

Rapport annuel 1984 - 1985  
(1er juin 1984 - 31 mai 1985)  
16e 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

RAPPORT ANNUEL INRS-EAU 1984-1985

(1er juin 1984 - 31 mai 1985)

16e rapport annuel

TABLE DES MATIÈRES

	<u>Page</u>
1. RAPPORT DU DIRECTEUR .....	1
1.1 Faits saillants .....	1
1.2 Conclusions et perspectives .....	4
2. RESSOURCES HUMAINES .....	5
3. RECHERCHE .....	11
3.1 Hydrologie déterministe et statistique .....	11
3.2 Assainissement .....	23
3.3 Effets de l'utilisation et de l'aménagement des ressources naturelles sur la dynamique des pro- cessus chimiques et biologiques en milieu aqua- tique .....	27
3.4 Méthodologies d'aménagement et de gestion de la ressource eau .....	45
3.5 Autres activités .....	49
4. ENSEIGNEMENT .....	51
4.1 Maîtrise en Sciences de l'eau .....	51
4.2 Doctorat en Sciences de l'eau .....	55
5. SUPPORT À LA RECHERCHE ET À L'ENSEIGNEMENT .....	57
5.1 Documentation et édition .....	57
5.2 Informatique et bureautique .....	58
5.3 Laboratoire .....	58
6. COOPÉRATION SCIENTIFIQUE ET ACTIVITÉS EXTÉRIEURES.	59
6.1 Coopération et échanges scientifiques .....	59
6.2 Collaborations, expertises et consultations .....	60
6.3 Perfectionnement et année sabbatique .....	60
6.4 Missions et conférences .....	61
6.5 Comités de lecture de revues scientifiques .....	62
6.6 Autres comités .....	62
6.7 Organismes scientifiques et professionnels auxquels participent l'INRS-Eau et/ou ses membres	64
6.8 Invités et visiteurs .....	65

TABLE DES MATIÈRES  
(suite)

	<u>Page</u>
7. SÉMINAIRES ET COLLOQUES .....	67
8. PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS .....	69
8.1 Articles de périodique avec jury .....	69
8.2 Conférences avec jury ou sur invitation .....	71
8.3 Conférences sans jury .....	74
8.4 Rapports scientifiques ou internes .....	76
8.5 Thèses .....	78
8.6 Statistiques sur les publications des membres de l'INRS-Eau .....	79
9. RAPPORT FINANCIER .....	81
Revenus et dépenses du fonds de fonctionnement ...	81
Dépenses par fonction universitaire .....	82
Situation financière du fonds d'investissement ...	83

## 1. RAPPORT DU DIRECTEUR

### 1.1 **Faits saillants**

Les objectifs généraux du Centre sont demeurés les mêmes en 1984-1985 et on a vu une réorientation de certaines activités de recherche dans le cadre du plan triennal 1985-1988. En particulier, une équipe de professeurs a reçu une subvention triennale de la Fondation Donner Canada pour l'étude par modélisation de la contamination des eaux souterraines.

Les revenus de fonctionnement du Centre n'ont augmenté globalement que de 3,0%; cette augmentation a été obtenue, malgré une diminution des revenus internes de 5%, grâce à une augmentation significative de 21% des revenus extérieurs, qui représentaient cette année quelque 36% des revenus totaux de 2,7 millions du Centre. L'INRS-Eau a reçu, au cours de cette année, le troisième versement de la subvention triennale d'infrastructure accordée par le fonds FCAR dans le cadre du volet "Centre de recherches". Malgré une augmentation considérable de ses activités depuis 1971, le Centre occupe toujours les mêmes locaux au Complexe scientifique de Sainte-Foy et le budget d'investissement a permis un réaménagement important des locaux de recherche et d'enseignement afin d'en maximiser l'utilisation.

### La recherche

#### Programme I - Hydrologie

Cinq subventions individuelles du CRSNG et deux subventions FCAC-Équipes ont permis aux professeurs oeuvrant dans le programme de poursuivre leurs activités de recherche.

Ces activités ont porté sur la comparaison de distributions statistiques et de techniques d'ajustement pour l'analyse des crues, l'utilisation des coefficients d'autocorrélation dans l'étude de la persistance des séries hydrologiques, le développement d'un système de prévision utilisant un modèle déterministe adapté à la télédétection, d'un modèle stochastique pluie-débit, ainsi que d'un modèle couplé (surface-souterrain) à discrétisation spatiale. Les deux subventions d'équipes FCAC ont permis d'étudier la contribution des méthodes statistiques à l'acquisition et l'analyse des données en science de l'eau, ainsi que le couplage quantité-qualité du modèle déterministe CEQUEAU.

La fin d'une subvention "action spontanée", conjointe avec une équipe de l'École Polytechnique, du fonds FCAC, a permis de compléter l'étude de l'estimation statistique et stochastique des crues au Québec, alors qu'une nouvelle action spontanée de FCAC permettait de commencer le développement d'un modèle de prévision des ressources en eau utilisant la télédétection. Par ailleurs, une subvention du service d'Environnement atmosphérique d'Environnement Canada permettait d'évaluer les effets de l'intégration de diverses sources de données de précipitation sur la précision des écoulements simulés par le modèle CEQUEAU.

Enfin, la Fondation Donner Canada, par une subvention étalée sur trois (3) ans, a permis à une équipe de professeurs du Centre de commencer un projet sur la modélisation de la contamination des eaux souterraines.

Un contrat avec Environnement Québec a permis d'entreprendre l'analyse de la variabilité spatiale de la composition ionique des précipitations au Québec par l'application de la méthode de Krieger aux données de précipitations acides.

#### Programme II - Assainissement

Conformément aux orientations du plan sexennal confirmées dans la révision triennale, il a été possible de mettre en marche des activités portant sur l'assainissement. Les activités ont porté sur l'effet des eaux de ruissellement urbain sur un système de traitement biologique, l'élimination biologique du phosphore et la digestion anaérobie des boues.

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

Sept subventions individuelles du CRSNG et une subvention FCAC-Équipes ont permis aux professeurs de l'INRS-Eau de poursuivre leurs activités de recherche sur la dynamique chimique et biologique du milieu aquatique.

Ces activités ont porté sur l'adaptation du phytoplancton aux fluctuations de l'environnement, les répercussions écologiques de la matière organique dissoute sur le phytoplancton, l'étude de la spéciation des métaux traces dans la matière particulaire des eaux naturelles, ainsi que sur la disponibilité biologique des métaux traces à l'interface sédiment-eau. Par ailleurs, un professeur a participé aux travaux d'une équipe de l'Université Laval subventionnée par FCAC, pour l'étude de la prise en charge des substances nutritives des effluents après traitement tertiaire biologique.

Trois professeurs du Centre ont reçu le troisième versement d'une subvention thématique triennale du CRSNG pour étudier l'influence de l'acidification des eaux lacustres sur les interactions métaux-phytoplancton. Signalons également la fin des travaux sur les modèles de transport fluvial du cuivre, du plomb et du zinc en aval des zones de minéralisation (Energie, Mines et Ressources Canada).

L'INRS-Eau a complété, au cours de l'année, un projet pour Environnement Canada portant sur l'analyse et l'interprétation de données géologiques et biophysiques de 158 bassins versants du Bouclier Canadien, en vue d'étudier la sensibilité des lacs à l'acidification ainsi qu'un autre projet sur des approches toxicologiques pour caractériser les répercussions d'effluents. Un contrat avec Environnement Québec a permis de poursuivre l'étude sur la géochimie et la géochronologie sédimentaire récente de lacs des Laurentides.

Enfin, une subvention FCAC-Action spontanée permet d'étudier l'évolution qualitative de la fonte de neige affectée par les précipitations acides et son intégration dans un modèle quantitatif tandis qu'un projet au lac Laflamme pour Environnement Canada permet de développer une méthodologie pour l'étude de la qualité des eaux de fonte et de ruissellement printanier.

#### Programme IV - Gestion et Aménagement

Les activités de recherche, dans le cadre de ce programme, se sont poursuivies avec l'aide de deux subventions individuelles du CRSNG et de deux subventions FCAC-Equipes.

Ces activités ont porté sur le développement d'un modèle rivière-aménagement pour l'évaluation des répercussions des choix d'aménagement, ainsi que l'élaboration d'un cadre méthodologique pour la gestion de l'eau. Une équipe de chercheurs de l'INRS-Eau a travaillé sur le développement d'un modèle analytique normatif et optimal du système eau-rivière-intervention, tandis qu'une équipe conjointe avec l'ENAP a travaillé sur une approche politique, administrative et économique de la gestion efficiente de l'eau-ressource.

#### L'enseignement

Six étudiants ont terminé la première année du programme de maîtrise; quant à la promotion précédente, neuf étudiants ont poursuivi leurs études en 1984-1985 et ont entrepris la rédaction de leur mémoire. Cinq diplômes de maîtrise ont été accordés en 1984-1985, tandis que vingt et un étudiants poursuivent encore la rédaction de leur mémoire.

Quatre nouveaux étudiants au doctorat ont été inscrits en septembre 1984, ce qui porte le total à douze.

### Les ressources humaines

Le professeur Michel Leclerc est revenu de son congé sabbatique à l'Université Technologique de Compiègne, en France, tandis que le professeur Marcel Ouellet partait pour une année sabbatique à l'Université de Waikato à Hamilton, en Nouvelle Zélande.

L'année a vu l'arrivée à l'INRS-Eau de trois stagiaires post-doctoraux, Mme Rita Schenck et MM. Doug Huizenga et Hans Hansen, et le départ de l'associée de recherche, Mme Gail Harrison.

### Les collaborations et communications

Dans le cadre du programme "Communauté scientifique réseau" de l'Université du Québec, l'INRS-Eau a poursuivi une coopération avec l'UQAC en hydrologie statistique. Le programme de coopération Québec/Ontario du ministère des Affaires intergouvernementales (MAI) a permis de poursuivre les activités d'échanges d'étudiants et de visites réciproques de professeurs avec l'Université de Toronto (Département de Biologie; Institut d'études environnementales), l'Université Brock (Département de Biologie) et le département de Géologie de l'Université McMaster.

Avec le support financier d'Environnement Québec, un scientifique de l'INRS-Eau a participé aux activités scientifiques d'une commission internationale (Société Royale du Canada, U.S. National Academy of Sciences et Mexican Academia de la Investigacion Cientifica) sur les pluies acides. La coopération pour la rédaction conjointe d'un manuel d'hydrologie s'est poursuivie selon le calendrier prévu avec le support du MAI et d'Environnement Québec.

Les professeurs de l'INRS-Eau ont participé à nombre de colloques nationaux et internationaux et ont produit, au cours de cette année, 86 publications dont 23 articles dans des revues avec jury et 29 conférences avec jury.

## **1.2 Conclusions et perspectives**

Malgré un contexte économique général difficile, l'INRS-Eau a su maintenir et développer ses activités de recherche et améliorer sa crédibilité auprès des principaux organismes de financement. Le développement et l'exploration de toute nouvelle avenue de recherche doit se faire uniquement à même des revenus extérieurs et le Centre doit donc explorer toute nouvelle possibilité de financement.

## 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, Ing., Dip. Sc. Econ., L.Sc., M.Sc.A., D. Ing.  
P.G.C. CAMPBELL, 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.  
G. MORIN, B.Sc.A., M.Sc.A., D. Ing.  
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., M.Sc., 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. CARTER (École nationale d'administration publique)  
R. GRAVEL (École nationale d'administration publique)  
R. HURTUBISE (École nationale d'administration publique)

### Chargés de cours

A.P. BARDOUX (Ministère de l'Industrie et du Commerce du Québec)  
C. BERNARD (Ministère de l'Environnement du Québec)  
R. BOUDREAU (Ministère de l'Environnement du Québec)  
G. JACQUES (Ministère de l'environnement du Québec)  
P. LAVALLEE (Ministère de l'Environnement du Québec)  
R. MARCEAU (École nationale d'administration publique)  
B. MICHAUD (Ministère de l'Environnement du Québec)  
A. ROUSSEAU

Associés de recherche

F. ASHKAR, B.Sc., M.Sc., Ph.D.  
R. CARIGNAN, B.Sc., Ph.D., boursier CRSNG  
G. HARRISON<sup>1</sup>, B.Sc., Ph.D.  
F. TRAN, B.Sc., Ph.D.

Stagiaires Post-doctoraux

S. DESSERY<sup>1</sup>, D.Sc.  
C. LEGRAND, B.Sc., Ph.D.  
D. HUIZENGA, B.Sc., Ph.D.  
R. SCHENCK, B.Sc., Ph.D.

Agents de recherche et professionnels

R. BOUGIE<sup>1</sup>, B.Sc., M.Sc.  
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.  
L. POTVIN, L. ès L. Géogr.  
W. SOCHANSKA, Ing.

