitations acides.

CAMPBELL, P.G.C., AUCLAIR, J.C. (1981-1987).

Financement: Coopération interprovinciale Québec-Ontario; Ministère de l'Éducation du Québec; Ministry of Colleges and Universities (Ontario).

- Université Brock. DICKMAN, M., Université du Québec à Montréal. PAGÉ, R.

Étude des lacs méromictiques canadiens.

Coopération inter-provinciale Québec-Ontario. Caractéristiques limnologiques et origine des eaux hypersalines des lacs méromictiques de l'Archipel Arctique Canadien.

OUELLET, M., (1984-1987).

Financement: Ministère de l'Éducation du Québec; Ministère de l'Éducation de l'Ontario; Projets du Plateau Continental Polaire (Polar Continental Shelf Project); Cominco Mines; Énergie, Mines et Ressources Canada.

- Université McMaster, Hamilton, Ontario. KRAMER, J.

Les précipitations acides et la géochimie environnementale.

TESSIER, A. (professeur invité à l'Université McMaster), CAMPBELL, P.G.C. (1981-1987).

- Université de Trent, Département de Géographie. ADAMS, P.W.

Étude collaborative sur la glace et la neige.

JONES, H.G. (1985-1987).

Financement: Conseil Exécutif du Québec, Secrétariat aux Affaires Intergouvernementales Canadiennes.

## 6.2 Collaborations

Université Laval, Département de Génie Civil.  
COUILLARD, D., CLUIS, D. (professeurs invités).

Université Laval, Groupe de recherche en recyclage biologique et aquiculture (GREREBA).  
COUILLARD, D., CLUIS, D., COUTURE, P., TYAGI, R.D.

Université du Québec - Institut Armand Frappier.  
TYAGI, R.D., COUILLARD, D. (professeurs invités et chargés d'enseignement).

Université de Sherbrooke, Département de Géographie, Centre d'application et de recherche en télédétection (CARTIEL).  
FORTIN, J.P. (professeur invité).

## 6.3 Perfectionnement et année sabbatique

MORIN, G.  
Année sabbatique, Université de Colombie-Britannique, Vancouver.

LACHANCE, M.  
Travaux de recherche en vue de l'obtention d'un doctorat à l'École Nationale Supérieure des Mines de Paris.

## 6.4 Autres activités

### 1- Participation aux activités de l'INRS

Conseil d'administration de l'INRS  
BOBÉE, B. membre représentant les professeurs

Commission de la recherche de l'INRS.  
FORTIN, J.P., SLIVITZKY, M.

### 2- Participation aux activités d'autres organismes

Conseil national de recherches du Canada. Comité associé sur les critères scientifiques concernant l'état de l'environnement (sous-comité sur l'eau).

CAMPBELL, P.G.C., membre du groupe de travail sur le manganèse (1984-1986); Co-président du Groupe de travail sur la biodisponibilité des métaux dans les sédiments (1984-).

Conseil national de recherches du Canada. Comité associé d'hydrologie.  
CAMPBELL, P.G.C.

Conseil national de recherches du Canada. Comité conseil sur la chimie analytique marine.  
CAMPBELL, P.G.C.

Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada. Comité des Sciences de la Terre.  
QUELLET, M., examinateur externe des demandes de subvention.

Société Royale du Canada. Groupe de travail "Global Change: The Canadian opportunity-Transformation du globe: le défi Canadien" (mai 1986).  
QUELLET, M.

Conseil des sciences du Canada. Membre du Comité d'étude des ressources en eau.  
SLIVITZKY, M.

Enquête sur la politique fédérale relative aux eaux (Commission PEARSE).  
SLIVITZKY, M.

Great lakes sciences advisory board. Commission mixte internationale (Canada-États-Unis).  
CAMPBELL, P.G.C.

Association canadienne pour la recherche sur la pollution de l'eau et sa maîtrise (ACRPEM/CAWPRC).  
Comité exécutif.  
CAMPBELL, P.G.C.

Conseil consultatif de l'environnement du Québec.  
Les fluorures dans l'environnement québécois.  
OUELLET, M. expert conseil

Ministère de l'Environnement du Québec.  
Membre du comité "méthodes biologiques" pour la normalisation des méthodes d'analyse à caractère  
environnemental.  
COUTURE, P.

Ministère de l'Environnement du Québec.  
Comité sur les pluies acides (effets sur les écosystèmes aquatiques).  
JONES, H.G.

Association internationale des ressources en eau (AIRE/IWRA). Comité National Canadien.  
VILLENEUVE, J.P.

Eastern Snow Conference (Congrès de l'est sur la neige).  
JONES, H.G., membre du comité de la recherche.

FONDS FCAR: membre du Comité Programme de Centres de Recherche.  
CAMPBELL, P.G.C.

FONDS FCAR: membre du Comité 1: Aménagement physique du territoire / Environnement / Océanographie /  
Sciences de l'eau et de la terre.  
CARIGNAN, R.

FONDS FCAR: membre des Comités d'appréciation aux bourses de maîtrise et de doctorat pour les comités  
"Sciences de l'environnement" et "Géographie physique".  
COUTURE, P.

FONDS FCAR: secrétaire du Comité "technologie et sciences de l'ingénierie" pour l'évaluation des demandes  
d'équipes et de séminaires.  
LACHANCE, M.

FONDS FCAR: membre du Comité d'examen des demandes de subvention pour le programme d'aide aux chercheurs  
des collèges et aux chercheurs sans affiliation institutionnelle reconnue (A.C.S.A.I.R.).  
SASSEVILLE, J.L.



FONDS FCAR: membre du Comité "Organismes de services à la recherche".  
TESSIER, A.

3- Organisation de congrès

Congrès de l'association québécoise des techniques de l'eau (Mars 1987) et journée "Recherche sur l'eau".

COUILLARD, D., membre du comité d'organisation du programme technique.

Congrès de l'Association canadienne pour la recherche sur la pollution de l'eau et sa maîtrise (ACRPEM/CAWPRC) (Octobre 1986).

CAMPBELL, P.G.C., président du comité d'organisation.

COUILLARD, D., COUTURE, P., membres du comité d'organisation.

70e Congrès de Chimie du Canada. (1987).

TESSIER, A., secrétaire-trésorier pour l'organisation du congrès.

## 6.5 Revues scientifiques

L'Association québécoise des techniques de l'eau et l'INRS-Eau se sont entendus afin de produire un cahier scientifique intitulé "Revue Internationale des Sciences de l'Eau" dont l'objectif est d'étendre et d'accroître la transmission des communications dans le domaine des sciences de l'eau, par la publication d'articles scientifiques. Ce cahier paraît comme encart scientifique à l'intérieur de la revue "Sciences et Techniques de l'Eau". de l'AQIE. Le lancement officiel de cette nouvelle revue internationale a eu lieu le 19 novembre 1985, à Montréal, lors des assises annuelles de l'AQIE, et le premier numéro réalisé par l'INRS-Eau est paru en décembre 1985.

