

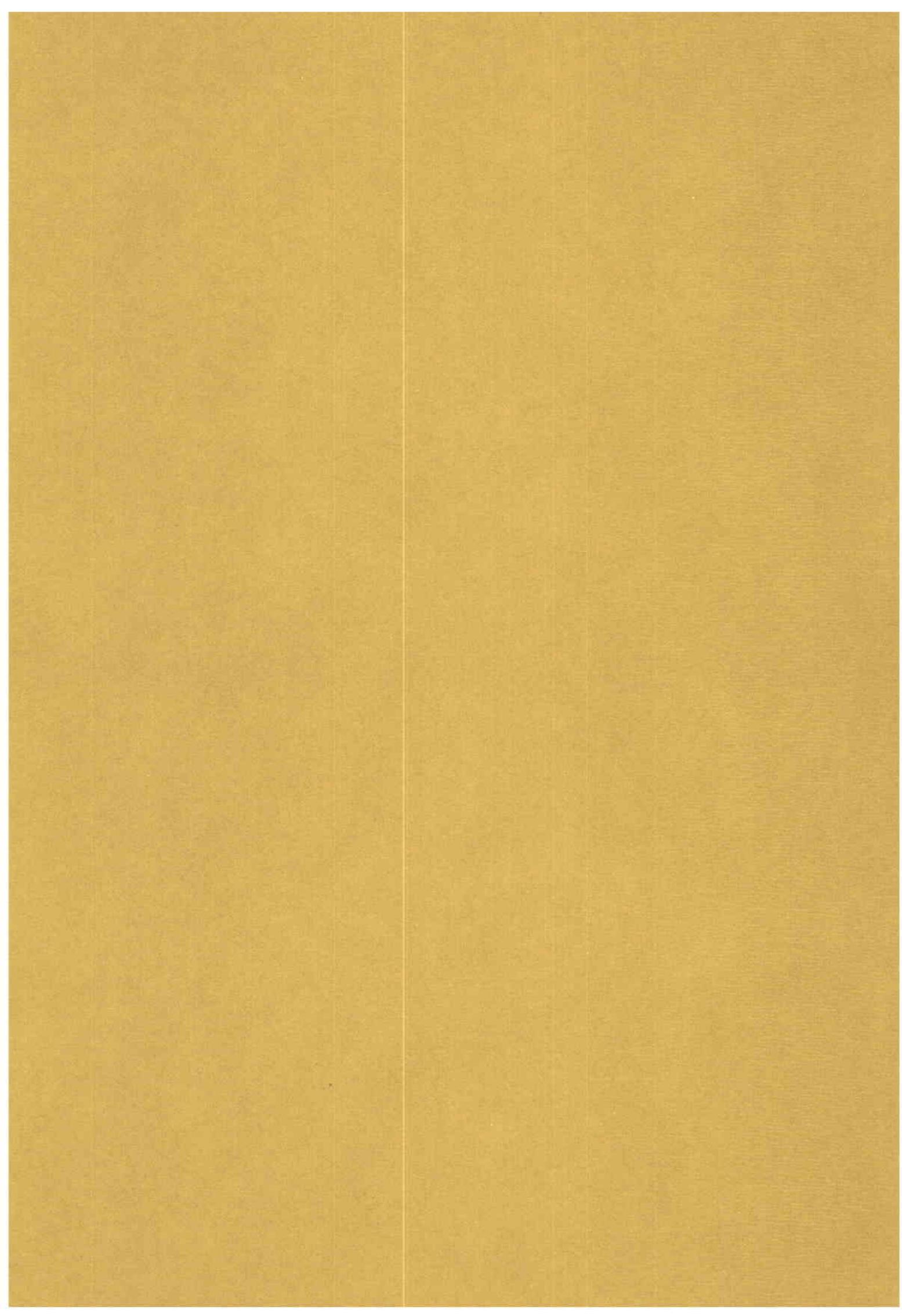
**Rapport  
annuel  
1991**

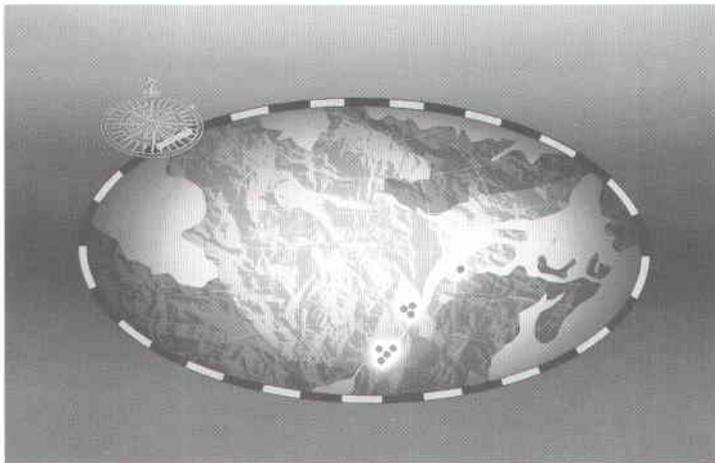
LE  
3  
.I58  
.A1  
I57  
1991

**INRS**

INSTITUT NATIONAL  
DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

LA FORCE DE LA SCIENCE





«La recherche poursuivie à l'INRS traduit le souci de l'Institut d'arrimer ses activités aux besoins socioéconomiques du Québec».

*Alain Soucy*



Centre géoscientifique  
de Québec  
JAN 23 1992  
Québec Geoscience Center

# Table des matières

Mot du président du Conseil d'administration	3
Rapport du directeur général	4
La qualité et l'excellence au sein de l'INRS	7
Conseil d'administration	8
Commission scientifique	8
Professeurs-chercheurs	10
Un réseau de centres de recherche thématique	12
Rapport des Centres	14
EAU	
ÉNERGIE	
GÉORESSOURCES	
OCÉANOGRAPHIE	
SANTÉ	
TÉLÉCOMMUNICATIONS	
URBANISATION	
États financiers	32
Administration et renseignements	40

## Mot du président du Conseil d'administration

Le début de cette décennie est déterminant pour l'INRS car il dessine la tendance des années quatre-vingt-dix. Dans un contexte économique difficile associé à la rareté des ressources financières, les universités devront faire face à une demande accrue pour la recherche orientée et pour la formation de scientifiques et de technologues de haut niveau.

D'autres facteurs socioéconomiques prennent actuellement une telle importance qu'ils risquent d'influencer l'évolution de l'Institut et de façonner les modes d'organisation de la recherche scientifique. D'abord, l'orientation des politiques gouvernementales en matière de science et de technologie fait en sorte que la recherche devienne un agent de développement technologique et économique important. Ces politiques ont pour effet de favoriser le regroupement des experts universitaires et des équipements pour les rendre plus performants, par l'entremise de programmes de subventions tels que les actions structurantes du Québec et les réseaux de centres d'excellence canadiens. De plus, tous les programmes universitaires et le secteur privé, visent à promouvoir la recherche appliquée et à stimuler la participation des universités au développement technologique.

Dans un tel contexte, l'Institut a très bien performé en établissant, dans ses principaux champs de compétence, des alliances stratégiques permettant d'établir une base scientifique solide pouvant conduire à d'importants développements technologiques.