Assistants de recherche

N. BELLEMARE<sup>1</sup>, B.Sc.  
S. CAMPEAU<sup>1</sup>, B.Sc.  
C. DEBLOIS, B.Sc., M.Sc.  
J. DESCHENÈS, B.Sc., M.Sc. Eau  
L. DESGROSEILLERS, B.Sc.  
J.M. GAUTHIER, B.Sc.  
M. GERMAIN, B.Sc.  
S. HOULE, B.Sc.  
C. LABERGE<sup>1</sup>, B.Sc.  
Y. LEFEBVRE, B.Sc., M.Sc. Eau  
H. PROULX, B.Sc., M. Env.  
H. MARTEL<sup>1</sup>, B.Sc.  
D. THOMASSIN, B.Sc. M.Sc. Eau

---

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

Agent technique de recherche

P. BOISVERT

Techniciens

R. BEAUCHEMIN  
L. BLOMME<sup>1</sup>  
H. BOILARD<sup>1</sup>  
M. BORDELEAU-GEOFFROY  
C. BOURQUE  
D. DOYON-PAQUET  
N. DROUIN  
C. GUAY  
L. HAMEL  
D. LACOURSE<sup>1</sup>  
A. PARENT  
H. RODRIGUE  
B. VEILLEUX

Personnel de bureau

D. BOUCHARD<sup>1</sup>  
S. CLOUTIER<sup>1</sup>  
C. DESCHENES  
S. DUSSAULT  
G. JOHNSON  
H. MONTOUR<sup>1</sup>  
E. PARENT  
M. PATRY<sup>1</sup>  
A. POIRIER  
A. PROVENCHER  
L. RAYMOND  
F. RINGUETTE<sup>1</sup>  
L. RIOUX

Stagiaires

A. LEBORGNE  
L. SUBIRANA

---

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

Emplois d'été

S. BERGERON  
A. BERTRAND  
L.D. BESNER, boursier CRSNG  
C. LAPOINTE  
J. LEVESQUE, boursière CRSNG  
E. MARTEL  
S. MORIN  
C. PAQUET  
D. RICHOSZ  
D. THOMASSIN  
Y. TROTTIER, boursier CRSNG

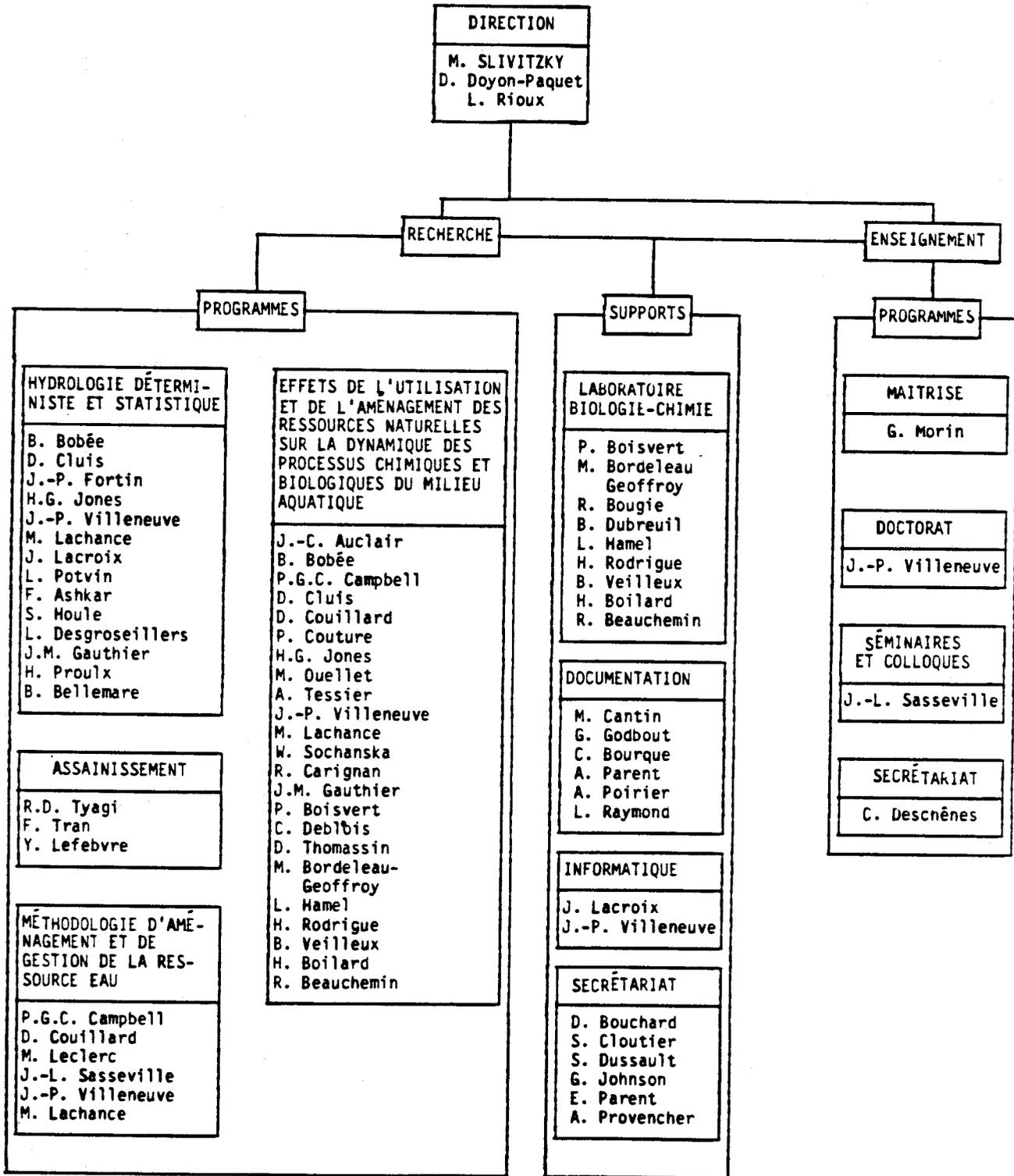
Étudiants de l'INRS-Eau

maîtrise

L. AIT-SSI, boursier INRS  
P.L. ARDISSON, boursier MEQ  
D. BEAULIEU, boursière CRSNG  
Y. BEDARD  
C. DROLET  
H. DUFOUR  
R. FRÉCHETTE  
M. GAUCHER, boursier CRSNG  
I. GIROUX  
Y. GRENIER  
M. LEBEUF, boursier FCAR  
C. LEBLANC  
F. PERRON  
A. ROBITAILLE  
A. ROY, boursière CRSNG

doctorat

D. BENMOUFFOK  
P. BRASSARD, boursier CRSNG  
M. CROWLEY, boursier CRSH  
D. ISABEL, boursier CRSNG  
R. LANGIS  
P. LAVALLEE  
C. LELIEVRE  
M. NOBERT, boursière FCAR  
M. PINEAU, boursier CRSNG  
F. ROBERGE  
Y. THOMASSIN  
L. WILSON, boursière CRSNG



Organigramme du personnel de l'INRS-Eau 1984-85



### 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 Analyse probabiliste du débit de pointe, de la durée et du volume des crues

ASHKAR, F.

L'approche statistique qui comprend les modèles de dépassement, est un instrument privilégié pour l'estimation des caractéristi-

ques de crues (pointe, période de récurrence, volume, durée). Or, les nombreux travaux déjà effectués montrent qu'il est encore possible d'améliorer sensiblement, à partir de recherches théoriques, l'estimation de ces caractéristiques, ce qui justifie la poursuite d'études, compte tenu de leur impact économique; un léger gain de précision sur l'estimation des crues se traduit par des économies significatives dans la construction des ouvrages et dans leur gestion.

Le modèle de dépassement sera amélioré, en tenant compte du choix du débit de base, des effets saisonniers et de l'indépendance des débits. Plus précisément, la sensibilité et la validité du modèle en fonction du choix du débit de base, la recherche de la meilleure répartition saisonnière ainsi que les problèmes reliés à la représentativité du processus de Poisson employé dans l'étude de fréquence des dépassements seront des points importants à considérer. Le traitement simultané du débit, de la durée et du volume de crue sera un autre point majeur à examiner.

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

### **3.1.2 Contribution des méthodes statistiques à l'acquisition, à l'analyse et à la modélisation des données en sciences de l'eau**

BOBÉE, B., LACHANCE, M., AUCLAIR, J.C. et ASHKAR. F.

Dans cette étude, il s'agit de montrer l'apport de méthodes statistiques originales ou déjà utilisées dans d'autres domaines à des problèmes des sciences de l'eau. On est donc conduit à:

- identifier parmi certaines méthodes classiques et surtout récentes, celles qui présentent un intérêt en sciences de l'eau;
- effectuer, lorsque cela est nécessaire, des développements théoriques ou des modifications de certaines méthodes;
- mettre au point des programmes de calcul disponibles pour la communauté scientifique (universitaire et gouvernementale).

Pour chaque projet précis, il s'agira donc d'identifier les méthodes statistiques permettant d'atteindre les objectifs visés. Cette approche contribuera à établir, sur une base statistique, une méthodologie générale permettant une acquisition rationnelle de l'information, une interprétation et une modélisation adéquate des phénomènes considérés.

Parmi les méthodes utilisées, on considère les modèles régressifs en général et plus particulièrement la Ridge régression, l'analyse des correspondances et la classification hiérarchique.

Financement: Fonds FCAC (équipe)

### **3.1.3 Estimation statistique et stochastique des caractéristiques de crue au Québec**

BOBÉE, B., ROUSSELLE, J.<sup>1</sup>, ASHKAR, F., EL-JABI, N.<sup>2</sup>, HOANG, V.D.<sup>3</sup> et ROBERGE, F.<sup>4</sup>

Les objectifs du projet sont:

- a) la recherche de la loi statistique la plus adéquate et de la méthode d'estimation des paramètres la plus appropriée pour rendre compte des débits maximums de crue dans les diverses régions du Québec;
- b) l'identification du modèle de dépassement le plus adapté pour représenter les caractéristiques de crue au Québec (débits maximums, volume, durée);
- c) l'application critique de ces modèles statistiques (cf. 4.1.1 et 4.1.2) aux données du Québec pour tenir compte de leur spécificité et de leurs particularités. On examinera en pratique la complémentarité des deux types de modèles suivant la nature des données et les conditions hydrologiques;
- d) la recommandation aux utilisateurs de méthodes uniformes et systématiques d'estimation des caractéristiques de crue pour le Québec. Cet objectif résultant des précédents sera concrétisé par l'élaboration d'un guide d'estimation statistique des crues (comprenant des méthodes et programmes de calcul) et permettra un transfert de connaissances vers les utilisateurs.

Financement: Fonds FCAC (action spontanée)

- 1 École Polytechnique de Montréal
- 2 Université de Moncton
- 3 Environnement Québec
- 4 Hydro-Québec

### **3.1.4 Comparaison globale de distribution statistiques et de techniques d'ajustement pour l'analyse des crues**

BOBÉE, B., ASHKAR, F. et DESGROSEILLERS, L.

L'étude statistique des débits de crue revêt une grande importance tant pour la construction d'ouvrages hydrauliques que pour le contrôle des inondations. À 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 États-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 (individuel)

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

CLUIS, D., BELLEMARE, N. 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'autocorrélation 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'agrégation 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 (individuel)

### **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, 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 FCAC (équipe)

### **3.1.7 Développement d'un système de prévisions hydrologiques utilisant un modèle déterministe à mailles, adapté à la télédétection**

FORTIN, J.P., POTVIN, L., PROULX, H. et BENMOUFFOK, D.

Le projet a pour objectif à long terme le développement d'un système de prévisions hydrologiques utilisant un modèle déterministe à mailles, adapté à la télédétection. Pour ce faire, il faut à plus court terme:

- a) adapter le modèle hydrologique CEQUEAU en vue de la prévision des écoulements et de l'utilisation de données acquises par télédétection;
- b) intégrer les données acquises par télédétection aux données recueillies au sol, pour l'estimation du stock de neige au sol;
- c) concevoir et mettre au point une procédure de prévisions en temps réel.

Au cours des trois ans qu'a duré le projet (1) l'avantage de passer à un modèle de prévisions hydrologiques moins lourd et plus souple que le modèle CEQUEAU et conçu directement pour la télédétection, (2) l'intérêt d'implanter ce modèle sur microordinateur

et de le concevoir en vue d'une utilisation en mode interactif, de même que (3) la nécessité d'assurer un financement adéquat à l'ensemble du projet, se sont additionnés pour donner naissance à un projet de "modèle de prévisions de ressources en eau, structuré en logiciel modulaire interactif sur microordinateur". La version initiale du modèle compte 7 modules (PHYSIOGRAPHIE, HYDROLOGIE, PRÉCIPITATION, ÉVAPOTRANSPIRATION, PRÉVISION, ENTRÉE-SORTIE, AIGUILLAGE).

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

### 3.1.8 Évaluation des effets de l'intégration de données de précipitation de diverses sources (sol, radar, satellite) sur la précision des écoulements simulés par le modèle hydrologique CEQUEAU

FORTIN, J.P. et PROULX, H.

On désire évaluer tout d'abord l'effet de l'intégration de données de radar aux données de stations pluviométriques sur la précision des écoulements simulés par le modèle hydrologique CEQUEAU. Par la suite, on étudie dans quelle mesure les données de précipitation tirées des renseignements fournis par les satellites peuvent s'intégrer ou se substituer aux données précédentes.

Un nouvel algorithme de détection a été développé. Comme le précédent, il vise à identifier comme écho à corriger: a) tout écho plus élevé qu'un plafond maximum, établi en fonction des caractéristiques des pluies maximales probables de la région étudiée, b) tout écho dont l'écart par rapport à ses voisins, exprimé à l'aide de gradients, est trop élevé, et enfin, c) tout écho qui n'est pas entouré d'un nombre suffisant d'échos.

On a d'abord jugé important d'identifier la zone où les échos de montagne et les échos provenant de propagation anormale risquent de se trouver. Bien sûr, le problème n'est pas l'identification des premiers. Un masque fixe suffirait. Les seconds sont par ailleurs d'étendue variable et un masque fixe assez étendu pour assurer leur correction, conduirait dans bien des cas à "corriger" des échos qui n'ont aucun besoin de l'être puisqu'ils proviennent réellement de la précipitation. Les échos à corriger ayant par ailleurs des valeurs plus élevées que les échos provenant de la précipitation, mais pas nécessairement supérieures au plafond fixé (ce qui les aurait identifiés facilement), toutes les images de radar disponibles pour l'été 1978 ont été cumulées, en espérant faire ressortir un patron saisonnier de valeurs élevées que l'on pourrait associer à une zone de risque.

Financement: Environnement Canada, Service de l'Environnement  
atmosphérique

**3.1.9 Modèle de prévision de fonte de neige utilisant la télé-  
détection, 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 servira 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 hydroélectriques. En outre, le projet aboutira à la conception d'un logiciel interactif sur microordinateur.

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

**3.1.10 Intégration opérationnelle des précipitations estimées  
par radar et satellite à un modèle de prévision hydrolo-  
gique 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

### **3.1.11 Modèle de prévision des ressources en eau, utilisant la télédétection structuré en logiciel modulaire interactif sur micro-ordinateur**

FORTIN, J.P., VILLENEUVE, J.P., POTVIN, L., PROULX, H., BENMOUFFOK, D. et ISABEL, D.