Les personnes concernées par la Revue Internationale des Sciences de l'Eau à l'INRS-Eau sont: MM. Michel Slivitzky, qui agit comme président du Conseil de direction, Bernard Bobée, directeur scientifique, Denis Couillard, directeur scientifique adjoint, Magella Cantin, secrétaire de la revue et Madame Claire Lortie, secrétaire.

Revue "Sciences et techniques de l'eau".

COUILLARD, D., membre du Comité des publications techniques et scientifiques; adjoint au Directeur scientifique de la revue.

### 6.5.2 Comités de lecture ou de rédaction de revues scientifiques

- ASHKAR, F.           Journal of Hydrology  
Revue Internationale des Sciences de l'Eau  
Stochastic Hydrology and Hydraulics  
Water Resources Bulletin  
Water Resources Research
- AUCLAIR, J.C.       Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences  
Naturaliste Canadien  
Water Research
- BOBÉE, B.           Canadian Journal of Civil Engineering  
Journal of the Hydraulics Division, American Society of Civil Engineers  
Water Pollution Research Journal of Canada  
Water Research  
Water Resources Bulletin  
Water Resources Research
- CAMPBELL, P.G.C.   Analytical Chemistry  
Canadian Journal of Chemistry  
Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences  
Environmental Science and Technology  
Sciences et techniques de l'eau  
Science of the Total Environment  
Water Research
- CARIGNAN, R.       Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences  
Geochimica Cosmochimica Acta  
Limnology and Oceanography  
Marine Biology
- COUILLARD, D.       Canadian Journal of Civil Engineering  
Sciences et techniques de l'eau

- COUTURE, P. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences  
Sciences et techniques de l'eau  
Water Research
- FORTIN, J.P. Atmosphère-Océan  
Journal of Hydrology  
Revue internationale des sciences de l'eau
- JONES, H.G. Annals of Glaciology  
Atmosphère-Océan  
Canadian Journal of Forestry  
Journal of Glaciology  
Water, Air and Soil Pollution  
Water Pollution Research Journal of Canada  
Water Resources Research
- LACHANCE, M. Environmental Management  
Sciences et techniques de l'eau  
Water, Air and, Soil Pollution
- OUELLET, M. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences  
Journal Canadien des Sciences de la Terre  
Hydrobiologia  
Naturaliste Canadien  
Water, Air and Soil Pollution
- TESSIER, A. Analytical Chemistry  
Applied Geochemistry  
Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences  
Journal of Geochemical Exploration  
Water, Air and Soil Pollution  
Geochimica Cosmochimica Acta  
Water Pollution Research Journal of Canada  
Water Research
- TYAGI, R.D. Journal of Biotechnology and Bioengineering  
Journal of Microbial Biotechnology  
Sciences et techniques de l'eau  
Water Science and Technology (IAWPRC)

## 6.6 Organismes scientifiques et professionnels auxquels participent l'INRS-Eau et/ou ses membres

### Participation du Centre

- Association of Canadian Faculties of Environmental Studies (ACFES): INRS-Eau
- International Association on Water Pollution Research (IAWPR) Comité canadien national: INRS-Eau

### Participation des membres (adhésions personnelles)

- American Association for the Advancement of Sciences (AAAS): CARIGNAN, R. et OUELLET, M.
- American Chemical Society (ACS): CAMPBELL, P.G.C.
- American Geochemical Society (AGS): CARIGNAN, R.
- American Geophysical Union (AGU): section hydrologie, Comité de rationalisation de réseaux: ASHKAR, F., VILLENEUVE, J.P.
- American Quaternary Association (AQA): OUELLET, M.
- American Society of Limnology and Oceanography (ASLO): AUCLAIR, J.C., CAMPBELL, P.G.C. CARIGNAN, R. et OUELLET, M.
- Association des biologistes du Québec (ABQ): COUTURE, P. et OUELLET, M.
- Association canadienne-française pour l'avancement des sciences (ACFAS): AUCLAIR, J.C., CAMPBELL, P.G.C., COUILLARD, D., JONES, H.G., LECLERC, M., OUELLET, M., TESSIER, A. et VILLENEUVE, J.P.
- Association canadienne pour la recherche sur la pollution de l'eau et sa maîtrise (ACRPEM/CAWPRC): CAMPBELL, P.G.C., COUTURE, P., JONES, H.G., TRAN, F.T. et TYAGI, R.D.
- Association internationale des sciences hydrologiques (AISH): FORTIN, J.P. et MORIN, G.
- Association internationale des ressources en eau (AIRE/IWRA): VILLENEUVE, J.P.
- Association québécoise de télédétection: FORTIN, J.P., POTVIN, L. et SOCHANSKI, W.
- Association québécoise des techniques de l'eau (AQTE): COUILLARD, D. (membre du comité jury pour les publications COPUTES), BOBÉE, B. et CANTIN, M. (Revue internationale des sciences de l'eau).
- Canadian Society of Limnology (CSL): CAMPBELL, P.G.C., CARIGNAN, R. et OUELLET, M.
- Comité canadien sur les pêches en eaux douces (CCFFR): OUELLET, M.
- Eastern Snow Conference (Congrès de l'est sur la neige): JONES, H.G.
- Institut Canadien des Ingénieurs (ICI): VILLENEUVE, J.P.
- Institut de chimie du Canada (ICC): CAMPBELL, P.G.C., COUILLARD, D. COUTURE, P., TESSIER, A. et TYAGI, R.D.

- International Lake Environment Committee (ILEC): OUELLET, M.
- New Zealand Limnological Society: OUELLET, M.
- Ordre des chimistes du Québec (OCQ): TESSIER, A., DUBREUIL, B.
- Ordre des ingénieurs du Québec (OIQ): COUILLARD, D., MORIN, G., SOCHANSKI, W., TRAN, F.T. et VILLENEUVE, J.P.
- Pacific Science Association: OUELLET, M.
- Societas Internationalis Limnologica, Theoreticae et Applicatae (SIL), (Société internationale de limnologie théorique et appliquée): AUCLAIR, J.C., CAMPBELL, P.G.C., CARIGNAN, R., JONES, H.G. et OUELLET, M.
- Société canadienne de génie chimique (SCGC): COUILLARD, D., TRAN, F.T. et TYAGI, R.D.
- Société canadienne des biologistes de l'environnement (SCBE): COUTURE, P. et OUELLET, M.
- Société de météorologie du Québec (SMQ): FORTIN, J.P. et LACHANCE, M.
- Société Internationale de glaciologie (IGS): JONES, H.G.