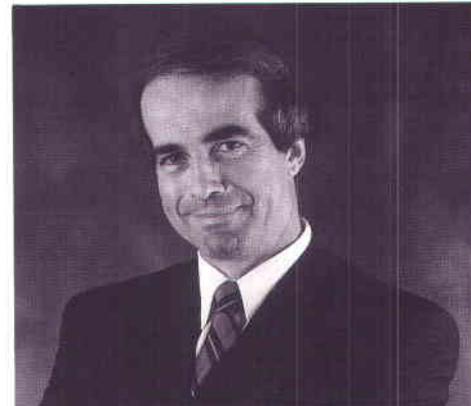
Signe des temps, le développement de nouveaux enjeux sur les plans social et environnemental constitue des défis importants pour la recherche scientifique. On assiste également à une importante croissance des échanges internationaux et à des regroupements économiques majeurs. Cette mondialisation progressive des marchés a amené la création de réseaux nationaux et internationaux de science et de technologie.

Ces quelques caractéristiques ne traduisent qu'en partie la complexité du milieu dans lequel l'Institut sera appelé à évoluer dans les prochaines décennies. On peut cependant d'ores et déjà prévoir le développement d'un environnement passablement exigeant pour l'INRS et pour l'ensemble des universités.

Au cours des prochaines années, nous devons donc nous attendre à un contexte encore plus propice à la collaboration en raison plus particulièrement, de la rareté croissante des ressources financières et de la complexité accrue de la science et de la technologie.

L'INRS a déjà fait beaucoup en matière de partenariat. Sa réputation est désormais bien établie et son devenir est associé à l'excellence de ses recherches, au développement de nouveaux créneaux, à la formation de chercheurs et à l'utilisation optimale des ressources.

En misant sur son assise et sur la pluridisciplinarité de son savoir-faire, l'Institut peut entrevoir l'avenir avec beaucoup d'optimisme. Une volonté institutionnelle ferme de se démarquer, une équipe de professeurs et de chercheurs compétents et dynamiques, doublée de la confiance qu'inspirent à sa clientèle ses succès passés, sont autant de raisons me convainquant que l'INRS continuera à contribuer au développement scientifique, technologique et économique de notre société.



Le président du Conseil d'administration de l'Institut

Pierre Lacroix

## Rapport du directeur général

Rationalisation. Consolidation. Élargissement. Arrimage aux enjeux de la société. À l'Institut national de la recherche scientifique, ces quelques mots résumant à eux seuls les faits saillants de l'année 1990-1991. S'ils n'expriment ni la facilité ni un débordement de développement, ils illustrent la sagesse et la réflexion qui ont guidé l'évolution de l'Institut au cours de cette période.

La créativité et l'excellence, c'est aussi la capacité pour une institution et ses dirigeants de gérer les conjonctures moins porteuses; c'est la capacité de faire des embûches, un moteur de succès.

À l'INRS, ce succès s'exprime déjà de plusieurs façons. D'abord sur le plan économique, le bilan s'avère très positif; l'objectif de résorption du déficit en trois ans a été atteint en un an. En ce qui concerne la formation de chercheurs, la qualité des étudiants, sinon leur nombre, entraîne une satisfaction bien méritée. Quant à la programmation de la recherche, compte tenu de l'impossibilité de procéder aux développements structurels prévus, elle a profité d'une intensification et d'une extension au sein même des centres. Les alliances avec nos partenaires habituels ont été fécondes et de nouveaux ponts prometteurs ont été jetés vers d'autres organismes publics et privés. Des efforts ont été mis sur l'amélioration et l'agrandissement de plusieurs laboratoires et, enfin, au chapitre très important des relations de travail, l'atmosphère à l'INRS est à la fois sereine et stimulante.

### Finances

Grâce notamment aux efforts des intervenants de tous les paliers et dans chacun des sept centres de l'INRS, nous avons pu résorber plus vite que prévu notre déficit. Il est incontestable que ce succès est en grande partie dû à la rationalisation de la gestion et de l'ensemble des pratiques financières, entraînant des économies se chiffrant en centaines de milliers de dollars.

Bien sûr, l'équilibre budgétaire a aussi pu être atteint grâce à une meilleure répartition de la subvention au sein de l'Université du Québec et à une prise en considération plus équitable de la recherche effectuée chez nous. Par ailleurs, nos revenus extérieurs ont augmenté de façon significative, pour atteindre, cette année, la somme de 17 millions de dollars.

Pour les années à venir, cette réalisation accélérée de l'équilibre budgétaire permet de miser sur une capacité de développement appréciable.

### Formation

En ce qui concerne la formation de chercheurs, le bilan de l'année engendre aussi des satisfactions au sein de l'Institut. Même si le nombre d'étudiants inscrits au doctorat et à la maîtrise dans les différents centres se maintient, plusieurs stagiaires issus des programmes d'autres établissements sont venus grossir les effectifs étudiants de l'INRS. De plus, des accords en matière d'enseignement et de recherche ont abouti à des collaborations interuniversitaires déjà effectives ou en voie de l'être.

Ainsi, dans le domaine de la formation des chercheurs en télécommunications, l'INRS-Télécommunications collabore avec l'Université McGill et avec l'École polytechnique de Montréal. Également, un nouveau programme de doctorat a été mis sur pied conjointement entre l'INRS-Urbanisation et l'Université du Québec à Montréal (UQAM). D'autres projets de programmes d'enseignement conjoints devraient se concrétiser bientôt avec l'Université Laval (INRS-Géoressources) et avec l'Université du Québec à Rimouski (INRS-Océanologie). La préparation d'un doctorat en sciences expérimentales de la santé se poursuit avec l'Institut Armand-Frappier (INRS-Santé). Il est prévu, qu'à terme, tous les centres de l'INRS offrent leurs propres programmes de maîtrise et de doctorat, ou, à tout le moins, des programmes conjoints avec d'autres institutions universitaires.

### Recherche

L'excellence de la recherche dans les centres de l'INRS est éloquemment illustrée par le succès obtenu par nos équipes auprès des organismes subventionnaires; elle est aussi mise en évidence par les partenariats féconds liant nos centres avec des organismes privés et publics.

Des aspects nouveaux sont ainsi désormais couverts ou en voie de l'être. Par exemple, déjà présente au sein de l'INRS-Énergie, la préoccupation pour les nouveaux matériaux acquerra sous peu un statut officiel. L'orientation concernant la prospective et le transfert technologique a été greffée aux mandats de l'INRS-Urbanisation. Le souci de comprendre et de résoudre les défis environnementaux s'est, en outre, manifesté dans la programmation de la plupart des centres. Les objectifs de collaboration intercentres sont de plus en plus clairs et devraient se concrétiser dans les années prochaines, notamment quant aux projets touchant l'environnement.

La préoccupation sociale et économique, utile à court et à moyen termes, est plus que jamais présente dans nos programmes. Ce mouvement, caractérisant actuellement la recherche universitaire en général, se traduit chez nous par l'accroissement de la commandite et des contrats de recherche. Ainsi, alors que les subventions sont passées de 4 millions de dollars en 1986-1987 à 7 millions de dollars en 1990-1991, les contrats de recherche ont doublé, passant de 4,3 millions de dollars en 1986-1987 à 10 millions de dollars en 1990-1991.

Des partenariats concrétisent cet arrimage de nos recherches avec les préoccupations des Québécois, notamment dans les domaines de l'environnement (eau, géoressources, océanologie), de la santé, de l'énergie, des matériaux, des télécommunications et du développement urbain et régional.

