

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

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

I N R S - E a u

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

TABLE DES MATIÈRES

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

1. RAPPORT DU DIRECTEUR

1.1 **Faits saillants**

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

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

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

La recherche

Programme I - Hydrologie

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

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

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

Programme II - Assainissement des eaux

Dans ce domaine de recherches, les activités récentes ont convergé vers les problèmes posés par la disposition des boues provenant des usines de traitement des eaux usées et vers l'élaboration d'une stratégie de contrôle des usines de traitement soumises à des effets chocs. Ces recherches ont pour objectif de préciser l'impact des métaux lourds dans les processus d'assainissement et de valorisation des boues.

Programme III - Dynamique chimique et biologique du milieu aquatique

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

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

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

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

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

Programme IV - Gestion et aménagement

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

L'enseignement

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

Les collaborations et communications

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

2. RESSOURCES HUMAINES

Direction

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

Professeurs réguliers

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

Professeurs invités

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

Professeurs associés

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

Chargés de cours

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

Associés de recherche

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

Stagiaires Post-doctoraux

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

Agents de recherche et professionnels

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

Assistants de recherche

Y. BÉDARD, B.Sc., M.Sc. Sciences de l'eau¹
F. BERTRAND, B.Sc.
C. BLANCHETTE, B.Sc.
S. BOUCHER, B.Sc.
G. BOULET, B.Sc., M.Sc.
C. DEBLOIS, B.Sc., M.Sc.¹
G. DUMAS, B.Sc.
L. FORTIER, B.Sc.¹
J.M. GAUTHIER, B.Sc.¹
Y. GRENIER, B.Sc., M.Sc. Sciences de l'eau¹
D. HOULE, B.Sc.
C. LABERGE, B.Sc.
M. LEBEUF, B.Sc., M.Sc. Sciences de l'eau¹
D. LEROUX, B.Sc.
M. PARADIS, B.Sc.
H. PROULX, B.Sc., M. Env.1

¹ Départ au cours de l'année

² Congé sabbatique

Agent technique de recherche

P. BOISVERT

Techniciens

R. BEAUCHEMIN
M. BORDELEAU-GEOFFROY
D. DOYON-PAQUET
N. DROUIN
C. GUAY¹
N. LEHOUX¹
A. PARENT
C. RENAUD
B. VEILLEUX

Personnel de bureau

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

Stagiaires

C. DUBÉ, B.Sc.
S. DESCHENES
P. DUBOIS
V. DVORAK
N. GIROUX
M. GRIMAUD, Ing., D.E.A.¹
M. TAYAA¹

Emplois d'été

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

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

Étudiants de l'INRS-Eau

maitrise

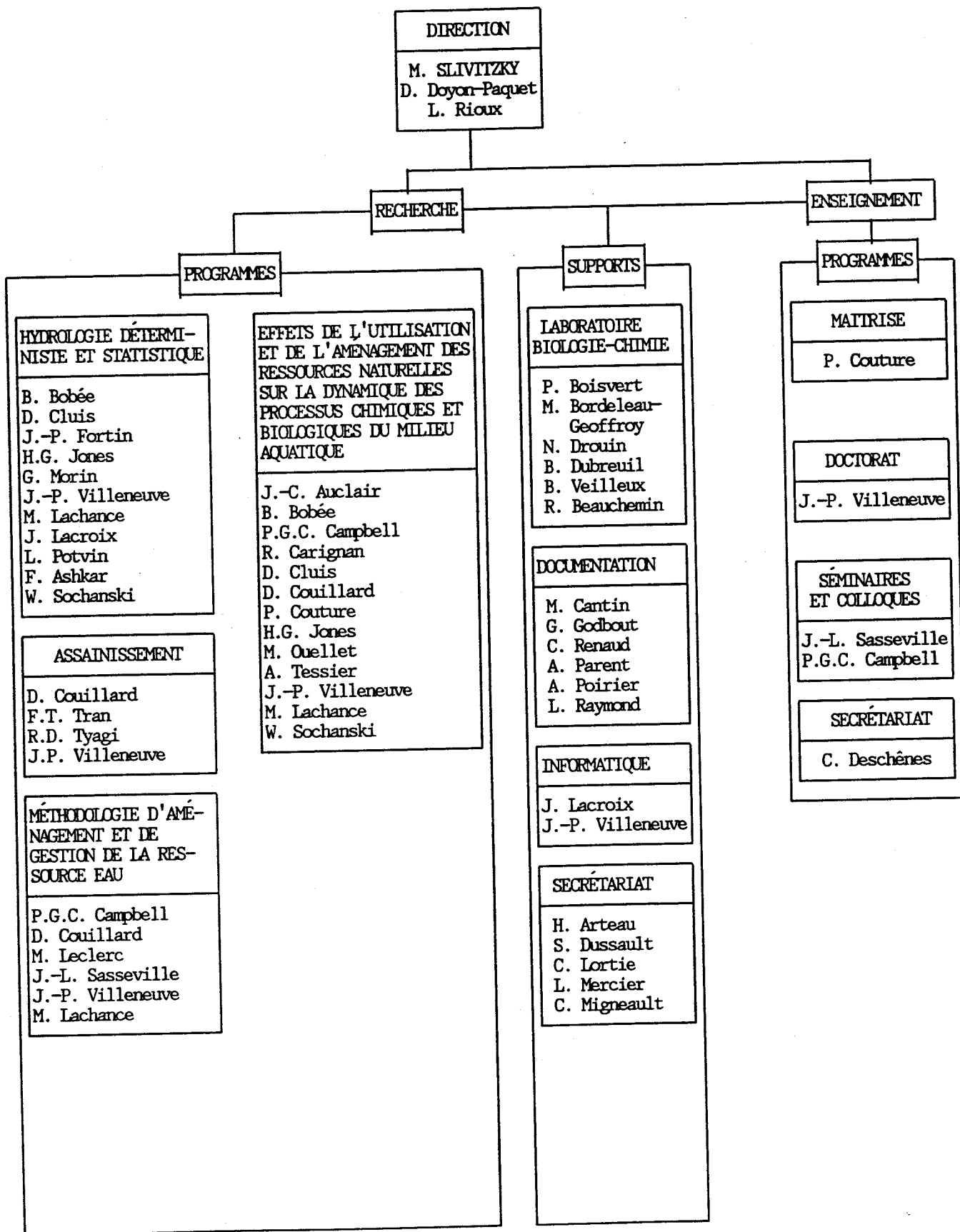
A. CHARRON
S. COUTURE
F. D'AMOURS
S. GARIEPY
M. GELINEAU, boursière CRSNG
L. GERMAIN
I. GUAY, boursière CRSNG
M. HARWOOD, boursière CRSNG
J. JOBIDON
G. MERCIER
F. MICHAUD
M. PATOINE
I. PICHE
C. ROBERT, boursier FCAR
Y. ROCHON
N. RONDEAU