## 6.7 Visiteurs

Pierre Hubert (février 1987)  
Centre d'Informatique Géologique  
Ecole des Mines de Paris  
Fontainebleau, France

Dr. Désiré le Gourières, professeur (juin 1986)  
Faculté des Sciences  
Université de Bretagne Occidentale  
Brest, France

Madame Cosme Delphine (juillet 1986)  
Mathématiques supérieures et technologie  
Lycée Raoul Follereau  
Belfort, France

Dr. Mohammed Tayaa (octobre 1986)  
Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II  
Rabats-Instituts  
Rabat, Maroc

Dr. Oscar Russo Vogel, Recteur (octobre 1986)  
Institut Technologique de Sonora (ITSON)  
Sonora, Ciudad Obregon  
Mexique

Madame Andrée Coupier (août 1986)  
Institut de Géographie  
Université de Aix-en-Provence  
Sarrebouurg, France

Yasuhiro Satoh (septembre 1986)  
Département de Chimie  
Faculté des Sciences  
Université de Yamagata  
Yamagata, Japon

Michel Albuissou, Professeur (décembre 1986)  
Centre de Télédétection et d'Analyse des Milieux Naturels (CTAMN)  
Ecole des Mines de Paris  
Sophia Antipolis  
Valbonne, France

## 7. SÉMINAIRES ET COLLOQUES

M. Peter G.C. Campbell ainsi que M. Jean-Louis Sasseville se sont occupés de l'organisation des séminaires, colloques et conférences de l'INRS-Eau. Les activités ont permis l'échange des connaissances entre les chercheurs et praticiens de différents organismes nationaux qui s'intéressent à l'environnement et à la ressource-eau tout en stimulant les étudiants-chercheurs de l'Institut.

Voici la liste de ces activités de communications scientifiques tenues à l'INRS-Eau (au Complexe scientifique du Québec, Sainte-Foy) cette dernière année et qui ont attiré des représentants des milieux universitaires, gouvernementaux et de l'entreprise privée.

SADAR, Husain (juillet 1986)

Conseiller scientifique, Bureau fédéral d'examen des évaluations environnementales et Gestionnaire du Secrétariat du Conseil canadien de la recherche sur les évaluations environnementales. Le rôle du CCREE au Canada et au Québec

MANSINGH, Ajai (octobre 1986)

Professeur, University of West Indies, Kingston, Jamaïque. La problématique du contrôle des pestes et des pesticides dans les Antilles

BOUDREAU, Robert F. (février 1987)

Ministère de l'Environnement du Québec. Systèmes experts et gestion de l'environnement

ADAMS, W.P. (février 1987)

Professeur, Université Trent, Peterborough, Ontario. Snow and ice studies in the high Arctic

HUBERT, Pierre (mars 1987)

Professeur, Ecole des Mines de Paris, Fontainebleau. Optimisation et gestion des eaux

DELLEUR, Jacques W. (mars 1987)

Professeur et directeur, École de Génie civil, Université Purdue, Indiana. Réponse hydrologique aux pluies acides

THIRRIOT, Claude (mars 1987).

Professeur, Institut National Polytechnique de Toulouse, Toulouse. Recherche hydraulique et assainissement





## 8. PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS

### 8.1 Articles de périodique avec jury

- P307 ASHKAR, F., BOBÉE, B. (1986).  
Variance of the T-year event in the log pearson type-3 distribution - comment. Journal of Hydrology, 84: 181-187.
- P293 ASHKAR, F., ROUSSELLE, J. (1987).  
Partial duration series modeling under the assumption of a poissonian flood count. Journal of Hydrology, 90(1/2): 135-144.
- P292 ASHKAR, F., BOBÉE, B. (1987).  
The generalized method of moments as applied to problems of flood frequency analysis: some practical results for the log pearson type 3 distribution. Journal of Hydrology, 90(3/4): 199-217.
- P323 CAMPBELL, P.G.C., THOMASSIN, D., TESSIER, A. (1986).  
Aluminum speciation in running waters on the Canadian pre-Cambrian Shield: kinetic aspects. Water, Air and Soil Pollution., 30: 1023-1032.
- P317 CAMPBELL, P.G.C., TESSIER, A. (1987).  
Metal speciation in natural waters: influence of environmental acidification. Dans: Sources and Fates of Aquatic Pollutants, R.A. Hites et S.J. Eisenreich [éds], American Chemical Society, Washington, D.C., Advances in Chemistry Series, No. 216, Chapitre 7: 185-207.
- P324 CARON, F., TESSIER, A., KRAMER, J.R., SCHWARCZ, H.P., REES, E. (1986).  
Sulfur and oxygen isotopes of sulfate in precipitation and lakewater, Québec. Applied Geochemistry, 1: 601-606.
- P243 COUILLARD, D., CROWLEY, M., SASSEVILLE, J.L. (1986).  
Technological public choice in practice: the case of wastewater treatment facilities. Journal of Environmental Management, 22(2): 133-146.
- P268 COUILLARD, D. (1986).  
Consequences associated with a crude petroleum leak from a pipeline. Journal of Environmental Management, 23(3): 247-258.
- P321 COUILLARD, D. (1987).  
Development of a water quality planning model using UIM square grid system. Journal of Environmental Management, 25: 247-258.
- P294 COUTURE, P., THELLEN, C., THOMPSON, P.-A., AUCLAIR, J.C. (1987).  
Structure and function of phytoplanktonic and microbial communities in relation to industrial wastewater discharge: an ecotoxicological approach in a lotic system. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 44(1): 167-175.
- P325 DELMAS, V., JONES, H.G. (1987).  
Wind as a factor in the direct measurement of the dry deposition of acid pollutants to snowcovers. Dans: Seasonal snowcovers: Physics, Chemistry, Hydrology, 321-355. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht. Editors H.G. Jones and W.J. Orville-Thomas, 726 pages plus index.
- P318 DICKMAN, M., OUELLET, M. (1987).  
Limnology of Garrow Lake, NWT, Canada. Polar Record, 23(146): 531-549.