Des alliances stratégiques se sont ainsi étoffées et d'autres ont été créées. À ce chapitre, signalons, entre autres, la mise en œuvre de la coopération UQAR-INRS, initiée l'an dernier, au sein du Centre océanographique de Rimouski, et les projets de développement de la recherche en télécommunications à Montréal qui, plus que jamais, associent l'INRS-Télécommunications à Recherches Bell-Northern. L'installation du Laboratoire de diversification énergétique de CANMET, à Varennes, est également porteuse de nouvelles activités à l'INRS-Énergie. Dans ce même centre, l'intérêt des chercheurs pour les nouveaux matériaux et l'étude des interfaces, notamment dans le cadre du projet Tokamak de Varennes, débouche actuellement sur une alliance avec l'Institut des matériaux industriels du Conseil national de recherches du Canada, situé à Boucherville.

### Des murs et des toits

Sur le plan des installations matérielles, afin de répondre aux besoins des différentes équipes et à ceux liés aux nouveaux thèmes de recherche, des travaux et agrandissements ont été réalisés ou mis en branle dans plusieurs centres. Bien que le projet du regroupement sous un même toit des chercheurs des deux centres de Québec et de l'administration n'ait guère progressé cette année, il demeure au cœur de nos préoccupations et devrait, d'une façon ou d'une autre, se réaliser prochainement.

Au titre des travaux, 2 millions de dollars ont été investis dans la rénovation des locaux de l'INRS-Urbanisation; également, plus de 6 millions de dollars iront à l'agrandissement du Centre océanographique de Rimouski. D'autres travaux visent également à doubler la superficie des installations de l'INRS-Énergie.

### Des femmes et des hommes

Cette année, la qualité des ressources humaines de l'INRS s'est éloquentement manifestée. Entre autres, les succès économiques obtenus découlent en grande partie de l'adhésion des individus à la préoccupation pour la résorption du déficit et l'optimisation de la gestion.

Aussi, la négociation et la signature de trois conventions collectives se sont déroulées dans une sérénité et un respect mutuel assez remarquables. Ce processus, dont la difficulté est accrue chez nous par le statut contractuel de plus de 50 % du personnel, a mis en évidence la maturité et la motivation des parties en cause.

Parallèlement, les efforts visant à faire en sorte que chaque centre atteigne une masse critique de chercheurs, se sont poursuivis. Quelques postes ont ainsi pu être créés et d'autres, laissés vacants, ont été pourvus en cours d'année.

Quelques piliers de l'INRS ont quitté leur fonction en cours d'année pour être remplacés par de nouvelles figures. À l'INRS-Santé, Robert Dugal, directeur du centre, a effectué un retour vers la recherche; son successeur est Michel G. Côté. Jacques E. Desnoyers a également terminé son mandat à la direction scientifique de l'Institut et s'est lancé dans la recherche sur les matériaux; sa relève est assurée par Pierre Lapointe, autrefois de la Commission géologique et artisan de l'entente qui a créé le Centre géoscientifique de Québec.

### Perspectives

L'INRS est actuellement en processus de planification. En effet, compte tenu de la nouvelle donne gouvernementale, notre plan d'orientation de cinq ans et notre plan d'action de trois ans ont dû être revus et reformulés.

Cette remise en phase de notre plan avec les réalités de la conjoncture ainsi que l'évolution de cette dernière année, caractérisée par l'atteinte de l'équilibre financier, nous ont amenés à prévoir de nouveaux créneaux de développement. Pour réaliser nos objectifs, nous comptons nous appuyer sur les structures actuelles et intensifier la programmation des centres. Au lieu de procéder par la création de toutes pièces de nouveaux ensembles, nous misons très fortement sur le développement d'embryons au sein des programmes existants en vue de futurs essaimage. Des groupes associés seront donc formés au sein des centres existants; ils pourront s'en détacher une fois atteinte la masse critique nécessaire.

L'un des objectifs de notre repositionnement concerne la place que devrait occuper l'INRS dans le système actuel des universités et les perspectives de son partenariat avec le gouvernement.

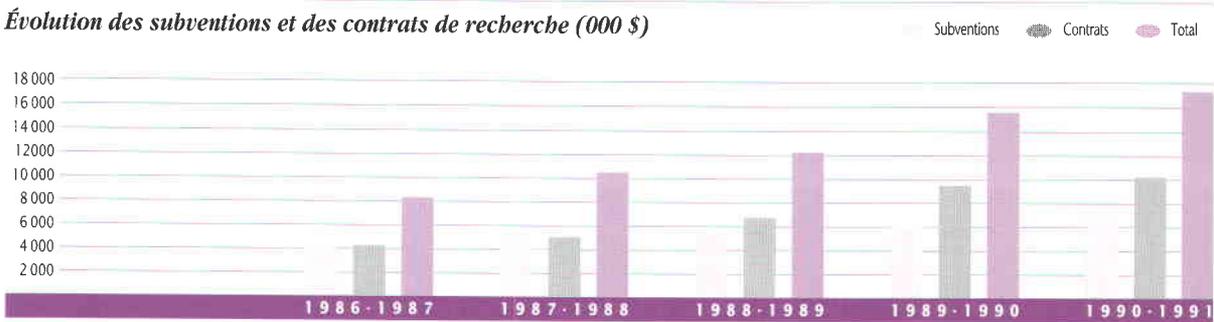
Une préoccupation à l'ordre du jour est aussi de faire mieux connaître les possibilités de formation offertes par l'INRS aux étudiants universitaires québécois. L'INRS ne possédant pas de bassin propre d'étudiants de premier cycle, des stratégies de communication et des réponses plus adaptées aux besoins des milieux devraient être définies prochainement. Ainsi, afin de satisfaire la demande de formation continue de professionnels et de praticiens dans certains domaines de pointe, nous songeons à mettre sur pied des séminaires et des programmes courts de 2<sup>e</sup> cycle. La leçon des dernières années nous amène, en effet, à croire qu'il faudra dépasser la mission de recherche et de formation de chercheurs prévue dans notre mandat, et jouer le rôle de la complémentarité universitaire.

L'INRS a déjà prouvé la fécondité de sa mission de formation de chercheurs et de développement de masses critiques de recherche. Tout porte à croire que nos pôles d'action, consolidés et enracinés dans les réalités québécoises, déboucheront sur des collaborations de plus en plus fécondes, notamment en matière de transferts technologiques.

Le directeur général de l'Institut

**Aloïin Soucy**

**Évolution des subventions et des contrats de recherche (000 \$)**



Source : Institut national de la recherche scientifique « Inventaire de la recherche subventionnée et commanditée 1990-1991 »

**POUR L'ANNÉE 1989-1990**

**Répartition des subventions selon la catégorie d'organisme subventionnaire**



	\$	%
Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG)	3 120 301	44
Fonds pour la Formation de chercheurs et l'aide à la recherche (FCAR)	703 347	10
Conseil de recherches médicales du Canada (CRM)	429 643	6
Conseil de recherches en sciences humaines du Canada (CRSH)	127 087	2
Autres organismes	2 697 083	38
<b>Total</b>	<b>7 077 461</b>	<b>100</b>

**POUR L'ANNÉE 1989-1990**

**Répartition des contrats selon la catégorie d'organisme contractant**



	\$	%
Provincial	3 932 833	38
Fédéral	3 027 417	29
Entreprises	2 424 550	24
Municipal	635 131	6
Universités	267 745	3
<b>Total</b>	<b>10 287 676</b>	<b>100</b>

Source : Institut national de la recherche scientifique « Inventaire de la recherche subventionnée et commanditée 1990-1991 »

**La qualité  
et l'excellence  
au sein de l'INRS.**

**Mme Geraldine A. Kenney-Wallace**,  
présidente de l'Université McMaster et  
présidente sortante du Conseil des sciences  
du Canada, récipiendaire d'un doctorat  
honorifique de l'INRS.