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, PRÉVISION, 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 FCAC (action spontanée)

### **3.1.12 Modèle déterministe quantité-qualité**

MORIN, G. et GAUTHIER, J.M.

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 utilise comme support hydrologique les composantes 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 qui seront modélisés prio-

ritairement sont: la température de l'eau, l'oxygène dissous, les solides en suspension, les solides dissous, le phosphore total et l'azote total.

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

### **3.1.13 La modélisation de la contamination des eaux souterraines**

VILLENEUVE, J.P., CAMPBELL, P.G.C., ISABEL, D. et HOULE, S.

Au Québec, comme au Canada, environ 20% de la population s'alimentent en eau potable à partir de l'eau souterraine. On y a inventorié quelques cas de sources ponctuelles de contamination et la présence d'importantes quantités de pesticides dans certaines nappes souterraines.

Deux situations générales se présentent dans l'analyse des problèmes de contamination: l'évaluation de la contamination d'un site déjà contaminé et la planification des activités futures pour minimiser les risques de contamination. L'analyse de ces problèmes de contamination peut être facilitée par l'utilisation de modèles numériques de simulation. Depuis 1970, on a utilisé les modèles existants pour décrire des états de pollution et les résultats obtenus ont souvent mis en évidence les limites de ces modèles. Ces expériences n'ont généralement pas conduit à de nouvelles modélisations mais elles ont apporté des connaissances et des informations supplémentaires quant à la physique du phénomène.

La recherche proposée vise la modélisation de la contamination des eaux souterraines, c'est-à-dire le transport et l'évolution des contaminants dans la nappe à l'échelle des problèmes rencontrés sur le terrain. Cette approche appliquée se justifie d'un point de vue économique (coûts de dépollution, coûts de disposition des déchets et coûts de surveillance), d'un point de vue cognitif et d'un point de vue social.

Dans le développement du modèle, différentes étapes seront réalisées:

- situation des problèmes critiques québécois se prêtant à une intervention urgente;
- étude de modèles existants et de leur capacité d'adaptation au Québec;
- application d'un modèle adapté sur un site;
- élaboration d'un scénario d'intervention basé sur les résultats de l'application du modèle;

- développement d'une méthodologie d'évaluation basée sur l'utilisation du modèle.

Financement: Fondation Donner (3 ans)

### **3.1.14 Modélisation conjointe des écoulements de surface et des écoulements souterrains**

VILLENEUVE, J.P., DESCHESES, J., GIRARD, G.<sup>1</sup> et LEDOUX, E.<sup>2</sup>

Ce projet traite de la modélisation conjointe des écoulements de surface et souterrains à l'échelle du bassin versant. Les caractéristiques et les étapes nécessaires à l'utilisation de ce type de modèle sont étudiées. Une revue de littérature a permis d'énoncer la structure ainsi que les fonctions de transfert que comportent quelques modèles simulant les écoulements de surface et souterrains. Enfin, on expose les étapes de l'application du modèle couplé eau de surface - eau souterraine au bassin versant du lac Laflamme au Québec.

Financement: Coopération France-Québec, Ministère des Affaires intergouvernementales (Québec) et Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada

<sup>1</sup> Office de la recherche scientifique outre-mer (ORSTOM)

<sup>2</sup> Centre d'informatique géologique, École des Mines de Paris

### **3.1.15 Prévision de l'érosion des sols à l'aide de modèles mathématiques**

VILLENEUVE, J.P., GERMAIN, M. et HOULE, S.

Pour déterminer l'ampleur des problèmes d'érosion des sols agricoles au Québec, des études de sensibilité ont été réalisées en prenant en compte les pratiques culturales. Généralement, ces études ne portent que sur quelques parcelles de terrains et ne visent qu'un but cognitif.

Dans le cadre du programme d'assainissement des eaux, il faut déterminer les zones problèmes à l'échelle du Québec, sachant que la qualité des eaux en milieu agricole est grandement affectée par la présence de sédiments, d'engrais chimiques, de pesticides et de matière organique transportés lors du drainage des terres agricoles.

La modélisation déterministe permet de simuler les processus physiques connus qui sont à l'origine de l'érosion. Une étude des

modèles existants et la sélection d'un modèle adaptable au Québec devraient permettre l'évaluation des quantités érodées. Le modèle sera appliqué sur un bassin versant de la région de Québec.

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

### **3.1.16 Simulation du ruissellement urbain**

VILLENEUVE, J.P., LAVALLÉE, P. et MARCOUX, C.<sup>1</sup>

Le projet a pour but d'étudier la réponse de petits bassins versants municipaux soumis à des averses caractéristiques. Ce projet est effectué en collaboration avec la firme d'ingénieurs privée Les Consultants BPR et le ministère de l'Environnement du Québec. Une étude des modélisations existantes a été réalisée et le modèle Sirdu a été finalement choisi comme base de la modélisation. Les débits issus de ces simulations, en plus de servir pour la vérification et la réhabilitation des réseaux existants (capacité, temps de réponse, etc.), seront utilisés dans le cadre des travaux actuellement poursuivis sur la modélisation de la qualité des eaux de ruissellement urbain.

Financement: Consultants BPR et Environnement Québec

<sup>1</sup> Les Consultants BPR

### **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 1984. 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 Toxicité des eaux de ruissellement urbain**

COUILLARD, D., COUTURE, P. et ROY, A.

La recherche proposée a pour but d'établir les variations du degré de toxicité des eaux de ruissellement urbain au cours d'épisodes de fonte de neige et de pluie par comparaison avec l'évolution des matières en suspension; ces résultats faciliteront la prévision de l'action de cette toxicité sur le milieu aquatique tout en permettant d'une manière pratique d'établir des modalités de contrôle et de traitement des eaux de ruissellement qui viseraient à réduire le déversement des fractions les plus toxiques. La toxicité des eaux sera évaluée d'après les teneurs en diverses substances toxiques et parallèlement d'après la réponse de différents indicateurs biologiques (daphnies, algues).

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

### **3.2.2 Effets toxiques sur un système de traitement traditionnel**

COUILLARD, D. et TRAN, F.T.

Les usines de traitement biologique conventionnelles ont souvent à absorber des apports subits (dits effets chocs), provenant d'eau de ruissellement après un orage. 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. Comme l'INRS-Eau possède, sur place, une réplique (à 1/4 000 de l'échelle basée sur le débit) de l'usine de traitement biologique de Vaudreuil, il est pertinent de penser à l'utiliser pour simuler les apports subits ou effets-chocs afin d'en tirer une stratégie de contrôle qui permettra d'améliorer le fonctionnement des usines à traitement biologique.

Le but principal de ce projet de recherche est d'établir, à l'aide d'un laboratoire-pilote, une stratégie de manoeuvres de contrôle à effectuer quand une usine de traitement biologique est soumise à des apports subits (ou effets chocs) d'eau de ruissellement contenant des toxiques (métaux lourds). Les retombées prévues se retrouvant 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 combinés (eaux municipales et de ruissellement) permettant aux usines traditionnelles d'absorber des charges-chocs.

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

### 3.2.3 Valorisation des boues de traitements biologiques

COUILLARD, D., TRAN, F.T., TYAGI, R.D. et GRENIER, Y.

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: Fonds FCAC (équipe)

### **3.2.4 Impact des métaux lourds dans les processus d'assainissement**

TYAGI, R.D., COUILLARD, D. et TRAN, F.T.

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: INRS et Conseil de recherches en science naturelles et en génie du Canada (subvention pilote)

### **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 dans ce programme 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 (limnocoraux) et pour la simulation du milieu en laboratoire.

#### **3.3.1 Chimie aquatique du fer; limitation cinétique et architecture membranaire**

AUCLAIR, J.C.

Des expériences ont été conduites pour examiner l'effet du pH sur la cinétique d'adsorption et de l'assimilation du  $^{59}\text{Fe}$  par le phytoplancton de deux lacs du bouclier canadien. Nous avons

également étudié comment cette cinétique est modifiée par l'ajout de la matière organique des lacs.

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

### **3.3.2 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 science naturelles et en génie du Canada

### **3.3.3 Spéciation de l'aluminium dans les eaux du Bouclier canadien**

CAMPBELL, P.G.C., BOUGIE, R., THOMASSIN, D. et BESNER, L.D.

La mobilisation de l'aluminium constitue probablement la réponse géochimique aux précipitations acides la mieux établie. On s'attendrait à ce que le destin géochimique et la disponibilité biologique de ce métal (et donc son impact environnemental) dépendent de sa spéciation ... d'où origine notre intérêt pour développer des méthodes analytiques pour déterminer la spéciation de l'aluminium dans les eaux naturelles, et pour élucider les relations existant entre les formes de métal présentes et leur biodisponibilité.

La méthodologie analytique développée dans nos laboratoires comprend des étapes de séparation physique (filtration ou dialyse), de photooxydation (irradiation uv; contenants en Teflon) et d'échange ionique (Chelex 100); elle permet de différencier

parmi différentes formes d'aluminium en fonction de leurs propriétés physiques (dimension), cinétiques (vitesse de réaction) et thermodynamiques (stabilité). Plusieurs expériences ont été réalisées au laboratoire pour déterminer la réactivité d'aluminium présent sous différentes formes connues:

- I - Al monomère: hydroxo-, fluoro-complexes; Al-salicylate;
- II - Al polynucléaire -  $Al_{13}(OH)_{32}$ ;
- III- Al associé à la matière organique polymère: Al-fulvique, Al-humique;
- IV - Al colloïdal inorganique.

D'après les résultats de ces expériences, la méthodologie permet de différencier entre I+II (échangeables), III (échangeable après photooxydation) et IV (non-échangeable); la répartition du métal parmi les différentes formes échangeables (I+II) peut ensuite se calculer à l'aide d'un modèle mathématique d'équilibres chimiques.

Cette méthodologie analytique a été appliquée dans le cadre d'une étude du comportement géochimique de l'aluminium dans les eaux courantes (projet 3.3.4), ainsi que dans l'évaluation de sa disponibilité biologique (projet 3.3.5).

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

### **3.3.4 Spéciation de l'aluminium dans les eaux courantes affectées par les précipitations acides - évaluation du déséquilibre chimique lors d'épisodes hydrologiques dans une rivière à saumon**

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

Sur le bouclier canadien dans les eaux de surface influencées par les précipitations acides, la qualité de l'habitat des poissons risque de se détériorer par suite de la mobilisation de certains métaux (ex.: Al, Mn, Zn). Dans le présent projet, réalisé dans le bassin versant de la rivière des Escoumins sur la Côte-Nord du fleuve Saint-Laurent, on vise d'abord à mesurer la spéciation d'un de ces métaux (Al) dans des échantillons d'eau de rivière prélevés au cours de quelques épisodes hydrologiques représentatifs (fonte des neiges; étiage; crue automnale) et, ensuite, à déterminer si cette spéciation, définie expérimentalement, varie en fonction du délai entre le prélèvement de l'échantillon et son analyse. Cette approche permet d'évaluer le degré de déséquilibre chimique qui prévalait au moment du prélèvement, et de préciser jusqu'à quel point les résultats analytiques obtenus au laboratoire, après des délais de manutention normaux, correspondent aux conditions réellement vécues par le biota aquatique.

Les résultats escomptés de cette étude permettront une évaluation plus juste des répercussions environnementales des précipitations acides sur le saumon de l'Atlantique, et donneront lieu à des recommandations précises quant à l'opération d'un réseau de surveillance de la qualité de l'habitat des poissons.

Financement: Pêches et Océans Canada

### 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

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 (→ 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 chimique de certains métaux présents dans les aérosols atmosphériques

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

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'extratabilité 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 Québec, Service de l'Environnement atmosphérique

### 3.3.7 Étude sur la géochimie et la géochronologie sédimentaire récente de huit (8) lacs au sud de Noranda (Abitibi-Témiscamingue)

CARIGNAN, R.

Échantillonnage de carottes sédimentaires dans chacun des huit lacs sélectionnés par Environnement Québec, chacune représentant au moins les cent cinquante (150) dernières années de sédimentation.

Découpage des carottes sédimentaires et dosage de chacune des strates pour les teneurs totales en fer, manganèse, aluminium, plomb, cuivre, zinc, soufre, carbone organique, calcium, magnésium et mercure.

Détermination des taux d'accumulation de sédiment par la méthode du plomb 210 ( $^{210}\text{Pb}$ ).

Confirmation de l'apparition récente de conditions acides ou d'influence anthropique dans chacun des lacs étudiés.

Financement: Environnement Québec (contrat)

### 3.3.8 Influence de l'acidification des lac 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 science naturelles et en génie du Canada (demande chercheur-boursier)

### 3.3.9 Influence de bactéries fixées sur les cultures intensives de Daphnie

COUTURE, P., LANGIS, R., LAVOIE, D.<sup>1</sup>, et DE LA NOUË, J.<sup>1</sup>

Dans les systèmes aquatiques, les bactéries ont tendance à adhérer aux interfaces solide:liquide. Des études récentes ont suggéré que les bactéries fixées aux parois de bassins favorisent la productivité de cultures intensives de Daphnia magna. Il est déjà connu que les bactéries sont essentielles à la croissance et à la reproduction des daphnies. Le but de cette expérience était de montrer si une plus grande surface de biofilm entraînerait une plus grande productivité de cultures intensives de Daphnia magna élevées sur micro-algues.

Des populations initialement égales de daphnies ont été maintenues dans quatre bassins: le rapport surface:volume du premier bassin fut multiplié par quatre par addition de parois additionnelles; les parois du second bassin étaient nettoyées à chaque jour; le troisième bassin n'avait pas de parois additionnelles tout comme le quatrième, qui lui était nettoyé à chaque jour.

Les résultats ont montré que la présence d'un film bactérien avait un effet positif sur la productivité de Daphnia magna, la productivité (nombre de jeunes produits) du bassin aux parois additionnelles s'étant révélée deux fois plus élevée que la productivité des autres bassins. L'effet de détoxification de l'ammoniaque ( $\text{NH}_3$ ) par nitrification bactérienne et l'apport nutritif des bactéries sont proposés pour expliquer le phénomène.