- P287 FORTIN, J.P., PROULX, H., BELLON, A. (1987).  
Utilisation des données d'un radar météorologique pour la simulation des écoulements en rivière à l'aide d'un modèle hydrologique matriciel. *Journal of Hydrology*, 90(3/4): 327-350.
- P339 GRENIER, Y., COUILLARD, D. (1987).  
Le recyclage des boues d'usine d'épuration des eaux en fertilisation forestière. *Journal GEOS*, 16(2): 22-26.
- P319 GUERTIN, K.V. (1987).  
A correction model for conditional bias in selective mining operations. *Mathematical Geology*, 19(5): 407-423.
- P166 ISABEL, D., VILLENEUVE, J.P. (1986).  
Importance of the convergence criterion in the automatic calibration of hydrological models. *Water Resources Research*, 22(10): 1367-1370.
- P297 JONES, H.G., STEIN, J., ROBERGE, J., SOCHANSKI, W., CHARETTE, J.Y., PLAMONDON, A.P. (1986).  
Snowmelt in a boreal forest site: an integrated model of meltwater quality (SNOQUALI). *Water, Air and Soil Pollution*, 31: 431-439.
- P285 JONES, H.G., DEBLOIS, C. (1986).  
Chemical dynamics of N- containing ionic species in a boreal forest snowcover during the spring melt period. *Hydrological processes*, 1: 271-282.
- P326 JONES, H.G. (1987).  
Seasonal Snowcovers: Physics, Chemistry, Hydrology. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht. Editors H.G. Jones and W.J. Orville-Thomas, 726 pages, plus index.
- P327 JONES, H.G. (1987).  
Chemical dynamics of snowcover and snowmelt in a boreal forest. Dans: *Seasonal Snowcovers: Physics, Chemistry, Hydrology*, 531-574. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht. Editors H.G. Jones and W.J. Orville-Thomas, 726 pages, plus index.
- P328 JONES, H.G., BÉDARD, Y. (1987).  
The dynamics and mass balances of  $\text{NO}_3^-$  and  $\text{SO}_4^{2-}$  in meltwater and surface-runoff during spring melt in a boreal forest. Dans: *Forest Hydrology and Watershed Management IAHS Publication 167*: 19-31.
- P299 LACHANCE, M., BROUARD, D. (1986).  
Variations épisodiques de paramètres physico-chimiques lors du dégel printanier dans un sous-bassin de la rivière des Escoumins. *Revue Internationale des Sciences de l'eau*, 2(3): 69-77.
- P329 LANGIS, R., COUTURE, P., de la NOUE, J., MÉTHOT, N. (1986).  
Induced responses on algal growth and phosphate removal by three molecular weight DOM fractions from a secondary effluent. *Journal of Water Pollution Control Federation*, 58: 1073-1077.
- P330 LELIÈVRE, C., JACQUES, G., FORTIN, J.P., LACHANCE, M., BOULET, G. (1986).  
Modèle québécois de transport à grandes distances des polluants atmosphériques. *Le Climat*, 4(1): 31-42.
- P331 LECLERC, M., DHATT, G., ROBERT, J.L., TESSIER, J.C., SOULAIMANI, A., DUPUIS, P., MATTE, Y. (1987).  
Modélisation des écoulements de l'Archipel de Montréal par éléments finis: aspects divers de l'application. *Revue Internationale des Sciences de l'Eau*, 3(2): 41-56.

## 8.2 Conférences avec jury

- S214 ASHKAR, F., BOBÉE, B. (1987).  
Estimating parameters of flood frequency distributions by the generalized method of moments with special emphasis on the log pearson type 3 distribution. 8th Canadian Hydrotechnical Conference, Montréal, 19-22 mai 1987.
- S206 AUCLAIR, J.C., COUTURE, P. (1986).  
The prediction of microbial viability from temporal variations in the energy charge. American Society of Limnology and Oceanography, Kingston, Rhode Island, 23-27 juin 1986.
- S211 BEAULIEU, D., COUILLARD, D. (1986).  
Influence des eaux de ruissellement urbain sur une chaîne de traitement des eaux usées. Association canadienne pour la recherche sur la pollution de l'eau et sa maîtrise, Congrès Régional de l'Est, Université Laval, Sainte-Foy, 30 octobre 1986.
- S248 BEAULIEU, D., COUILLARD, D. (1987).  
Caractérisation des effets chocs sur un système de traitement des eaux usées. Programme technique de l'Association québécoise des techniques de l'eau (AQTE). Assises annuelles et Salon de l'eau 1987, Palais des Congrès, Montréal, 4-7 mars 1987.
- S220 BÉDARD, Y., JONES, H.G. (1986).  
Flux des anions d'acides forts ( $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ) dans les eaux de surface lors de la fonte printanière en milieu nordique. Première Conférence Internationale des Limnologues d'Expressions Française, Université Laval, Sainte-Foy, 20-23 juillet 1986.
- S223 BÉDARD, Y., JONES, H.G. (1986).  
Sulfate dynamics in a boreal forest site during snowmelt. The comparative fluxes of strong-acid anions in melting snowpacks and surface waters during spring melt in a boreal forest. 43rd Eastern Snow Conference, Cold Regions Engineering Laboratory (CREEL), New Hampshire, 4-6 juin 1986.
- S186 BOBÉE, B., HAEMMERLI, J., LACHANCE, M. (1986).  
Méthodologie d'élaboration d'un réseau d'échantillonnage: application à la conception d'un réseau de détection de tendances dans l'acidification des eaux de surface du Québec. Dans: Integrated Design of Hydrological Networks. Second Scientific Assembly of the IAHS, Budapest, 2-10 juillet 1986. IAHS Publication, 158: 187-200.
- S195 BOBÉE, B., ASHKAR, F., FORTIER, L. (1986).  
Méthodes statistiques d'estimation des débits de crues avec accent particulier sur la loi log Pearson type 3. Symposium International Périls et Catastrophes, Université du Québec à Rimouski, 3-9 août 1986.
- S222 BOBÉE, B., ASHKAR, F. (1986).  
Distributions de probabilité. Atelier sur la modélisation statistique et régionalisation des caractéristiques de crue au Canada, Université McGill, Montréal, 17 octobre 1986.
- S216 CAMPBELL, P.G.C., THOMASSIN, D., TESSIER, A. (1986).  
Spéciation de l'aluminium dans les eaux courantes affectées par les précipitations acides. Première Conférence Internationale des Limnologues d'Expression Française, Université Laval, Sainte-Foy, 20-23 juillet 1986.

- P252 MARCEAU, P., CLUIS, D., MORIN, G. (1986).  
Comparaison des performances relatives à un modèle déterministe et à un modèle stochastique de température de l'eau en rivière. *Revue Canadienne de Génie Civil*, 13(3): 352-364.
- P242 MORIN, G., CLUIS, D., COUILLARD, D., JONES, H.G., GAUTHIER, J.M. (1987).  
Prévision des températures de l'eau en rivière à l'aide d'un modèle conceptuel. *Journal des Sciences Hydrologiques*, 32(1): 31-41.
- P309 PAGE, P., MICHAUD, J., OUELLET, M., DICKMAN, M. (1987).  
Isotopic composition and origin of lacustrine brines in the arctic. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 24(2): 210-216.
- P240 RAPIN, F., TESSIER, A., CAMPBELL, P.G.C., CARIGNAN, R. (1986).  
Potential artifacts in the determination of metal partitioning in sediments by a sequential extraction procedure. *Environmental Science and Technology*, 20(8): 836-840.
- P332 STEIN, J., JONES, H.G., ROBERGE, J., SOCHANSKI, W. (1986).  
The prediction of both runoff quality and quantity by the use of an integrated snowmelt model. *Dans: Modelling snowmelt - induced processes*. Editor E.M. Morris, IAHS Publication no 155: 347-358.
- P333 TESSIER, A., CAMPBELL, P.G.C. (1987).  
Partitioning of trace metals in sediments: relationships with bioavailability. *Hydrobiologia*, 149: 43-52.
- P337 TRAN, F.T., COUILLARD, D. (1986).  
Decontamination process of oil spills on beach sand and of petroleum bottom tank sludges. *Dans: Chemistry for protection of the environment 1985*, 691-700. Series: Studies in environmental science, vol. 29. Elsevier Publishers. Editors L. Pawlowski, G. Alaerts and W.J. Lacy.
- P246 TYAGI, R.D., COUILLARD, D., VILLENEUVE, J.P. (1986).  
Functional design of activated sludge processes with heavy metal inhibition. *Canadian Journal of Chemical Engineering*, 64(4): 632-638.
- P338 TYAGI, R.D., COUILLARD, D. (1987).  
Bacterial leaching of metals from digested sewage sludge. *Process Biochemistry*, 22(4): 114-117.