**M. Gérard Fortin**,  
professeur et directeur  
fondateur de  
l'INRS-Urbanisation a  
reçu le titre de professeur  
émérite de l'INRS.

**M. Gilles Bourque**,  
étudiant au doctorat à  
l'INRS-Energie, lauréat de  
la médaille d'or du  
gouverneur général  
du Canada.



**M. Matthew Lennig**,  
chercheur chez BNR et professeur invité à l'INRS-Télécommunications (à l'avant-plan)  
en compagnie des membres de son équipe **MM. Paul Mermelstein** et **Vishua  
Gupta** (BNR) et (à l'arrière-plan) **Patrick Kenny** (INRS-Télécommunications),  
**Douglas Sharp** (BNR) et **Douglas O'Shaughnessy** (INRS-Télécommunications)  
lauréats du Prix Telecom Canada.

M. Lennig s'est aussi mérité le Prix J.-Armand-Bombardier lors du 59<sup>e</sup> congrès  
de l'ACFAS.

**M. Alain Fournier**,  
professeur à l'INRS-Santé,  
récipiendaire d'une prime à  
l'excellence de l'INRS.

**M. Bernard Bobée**,  
professeur à l'INRS-Eau, récipiendaire  
d'une prime à l'excellence de l'INRS.

## Conseil d'administration

### Président

PIERRE LACROIX  
Vice-président  
Secteur environnement  
Roche Ltée, Groupe-conseil

### Membres

AÏCHA ACHAB  
Directrice  
INRS-Géoresources et  
Centre géoscientifique de Québec

LUCIE BERTRAND  
Vice-présidente  
Région Richelieu  
Hydro-Québec

JACQUES E. DESNOYERS  
Directeur scientifique

J.-A.-RAYMOND DUPONT  
Directeur administratif

DENIS GAGNON  
Vice-recteur à la recherche  
Université Laval

CLERMONT GIGNAC  
Sous-ministre  
Ministère des Approvisionnements  
et Services

BENOÎT JEAN  
Professeur  
INRS-Énergie

LISE LACHAPELLE  
Associée principale  
Strategico Inc.

DENIS LAFORTE  
Vice-recteur aux ressources humaines  
Université du Québec à Hull

JACQUES L'ÉCUYER  
Vice-président  
Enseignement et recherche  
Université du Québec

PATRICK MARCEAU  
Étudiant  
INRS-Eau

ALAIN SOUCY  
Directeur général

PIERRE TREMBLAY  
Directeur  
Centre de recherche  
et développement, Arvida  
Alcan International Ltée

MAURICE TURGEON  
Sous-ministre adjoint  
Politiques industrielles  
et commerciales  
Ministère de l'Industrie, du Commerce  
et de la Technologie

### Secrétaires

PAULINE CADIEUX  
Secrétaire générale

NORMAND DUSSAULT  
Conseiller juridique

## Comité exécutif

### Président

ALAIN SOUCY  
Directeur général

### Membres

JACQUES E. DESNOYERS  
Directeur scientifique

J.-A.-RAYMOND DUPONT  
Directeur administratif

PIERRE LACROIX  
Vice-président  
Secteur environnement  
Roche Ltée, Groupe-conseil

MAURICE TURGEON  
Sous-ministre adjoint  
Politiques industrielles  
et commerciales  
Ministère de l'Industrie, du Commerce  
et de la Technologie

### Secrétaire

PAULINE CADIEUX  
Secrétaire générale

## Commission scientifique

### Président

JACQUES E. DESNOYERS  
Directeur scientifique

### Membres

ANDRÉ ARCHAMBAULT  
Professeur titulaire  
Faculté de pharmacie  
Université de Montréal  
Montréal

LOUIS BERLINGUET  
Président  
Conseil de la science  
et de la technologie  
Sainte-Foy

EDWIN BOURGET  
Professeur  
Département de biologie  
GIROQ  
Université Laval  
Sainte-Foy

FRANÇOIS BRIÈRE  
Directeur  
Département de génie civil  
École polytechnique  
Montréal

LAURENT CARON  
Directeur du Centre de recherche  
en physique du solide  
Université de Sherbrooke  
Sherbrooke

BERNARD COUPAL  
Directeur général  
Biocapital  
Montréal

JEAN DESLAURIERS  
Directeur du Plan Mitel S.C.C.  
Bromont

GILLES JULIEN  
Vice-président exécutif  
Conseil de recherches en sciences  
naturelles et en génie  
Ottawa

JACQUES LÉVEILLÉE  
Chargé de projet  
Service de la planification et de la concertation  
Ville de Montréal  
Montréal

CAMILLE LIMOGES  
Professeur  
Centre de recherche en évaluation  
sociale et technologique (CREST)  
Université du Québec à Montréal  
Montréal

JACQUES G. MARTEL  
Directeur  
Institut des matériaux industriels  
Boucherville

SHERRY H. OLSON  
Directrice  
Département de géographie  
Faculté des sciences  
Université McGill  
Montréal

MARCEL RISI  
Président et directeur général  
Centre québécois de valorisation  
de la biomasse (CQVB)  
Sainte-Foy

DENIS A. SAINT-ONGE  
Directeur  
Division de la science des terrains  
Commission géologique du Canada  
Ottawa

BJORN SUNDBY  
Directeur des sciences physiques et chimiques  
Institut Maurice-Lamontagne  
Mont-Joli

CHARLES TERREAU  
Vice-président adjoint  
Recherche en technologies du réseau  
Bell Canada  
Montréal

### Secrétaire

PAULINE CADIEUX  
Secrétaire générale

## Commission de la recherche

### Président

ALAIN SOUCY  
Directeur général

### Membres

AÏCHA ACHAB  
Directrice  
INRS-Géoressources et  
Centre géoscientifique de Québec

CÉLINE AUDET  
Professeure  
INRS-Océanologie

MARIO BERGERON  
Professeur  
INRS-Géoressources

GILLES BOURQUE  
Étudiant  
INRS-Énergie

JACQUES E. DESNOYERS  
Directeur scientifique

ALAIN FOURNIER  
Professeur  
INRS-Santé

RENÉ-PAUL FOURNIER  
Directeur, Service des études avancées  
et de la recherche

ROBERT deB. JOHNSTON  
Directeur  
INRS-Télécommunications

TUDOR W. JOHNSTON  
Professeur  
INRS-Énergie

MARIUS LACHANCE  
Professeur  
INRS-Eau

CLAUDE LALIBERTÉ  
Agent de recherche  
INRS-Santé

CÉLINE LE BOURDAIS  
Directrice  
INRS-Urbanisation

JACQUES LEDENT  
Professeur  
INRS-Urbanisation

AMAR MITICHE  
Professeur  
INRS-Télécommunications

AGNÈS RENOUX  
Étudiante  
INRS-Eau

FERNAND RHEAULT  
Directeur  
INRS-Énergie

YRIEIX TIBERGHEN  
Étudiant  
INRS-Santé

GEORGES VEILLEUX  
Agent de recherche  
INRS-Énergie

JEAN-PIERRE VILLENEUVE  
Directeur  
INRS-Eau

ALAN WALTON  
Directeur  
INRS-Océanologie et  
Centre océanographique de Rimouski