Financement: Fonds FCAC (équipe et séminaire) accordé à l'Université Laval

<sup>1</sup> Université Laval

### 3.3.10 Répercussions écologiques de la matière organique dissoute (MOD) sur le phytoplancton

COUTURE, P. et AUCLAIR, J.C.

Ce projet vise à préciser les répercussions de la matière organique dissoute (MOD) en tant que facteur chimique apte à influencer la structure de la communauté phytoplanctonique. Les expériences furent réalisées dans la réserve écologique du lac Tantaré à l'intérieur d'enceintes expérimentales flottant sur le lac. La MOD fut extraite à l'aide d'un système d'ultrafiltration sur fibre creuse (Amicon), ce qui permet également de procéder au fractionnement de la MOD. De cette façon, on tente de distinguer la contribution des différentes fractions sur la production primaire du lac. On tente de plus de distinguer la contribution de la MOD d'origine autochtone de celle d'origine allochtone.

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

### 3.3.11 Approche toxicologique et écotoxicologique pour caractériser les répercussions d'effluents

COUTURE, P., AUCLAIR, J.C. et THELLEN, C.<sup>1</sup>

Ce projet consiste à élaborer une procédure analytique qui permettra de caractériser les répercussions des substances toxiques sur le métabolisme des algues en distinguant entre des effets toxiques létaux, sublétaux réversibles et sublétaux irréversibles. Ces effets seront précisés en suivant les variations temporelles de la charge énergétique en nucléotide adénylate ( $\text{CE}_A$ ) de populations phytoplanctoniques mises en contact avec diverses concentrations des toxiques de référence et/ou des effluents.

L'étude est réalisée en deux volets: (i) au laboratoire, à l'aide de bio-essais en milieu statique avec l'espèce Selenastrum capricornutum et (ii) dans le milieu naturel avec la communauté phytoplanctonique. On compte ainsi faire des déterminations plus justes de la toxicité, notamment en étudiant la diminution et le temps de rétablissement du CEA. De plus, notre approche permettra de distinguer entre des effets toxiques relatifs (i.e. par rapport à une espèce en particulier) et des effets écotoxicologiques proprement dits.

Financement: Environnement Canada

<sup>1</sup> Eco-Recherches Ltée

### **3.3.12 Évaluation d'une méthode d'analyse pour déterminer le taux de dépositions sèches sur la couverture de neige à partir des données obtenues au lac Laflamme, à la forêt Montmorency**

JONES, H.G. et SOCHANSKA, W.

Pendant l'hiver 1983-84, le Service d'environnement atmosphérique (SEA) a fait exécuter des campagnes de carottage de neige par périodes de quelques jours à la station APN, au lac Laflamme. De plus, les échantillons de neige ont été captés par les appareils Sangamo de type CAPMoN et de type CANSAP. Les données de concentrations de SO<sub>2</sub>, de SO<sub>4</sub>= et de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ont été prises à la station CAPMON tandis que divers paramètres météorologiques tels que l'ensoleillement, la température (°C), les précipitations, les vitesses moyennes et la direction du vent, etc., ont été enregistrés à la station météorologique de la forêt Montmorency à 1 km en ligne droite de la station APN.

Nous évaluons, à l'aide de ces données, la vitesse de sédimentation des particules atmosphériques par période de quelques jours. Comme point de départ, nous déterminons la quantité et la qualité originale de la neige déposée par une étude comparative entre les échantillons de neige collectés par les Sangamo (CAPMoN/CANSAP) et les échantillons de la même neige fraîche recueillie au sol. Nous sommes ainsi en mesure de quantifier le bilan moyen de la charge totale (még m<sup>-2</sup>) des polluants atmosphériques déposés par événement et, en plus d'évaluer la redistribution de la charge déposée au sol. Cette dernière étude nous renseigne sur l'importance de la turbulence locale dans la formation des zones hétérogènes de la neige au sol et l'impact possible d'une telle hétérogénéité sur la méthodologie de travail proposée.

Les résultats de ces travaux devraient nous amener à préciser dans quelle mesure la méthodologie a réussi à évaluer: i) le bilan des dépôts secs sur la couverture de neige et, dans le cas affirmatif, ii) l'importance relative des précipitations humides ou sèches

dans le bilan de la charge totale des polluants atmosphériques déposés au lac Laflamme.

Financement: Environnement Canada (contrat)

### 3.3.13 Chimie du couvert de neige et qualité des eaux de fonte

JONES, H.G. et SOCHANSKA, 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 ( $H^+$ ,  $SO_4$ ,  $NO_3^-$ ), carcérigènes (hydrocarbures polyaromatiques) 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 science naturelles et en génie du Canada

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

JONES, H.G. et SOCHANSKA, 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

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

JONES, H.G. et SOCHANSKA, 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 FCAC (action spontanée)

### **3.3.16 Analyse et interprétation de données géologiques et biophysiques de 158 bassins versants du sud du Québec (bouclier canadien)**

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

Les objectifs du projet sont les suivants:

- Identification des variables géologiques et biophysiques (physiographie et végétation) qui influencent significativement la sensibilité des écosystèmes lacustres aux précipitations acides.

- Détermination du rôle joué par les dépôts meubles (épaisseur, type, répartition) sur la capacité du bassin versant à neutraliser les apports atmosphériques acides.
- Identification des zones les plus sensibles ou les plus menacées par l'action des précipitations acides en fonction de l'ensemble des facteurs biophysiques.

Les données utilisées pour cette étude portent sur 158 bassins versants du bouclier canadien disséminés entre le Saguenay et la rivière des Outaouais. Les données physico-chimiques proviennent d'un inventaire effectué par la Direction générale des eaux intérieures alors que les données biophysiques et géologiques ont été fournies par la Direction générale des terres.

Financement: Environnement Canada, Direction générale des terres, région du Québec

<sup>1</sup> Environnement Canada

### **3.3.17 Analyse des conditions physico-chimiques des eaux de surface et de précipitations d'un sous-bassin de la rivière des Escoumins**

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

Ce projet est l'objet d'un sous contrat accordé à l'INRS-Eau par la firme Gilles Shooner Inc. Il s'inscrit dans le cadre d'un contrat octroyé à cette firme par le ministère des Pêches et Océans du Canada concernant la mise au point d'un modèle prédictif sur la relation entre les facteurs hydrobiologiques d'un sous-bassin versant et la survie du saumon Atlantique.

La collaboration de l'INRS-Eau à cette étude consiste en l'interprétation des données physico-chimiques des eaux de surface et des eaux de précipitation. Ces données sont interprétées avec l'objectif de déterminer l'importance des diverses composantes biotiques et abiotiques dans la capacité de neutralisation des apports atmosphériques acides sur ce bassin.

Financement: Pêches et Océans Canada

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

### **3.3.18 Caractéristiques limnologiques et origine des eaux hypersalines des lacs méromictiques de l'Archipel Arctique canadien**

OUELLET, M., PAGÉ, P.<sup>1</sup>, DICKMAN, M.<sup>2</sup> et BISSON, M.<sup>3</sup>

Les caractéristiques physico-chimiques de deux lacs (Garrow et Sophia) méromictiques profonds dont les eaux possèdent un fort gradient de densité permanent et un régime thermique de type héliotherme font l'objet de la présente étude.

La salinité des eaux des monimolimnions de ces lacs atteint 90‰.. tandis que la température de la strate intermédiaire est inter-annuellement stable et maximale à 12°C. Bien que ce type d'environnement lacustre est fréquent en Antarctique, c'est la première fois que ce type de lac est rapporté pour l'Archipel Arctique canadien.

Les mécanismes qui ont été suggérés comme étant à l'origine de ces lacs hypersalins en Antarctique ne semblent pas valides en Arctique. Nous avons donc émis une nouvelle hypothèse pour expliquer l'origine de ces eaux. Celles-ci semblaient découler d'eaux marines emprisonnées aussi bien dans la cuvette lacustre que sous celle-ci, avant et pendant le relèvement isostatique. La progression subséquente du pergélisol sous la surface des terres nouvellement émergées est à l'origine de la formation d'une saumure découlant du mécanisme d'éclusion des ions par congélation des eaux souterraines.

Financement: Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada et Énergie, Mines et Ressources Canada.

<sup>1</sup> UQAM

<sup>2</sup> Brock University, Ontario

<sup>3</sup> Environnement Québec

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

OUELLET, M., GREEN, D.J.<sup>1</sup>, McCABE, B.<sup>1</sup> et VINER, A.B.<sup>2</sup>

L'éruption, en 1886, du Mont Tarawera situé dans la région des lacs de l'Île du Nord de la Nouvelle-Zélande a déposé en quelques heures, sur plusieurs centaines de km<sup>2</sup>, des épaisseurs de cendres atteignant jusqu'à 2 m d'épaisseur.

La destruction, par ce cataclysme, de la végétation des bassins versants de plusieurs lacs ainsi que l'érosion qui s'en suivie se répercutèrent sur la dynamique des systèmes lacustres pendant une

période de plusieurs années. De plus, l'utilisation subséquente de ces bassins (Hokanoa, Maratoto, Ngapouri, Okaro, Rerewhakaaitu, Rotoma) et ce, principalement depuis les années quarante, pour des fins agricoles, sont d'autres éléments responsables du haut niveau d'eutrophisation de ces écosystèmes lacustres.

L'étude qui fait appelle à plusieurs techniques paléolimnologiques (isotopes, géochimies, algues), en fonction des spécialités des participants, vise à établir la chronostratigraphie détaillée des sédiments les plus récents ainsi que la dynamique existant entre le bassin versant et la cuvette lacustre réceptrice. Les perturbations anthropiques sont aussi d'importants traceurs de cette dynamique.

Financement: INRS, Conseil de recherches en science naturelles et en génie du Canada, Université de Waikato et DSIR

1 University of Waikato, Hamilton, N.Z.

2 Department of Scientific and Industrial Research (DSIR), Division of Marine and Freshwater Science, Taupo, N.Z.

### **3.3.20 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 polyaromatiques) 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 science naturelles et en génie du Canada

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

TESSIER, A., AUCLAIR, J.C., CAMPBELL, P.G.C., BUFFLE, J.<sup>1</sup>, CARIGNAN, R., HARRISON, G., RAPIN, F., SCHENCK, R. et HUIZENGA, D.

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 a été 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 proposées 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 particulaires et leur bioaccumulation dans des organismes benthiques (mollusques).

Financement: Fonds FCAC (équipe)

<sup>1</sup> Université de Genève

### **3.3.22 Influence de l'acidification des eaux lacustres sur les interactions métaux-phytoplancton**

TESSIER, A., CAMPBELL, P.G.C., AUCLAIR, J.C., SCHENCK, R. et HARRISON, G.

L'objectif général du projet est de déterminer l'influence du pH sur les interactions métaux traces - phytoplancton. Par interaction, on entend l'adsorption à la surface cellulaire et le transport à travers la membrane. Les métaux étudiés sont Al, Fe, Mn, Zn dont les concentrations augmentent généralement dans les eaux de surface suite à leur acidification. On vérifie en particulier les deux hypothèses suivantes: (H-1) que les constantes d'équilibre d'adsorption de métaux traces M à la surface du phytoplancton et que les flux de métaux à travers la membrane cellulaire varient d'une communauté phytoplanctonique à l'autre; (H-2) que l'augmentation de  $[M]_T$  et de  $[M^{Z+}]$ , qui se produit dans les lacs en voie d'acidification, provoque une augmentation de [M-intracellulaire] chez le phytoplancton, et ce, en dépit de l'augmentation concomitante de  $[H^+]$ . On procède en trois étapes: étape 1: algues tests - milieu synthétique; étape 2: algues tests - eau naturelle; étape 3: populations naturelles - eaux naturelles.

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

### 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 oxiques (oxyhydroxydes de fer et de manganèse, matière organique) et que ces processus contrôlent la répartition des métaux entre ces phases et l'eau ambiante. Pour y arriver, on propose: (1) de comparer des constantes d'équilibre d'adsorption obtenues à partir de mesures "in situ" avec celles données dans la littérature pour des systèmes bien définis; (2) de compléter par des expériences d'adsorption en laboratoire où on utilisera les sédiments naturels des sites étudiés et leur 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 particulières 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 science naturelles et en génie du Canada

### **3.3.24 Biodisponibilité de métaux traces particulières pour les pélécyodes**

TESSIER, A., CAMPBELL, P.G.C., AUCLAIR, J.C., HUIZENGA, D. et LEGRAND, C.

L'objectif général du travail est de prédire la biodisponibilité de métaux traces dans les sédiments pour des organismes benthiques comme les pélécyodes. On cherche: i) à établir les phases géochimiques clé qui contrôlent l'accumulation de métaux traces par des pélécyodes d'eau douce; ii) à identifier les facteurs biologiques clé qui influencent l'accumulation/excrétion de métaux traces par ces pélécyodes; iii) à identifier les voies d'entrée des métaux traces dans ces organismes et établir leur importance relative. À cette fin, l'étude implique des mesures de concentrations de métaux chez des organismes provenant de sites situés dans un gradient de métaux dissous et particuliers. Elle implique aussi des transferts d'organismes d'un milieu plus pollué en métaux à un autre moins pollué et vice-versa.

Financement: Conseil de recherches en science naturelles et en génie du Canada et Ministère des Approvisionnements et Services (contrat)

### **3.3.25 Étude de l'évolution de la qualité de l'eau en rivière à l'aide de modèles mathématiques**

VILLENEUVE, J.P., BOUDREAU, P., JONES, H.G. et HOULE, S.

Cette étude a pour but de simuler la qualité de l'eau sur un cours d'eau. On y effectue une revue des principaux modèles existants. Une analyse comparative des caractéristiques de transférabilité de ces logiciels a mené à la sélection du modèle de qualité QUAL-2.