- S239 CAMPBELL, P.G.C., TESSIER, A. (1986).  
Current status of metal speciation studies. International Symposium on Metals Speciation, Separation and Recovery, 201-292, Chicago, 28-31 juillet 1986. Lewis Publishers Inc., Chelsea, Michigan. Editors J.W. Patterson and R. Passino.
- S240 CAMPBELL, P.G.C., TESSIER, A. (1987).  
Relationships between the partitioning of Cu, Pb and Zn in freshwater sediments and their availability to rooted plants and filter-feeding molluscs. 4th International Symposium on the Interaction Between Sediments and Water (IASWS), Melbourne, Australie, 16-20 février 1987.
- S203 CAVADIAS, G., MORIN, G. (1986).  
Studies of confidence intervals, intermediate runoff outputs and combinations of simulated discharges, based on the WMO intercomparison of snowmelt runoff. Dans: Integrated Design of Hydrological Networks. Second Scientific Assembly of the IAHS, Budapest, 2-10 juillet, 1986.
- S204 CLUIS, D. (1986).  
Généralisation du test de tendance de Foster et Stuart à des échantillons markoviens courts. In: Monitoring to detect changes in water quality series. Dans: Integrated Design of Hydrological Networks. Second Scientific Assembly of the IAHS, Budapest, 2-10 juillet 1986, IAHS Publication 157: 267-275.
- S209 COUTURE, P., THOMPSON, P.A., THELLEN, C., AUCLAIR, J.C. (1987).  
Structure and function relationships of indigenous microbial communities and the determination of risk assessment. Third International Symposium on Toxicity Testing Using Microbial Systems, Valence, Espagne, 11-15 mai 1987.
- S210 COUTURE, P., THOMPSON, P.A., THELLEN, C., AUCLAIR, J.C. (1987).  
Phytoplankton acclimation and adenylates pathways: metabolic responses to Cd and Chlor-alkali effluent discharge. International Symposium on Cellular Impacts in Ecotoxicology, Lyon, France, 18-20 mai 1987.
- S189 FORTIN, J.P., JACQUES, G., MORIN, G. (1986).  
Analyse des réseaux nivométriques du Québec en vue de leur rationalisation. Dans: Integrated Design of Hydrological Networks, Second Scientific Assembly of the IAHS, Budapest, 2-10 juillet 1986, IAHS Publication 48: 57-70.
- S246 GARIÉPY, S., COUILLARD, D., TRAN, F.T. (1987).  
Traitement aérobie thermophile d'un effluent d'abattoir et production de protéines. Programme technique de l'Association québécoise des techniques de l'eau (AQTE). Assises annuelles et Salon de l'eau 1987, Palais des Congrès, Montréal, 4-7 mars 1987. (Comptes-rendus p. 11).
- S247 GIROUX, I., COUILLARD, D. (1987).  
Modèle pour l'évaluation des sites d'épandage des boues d'épuration. Programme technique de l'Association québécoise des techniques de l'eau (AQTE). Assises annuelles et Salon de l'eau 1987, Palais des Congrès, Montréal, 4-7 mars 1987.
- S241 HANSEN, H.J., CAMPBELL, P.G.C. (1987).  
Heterotrophic bacterial activity from two Canadian Shield lakes of different pH: measurement of photosynthetically produced extracellular organic carbon uptake by a diffusion chamber approach. XXIII Congrès de la Société Internationale de Limnologie, Hamilton, Nouvelle-Zélande, 8-14 février 1987. (Verh. Internat. Verein. Limnol., 23).

- S192 JONES, H.G., BÉDARD, Y. (1987).  
The dynamics and mass balances of  $\text{NO}_3^-$  and  $\text{SO}_4^{2-}$  in meltwater and surface-runoff during spring melt in a boreal forest. IAHS Symposium on Forest Hydrology and Watershed Management, Vancouver, IAHS Publication 167: 19-31.
- S238 JONES, H.G. (1986).  
Composition of meltwater: State-of-the-science and proposed research. Invited discussion paper at Workshop on Acid Deposition, Monitoring for Snowfall and Snowpack. U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Office of Acid Deposition, Environmental Monitoring and Quality Assurance (OADEMQA), Keystone, Colorado, 18-21 novembre 1986.
- S236 LAFRANCE, P., BANTON, O., VILLENEUVE, J.P., CAMPBELL, P.G.C. (1987).  
Simulation with a complexation - adsorption model of possible effects of dissolved humic substances on solute transport in soils. International Conference on Solving Groundwater Problems with Models, U.S. National Water Well Association, Denver, Colorado, 10-12 février 1987 (Comptes rendus, vol. 1, p. 69-87).
- S219 LEBEUF, M., TESSIER, A., CARIGNAN, R., CAMPBELL, P.G.C. (1986).  
Réaction du zinc avec des sédiments lacustres oxygènes: rôle possible des oxyhydroxydes de fer et influence du pH. Première Conférence Internationale des Limnologues d'Expression Française, Université Laval, Sainte-Foy, 20-23 juillet 1986.
- S188 LECLERC, M., DHATT, G. (1986).  
Utilisation d'une contrainte globale de conservation de volume pour la convergence des modèles de courants de dérive dans les lacs. 6e Colloque international sur la simulation d'écoulements par éléments finis, INRIA, Antibes, France, juin 1986.
- S215 OUELLET, M. (1986).  
Croissance, fécondité et régime alimentaire de la lotte (*Lota Lota*; Linneus, 1758) du lac Saint-Jean, Québec. Première Conférence Internationale des Limnologues d'Expression Française, Université Laval, Sainte-Foy, 20-23 juillet 1986.
- S249 OUELLET, M., JONES, H.G. (1987).  
Some physico-chemical aspects of Lake Saint-John, Québec, Canada. XXIIIe Conférence de la Société Internationale de Limnologie, Hamilton, Nouvelle-Zélande, 8-14 février 1987. (Verh. Intern. Verein. Limnol., 23).
- S250 OUELLET, M., DICKMAN, M., BISSON, M., PAGÉ, P. (1987).  
Limnological characteristics and origin of the hypersaline meromictic Lake Garro from the Canadian High Arctic. XXIIIe Conférence de la Société Internationale de Limnologie, Hamilton, Nouvelle-Zélande, 8-14 février 1987. (Verh. Intern. Verein. Limnol., 23).
- S251 PAGÉ, P., OUELLET, M. (1987).  
Carbon isotopes ( $^{13}\text{C}$ ,  $^{14}\text{C}$ ) and alkalinities in hypersaline lakes of the Canadian Arctic. XXIIIe Conférence de la Société Internationale de Limnologie, Hamilton, Nouvelle-Zélande, 8-14 février 1987. (Verh. Intern. Verein. Limnol., 23).
- S217 OUELLET, M. (1986).  
Étude physico-chimique et phytoplanctonique des eaux du lac Saint-Jean: saison 1979. Première Conférence Internationale des Limnologues d'Expression Française, Université Laval, Sainte-Foy, 20-23 juillet 1986.