### Secrétaire

PAULINE CADIEUX  
Secrétaire générale

## Professeurs-Chercheurs

### Eau

#### Professeurs réguliers

AUCLAIR, Jean-Christian  
 BOBÉE, Bernard  
 CAMPBELL, Peter G.C.  
 CARIGNAN, Richard  
 CLUIS, Daniel  
 COUILLARD, Denis  
 COUTURE, Pierre \*  
 FORTIN, Jean-Pierre  
 JONES, H. Gerald  
 LACHANCE, Marius  
 LECLERC, Michel  
 MORIN, Guy  
 OUELLET, Marcel  
 SASSEVILLE, Jean-Louis  
 TESSIER, André  
 TYAGI, Rajeshwar D.  
 VILLENEUVE, Jean-Pierre

\* Congé sans solde

#### Professeurs sous octroi

BANTON, Olivier  
 HARE, Landis  
 LAFRANCE, Pierre

#### Chercheur universitaire

SUMMER, Wolfgang

#### Professeurs ou chercheurs invités

AMBLARD, Christian  
 (Université Blaise-Pascal, Clermont-Ferrand II, France)  
 BLAISE, Christian  
 (Environnement Canada, Longueuil, Québec)  
 BUFFLE, Jacques  
 (Université de Genève, Genève, Suisse)  
 CAVADIAS, Georges S.  
 (Consultant pour organismes internationaux, Montréal)  
 KRAMER, James R.  
 (Université McMaster, Hamilton, Ontario)  
 LAVALLÉE, Pierre  
 (ASSEAU Inc., Montréal; Gendron Lefebvre Consultants, Montréal)  
 MARCEAU, Richard  
 (École nationale d'administration publique, Sainte-Foy)  
 PESANT, Alain R.  
 (Agriculture Canada, Lennoxville)  
 SIMARD, Régis R.  
 (Agriculture Canada, Sainte-Foy)  
 SLIVITZKY, Michel  
 (Directeur du centre INRS-Eau de janvier 1970 à janvier 1974, d'octobre 1982 à janvier 1991)

### Énergie

#### Professeurs réguliers

BOUCHER, Claude  
 CHACKER, Mohamed  
 DAO, Lê H  
 DIMOFF, Kenneth  
 DODELET, Jean-Pol  
 GREGORY, Brian C.  
 JEAN, Benoît  
 JOHNSTON, Tudor W.  
 LAFRANCE, Gaétan  
 LARSEN, Jean-Marc  
 LAVIGNE, Pierre \*  
 MARTIN, François  
 MATTE, Jean-Pierre  
 PACHER, Horst D.  
 PARBHAKAR, Kanwaljit  
 PAYNTER, Royston William  
 PÉPIN, Henri  
 SAINT-JACQUES, Robert  
 STANSFIELD, Barry  
 TERREAULT, Bernard

\* Congé sans solde

#### Professeurs sous octroi

GUAY, Daniel  
 KIEFFER, Jean-Louis  
 MARCHAND, Richard  
 QUIRION, François  
 ROSS, Guy

#### Professeurs invités

BALDIS, Hector A.  
 (Conseil national de recherches du Canada, Ottawa)  
 BOSE, Tapan K.,  
 (Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières)  
 DIAZ, Arthur F.  
 (IBM, Californie)  
 DOBROWOLSKI, Jerzy Adam,  
 (Conseil national de recherches du Canada, Ottawa)  
 DROUET, Michel G.,  
 (Institut de recherche d'Hydro-Québec, Varennes)  
 LECLAIR, Guy  
 (MPB Technologies, Dorval)  
 MACLATCHY, Cyrus S.  
 (Acadia University, Nouvelle-Écosse)  
 MARCHILDON, Louis,  
 (Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières)  
 MOUROU, Gérard  
 (Université du Michigan, USA)  
 SAINT-ARNAUD, Jean-Marie,  
 (Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières)  
 SALIN, François  
 (Ann Arbor, Michigan)  
 SHOUCRI, Magdi,  
 (Institut de recherche d'Hydro-Québec, Varennes)

SKOREK, Adam  
 (Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières)

TOURILLON, Gérard  
 (CNRS-LURE, France)

VIJH, Ashok K.,  
 (Institut de recherche d'Hydro-Québec, Varennes)

#### Chercheurs invités

BÉLANGER, Pierre-André  
 (Université Laval, Sainte-Foy)  
 BOLTON, Richard  
 (Institut de recherche d'Hydro-Québec, Varennes)  
 DECOSTE, Réal  
 (Institut de recherche d'Hydro-Québec, Varennes)  
 FABRE, Édouard  
 (Centre national de la recherche scientifique, France)  
 GAUTHIER, Jean-Claude  
 (Centre national de la recherche scientifique, France)  
 GAUTHIER, Michel  
 (Institut de recherche d'Hydro-Québec, Varennes)  
 GREK, Boris  
 (Université de Princeton, USA)  
 HULSE, Russell Alan  
 (Université de Princeton, USA)  
 LACHAMBRE, Jean-Louis  
 (Institut de recherche d'Hydro-Québec, Varennes)  
 L'ESPÉRANCE, Gilles  
 (École polytechnique, Montréal)  
 MOISAN, Michel  
 (Université de Montréal, Montréal)  
 PACHER, Guenther Wolf  
 (Institut de recherche d'Hydro-Québec, Varennes)  
 POST, Douglas E.  
 (Université de Princeton, USA)  
 SPINNER, Bernard  
 (Université de Perpignan, France)  
 VON HELLERMAN, Manfred  
 (Joint-European-Torus, Angleterre)

### Géoressources

#### Professeurs réguliers

BERGERON, Mario  
 BERTRAND, Rudolf  
 CHAGNON, André  
 DESJARDINS, Michel  
 HÉROUX, Yvon  
 MALO, Michel  
 SCHRIJVER, Kees  
 TASSÉ, Normand

#### Professeurs sous octroi

CHEVÉ, Serge  
 GERMAIN, Diane  
 DE ROO, Jacob A.  
 TREMBLAY, Alain

### Chercheurs de la Commission géologique du Canada

BÉDARD, Jean H.  
BÉGIN, Christian  
BIRKETT, Tyson  
CORRIVEAU, Louise  
DUBÉ, Benoît  
FEININGER, Tomas  
LAVOIE, Denis  
LYNCH, Gregory  
MICHAUD, Yves  
NADEAU, Léopold  
PARADIS, Suzanne  
PARENT, Michel  
SAVARD, Martine

### Chercheur invité

ANDERSON, Gregor M.  
(Université de Toronto, Toronto)

### Océanologie

#### Professeurs réguliers

AUDET, Céline  
DRAPEAU, Georges  
KARAKIEWICZ, Barbara  
KOUTITONSKY, Vladimir  
LONG, Bernard  
MARSOT, Pierre  
MAYZAUD, Patrick  
PELLETIER, Émilien  
ROCHE, Odile  
ROY, Suzanne