Ce modèle mathématique traduit l'effet des principaux processus bio-physico-chimiques sur l'oxygène dissous d'une rivière soumise à des rejets à caractère organique. Le principe de discrétisation physique du système permet de représenter un réseau hydrographique

complexe avec ses tributaires et ses sources de rejet ponctuelles et diffuses. Compte tenu des conditions réelles de mélange en milieu naturel, l'hypothèse de "milieu homogène instantané" inhérente aux modèles monodimensionnels tel QUAL-2 lui confère certaines limites d'application à considérer dans le problème de modélisation. Le modèle sera appliqué en cours d'eau québécois.

Financement: Fonds FCAC et Conseil de recherches en science naturelles et en génie du Canada

### **3.3.26 Problématique de la contamination des eaux souterraines au Québec par les pesticides**

VILLENEUVE, J.P., CAMPBELL, P.G.C., ISABEL, D. et WILSON, L.

L'obtention de prédictions quantitatives fiables sur le cheminement, l'évolution et le destin des pesticides dans l'eau souterraine est basée sur la connaissance et la compréhension des processus physiques, chimiques et biologiques qui régissent ces phénomènes et sur la disponibilité d'outils (compréhensifs) adéquats et opérationnels qui permettent de les bien représenter. Dans la présente étude, pour établir la problématique de la contamination des eaux souterraines au Québec par les pesticides utilisés en agriculture, on a adopté l'optique d'une démarche prédictive. Cette étude se veut ainsi une synthèse des principaux éléments préalables à l'établissement d'un modèle prédictif.

D'abord, on a traité des processus qui régissent le cheminement et l'évolution des pesticides (processus de transport, processus chimiques et biologiques). En deuxième lieu, on a traité des caractéristiques de quatre pesticides représentatifs (2-4,D; atrazine; chlordane; carbofurane). L'analyse de ces caractéristiques a permis d'identifier celles ayant une influence sur le destin des pesticides. On a discuté ensuite des outils de simulation et on a présenté l'état actuel des modélisations en ce qui concerne le cheminement de l'eau et les processus chimiques et biologiques. Les résultats de cette démarche (analyse des caractéristiques et des outils) conduisent logiquement à la définition d'un site (zone) potentiellement dangereux. Dans la suite de la discussion des outils de modélisation, nous proposons un guide de préparation d'un inventaire des zones où l'eau souterraine est susceptible d'être contaminée par les pesticides. Dans la même logique, on présente un modèle d'intervention dans les cas où la contamination par les pesticides a déjà été décelée. Enfin, on présente l'ensemble des éléments et problèmes qui devraient faire l'objet de discussions, d'applications d'études et de recherches.

Financement: Environnement Québec

### **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 Élaboration d'un cadre méthodologique pour la gestion de l'eau-ressource**

SASSEVILLE, J.L.

Malgré l'étendue des moyens qui s'offrent aux gestionnaires de la ressource eau, tant au plan des connaissances sur ses caractéristiques structurelles et comportementales qu'au plan administratif, et en dépit d'une volonté politique manifeste de corriger à court terme les situations d'urgence, et, à plus long terme, d'améliorer progressivement l'accessibilité à la ressource eau, les pratiques de gestion demeurent encore largement inefficaces. Ceci tient, entre autres choses, (1) à une appréhension réduite et sectorielle

de l'objet d'intervention et de son rôle structurant dans les processus socio-économiques, (2) à l'absence de cohérence dans la définition des images du futur, (3) à des déficiences dans l'analyse prospective des usages de la ressource et de leur importance dans la détermination des modes de vie des citoyens, (4) à la confusion dans l'identification des mandats et des prérogatives des différents acteurs, (5) aux difficultés d'intégrer l'expérience acquise dans la pratique et de l'adapter aux changements qui s'opèrent dans l'environnement de l'appareil gestionnaire et (6) à l'intellectualisation incomplète de l'enveloppe politique du processus de la gestion. Bref, la tendance à adapter les perceptions de la ressource aux nécessités de l'appareil de gestion a accru d'autant le recours à une pragmatique qui a laissé peu de temps à l'analyse scientifique du système "gestionnaire-ressource" et aux efforts de synthèse d'une théorie de la gestion adaptée aux nécessités du réel.

La recherche proposée veut contribuer à combler cette lacune. Elle a comme objectif le développement d'un cadre méthodologique pour la gestion de l'eau-ressource, axé principalement sur la recherche d'une efficacité accrue de la gestion; elle devrait déboucher sur l'élaboration de méthodes praxémiques (opérationnelles) de gestion centrées sur la conservation de la ressource dans une perspective de mise en valeur.

Trois étapes principales sont prévues dans la démarche de recherche:

1. l'analyse politique et administrative du processus de gestion;
2. le mode d'analyse de la situation de l'eau-ressource dans une perspective de gestion;
3. le développement d'un cadre méthodologique pour la gestion de l'eau-ressource axé sur l'amélioration de l'efficacité.

Financement: Conseil de recherches en sciences humaines du Canada

### **3.4.2 Approche politique, administrative, économique et environnementale à la gestion efficace de l'eau-ressource: théorie, méthode et cas**

SASSEVILLE, J.L., GRAVEL, R.<sup>1</sup>, MARCEAU, R., SIMARD, P., MORIN, G. et POTVIN, L.

Ce projet conjoint veut contribuer à l'établissement d'un modèle global de gestion de l'eau-ressource, lequel modèle intègre en un seul système socio-technique, les trois dimensions (physique,

économique et politico-administrative) de l'eau comme objet de gestion publique; il tend, de plus, à favoriser l'adoption de stratégies et programmes réalistes et efficaces, à l'égard d'un secteur d'action dont l'état actuel est critique.

Son objectif principal est le développement d'une théorie de l'efficacité gestionnaire, intégrant les processus cognitifs et pratiques au contexte du principal gestionnaire et à son objet de gestion, théorie capable d'engendrer des méthodes opérationnelles centrées sur la conservation de l'eau-ressource dans la perspective de son exploitation sociale et économique.

En utilisant comme objet concret de gestion le cas de l'assainissement des eaux sur le bassin de la Yamaska, le projet vise: (1) l'amélioration et l'adaptation d'une théorie, de l'action institutionnelle devant servir à articuler le modèle de représentation du phénomène "gestion d'une ressource renouvelable"; (2) l'étude du phénomène de la gestion (grille d'analyse politico-technocratique du gestionnaire, grille d'analyse de la situation de l'eau-ressource) et sa représentation systémique en tant que processus cyclique et global; (3) le développement d'un concept d'efficacité politique (économique, sociale et institutionnelle); (4) l'étude des facteurs limitant l'efficacité opérationnelle; (5) l'élaboration d'une théorie de l'efficacité gestionnaire et son application à l'eau-ressource.

Financement: Fonds FCAC (équipe)

1 École nationale d'administration publique

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

VILLENEUVE, J.P., DESCHESNES, J., ISABEL, D., HOULE, S., PINEAU, M. 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 très complexe d'utilisation et de mise en oeuvre et peuvent difficilement être utilisés pour la prédiction. Depuis quatre 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 de modèle. Nous nous proposons dans les prochaines années de terminer la mise au point de ce modèle, et de l'utiliser pour l'étude du calage automatique des paramètres hydrologiques (optimisation, sensibilité). Nous avons

effectué le couplage d'une partie de ce modèle avec un modèle d'écoulement souterrain.

VILLENEUVE, J.P. et PINEAU, M.

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

Ce projet consiste à développer un modèle de 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 le scénario de développement. Dans ce projet, le bassin de la rivière Yamaska sera étudié. On y établira un modèle mathématique du système eau-usage-aménagement et on définira les contraintes et normes à respecter en termes de quantité et de qualité. Une fois ces étapes franchies, on adaptera et utilisera une technique de programmation non linéaire à la solution optimale du système.

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

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

VILLENEUVE, J.P., CAMPBELL, P.G.C., FORTIN, J.P., LECLERC, M., SASSEVILLE, J.L., PINEAU, M., WILSON, L., GERMAIN, M. et BOUDREAULT, P.

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 portera sur l'élaboration d'un modèle analytique du système eau d'une rivière; ce modèle devra simuler 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 sera caractérisée par une démarche mathématique, informatique et analytique selon une perception en systèmes de la ressource eau d'un bassin.

La modélisation du système consistera 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 établira 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 ajouterons 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 FCAC (équipe)

### **3.5 Autres activités**

#### **3.5.1 Rédaction d'un manuel d'hydrologie**

VILLENEUVE, J.P., HUBERT, 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: Environnement 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

D. BEAULIEU	Génie chimique	Université de Sherbrooke, boursière CRSNG
H. DUFOUR	Chimie	Université du Québec à Chicoutimi
R. FRÉCHETTE	Génie géologique	Université Laval
I. GIROUX	Géographie	Université Laval
F. PERRON	Génie géologique	Université Laval
A. ROBITAILLE	Géographie	Université Laval

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

L. AIT-SSI, Génie d'application, École nationale d'industrie minière, Maroc, boursier du ministère de l'Enseignement supérieur, Science et Technologie du Québec  
Directeur de mémoire: J.P. VILLENEUVE  
Titre de mémoire: Modélisation des caractéristiques physiques et des propriétés hydrauliques des milieux fissurés et leurs influences sur le comportement de l'eau souterraine

P.L. ARDISSON, Biologie, Université nationale autonome du Mexique, boursier du ministère de l'Éducation du Québec  
Co-directeurs de mémoire: J.C. AUCLAIR et A. TESSIER  
Titre de mémoire: Évaluation de facteurs qui contrôlent l'échange de métaux traces entre des mollusques bivalves (Anodonta grandis) et leur environnement aquatique

Y. BÉDARD, Chimie, Université Laval  
Directeur de mémoire: H.G. JONES

Titre de mémoire: Évolution de la qualité chimique des eaux sur le bassin versant du lac Laflamme lors de la fonte printanière de 1984

C. DROLET, Génie géologique, Université Laval

Directeur de mémoire: J.P. VILLENEUVE

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

M. GAUCHER, Biologie, Université du Québec à Trois-Rivières, boursier CRSNG

Directeur de mémoire: J.C. AUCLAIR

Titre de mémoire: Évolution des communautés zooplanctoniques de 4 lacs du bouclier canadien de la région de Portneuf (Québec)

Y. GRENIER, Génie forestier, Université Laval

Directeur de mémoire: D. COUILLARD

Titre de mémoire: Valorisation des boues d'usine d'épuration des eaux en fertilisation forestière

M. LEBEUF, Chimie, Université du Québec à Chicoutimi, boursier FCAC

Directeur de mémoire: A. TESSIER

Titre de mémoire: Étude de la réaction du zinc avec un sédiment lacustre riche en oxyhydroxydes de fer

C. LEBLANC, Biologie-Écologie, Université du Québec à Trois-Rivières

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

A. ROY, Biologie, Université de Montréal, boursière CRSNG

Directeur de mémoire: D. COUILLARD

Titre de mémoire: Effets des métaux lourds du ruissellement urbain dans un traitement

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

P. AUBÉ, Génie géologique, Université Laval

Directeur de mémoire: J.P. VILLENEUVE

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

L. BABINEAU, Géographie, Université Laval, boursière FCAC

Directeur de mémoire: J.L. SASSEVILLE

Titre de mémoire: Étude d'une procédure de gestion et développement de logiciel de soutien

R. BÉGIN, Biologie, Université de Montréal

Co-directeurs de mémoire: P. COUTURE et D. CLUIS

Titre de mémoire: Correspondance entre l'utilisation du territoire et la biodisponibilité des éléments nutritifs

R. BLANCHETTE, Biologie, Université du Québec à Montréal

Directeur de mémoire: J.L. SASSEVILLE

Titre de mémoire: Analyse du processus d'établissement des normes de toxicité. Étude d'un cas pertinent au programme des eaux.

S. BOUCHER, Mathématiques, Université de Montréal

Directeur de mémoire: J.P. FORTIN

Titre de mémoire: Étude de la climatologie des durées, intensités et fréquences des précipitations sur le Québec méridional en relation avec le problème des pluies acides

P. BOUDREAU, Biologie, Université du Québec à Chicoutimi

Directeur de mémoire: J.P. VILLENEUVE

Titre de mémoire: Modèle bio-physico-chimique en rivière

V. DELMAS, Génie, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, boursière EUMC (Entraide universitaire mondiale du Canada)

Directeur de mémoire: H.G. JONES

Titre de mémoire: Évaluation des dépôts secs sur les champs de neige

M. GERMAIN, Géographie, Université Laval, boursier FCAC

Directeur de mémoire: J.P. VILLENEUVE

Titre de mémoire: Analyse et essai d'un modèle mathématique d'érosion des sols agricoles (modèle Answer) transposé des États-Unis au Québec.