- S221 PINEAU, M., VILLENEUVE, J.P. (1987).  
Non-linear programming in the planning of wastewater treatment technologies. Twenty-Second Canadian Symposium on Water Pollution Research, Université de Toronto, Toronto, 19 février 1987.
- S242 SCHENCK, R.C., TESSIER, A., CAMPBELL, P.G.C. (1986).  
Metal accumulation in Chlamydomonas variabilis and in natural lake phytoplankton populations as a function of pH. Annual Meeting of the American Society of Limnology and Oceanography, Kingston, Rhode Island, 23-26 juin 1986.
- S243 STOKES, P.M., CAMPBELL, P.G.C. (1986).  
Filamentous algae as monitors of manganese and aluminum. Annual Meeting of the American Society of Limnology and Oceanography, Kingston, Rhode Island, 23-26 juin 1986.
- S244 TESSIER, A. (1987).  
Physical separation methods. Workshop on metal speciation: 17th Annual Symposium on the Analytical Chemistry of Pollutants. Organisé par U.S. Environmental Protection Agency, International Association of Environmental Analytical Chemistry et American Chemical Society, Jeckell Island, Georgie, 18-22 mai 1987.
- S245 TESSIER, A., CAMPBELL, P.G.C., AUCLAIR, J.C. (1986).  
Bioavailability of metals in sediments. 69e Congrès de l'Institut de chimie du Canada, Saskatoon, 2-4 juin 1986.
- S207 THELLEN, C., COUTURE, P., AUCLAIR, J.C., THOMPSON, P.A. (1986).  
Intérêt des processus fonctionnels pour étudier l'influence d'un rejet toxique ponctuel sur la communauté microplanctonique d'un tronçon de rivière. Première Conférence Internationale des Limnologues d'Expression Française, Université Laval, Sainte-Foy, 20-23 juillet 1986.
- S208 THOMPSON, P.A., COUTURE, P., THELLEN, C., AUCLAIR, J.C. (1986).  
Use of structure-fonction relationships for monitoring cellular stress and acclimatory responses with Selenastrum capricornutum. 13th Annual Aquatic Toxicity Workshop, Moncton, Nouveau-Brunswick, 11-14 novembre 1986.
- S213 THOMPSON, P.A., HUOT, A. (1986).  
Utilisation dans la Rivière-aux-Saumons (Lac St-Jean, Québec) de modèles physico-chimiques de prévision de la sensibilité à l'acidification dans une perspective d'aménagement des populations de ouananiches (Salmo salar) au Lac St-Jean. Association canadienne pour la recherche sur la pollution de l'eau et sa maîtrise, Congrès Régional de l'Est, Université Laval, Sainte-Foy, 30 octobre 1986.
- S212 TYAGI, R.D., COUILLARD, D., TRAN, F.T., PICHE, I. (1986).  
Kinetics of solubilization of heavy metals from municipal sludge by bacterial leaching. Association canadienne pour la recherche sur la pollution de l'eau et sa maîtrise. Congrès régional de l'Est, Université Laval, Sainte-Foy, 30 octobre 1986.
- S197 TYAGI, R.D., COUILLARD, D. (1986).  
Analysis of final settling tank in relation to control of metal inhibition in activated sludge process. 36e Conférence Canadienne de Génie Chimique, Sarnia, Ontario, 5-8 octobre 1986.
- S234 TYAGI, R.D. (1987).  
Production of highly active cellulase enzyme by the mutant strains of Trichoderma reesei. 37e Conférence Canadienne de Génie Chimique, Montréal, 18-22 mai 1987, pp. 335-337.

- S235 TYAGI, R.D., COUILLARD, D. (1986).  
Removal of heavy metals from sludge by microbial leaching. International Symposium on Metal Speciation, Separation and Recovery, Chicago, 28-31 juillet 1986.
- S218 VAN COILLIE, R., BROUARD, D., THELLEN, C., CAMPBELL, P.G.C., CHEVALIER, G., COUTURE, P., ROY, Y., VIGNEAULT, Y. (1986).  
Impact des précipitations acides via l'aluminium libéré des sols dans les écosystèmes aquatiques. Première Conférence Internationale des Limnologues d'Expression Française, Université Laval, Sainte-Foy, 20-23 juillet 1986.
- S237 VILLENEUVE, J.P., BANTON, O., LAFRANCE, P., CAMPBELL, P.G.C. (1987).  
A new model for the evaluation of groundwater vulnerability to non-point source contamination by pesticides. International Conference on the Vulnerability of Soil and Groundwater to Pollutants (VROM, IAH, IAHS, ISSS, UNESCO, WHO), Noordwijk am Zee, The Netherlands, 30 mars - 3 avril 1987 (Comptes rendus, pp. 1097-1109).