#### Professeurs invités

BÉLAND, Pierre  
(Institut national d'écotoxicologie du Saint-Laurent, Rimouski)  
BONA, Jerry Lloyd  
(Université de Chicago, USA)  
BOOTH, David A.  
(Institut Maurice-Lamontagne, Mont-Joli)  
HILLAIRE-MARCEL, Claude  
(Université du Québec à Montréal, Montréal)  
LEFAIVRE, Denis  
(Institut Maurice-Lamontagne, Mont-Joli)  
SYVITSKI, James P.M.  
(Commission géologique du Canada, Dartmouth, Nouvelle-Écosse)

### Santé

#### Professeurs réguliers

BRISSON, Guy R.  
COOPER, Sam F.  
FOURNIER, Alain  
ST-PIERRE, Serge  
SYLVESTRE, Michel

#### Professeurs invités

AHMAD, Darakhshan  
(Toxicologie de l'environnement à l'INRS-Santé, Pointe-Claire)  
CHANAL, Jean-Louis  
(Université de Montpellier I, Montpellier, France)  
DUGAL, Robert  
(Directeur du centre INRS-Santé de mars 1977 à janvier 1991)  
FOURNIER, Michel  
(Université du Québec à Montréal, Montréal)  
GAREAU, Raynald  
(Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières)  
MASSÉ, Robert  
PÉRONNET, François  
(Université de Montréal, Montréal)  
PERRAULT, Hélène  
(Université McGill, Montréal)  
QUIRION, Rémi  
(Douglas Hospital Research Centre, Verdun)

### Télécommunications

#### Professeurs réguliers

CHAMPAGNE, Benoît  
DUBOIS, Éric  
FERGUSON, Mike J.  
GIRARD, André  
KAPLAN, Michael  
KENNY, Patrick  
KONRAD, Janusz  
MASON, Lorne  
MAZUMDAR, Ravi  
MITICHE, Amar  
O'SHAUGHNESSY, Douglas  
SHALMON, Michael

#### Professeurs et chercheurs invités

AN, Jiajin  
(Chine)  
ARCHAMBAULT, Danièle  
(Université de Montréal, Montréal)  
BLOSTEIN, Maier  
(Université McGill, Montréal)  
DZIONG, Zbigniew  
(Université de Varsovie, Pologne)  
FORTIER, Michel  
(Recherches Bell-Northern (BNR), Montréal)  
GUPTA, Vishwa  
(Recherches Bell-Northern (BNR), Montréal)  
KABAL, Peter  
(Université McGill, Montréal)  
LENNIC, Matthew  
(Recherches Bell-Northern (BNR), Montréal)

MERMELSTEIN, Paul  
(Recherches Bell-Northern (BNR), Montréal)

PRASADA, Birendra  
(Recherches Bell-Northern (BNR), Montréal)

RADECKI, Jan  
(Pologne)

RÉGNIER, Jean  
(Recherches Bell-Northern (BNR), Montréal)

ROSENBERG, Catherine  
(École polytechnique, Montréal)

SABRI, Shaker  
(Recherches Bell-Northern (BNR), Montréal)

YASHENG, Qian  
(Université Tsinghua, Chine)

### INRS-Urbanisation

#### Professeurs réguliers

BUSSIÈRE, Yves  
COLLIN, Jean-Pierre  
DANSEREAU, Francine  
GERMAIN, Annick  
GODBOUT, Jacques T.  
HAMEL, Pierre J.  
LAMONDE, Pierre  
LATOUCHE, Daniel  
LEDENT, Jacques  
LEMELIN, André  
MATHEWS, Georges  
MONGEAU, Jaël  
POLÈSE, Mario  
ROSE, Damaris  
SÉGUIN, Anne-Marie  
TERMOTE, Marc  
THIBODEAU, Jean-Claude  
TRÉPANIÉ, Michel

#### Professeur émérite

FORTIN, Gérald

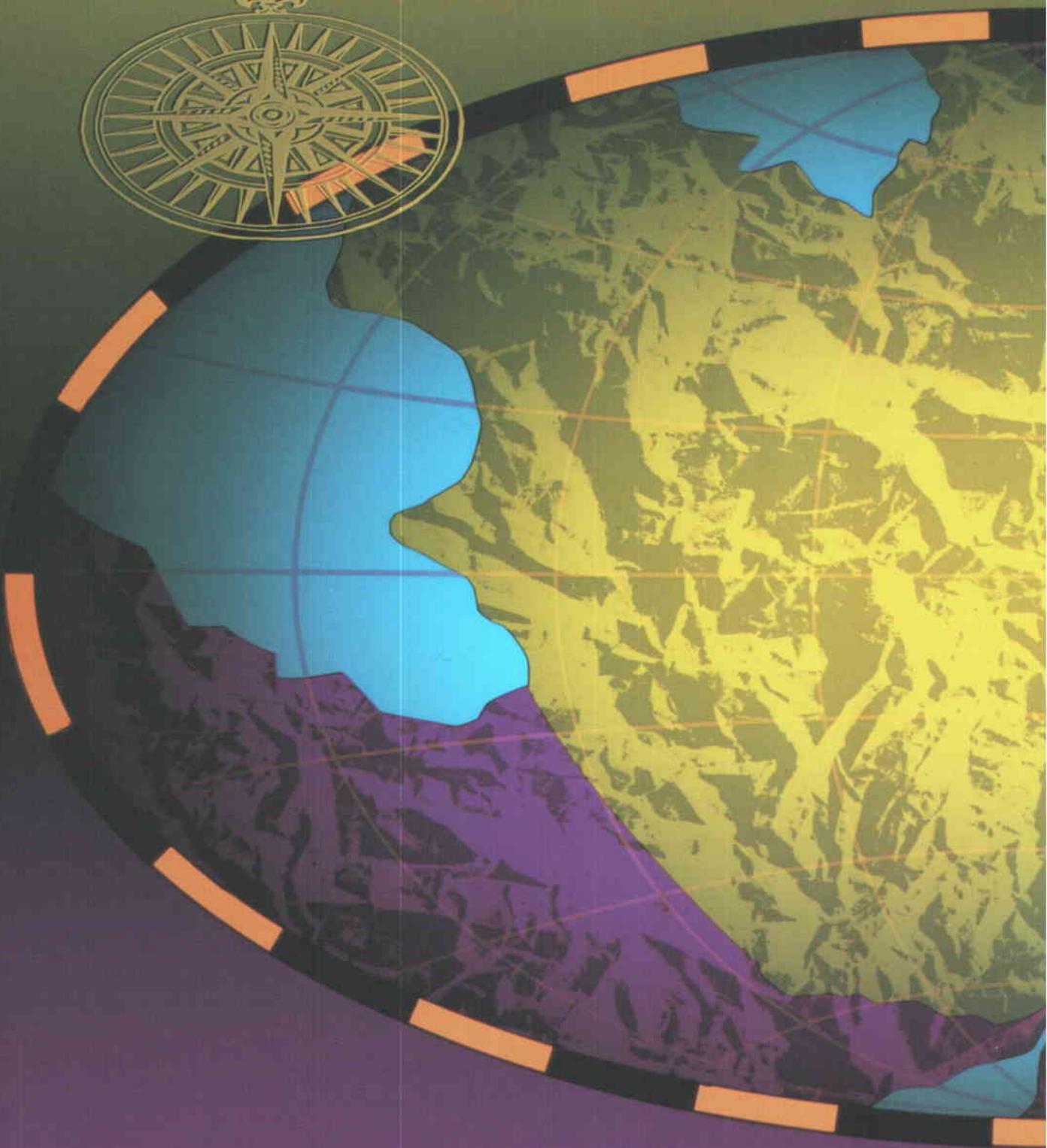
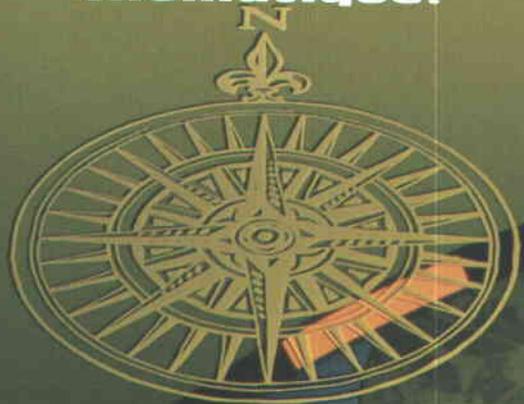
#### Professeurs invités