L. GODIN, Génie forestier, Université Laval

Directeur de mémoire: J.L. SASSEVILLE

Titre de mémoire: Stratégie de gestion dans le cadre d'une problématique associée aux pluies acides

J. HAEMMERLI, Génie rural, École Polytechnique, Lausanne

Directeur de mémoire: D. CLUIS

Titre de mémoire: Faisabilité d'un système régional d'alerte avancée aux concentrations extrêmes en période critique d'étiage d'été. Méthodologie d'alerte régionale durant les étiages

L. JAURON, Biologie, Université de Sherbrooke

Directeur de mémoire: J.L. SASSEVILLE

Titre de mémoire: Stratégie de soutien à l'assainissement des eaux appliquée au bassin de la rivière Yamaska, Québec

C. LACHAPPELLE, Géographie, Université du Québec à Montréal

Directeur de mémoire: B. BOBÉE

Titre de mémoire: Applicabilité des analyses de régression et de corrélation en sciences de l'eau

J. LAURIN, Géographie, Université Laval

Directeur de mémoire: M. LECLERC

Titre de mémoire: Étude de la qualité des eaux de la rivière Malbaie affectées par le flottage du bois, en territoire non organisé

C. MADARIAGA, Biologie, Université P. Basque, Espagne

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

Titre de mémoire: Études des répercussions des substances toxiques sur le métabolisme des algues en distinguant entre des effets toxiques létaux, sublétaux réversibles et sublétaux irréversibles

P. PINARD, Physique, Université du Québec à Montréal

Directeur de mémoire: B. BOBÉE

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

M. SINOTTE, Biologie, Université du Québec

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

J. THÉBERGE, Sciences économiques, Université du Québec à Montréal

Directeur de mémoire: J.L. SASSEVILLE

Titre de mémoire: Analyse économique du programme d'assainissement des eaux dans l'optique de l'économie publique

D. THOMASSIN, Chimie, Université Laval, boursière CRSNG

Directeur de mémoire: P.G.C. CAMPBELL

Titre de mémoire: Contribution au développement d'une méthode de spéciation de l'aluminium dans l'eau

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

D. BERRYMAN, 12 décembre 1984

Directeur de mémoire: B. BOBÉE

Titre de mémoire: La détection des tendances dans les séries temporelles de paramètres de la qualité de l'eau à l'aide de tests non paramétriques

F. CARON, 14 mai 1985

Directeur de mémoire: A. TESSIER

Titre de mémoire: Évaluation à l'aide des mesures des rapports des isotopes stables du soufre et de l'oxygène, de la proportion des sulfates mesurés dans les lacs attribuables aux dépôts atmosphériques

J. DESCHESNE, 12 décembre 1984

Directeur de mémoire: J.P. VILLENEUVE

Titre de mémoire: Modélisation en hydrologie: le cas de la simulation conjointe des écoulements de surface et souterraine à l'échelle du bassin versant

P. MARCEAU, 10 avril 1985

Co-directeurs de mémoire: D. CLUIS et G. MORIN

Titre de mémoire: Modèle stochastique de température de l'eau en rivière et comparaison avec un modèle déterministe

M. PAPINEAU, 10 avril 1985

Co-directeurs de mémoire: P. COUTURE et D. CLUIS

Titre de mémoire: Évaluation de l'effet de l'épandage du lisier de porc sur la qualité des eaux de drainage à l'aide de bioessais avec l'algue Selenastrum capricornutum

J. PERRAS, 6 mars 1985

Directeur de mémoire: D. COUILLARD

Titre de mémoire: Critères de faisabilité pour le traitement biologique du mélange des eaux usées municipales et industrielles

#### **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**

D. BENMOUFFOK, M.Sc. Photogrammétrie et télédétection

Directeur de mémoire: J.P. FORTIN

Titre du mémoire: Intégration des données physiographiques obtenues à partir d'images LANDSAT au modèle hydrologique CEQUEAU

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

Directeur de mémoire: J.C. AUCLAIR

Titre du mémoire: Disponibilité du phosphore dans les eaux douces

M. CROWLEY, B.Sc. Biologie, M.Sc. Biologie, boursier CRSH

Directeur de mémoire: J.L. SASSEVILLE

Titre du mémoire: Rôle des systèmes cognitifs dans la question de la ressource eau

D. ISABEL, B.Sc.A., Génie géologique, M.Sc. Eau, boursier CRSNG

Directeur de mémoire: J.P. VILLENEUVE

Titre du mémoire: Calibration automatique des modèles hydrologiques

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

Directeur de mémoire: P. COUTURE

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

P. LAVALLÉE, B.Sc. Biochimie, M.Sc. Eau  
Directeur de mémoire: J.P. VILLENEUVE  
Titre de mémoire: Évaluation de l'influence sur le réseau récepteur de la pollution diffuse urbaine

C. LELIÈVRE, B.Sc. Physique, M.Sc. Météorologie  
Directeur de mémoire: J.P. FORTIN  
Titre de mémoire: Transport des polluants atmosphériques

M. NOBERT, M.Sc. Géographie (climatologie), boursière FCAC  
Directeur de mémoire: J.L. SASSEVILLE  
Titre de mémoire: Demandes de politiques dans le domaine de l'eau

M. PINEAU, B.Sc.A. Génie forestier, M.Sc. Eau, boursier CRSNG  
Directeur de mémoire: J.P. VILLENEUVE  
Titre de mémoire: Modèle mathématique de gestion de la qualité de l'eau en rivière

F. ROBERGE, M.Sc. Eau  
Directeur de mémoire: B. BOBÉE  
Titre de mémoire: Analyse décisionnelle bayésienne appliquée à l'étude des crues et aux problèmes de qualité de l'eau

Y. THOMASSIN, Aménagement forestier (hydrologie)  
Directeur de mémoire: H.G. JONES  
Titre de mémoire: Le rôle du sol et du sous-sol dans la qualité des eaux de ruissellement du lac Laflamme pendant la fonte printanière

L. WILSON, B.Sc. Chimie, M.Sc. Chimie, boursière CRSNG  
Directeur de mémoire: J.P. VILLENEUVE  
Titre de mémoire: Modélisation de l'évolution des substances nutritives en rivières

## 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. et CANTIN, M.

Acquisition des documents  
BOURQUE, C.

Traitement des documents  
BOURQUE, 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 BOURQUE, 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 adéquat en termes d'équipement, d'assistance technique et de développement de logiciel dans la réalisation des divers projets. On y retrouve trois volets:

- le traitement scientifique de données sur un ordinateur à grande capacité, le Cyber 171 de Control Data;
- acquisition de données, traitement léger et système graphique sur un mini-ordinateur local, le HP1000;
- traitement de textes sur un micro-ordinateur AES-C-20.

## **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.

L'équipement majeur du laboratoire est le suivant: spectrophotomètre ultra-violet visible; fluorimètre (3); chromatographe gazeux, chromatographe ionique; analyseur de carbone total et inorganique; système d'analyse automatique Technicon; analyseur de carbone, azote et hydrogène; compteur Beta; compteur Gamma; concentration par dialyse à haut rendement.

## 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 1984-1985, plusieurs membres de l'INRS-Eau ont été appelés à participer à diverses activités extérieures (missions, stages de recherche, conférences, symposium...).

### 6.1 **Coopération et échanges scientifiques**

BOBÉE, B. et VILLENEUVE, J.P.

Entente relative à un échange de professeurs.  
Stanford University, Palo Alto, California

Financement: INRS

BOBÉE, B. et VILLENEUVE, J.P.

Rédaction d'un manuel d'hydrologie.  
Coopération France-Québec. École des Mines de Paris, Centre d'Informatique Géologique. Fontainebleau, France.

Financement: Ministère des Affaires intergouvernementales  
(Québec)

CAMPBELL, P.G.C., STOKES, P.M.<sup>1</sup>, AUCLAIR, J.C., THOMASSIN, D et SCHENCK, R.

Biodisponibilité de métaux dans des lacs influencés par les précipitations acides. Coopération Interprovinciale Québec-Ontario.

Financement: Ministère de l'Éducation du Québec.

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

COUTURE, P.

Biotechnologie de dépollution et aquiculture. Aspects fondamentaux et appliqués. Centre de recherche en nutrition, Université Laval.

Financement: Ministère de l'Éducation du Québec.

JONES, H.G. et ADAMS, W.P.<sup>1</sup>

Étude collaborative sur la neige et la glace.

Financement: Ministère des Affaires intergouvernementales (Québec)

<sup>1</sup> Trent University

TESSIER, A. CAMPBELL, P.G.C., CARIGNAN, R., CARON, F. et KRAMER, J.<sup>1</sup>

Les précipitations acides et la géochimie environnementale.

Financement: Ministère des Affaires intergouvernementales, (Québec)  
Ministry of Colleges and Universities (Ontario)

<sup>1</sup> Université McMaster, Hamilton, Ontario

TESSIER, A. et BUFFLE, J.<sup>1</sup>

Influence des formes chimiques des métaux traces sur leur disponibilité pour le phytoplancton

Financement: Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada - Échange scientifique international

<sup>1</sup> Université de Genève

## **6.2 Collaborations, expertises et consultations**

TESSIER, A.  
Professeur à temps partiel à l'Université McMaster  
Hamilton, Ontario

## **6.3 Perfectionnement et année sabbatique**

OUELLET, M.  
Année sabbatique  
University of Waikato, Hamilton, New Zealand

#### 6.4 Missions et conférences

CAMPBELL, P.G.C., JONES, H.G. et OUELLET, M., depuis janvier 1985  
Travail d'organisation de la Conférence internationale des limnologues d'expression française.

OUELLET, M., 14 au 16 mars 1985  
New Zealand Antarctic Research. Department of Scientific and Industrial Research (D.S.I.R.). Conservation and the use of Antarctic Resources, University of Waikato, Hamilton, New Zealand.

OUELLET, M., 21 au 24 mai 1985

Réunion annuelle de la Société limnologique de la Nouvelle-Zélande, Université d'Auckland, Auckland, Nouvelle-Zélande.

FORTIN, J.P. et POTVIN, L., 5 au 19 octobre 1984

Mission en France dans le cadre de la coopération France-Québec en télédétection. Projet de coopération orienté vers la réalisation d'un modèle de prévisions hydrologiques conçu pour faire le meilleur usage possible des informations fournis par la télédétection par satellite (particulièrement le satellite SPOT, en hydrologie) et les radars météorologiques.

#### Visites d'organisations françaises

Centre de bioclimatologie, INRA, Avignon  
Laboratoire d'hydrologie mathématique, USTL, Montpellier  
Centre d'études phytoécologiques du CNRS  
Groupement d'études et de recherches pour le développement de l'agronomie tropicale (GERDAT)  
Centre de prévision des crues, Périgueux  
Centre de recherches en physique de l'atmosphère  
Institut géographique national (IGN), Saint-Mandé

TESSIER, A., août 1984

Participation à l'atelier de travail sur: "Ecological effects of sediment contaminants task force". Great Lakes Advisory Board, International Joint Commission.

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

BOBÉE, B.            Water Research  
                         Water Resources Bulletin  
                         Water Resources Research  
                         Water Pollution Research Journal of Canada  
                         Canadian Journal of Civil Engineering  
                         Journal of the Hydraulics Division, American  
                         Society of Civil Engineers

CAMPBELL, P.G.C.   Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences  
                         Sciences et techniques de l'eau  
                         Science of the Total Environment

COUILLARD, D.      Sciences et techniques de l'eau  
                         Canadian Journal of Civil Engineering

COUTURE, P.        Sciences et techniques de l'eau

LACHANCE, M.       Environmental Management  
                         Sciences et techniques de l'eau  
                         Water, Air and, Soil Pollution

OUELLET, M.        Canadian Journal of Earth Sciences

TESSIER, A.         Water Research

### 6.6 Autres comités

CAMPBELL, P.G.C.  
Exécutif, Division de la chimie analytique, Institut de chimie du Canada

CAMPBELL, P.G.C.  
Comité mixte (Canada, États-Unis, Mexique) sur les précipitations acides: Royal Society of Canada / US National Academy of Sciences / Mexican Academia de la Investigacion Cientifica

CAMPBELL, P.G.C.

Comité associé sur les critères scientifiques de la qualité de l'environnement, Conseil national de recherches du Canada: sous-comité de l'eau.

CAMPBELL, P.G.C.

Comité national canadien, Association internationale de recherche sur la pollution de l'eau (IAWPR)

CANTIN, M.

Secrétaire du comité "Aménagement et développement économique" du fonds FCAC pour l'évaluation des demandes d'équipes et de séminaires

COUILLARD, D.

Membre du jury d'attribution de subventions du Fonds FCAC (collèges et institutions non affiliées)

COUILLARD, D.

Membre du Comité de liaison de l'INRS-Eau

COUILLARD, D.

Comité des publications techniques et scientifiques, sections rejets et traitements, de "Sciences et techniques de l'eau". Adjoint au directeur scientifique de "Sciences et techniques de l'eau"

COUTURE, P.

Membre du jury d'attribution des bourses de maîtrise et de doctorat du Fonds FCAC pour les comités "Science de l'environnement" et "Géographie physique"

LACHANCE, M.

Secrétaire du Comité "technologie et sciences de l'ingénieur" du Fonds FCAC pour l'évaluation des demandes d'équipes et de séminaires

SASSEVILLE, J.L.

Membre du Comité de liaison de l'INRS-Eau

SASSEVILLE, J.L.

Évaluation externe de demande de subvention pour le Conseil de recherches en sciences humaines (CRSH)

SASSEVILLE, J.L.

Comité associé sur les critères scientifiques concernant l'état de l'environnement

SASSEVILLE, J.L.

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., Fonds FCAC)

SLIVITZKY, M.  
Membre du Comité de liaison de l'INRS-Eau

TESSIER, A.  
Comité associé sur les critères scientifiques de la qualité de l'environnement, Conseil national de recherches du Canada: sous-comité des métaux lourds et de certains autres éléments.

TESSIER, A.  
Membre du groupe "Organismes de services à la recherche" du Fonds FCAC

VILLENEUVE, J.P.  
Membre du comité "Aménagement physique du territoire, Environnement, Océanographie, Sciences de l'eau et de la terre" du fonds FCAC pour l'évaluation des demandes d'équipes et de séminaires

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

#### **6.7 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 Chemical Society (ACS): CAMPBELL, P.G.C.
- American Geophysical Union (AGU): section hydrologie, Comité de rationalisation de réseaux: VILLENEUVE, J.P.
- American Quaternary Association (AQA): OUELLET, M.
- American Society of Limnology and Oceanography (ASLO): CAMPBELL, P.G.C. et OUELLET, M.
- Association des biologistes du Québec (ABQ): AUCLAIR, J.C., 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. et TESSIER, A.