doctorat

L. ATTISI
D. BENMOUFFOK
P. BOUDREAULT, boursier FCAR
P. BRASSARD
M. CROWLEY
M.H. DE SEDE
G. GANGBAZO
D. ISABEL
R. LANGIS
P. LAVALLEE
Y. LEFEBVRE, boursier FCAR
C. LELIEVRE
M. NOBERT, boursière FCAR
J. OUELLET
L. PARENT, boursière CRSNG
M. PINEAU²
F. ROBERGE
R. ROY, boursier CRSNG
Y. THOMASSIN, boursier FCAR
P.-A. THOMPSON, boursière CRSNG
L. WILSON

¹ Départ au cours de l'année

² Diplômé au cours de l'année



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

3. RECHERCHE

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

3.1 Hydrologie déterministe et statistique

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

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

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

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

ASHKAR, F.

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

Notre deuxième objectif est de continuer le travail déjà commencé sur la modélisation du débit maximum, de la durée et du volume de crue, selon une approche multivariée appliquée à l'intérieur d'un modèle de dépassement. Ces caractéristiques sont de première importance pour la construction de déversoirs, des

ponts, des ponceaux, etc. Leur connaissance est également nécessaire dans l'étude des disponibilités en eau pour l'irrigation, pour l'approvisionnement ou encore lorsque l'on désire savoir combien de temps une route ou des cultures peuvent être submergées lors d'une crue.

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

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

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

BOBÉE, B.

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

On vise dans cette étude à:

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

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

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

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

3.1.3 Modélisation statistique et régionalisation des crues au Canada

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

¹ Projet réalisé en collaboration avec l'École Polytechnique de Montréal

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

BOBÉE, B., LALUMIÈRE, G.¹, et ASHKAR, F.

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

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

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

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

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

CLUIS, D. et LABERGE, C.

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

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

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

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

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

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

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

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

Financement: Fonds FCAR - Équipes

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

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

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

Financement: Environnement Canada - Contrat

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

FORTIN, J.P.

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

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

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

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

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

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

FORTIN, J.P.

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

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

Financement: Environnement Canada, Service de l'Environnement atmosphérique

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

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

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

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

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

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

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

Financement: Fonds FCAR - Actions spontanées

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

FORTIN, J.P.

Les travaux consistent à:

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

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

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

FORTIN, J.P.

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

Financement: TAO Simulations Inc. - Contrat

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

MORIN, G.

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

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

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

3.2 Assainissement

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

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

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

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

3.2.1 Effets toxiques sur un système de traitement traditionnel

COUILLARD, D. et GARIEPY, S.

Les usines de traitement biologique conventionnelles ont souvent à absorber des apports subits (dits effets chocs), provenant d'eau industrielle. La biomasse, dans la plupart des cas, est victime soit d'une tuerie collective par empoisonnement dû aux toxiques, soit d'un lessivage drastique, auquel cas la repopulation de la faune microbienne peut prendre jusqu'à plusieurs semaines avant de revenir à l'efficacité originale. Le besoin se fait donc pressant d'établir une stratégie de contrôle pour les usines à traitement biologique dans l'éventualité de tels problèmes.

Cette stratégie de contrôle permettra d'améliorer le fonctionnement des usines à traitements biologiques. De plus, cette stratégie constituera une source de fiabilité d'opération améliorée des stations biologiques existantes au Québec et une meilleure co-gestion des rejets municipaux et industriels permettant aux stations traditionnelles de traitement des eaux usées d'absorber des charges chocs d'effluents industriels.

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