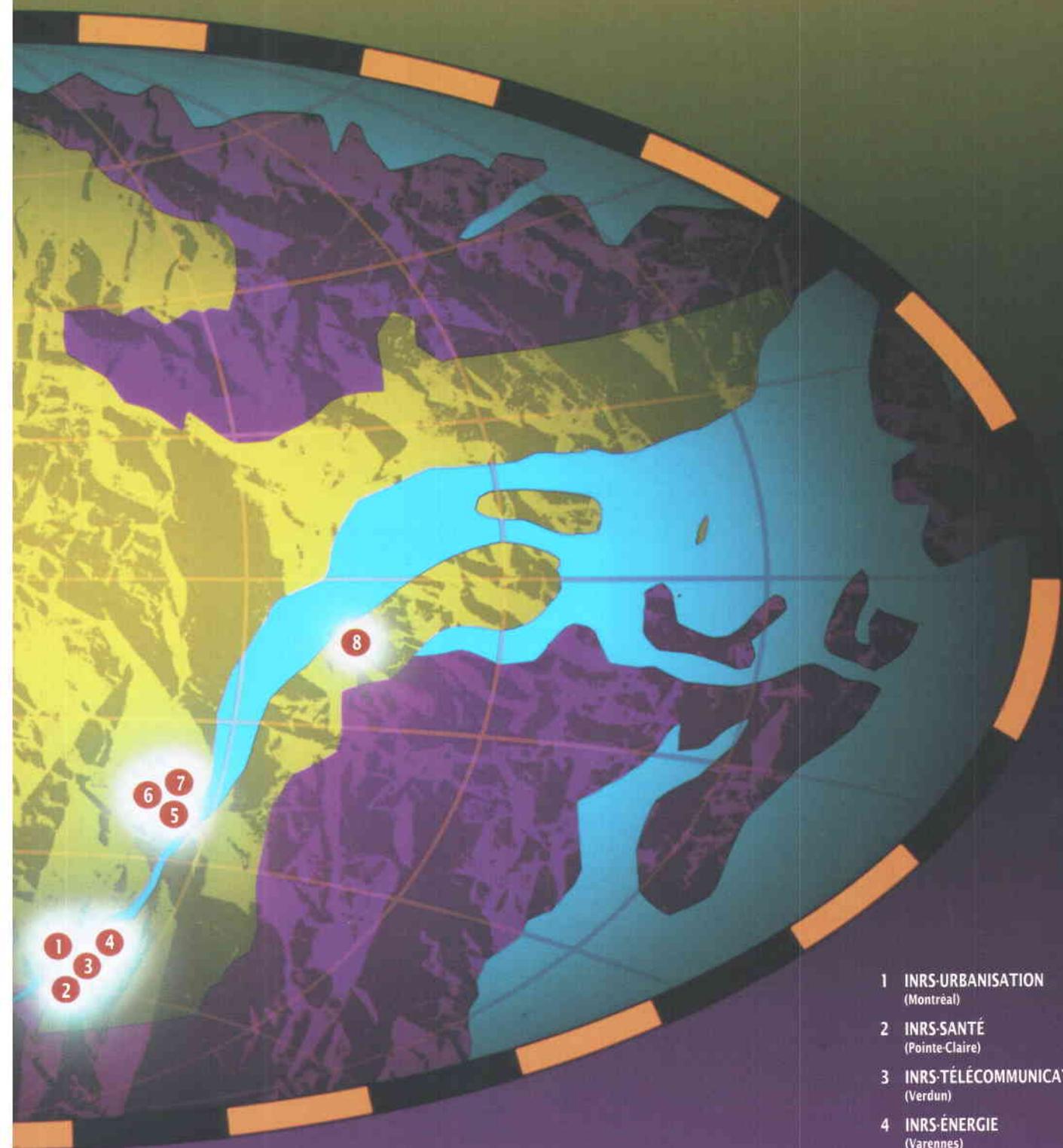
CHARBONNEAU, François  
(Université de Montréal, Montréal)  
CHOKO, Marc H.  
(Université du Québec à Montréal, Montréal)  
COFFEY, William J.  
(Université du Québec à Montréal, Montréal)  
JULIEN, Pierre-André  
(Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières)  
MORIN, Richard  
(Université du Québec à Montréal, Montréal)  
THOUÉZ, Jean-Pierre  
(Université de Montréal, Montréal)

#### Chercheur invité

CHAPDELAINÉ, Claude  
(Université du Québec)

**Un réseau  
de centres de recherche  
thématique.**





- 1 INRS-URBANISATION  
(Montréal)
- 2 INRS-SANTÉ  
(Pointe-Claire)
- 3 INRS-TÉLÉCOMMUNICATIONS  
(Verdun)
- 4 INRS-ÉNERGIE  
(Varenes)
- 5 ADMINISTRATION  
(Sainte-Foy)
- 6 INRS-EAU  
(Sainte-Foy)
- 7 INRS-GÉORESSOURCES  
(Sainte-Foy)
- 8 INRS-OCÉANOLOGIE  
(Rimouski)

## Eau

### Faits saillants

À l'INRS-Eau, l'année 1990-1991 s'est déroulée dans un contexte de consolidation des acquis et dans le cadre d'une démarche de raffermissement des structures de gestion des activités de fonctionnement et de services.

Parmi les faits saillants, notons d'abord les excellents résultats obtenus auprès du Centre de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG) en ce qui a trait aux subventions de recherche. Parallèlement, les problèmes liés à l'inadéquation des locaux se sont accrus; le manque d'espace au Complexe scientifique a imposé de nouveaux déménagements de personnel vers le Carrefour Molson, accentuant la séparation entre les secteurs «secs» et «humides».

Les activités de recherche du Centre se sont poursuivies en fonction des axes privilégiés dans la programmation sexennale établie en 1988 et dans les domaines alors identifiés. Cette programmation découle d'une adaptation dynamique du Centre aux problématiques de recherche des années quatre-vingt-dix.