- Association forestière québécoise (AFQ): POTVIN, L.
- Association internationale des sciences hydrologiques (AISH): FORTIN, J.P. et MORIN, G.
- Association internationale des ressources en eau (AIRE/IWRA): VILLENEUVE, J.P.
- Association internationale pour la recherche sur la pollution de l'eau (AIRPE/IAWPR): CAMPBELL, P.G.C. et JONES, H.G.
- Association québécoise de télédétection: FORTIN, J.P. et SOCHANSKA, W.
- Association québécoise des techniques de l'eau (AQTE): COUILLARD, D. (membre du comité jury pour les publications COPUTES)
- Canadian Remote Sensing Society (CRSS): SOCHANSKA, W.
- Canadian Society of Limnology (CSL): CAMPBELL, P.G.C., OUELLET, M.
- Comité canadien sur les pêches en eaux douces (CCFFR): OUELLET, M.
- Institut de chimie du Canada (ICC): CAMPBELL, P.G.C., COUILLARD, D. et TESSIER, A.
- International Glaciological Society: JONES, H.G.
- New Zealand Limnological Society: OUELLET, M.
- Ordre des chimistes du Québec (OCQ): BOUGIE, R. et TESSIER, A.
- Ordre des ingénieurs du Québec (OIQ): COUILLARD, D., MORIN, G., SOCHANSKA, W. et VILLENEUVE, J.P.
- Societas Internationalis Limnologica (SIL): AUCLAIR, J.C., CAMPBELL, P.G.C., JONES, H.G. et OUELLET, M.
- Société canadienne de génie chimique (SCGC): COUILLARD, D.
- Société canadienne des biologistes de l'environnement (SCBE): COUTURE, P., LACHANCE, M. et OUELLET, M.
- Société de météorologie du Québec (SMQ): FORTIN, J.P. et LACHANCE, M.

## **6.8 Invités et visiteurs**

Réunion McMaster - INRS-Eau, 22 novembre 1984

Groupe de l'Université McMaster: J. KRAMER, J. HUMMILL,  
S. LANDSBERGER, M. WADLEIGH, F. CARON, P. TAKATS,  
S.A.A. ADEDIRAN, M. BERGERON

Groupe de l'Université Trent:  
B. LAZERTE

Groupe de l'Université McGill (Collège MacDonald):  
W. HENDERSHOT, C. LAPIERRE, H. LALANDE, S. SAVOIE, L.  
MENDES, F. COURCHESNE, A. DUFRESNE

Groupe d'Environnement Canada:  
J.Y. CHARETTE

Alain GUILBOT  
Université des Sciences et des Techniques du Languedoc  
Montpellier, France

Jacques SIRCOULON, Chef  
Département des Techniques et Service Hydrologique. Office  
de la recherche scientifique et technique outre-mer  
Bondy, France

Pierre HUBERT  
Centre d'Informatique Géologique  
École des Mines de Paris  
Fontainebleau, France

Emmanuel ROUSSEL  
Service de l'environnement industriel  
Direction de la prévention des pollutions  
Ministère de l'Environnement  
Neuilly sur Seine, France

## 7. SÉMINAIRES ET COLLOQUES

Mme Marie Nobert et M. Yves Thomassin, étudiants au doctorat, 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, Ste-Foy) cette dernière année et qui ont attirées des représentants des milieux universitaires, gouvernementaux et de l'entreprise privée.

BERNIER, J. (1984).

Laboratoire national d'hydraulique, Électricité de France. Institut de statistique des Universités de Paris. Analyse de la notion de risque dans les problèmes de ressources en eau (Fondements des approches bayésiennes).

GANOULIS, J. (1984).

Université de Thessalonique, Grèce. Simulation déterministe et stochastique des écoulements souterrains.

FRANKS, F. Dr. (1984).

Department of Botany. University of Cambridge, England. Mechanisms of cold resistance in living organisms: low temperature resistance: a physical chemist view.

ROULEAU, A. (1985).

Environnement Canada, Ottawa. Développements récents dans le domaine de l'hydrologie en milieu fracturé.

VACHON, J.P. (1985).

Direction des priorités. Environnement Canada. La problématique des pluies acides: aspects socio-économiques (historique et perspectives d'avenir).

SHERRER, B. (1985).

Département de biologie. Université du Québec à Montréal. Application de l'approche probabilistique dans l'élaboration de plans d'échantillonnage.

BONN, F. (1985).  
Université de Sherbrooke. Application de la télédétection au domaine de l'hydrologie - aspects qualitatifs et quantitatifs.

KLEMES, V. (1985).  
Division des Eaux de Surface. Institut national de recherche en hydrologie, Ottawa. La modélisation en hydrologie: avantages et inconvénients des divers types de modèles et avenues de recherche prometteuses.

## 8. PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS

### 8.1 Articles de périodique avec jury

- P206 BATES, S., TESSIER, A., CAMPBELL, P.G.C., LÉTOURNEAU, M. (1985).  
Zinc-phosphorus interactions and variation in zinc accumulation during growth of Chlamydomonas variabilis (chlorophyceae) in batch culture. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 42(1): 86-94.
- P086 BOBÉE, B. ASHKAR, F. (1984).  
Design flood guide for Canada. Single site analysis. Section 4.2.
- P188 BOBÉE, B., LACHANCE, M. (1984).  
Multivariate analysis of parameters related to lake acidification in Québec. Water Resources Bulletin, 20(4): 545-556.
- P221 BRASSARD, P., AUCLAIR, J.C. (1984).  
A rapid method for separating phosphorus compounds by molecular weight using exclusion gels and centrifugation. Water Research, 18(9): 1181-1183.
- P155 BRETON, G., SASSEVILLE, J.L. (1984).  
Intégration des composantes environnementales au design des grands projets: le cas du projet Archipel. Revue Canadienne des Ressources en Eau, 9(2): 7-21.
- P213 CAMPBELL, P.G.C., TESSIER, A., BISSON, M., BOUGIE, R. (1985).  
Accumulation of copper and zinc in the yellow water lily, Nuphar variegatum: relationships to metal partitioning in the adjacent lake sediments. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 42(1): 23-32.
- P273 CARIGNAN, R., TESSIER, A. (1985).  
Zinc deposition in acid lakes: the role of diffusion. Science, 228: 1524-1526.
- P205 CHOQUETTE, S., LECLERC, M. (1985).  
Modèle d'évaluation du potentiel récréatif des lacs pour sept activités. Sciences et Techniques de l'Eau, 18(1): 63-69.

- P220 COUILLARD, D. (1984).  
New methodology of impact evaluation: coherence graphs.  
Journal of Environmental Management, 18: 140-161.
- P226 COUILLARD, D. (1984-85).  
Graph theory applied to evaluation of water sciences re-  
search systems. Journal of Environmental Systems, 14(2):  
161-190.
- P227 COUILLARD, D. (1984-85).  
Networks planning for water investigations. Journal of  
Environmental Systems, 14(4): 355-372.
- P204 COUILLARD, D. (1983-1984).  
Information retrieval for the preparation of an environmen-  
tal impact statement. Journal of Environmental Systems,  
13(3): 205-230.
- P255 COUILLARD, D., LEFEBVRE, Y. (1985).  
Analysis of water quality indices. Journal of Environmental  
Management, 21(2): 161-179.
- P209 JONES, R., DICKMAN, M., MOTT, R.J., OUELLET, M. (1984).  
Late quaternary diatom and chemical profiles from a mero-  
mictic lake in Québec, Canada. Chemical Geology, 44: 267-  
286.
- P190 LACHANCE, M., BOBÉE, B., GRIMARD, Y. (1985).  
Sensitivity of southern Québec lakes to acidic precipita-  
tion. Water, Air, and Soil Pollution, 25(2): 115-132.
- P207 LAVALLÉE, P., COUTURE, P., AUCLAIR, J.C. (1984).  
Approche conceptuelle à l'aide de bio-essais in situ pour  
améliorer la fiabilité de l'interprétation écotoxicologique  
de variables physico-chimiques dans le cas de problème en  
assainissement de l'eau. Sciences et Techniques de l'Eau,  
16(3): 261-265.
- P171 LAVALLÉE, P., SHOIRY, P., VILLENEUVE, J.P. (1984).  
Propagation longitudinale et latérale des eaux usées déver-  
sées en cours d'eau. Sciences et Techniques de l'Eau, 17(4):  
361-366.
- P219 LEDOUX, E., GIRARD, G., VILLENEUVE, J.P. (1984).  
Proposition d'un modèle couplé pour la simulation conjointe  
des écoulements de surface et des écoulements souterrains  
sur un bassin hydrologique. La Houille Blanche, 1/2: 101-  
110.

- P214 PINEAU, M., CÔTÉ, P., VILLENEUVE, J.P. (1985).  
Estimation of wastewater treatment costs: evaluation of the CAPDET model for canadian conditions. Canadian Journal of Civil Engineering, 12(3): 483-493.
- P198 TESSIER, A., CAMPBELL, P.G.C., AUCLAIR, J.C., BISSON, M. (1984).  
Relationships between the partitioning of trace metals in sediments and their accumulation in the tissues of the freshwater mollusc *Elliptio complanata* in a mining area. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 41(10): 1463-1472.
- P237 TESSIER, A., RAPIN, F., CARIGNAN, R. (1985).  
Trace metals in oxic lake sediments: possible adsorption onto iron oxyhydroxides. Geochimica et Cosmochimica Acta, 49(1): 183-184.
- P238 VAN COILLIE, R., BROUARD, D., LACHANCE, M., VIGNEAULT, Y. (1984).  
Possibilités écotoxicologiques des précipitations acides pour le saumon dans 4 rivières à la Côte-Nord du fleuve Saint-Laurent. Annales de Limnologie, 20(3): 215-227.
- P224 VISSER, S.A. (1984).  
Seasonal changes in the concentration and colour of humic substances in some aquatic environments. Freshwater Biology, 14: 79-87.

## 8.2 Conférences avec jury ou sur invitation

- S174 BENMOUFFOK, D., FORTIN, J.P., POTVIN, L., ROCHON, G. (1985).  
Estimation des données physiographiques et d'occupation des sols pour la modélisation hydrologique. 5e Congrès de l'Association Québécoise de Télédétection, Chicoutimi (Québec), 22-24 mai 1985.
- S150 BERNARD, C., COUILLARD, D. (1984).  
Les productions végétales intensives et la dégradation des eaux. Symposium Canadien d'Hydrologie, Québec, 10-12 juin 1984.
- S157 BOBÉE, B., CAVADIAS, G., ASHKAR, F. (1984).  
Statistical analysis of floods as extreme hydrologic events. 5th International Conference on Water Resources Planning and Management, Athens, 1-4 octobre 1984. (Comptes rendus, p. 5.158 - 5.184).

- S170 CAMPBELL, P.G.C., TESSIER, A. (1984).  
Paleolimnological approaches to the study of acid deposition: metal partitioning in lacustrine sediments. Conférence invitée, U.S. EPA Workshop on Paleolimnological studies of the history and effects of acidic precipitation, Rockport, Maine, 22-26 mai 1984 (Comptes rendus, p. 234-274).
- S162 CARIGNAN, R. (1984).  
Sediment geochemistry in a eutrophic lake colonized by the submersed macrophyte Myriophyllum spicatum. Verh. Internat. Verein. Limnol., 22: 355-370.
- S156 CHARETTE, J.Y., JONES, H.G., SOCHANSKA, W., GAUTHIER, J.M. (1984).  
Changes in lake water quality during spring runoff in a northern boreal forest subjected to acidic precipitation. Symposium Canadien d'Hydrologie, Québec, 10-12 juin 1984.
- S151 CLUIS, D., LANGIS, R., COUTURE, P. (1984).  
Contribution durant les épisodes hydrologiques extrêmes des apports atmosphériques et souterrains en ions majeurs à la qualité des eaux de surface. Symposium Canadien d'Hydrologie, Québec, 10-12 juin 1984.
- S161 COUTURE, P., LANGIS, R. (1984).  
The relevance of reductionist and holistic approaches in algal toxicology. 67e Congrès de l'Institut de Chimie du Canada, Montréal, 2-6 juin 1984.
- S146 COUILLARD, D., MORIN, G., CLUIS, D., JONES, H.G., DUPONT, J. (1984).  
Simulation des concentrations de solides en suspension en rivière à l'aide du modèle quantité-qualité CEQUEAU. Symposium Canadien d'Hydrologie, Québec, 10-12 juin 1984.
- S199 EL-JABI, N., ROUSSELLE, J., ASHKAR, F. (1984).  
Modélisation stochastique des crues au Québec. Eleventh IASTED International Conference, "Applied modeling and simulation", Nice, France, 19-21 juin 1984. (Comptes rendus, p. 163-166).
- S166 HAEMMERLI, J., BOBÉE, B., LACHANCE, M. (1984).  
Élaboration d'un réseau de détection de tendances dans l'acidification des eaux de surface du Québec. Symposium Canadien d'Hydrologie, Québec, 10-12 juin 1984.
- S148 JONES, H.G. (1984).  
The influence of boreal forest cover on the chemical composition of snow cover. Eastern Snow Conference, Washington, 7-9 juin 1984.

- S158 JONES, H.G. (1984).  
The chemistry of a snow and meltwaters within the mesostructure of a boreal forest snowcover. Symposium on snow and ice chemistry and the atmosphere, Trent University, Peterborough, Ontario, 19-24 août 1984.
- S175 JONES, H.G. (1985).  
Le niveau trophique du lac Saint-Jean: aspects physico-chimiques et biochimiques. Colloque sur la Ouananiche du lac Saint-Jean, Saint-Félicien (Québec), 30 octobre au 1er novembre 1984. (Rapport, p. 55 à 75, 1985).
- S149 JONES, H.G., SOCHANSKA, W. (1984).  
The chemical characteristics of snowcover in a northern boreal forest during the spring runoff period. Symposium on snow and ice chemistry and the atmosphere, Trent University, Peterborough, Ontario, 19-24 août 1984.
- S147 JONES, H.G., SOCHANSKA, W., GAUTHIER, J.M., CHARETTE, J.Y. (1984).  
The physical and chemical evolution of snowpack structure, meltwater flow patterns and surface runoff during the springmelt period in a northern boreal forest. Symposium Canadien d'Hydrologie, Québec, 10-12 juin 1984.
- S172 LANGIS, R., PROULX, D., DE LA NOUE, J., COUTURE, P. (1985).  
Intensive culturing of Daphnia magna: contribution of fixed bacteria. 4th meeting of the Canadian Society of Limnology, St-Jean, Terrebonne, 3-5 janvier 1985.
- S132 LAVALLÉE, P., LESSARD, P., VILLENEUVE, J.P. (1984).  
Water quality variations in running waters due to combined sewer overflowing. Evaluation of negative influence. Third International Conference on Urban Storm Drainage, Goteborg, Sweden, 4-8 juin 1984. (Comptes rendus, p. 761-769).
- S167 LESSARD, P., LAVALLÉE, P. (1984).  
Combined sewer overflows: the Quebec City experience. Third International Conference on Urban Storm Drainage, Goteborg, Sweden, 4-8 juin 1984. (Comptes rendus, p. 831-840).
- S176 MORIN, G., CLUIS, D., COUILLARD, D., JONES, H.G., GAUTHIER, J.M. (1985).  
Modélisation de l'azote total en rivière à l'aide du modèle quantité-qualité CEQUEAU. 53e Congrès de l'ACFAS, Université du Québec à Chicoutimi, 20-24 mai 1985.
- S145 MORIN, G., COUILLARD, D., CLUIS, D., JONES, H.G., GAUTHIER, J.M. (1984).  
Simulation des températures de l'eau en rivière à l'aide du modèle quantité-qualité CEQUEAU. Symposium Canadien d'Hydrologie, Québec, 10-12 juin 1984.