### 8.3 Conférences sans jury

- C161 CAMPBELL, P.G.C. (1987).  
Trace metal/algae interactions: influence of lake acidification. Présentation comme conférencier invité au Département de biologie, Concordia University, 3 avril 1987.
- C154 COUILLARD, D., BEAULIEU, D. (1987).  
Comportement des variables d'un système de traitement des eaux suite au ruissellement urbain. 55e Congrès de l'ACFAS, Université d'Ottawa, 19-22 mai 1987.
- C155 COUILLARD, D., GIROUX, I. (1987).  
Étude des principales variables des sols pouvant servir à l'épandage des boues résiduelles. 55e Congrès de l'ACFAS, Université d'Ottawa, 19-22 mai 1987.
- C163 COUILLARD, D. (1986).  
Extraction des métaux dans les boues de traitements biologiques. Colloque Réseau sur la Recherche en Biotechnologies. Institut Armand-Frappier (Université du Québec), Montréal, 18 avril 1987.
- C165 COUTURE, P. (1986).  
Utilisation des relations structure-fonction chez des populations et des communautés phytoplanctoniques en écotoxicologie aquatique. Conférencier invité au Département des sciences biologiques de l'Université du Québec à Montréal, 19 novembre 1986.
- C156 JONES, H.G., BÉDARD, Y. (1987).  
Evolution relative de  $SO_4$ ,  $NO_3$  et  $H^+$  dans les eaux de ruissellement en forêt boréale pendant la fonte printanière. 55e Congrès de l'ACFAS, Université d'Ottawa, 19-22 mai 1987.
- C162 OUELLET, M. (1987).  
Origine de lacs hypersalins du haut arctique canadien. Présentation comme conférencier invité au Département de biologie, Université de Montréal, 18 mars 1987.
- C153 SASSEVILLE, J.L. (1986).  
Le développement à l'INRS: l'innovation institutionnelle plutôt que le statu quo fonctionnel. Colloque un INRS pour demain, Québec, 13 novembre 1986.
- C164 TESSIER, A. (1986).  
Facteurs biotiques et abiotiques qui influencent l'accumulation des métaux traces par des organismes benthiques. Présentation comme conférencier invité au Département de chimie analytique, Université de Genève.

#### 8.4 Rapports scientifiques ou internes

- R201 BOBÉE, B., ASHKAR, F., FORTIER, L. (1986).  
Estimation des paramètres de la loi log-Pearson type 3 par la méthode généralisée des moments. INRS-Eau, rapport scientifique no 201, 9 p.
- R105 BOBÉE, B., DESGROSEILLIERS, L. (1985, révisé 1987).  
Ajustement des distributions Pearson type 3, Gamma, Gamma généralisé, log-Pearson type 3 et log-Gamma. INRS-Eau, rapport scientifique no 105, 75 p. plus annexe.
- R216 BOUCHER, V., SASSEVILLE, J.L. (1987).  
L'environnement institutionnel de l'initiative technologique de valorisation de la biomasse. INRS-Eau, rapport scientifique no 216, 72 p., 1 annexe. (Pour le compte du Centre Québécois de Valorisation de la Biomasse).
- R215 CLUIS, D., LABERGE, C. (1986).  
Généralisation du test de tendance de Foster et Stuart à des échantillons markoviens courts. INRS-Eau, rapport scientifique no 215, 18 p.
- R200 COUILLARD, D., LEFEBVRE, Y., TRAN, F.T. (1986).  
Nitrification du lisier de porc. INRS-Eau, rapport scientifique no 200, 42 p., 1 annexe. (Pour Environnement Québec).
- R205 COUILLARD, D., CLUIS, D., JONES, H.G., MORIN, G., BÉDARD, Y., GAUTHIER, J.M. (1987).  
Modélisation des sulfates à l'aide du modèle quantité-qualité CEQUEAU. INRS-Eau, rapport scientifique no 205, 73 p., 2 annexes.
- R227 COUILLARD, D., TYAGI, R.D., GRENIER, Y. (1987).  
Extraction de métaux lourds en vue de la valorisation des boues d'épuration. INRS-Eau, rapport scientifique no 227, 41 p., 3 annexes. (Pour le Centre Québécois de Valorisation de la Biomasse).
- R212 FORTIN, J.P., BOULET, G., LELIÈVRE, C., LACHANCE, M., JACQUES, G. (1987).  
Calibration et optimisation du modèle québécois de transport à grandes distances des polluants atmosphériques. (Rapport d'étape no 2, février 1987). INRS-Eau, rapport scientifique no 212, 72 p., 3 annexes. (Pour Environnement Québec).
- R224 FORTIN, J.P., BOULET, G., LACHANCE, M., LELIÈVRE, C., JACQUES, G. (1987).  
Calibration et optimisation du modèle québécois de transport à grandes distances des polluants atmosphériques. (Rapport final, mars 1987). INRS-Eau, rapport scientifique no 224, 50 p. (Pour Environnement Québec).
- R213 GAUTHIER, L., SASSEVILLE, J.L., VERMOT-DESROCHES, B. (1987).  
L'environnement économique des initiatives de valorisation de la biomasse: raisonnements économiques et choix des investissements. INRS-Eau, rapport scientifique no 213, 45 p. (Pour le Centre Québécois de Valorisation de la Biomasse).
- R196 JONES, H.G., SOCHANSWI, W., CHARETTE, J.Y., STEIN, J. (1986).  
Aspect qualitatif du développement au bassin du lac Laflamme d'un modèle prédictif de l'impact des précipitations acides - phase de la fonte printanière de 1985. INRS-Eau, rapport scientifique no 196, 63 p., 13 annexes. (Pour Environnement Canada).

- R220 JONES, H.G., ST-ONGE, J. (1986).  
Inventaire physico-chimique et ichtyologique des eaux du réservoir Manicouagan-5, Québec. INRS-Eau, rapport scientifique no 220, 109 p., 9 annexes. (Pour Hydro-Québec, rapport #ENV0085-ENV-015).
- R218 LEFEBVRE, Y., SASSEVILLE, J.L., CROWLEY, M. (1987).  
Freins et stimulants opérationnels à l'initiative de valorisation technologique de la biomasse: raisonnements technologiques et choix des investissements. INRS-Eau, rapport scientifique no 218, 80 p., 1 annexe. (Pour le Centre Québécois de Valorisation de la Biomasse).
- I106 LETTH, S. (1987).  
Les freins et stimulants à l'initiative de valorisation technologique de la biomasse: compte rendu de l'enquête auprès de certaines entreprises québécoises. INRS-Eau, rapport interne no 106, 262 p. (Pour le Centre Québécois de Valorisation de la Biomasse).
- R217 LETTH, S., SASSEVILLE, J.L., VERMOT-DESROCHES, B. (1987).  
Les freins et stimulants à l'initiative de la valorisation technologique de la biomasse: le cas de certaines entreprises québécoises. INRS-Eau, rapport scientifique no 217, 76 p., 2 annexes. (Pour le Centre Québécois de Valorisation de la Biomasse).
- R204 SASSEVILLE, J.L. (1986).  
Le contrôle institutionnel de la pollution et la maîtrise des systèmes de production des polluants: l'intérêt et la plausibilité d'une intervention sur les processus d'interaction homme-machines et sur les facteurs affectant la production des polluants. INRS-Eau, rapport scientifique no 204, 81 p., 7 annexes. (Pour Environnement Québec).
- R208 SASSEVILLE, J.L., GUERRIER, P. (1987).  
Les enjeux des systèmes d'information dans l'administration publique de l'environnement: résultats d'enquêtes et analyse. INRS-Eau, rapport scientifique no 208, 88 p. (Pour Environnement Québec).
- R219 SASSEVILLE, J.L., VERMOT-DESROCHES, B. (1987).  
Politique d'innovation et réussite technologique: un modèle d'organisation des raisonnements dans les choix stratégiques en matière de valorisation technologique de la biomasse. INRS-Eau, rapport scientifique no 219, 24 p. (Pour le Centre Québécois de Valorisation de la Biomasse).
- R202 TESSIER, A., AUCLAIR, J.C., CAMPBELL, P.G.C., ARDISSON, P., HUIZENGA, D., SCHENCK, R., LEGRAND, C. (1986).  
Étude de la biodisponibilité de métaux traces particuliers pour des pélécytopodes. INRS-Eau, rapport scientifique no 202, 140 p., 1 annexe.
- R228 THOMASSIN, Y., JONES, H.G. (1987).  
Étude du rôle de l'horizon de sol organique lors de la fonte printanière au Lac Laflamme. INRS-Eau, rapport scientifique no 228, 33 p. (Pour Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, région de Québec).
- R207 THOMPSON, P.A., COUTURE, P., CLUIS, D., VISSER, S.A., CAILLIER, M., BLACKBURN, M. (1987).  
Effets de l'épandage du lisier de porc sur la qualité des eaux de percolation provenant de diverses classes texturales de sol. INRS-Eau, rapport scientifique no 207, 39 p.
- R206 VILLENEUVE, J.P., GUERTIN, K., DESCHESNES, S., HOULE, S., MICHAUD, F., JACQUES, G., GRIMARD, Y. (1987).  
Analyse de la variabilité spatiale des mesures de composition ionique des précipitations au Québec: application de la méthode du krigeage aux données de précipitations acides. INRS-Eau, rapport scientifique no 206, 100 p., 18 annexes. (Pour Environnement Québec).