- S194 OUELLET, M. (1985).  
Origin of meromictic lakes in the High Arctic, New Zealand. Limnological Society Conference, Auckland University, Auckland, N.Z., 21 mai 1985.
- S168 PINEAU, M., VILLENEUVE, J.P. (1984).  
Les effluents industriels: un facteur important dans l'optimisation des solutions d'assainissement à l'échelle d'un bassin. 7e Symposium sur le traitement des eaux usées, Montréal, 20-21 novembre 1984.
- S155 SLIVITZKY, M. (1984).  
La recherche sur les précipitations acides: conséquences sur les études de la qualité de l'eau au Canada. Symposium Canadien d'Hydrologie, Québec, 10-12 juin 1984.
- S169 STOKES, P.M., CAMPBELL, P.G.C. (1984).  
Acidification and toxicity of metals to aquatic biota. 11e Atelier Annuel sur la Toxicité Aquatique, Vancouver, 13-15 novembre 1984.
- S159 TESSIER, A., CAMPBELL, P.G.C. (1984).  
Partitioning of trace metals in sediments: relationships with bioavailability. International Workshop on in situ sediment contaminants, Aberystwyth, Pays de Galles, U.K., 20-24 août 1984.
- S171 THOMASSIN, D., CAMPBELL, P.G.C., TESSIER, A., BOUGIE, R. (1984).  
Speciation of aluminum in natural waters. 67e Congrès de l'Institut de Chimie du Canada, Montréal, 3-6 juin 1984.
- S160 TRAN, F.T., COUILLARD, D. (1984).  
Décontamination des boues de fonds de réservoir de pétrole. 67e Congrès de l'Institut de Chimie du Canada, Montréal, 3-6 juin 1984.
- S165 TRAN, F.T., COUILLARD, D. (1984).  
Revalorisation des boues d'huiles lourdes. 34e Congrès canadien de génie chimique, Université Laval, Québec, 30 septembre - 3 octobre 1984. (Comptes rendus, p. 129-132).

### 8.3 Conférences sans jury

- C135 ARDISSON, P.L., TESSIER, A., AUCLAIR, J.C. (1985).  
Évaluation de facteurs qui contrôlent l'échange de métaux traces entre des mollusques bivalves (Anodonta grandis) et leur environnement aquatique. 53e Congrès de l'ACFAS, Université du Québec à Chicoutimi, 20-24 mai 1985.

- C129 DELMAS, V., JONES, H.G. (1985).  
Mesure des taux de sédimentation des dépôts secs sur le couvert de neige. 53e Congrès de l'ACFAS, Université du Québec à Chicoutimi, 20-24 mai 1985.
- C132 GRENIER, Y., COUILLARD, D., VEILLEUX, J.M. (1985).  
Valorisation des boues d'usine d'épuration des eaux en fertilisation forestière. 53e Congrès de l'ACFAS, Université du Québec à Chicoutimi, 20-24 mai 1985.
- C130 JONES, H.G., SOCHANSKA, W. (1985).  
Un modèle qualitatif pour les eaux de fonte de neige. 53e Congrès de l'ACFAS, Université du Québec à Chicoutimi, 20-24 mai 1985.
- C136 LEBEUF, M., TESSIER, A. (1985).  
Contribution à l'étude du contrôle de la répartition des métaux traces par le sédiment oxique. 53e Congrès de l'ACFAS, Université du Québec à Chicoutimi, 20-24 mai 1985.
- C138 OUELLET, M. (1985).  
Atmospheric pollution in Northeastern North America. University of Waikato, Rotorua, New Zealand, 16 avril 1985.
- C140 OUELLET, M. (1985).  
Acid rain in Québec. Department of Earth Sciences, University of Waikato, 19 mai 1985.
- C139 OUELLET, M. (1985).  
Paleolimnology. School of Science, Department of Biology, University of Waikato, 22 avril 1985.
- C131 ROY, A., COUILLARD, D., COUTURE, P. (1985).  
Admissibilité du mélange eau sanitaire - eau de ruissellement urbain à un traitement biologique par la caractérisation de l'effluent primaire. 53e Congrès de l'ACFAS, Université du Québec à Chicoutimi, 20-24 mai 1985.
- C133 SASSEVILLE, J.L. (1985).  
Les enjeux parlementaires du contrôle de la pollution. Colloque de l'Association Internationale des Parlementaires de Langue Française, Ottawa, 13-17 mai 1985.
- C137 THOMASSIN, D., CAMPBELL, P.G.C., TESSIER, A., BOUGIE, R. (1984).  
Speciation of aluminum in natural waters. 67th Canadian Chemical Conference, Montréal, 3-6 juin 1984.

#### 8.4 Rapports scientifiques ou internes

- X112 ASHKAR, F., ROUSSELLE, J. (1985).  
A look at seasonal trends in flood data at some gaging sites in Québec with special effort towards their incorporation into a probability model. Report GREMU/85, Department of Civil Engineering, Ecole Polytechnique de Montréal.
- R174 CAMPBELL, P.G.C., BOUGIE, R., TESSIER, A. (1984).  
Comportement géochimique de l'aluminium dans les eaux de la rivière Cassette (bassin de la rivière des Escoumins) au cours de la fonte printanière 1984. INRS-Eau, rapport scientifique no 174, 38 p. (Pour Pêches et Océans Canada).
- R175 CAMPBELL, P.G.C., HULTBERG, H., NORTON, S.A., WINFREY, M. (1984).  
Research needs regarding trace contaminants and acid deposition as related to increased human exposure - geochemical aspects. INRS-Eau, rapport scientifique no 175, 23 p. (Pour U.S. Environmental Protection Agency, N.Y. State Dept. Environmental Conservation).
- R161 CAMPBELL, P.G.C., STOKES, P.M., GALLOWAY, J.N. (1985).  
Acid deposition: effects on geochemical cycling and biological availability of trace elements. INRS-Eau, rapport scientifique no 161, 83 p. (Subgroup on Metals of the Tri-Academy Committee on Acid Deposition (Academia de la Investigacion Cientifica of Mexico, Royal Society of Canada, National Academy of Sciences of the U.S.A.), National Academy Press, Washington, D.C.
- R142 CARIGNAN, R. (1984).  
Géochimie et géochronologie sédimentaire récente de quatre lacs des Laurentides. INRS-Eau, rapport scientifique no 142, 53 p. (Pour Environnement Québec, rapport interne no PA-85-01).
- R186 CLUIS, D., LABERGE, C. (1985).  
Variance et erreur d'estimation de l'interpolation linéaire dans un monde markovien. INRS-Eau, rapport scientifique no 186, 18 p.
- R171 CLUIS, D., LEBRUN, S., LABERGE, C. (1984).  
Correction analytique du biais de variance d'échantillons markoviens. INRS-Eau, rapport scientifique no 171, 11 p.

- I099 COUILLARD, D., LESSARD, P. (1984).  
Influence des effets chocs et toxiques sur un système de traitement biologique conventionnel. INRS-Eau, rapport interne no 99, 21 p.
- I100 DES GROSEILLERS, L. (1985).  
Algorithmes recommandés pour la génération de variates Gamma. INRS-Eau, rapport interne no 100, 16 p., 1 annexe.
- R169 LACHANCE, M., GAMACHE, D. (1984).  
Sensibilité à l'acidification des lacs du bouclier canadien: analyse et interprétation de données géologiques et biophysiques de 158 bassins versants du sud du Québec. INRS-Eau, rapport scientifique no 169, 115 p. (Pour Environnement Canada).
- R179 MORIN, G., POTVIN, L., ZUBRZYCKI, P., SASSEVILLE, J.L., COUILLARD, D., MARCEAU, R. (1985).  
Bibliographie analytique et description des banques de données dans le cadre des recherches sur le programme d'assainissement des eaux du Québec. INRS-Eau, rapport scientifique no 179, 282 p. (Équipe de recherche INRS-Eau - ENAP sur l'administration publique des eaux).
- R137 QUELLET, M. (1984).  
Étude physico-chimique et phytoplanctonique des eaux du lac Saint-Jean: 1979. INRS-Eau, rapport scientifique no 137, 222 p., 2 annexes. (Pour Environnement Québec).
- R170 PINEAU, M., VILLENEUVE, J.P. (1984).  
Fonctions économiques de différents systèmes de traitement. Coûts de construction et d'exploitation. INRS-Eau, rapport scientifique no 170, 39 p., 1 annexe.
- R167 PINEAU, M., VILLENEUVE, J.P. (1984).  
Solutions de traitement applicables aux municipalités du bassin de la rivière Yamaska. INRS-Eau, rapport scientifique no 167, 29 p.
- R168 SASSEVILLE, J.L. (1984).  
Maîtrise de l'information et efficacité organisationnelle: le cas des substances toxiques. INRS-Eau, rapport scientifique no 168, 112 p., 11 annexes.
- N001 SASSEVILLE, J.L., MARCEAU, R. (1984).  
Les facteurs limitant l'efficacité en administration publique. INRS-Eau, note de recherche no 1, 71 p.

- N004 SASSEVILLE, J.L., CROWLEY, M. (1985).  
Understanding information processing in risk management. A theory of action perspective. INRS-Eau, note de recherche no 4, 65 p.
- R178 WILSON, L., ISABEL, D., CAMPBELL, P.G.C., VILLENEUVE, J.P. (1984).  
Étude de la compréhension des phénomènes de contamination des eaux souterraines au Québec par les pesticides. INRS-Eau, rapport scientifique no 178, 310 p. (Pour Environnement Québec).

### 8.5 Thèses

- T073 BERRYMAN, D. (1984).  
La détection des tendances dans les séries temporelles de paramètres de la qualité de l'eau à l'aide de tests non paramétriques. Thèse de maîtrise ès sciences (Eau), Université du Québec, 128 p., 5 annexes.
- T069 DESCHESNES, J. (1984).  
Modélisation en hydrologie: le cas de la simulation conjointe des écoulements de surface et souterrains à l'échelle du bassin versant. Thèse de maîtrise ès sciences (Eau), Université du Québec, 117 p., 3 annexes.
- T070 MARCEAU, P. (1984).  
Modèle stochastique de température de l'eau en rivière et comparaison avec un modèle déterministe. Thèse de maîtrise ès sciences (Eau), Université du Québec, 113 p., 1 annexe.
- T068 PAPINEAU, M. (1984).  
Évaluation de l'effet de l'épandage du lisier de porc sur la qualité des eaux de drainage à l'aide de bio-essais avec l'algue Selenastrum capricornutum. Thèse de maîtrise ès sciences (Eau), Université du Québec, 102 p., 1 annexe.
- T072 PERRAS, J. (1984).  
Critères de faisabilité pour le traitement biologique du mélange des eaux usées municipales et industrielles. Thèse de maîtrise ès sciences (Eau), Université du Québec, 135 p.

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

	Total	1984-1985
Rapports annuels	15	1
Articles de périodiques avec jury	213	23
Articles de périodiques sans jury	18	0
Rapports scientifiques et techniques	182	14
Rapports internes	92	2
Conférences avec jury	180	29
Conférences sans jury	129	11
Thèses	76	6
Notes de recherches	5	2
	<hr/>	<hr/>
	970	88
Moyenne/année	64	



9. RAPPORT FINANCIER

Année au 31 mai 1985

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

Revenus

-	Subvention de base et revenus spéciaux (sans restriction)	1829,6	
-	Contrats et subventions de recherche (avec restriction)		
-	- CRSNG	374,5	
-	- FCAC	315,3	
-	- Autres sources	314,8	
-	Sous-total	<u>1004,6</u>	
-	TOTAL		<u>2834,2</u>

Dépenses

-	Recherche et enseignement	2018,0	
-	Support à la recherche et à l'enseignement		
-	- frais généraux et d'administration	402,5	
-	- documentation et édition	161,7	
-	- direction du Centre	154,2	
-	- informatique	154,6	
-	- laboratoire	77,1	
-	TOTAL		<u>2968,1</u>

Excédent des dépenses sur les revenus 133,9

Année au 31 mai 1985

DÉPENSES PAR FONCTION UNIVERSITAIRE (en 000 \$)

	salaires et avantages sociaux	frais de terrains, voyages fournitures matériel	services prof. contractuels, publics loyer	TOTAL
Recherche et enseignement	1529,6	235,9	252,4	2018,0
Frais généraux et d'administration	184,5	48,8	169,2	402,5
Documentation et édition	128,8	30,6	2,3	161,7
Direction du Centre	150,4	3,8	0,0	154,2
Informatique	28,8	1,9	123,8	154,6
Laboratoires	53,8	11,8	11,5	77,1
TOTAL	2076,0	322,8	559,3	2968,1

Personnel régulier 1416,4

Personnel contractuel 659,6

Année au 31 mai 1985

SITUATION FINANCIÈRE DU FONDS D'INVESTISSEMENT

Provenance

- Ministère de l'Éducation	200,9	
- CRSNG	42,1	
- Divers	6,3	
TOTAL		<u>249,3</u>

Utilisation

- Locaux, mobilier, téléphone, bureautique	133,0	
- Équipement et appareils de laboratoire	81,8	
- Équipement informatique	25,9	
- Matériel et équipement de terrain	8,5	
TOTAL		<u>249,3</u>