## 8.5 Thèses

- T092 AIT-SSI, L. (1986).  
Étude des propriétés hydrauliques par simulations de réseaux de fractures dans un milieu fissuré - application au site du barrage Daniel-Johnson à Manic 5. Thèse de maîtrise es sciences (Eau), Université du Québec, 123 p., 8 annexes.
- T090 ARDISSON, P.L. (1985).  
Évaluation de facteurs qui contrôlent l'échange de métaux traces entre des mollusques bivalves (Anodonta grandis) et leur environnement aquatique. Thèse de maîtrise es sciences (Eau), Université du Québec, 108 p., 1 annexe.
- T085 BABINEAU, L. (1986).  
Proposition préliminaire de développement d'un système d'information aux fins de gestion comme support des activités régionales du programme d'assainissement agricole. Thèse de maîtrise es sciences (Eau), Université du Québec, 120 p., 6 annexes.
- T091 BEAULIEU, D. (1986).  
Effets des eaux de ruissellement urbain sur un système de traitement des eaux usées. Thèse de maîtrise es sciences (Eau), Université du Québec, 194 p.
- T094 BÉDARD, Y. (1986).  
Fonte printanière en forêt boréale: flux des anions d'acides forêts dans les eaux de fonte et de ruissellement hypodermique. Thèse de maîtrise es science (Eau), Université du Québec, 93 p.
- T089 BOUDREAU, P. (1986).  
Utilité des modèles mathématiques de qualité en rivière: cas d'application du modèle d'oxygène dissous QUAL-2 à la rivière Yamaska-Nord. Thèse de maîtrise es sciences (Eau), Université du Québec, 94 p., 9 annexes.
- T095 GAUCHER, M. (1986).  
Acidification et structure des communautés de crustacés eulimétiques de quatre lacs du Bouclier canadien de la région de Portneuf (Québec). Thèse de maîtrise es sciences (Eau), Université du Québec, 87 p., 2 annexes.
- T088 GERMAIN, M. (1986).  
Essais et analyse d'un modèle de prévision de l'érosion des sols. Thèse de maîtrise es sciences (Eau), Université du Québec, 117 p., 10 annexes.
- T093 GIROUX, I. (1986).  
Évaluation des sites pour l'épandage des boues d'usines d'épuration. Thèse de maîtrise es sciences (Eau), Université du Québec, 145 p., 3 annexes.
- T086 LACHAPPELLE, C. (1986).  
Utilisations abusives des méthodes de régression et de corrélation: exemples d'application en sciences de l'eau. Thèse de maîtrise es sciences (Eau), Université du Québec, 239 p., 6 appendices, 4 annexes.
- T082 MADARIAGA, C. (1986).  
Comparaison de la sensibilité de diverses sondes physiologiques en toxicologie aquatique: toxicité du Cd sur l'algue Selenastrum capricornutum. Thèse de maîtrise es sciences (Eau), Université du Québec, 125 p.,

T080 PINEAU, M. (1986).

Modèle mathématique pour optimiser la construction d'un réseau d'usines d'épuration à l'échelle du bassin versant - développement et applications. Thèse de doctorat es sciences (Eau), Université du Québec, 159 p., 4 annexes.

8.6 Statistiques sur les publications des membres de l'INRS-Eau

	Total	1986-1987
Rapports annuels	17	1
Articles de périodiques avec jury	276	34
Articles de périodiques sans jury	18	0
Rapports scientifiques et techniques	231	21
Rapports internes	93	1
Conférences avec jury	247	44
Conférences sans jury	152	9
Thèses	98	12
Notes de recherches	5	0
	<hr/>	<hr/>
	1138	122
Moyenne/année	68	

9. RAPPORT FINANCIER

Année au 31 mai 1987

REVENUS ET DÉPENSES DU FONDS DE FONCTIONNEMENT EN (000 \$)

Revenus

-	Subvention de base et revenus spéciaux (sans restriction)	1737,3	
-	Contrats et subventions de recherche (avec restriction)		
	- CRSNG	576,6	
	- FCAR	383,5	
	- Autres sources	884,7	
-	TOTAL		<u>3582,1</u>

Dépenses

-	Recherche et enseignement	2567,1	
-	Support à la recherche et à l'enseignement		
	- frais généraux et d'administration	524,9	
	- documentation et édition	115,5	
	- direction du Centre	158,3	
	- informatique	136,9	
	- laboratoire	140,4	
-	TOTAL		<u>3643,2</u>

Excédent des dépenses sur les revenus

61,1

Année au 31 mai 1987

DÉPENSES PAR FONCTION UNIVERSITAIRE (en 000 \$)

	salaires, avantages sociaux et bourses	frais de terrains, voyages fournitures matériel	services professionnels contractuels, publics loyer	TOTAL
Recherche et enseignement	1950,4	464,8	151,9	2567,1
Frais généraux d'administration	298,8	52,5	173,6	524,9
Documentation et édition	86,3	27,0	2,2	115,5
Direction du Centre	151,2	6,8	0,3	158,3
Informatique	39,2	1,5	96,2	136,9
Laboratoires	102,1	31,5	6,8	140,4
TOTAL	2628,1	584,2	431,0	3643,2
Personnel régulier	1594,7			
Personnel contractuel	717,8			
Bourses	315,5			