Deux thématiques d'action encadrent les orientations et la définition des domaines de recherche du Centre: l'étude des mécanismes décrivant les processus et les procédés; la modélisation de ces mécanismes. Cette optique en deux volets a guidé l'établissement des huit programmes d'activités de recherche en cours.

Les activités d'enseignement ont constitué une part importante des tâches du

Centre. En effet, au cours de l'année, 36 étudiants étaient inscrits au doctorat, et 34 à la maîtrise. Si aucune modification importante dans la programmation, les études doctorales et les études de maîtrise n'est intervenue, notons toutefois la reprise des stages de terrain en début d'année pour les étudiants à la maîtrise.

L'année qui se termine fut importante sur le plan de l'autofinancement des activités de recherche. Les revenus extérieurs ont atteint la somme de 3 507 040 \$. Cette somme représente 57 % des dépenses du Centre pour l'année 1990-1991. Ces revenus proviennent de subventions, pour un montant de 2 059 566 \$, et de contrats de recherche, pour un montant 1 447 474 \$. Dans le contexte actuel, ces résultats s'avèrent assez exceptionnels, particulièrement en ce qui concerne les subventions, dont le montant total dépasse celui de l'année précédente. Ces subventions découlent principalement des sources suivantes: le Fonds pour la formation de chercheurs et l'aide à la recherche (FCAR), 423 160 \$; le CRSNG, 1 062 741 \$, ainsi que différents ministères et organismes fédéraux et provinciaux, 573 665 \$. Quant aux contrats de recherche, ils émanent de différents organismes, dont Environnement Canada, 779 423 \$, la Communauté urbaine de

Québec, 206 150 \$, Hydro-Québec, 143 333 \$, Pêches et Océans Canada, 122 400 \$.

L'implication des professeurs ayant permis de défrayer une part plus importante des frais indirects de recherche, le Centre a pu terminer l'année avec un excédent des revenus sur les dépenses. Cet effort volontaire et soutenu mérite, à juste titre, d'être souligné.

La coopération scientifique France-Québec a permis la poursuite de l'entente intervenue entre l'INRS-Eau et le Groupement d'intérêt scientifique (GIS), pour la publication de la *Revue des Sciences de l'Eau*. La rédaction et l'édition de cette revue sont assurées par l'aide financière du Fonds FCAR.

En septembre 1990, les services administratif et de documentation du Centre ont quitté le Complexe scientifique de Sainte-Foy pour s'installer au Carrefour Molson. Les nouveaux espaces s'avèrent déjà insuffisants et les besoins actuels supplémentaires ont été évalués à 1300 mètres carrés. La séparation des équipes de recherche n'est pas sans entraîner des difficultés supplémentaires à notre Centre dont la dynamique interne mise d'abord sur l'interdisciplinarité. Afin de maintenir cette dynamique et d'aviver la solidarité qui a toujours animé le Centre, il est urgent, en plus de disposer de nouveaux espaces, d'envisager le regroupement des scientifiques.

Dans cette optique, le Centre a entrepris l'étude de ses besoins à court, à moyen et à long termes. Un comité de six professeurs étudie les avenues de recherche qui s'offrent à nous ainsi que les nouveaux secteurs à explorer. Cette réflexion devrait d'abord permettre d'établir la pertinence des activités actuelles; elle devrait également nous aider à définir un plan pour leur consolidation et un échéancier de réalisation, avant de nous guider dans la sélection des nouvelles activités et des priorités d'implantation. Cette démarche permettra d'établir non seulement la programmation scientifique du Centre, mais aussi les besoins en locaux pour les prochaines années.

### Recherche

#### Analyse statistique des données

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

Différents projets de recherche ont été menés dans le cadre de l'analyse statistique des données. Rappelons, entre autres, les projets portant sur la simulation de la contamination des eaux de source agricole résultant de l'élevage bovin (Programme d'aide à la recherche et au développement en environnement [PARDE]), la simulation et la reconstitution des données hydrologiques actuel-



les (CRSNG - Hydro-Québec), la mise au point de méthodes de caractérisation des effluents d'élevage (ministère de l'Environnement du Québec [MENVIQ] - F. Bernard Inc.) et le développement de méthodes multidimensionnelles pour l'étude de phénomènes hydrologiques et océanographiques (Fonds de développement académique du réseau de l'Université du Québec [FODAR]).

### **Modélisation hydrologique**

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

Le projet mené avec Environnement Canada pour la mise au point de logiciels intégrant la télédétection par satellite et la modélisation hydrologique s'est déroulé comme prévu. Un nouveau projet du même type, mais appliqué au milieu agricole, a reçu l'appui du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Quant au projet de modélisation de la contamination des eaux souterraines par des sources diffuses, soutenu par le CRSNG dans le cadre des subventions stratégiques, il se poursuit pour la deuxième année.

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

### **Analyse numérique**

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

Parmi les différents projets réalisés en cours d'année, notons la modélisation des débits et des microhabitats de la ouananiche de la rivière Ashuapmushuan ainsi que l'étude du comportement des chaussées en relation avec la période de gel et de dégel au Québec.

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

Ce programme de recherche regroupe les activités qui ont pour objectifs de fournir aux gestionnaires de la ressource des outils informatiques qui permettent d'évaluer l'impact des diverses décisions d'aménagement et d'effectuer les meilleurs choix, en vue d'une gestion optimale, compte tenu des ressources disponibles, des contraintes et des priorités. Ces projets trouvent des

applications dans des domaines aussi variés que l'implantation d'usines d'assainissement, l'impact d'épandages de pesticides ou l'influence des débits sur les habitats biologiques.

Un important projet s'intéressant au contrôle et à la gestion en temps réel des débordements s'est poursuivi en partenariat avec les Consultants BPR. Ces travaux sont réalisés pour le compte de la Communauté urbaine de Québec, qui en assure le financement avec le MENVIQ. Une étude importante sur le bilan toxique et le développement d'une méthodologie d'analyse des interventions et de la récupération des usages a été entreprise pour le compte du Centre Saint-Laurent, d'Environnement Canada.

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

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

Dans le cas de la colonne d'eau, les chercheurs visent à élucider les relations existant entre, d'une part, la spéciation des métaux traces et, d'autre part, leur comportement géochimique et leur prise en charge par les organismes biologiques. Les travaux au niveau de l'interface eau-sédiment portent sur les échanges à l'interface, le contrôle des concentrations en métaux traces dans les eaux interstitielles, la répartition de ces métaux entre différentes phases solides ainsi que la prise en charge des métaux par les organismes benthiques vivant à cette interface. Enfin, les recherches touchant les eaux souterraines visent à identifier et à quantifier les facteurs qui contrôlent la mobilité des pesticides dans le milieu souterrain (phénomènes d'absorption et de désorption; complexation de pesticides organiques par les acides humiques dissous).

Un projet subventionné par le Fonds FCAR, dans le cadre de son volet soutien aux équipes de recherche, s'est poursuivi et a permis d'étudier la biogéochimie des substances polluantes dans le milieu aquatique. L'étude de l'influence des processus biophysicochimiques sur le transport des pesticides dans les eaux souterraines en est à sa troisième année. Quant au projet touchant la spéciation et la biodisponibilité de l'aluminium dans les eaux naturelles et à celui portant sur la biogéochimie de métaux traces dans le milieu aquatique, ils se sont poursuivis.

Deux projets sur la dynamique sédimentaire et la bioaccumulation chez les macrophytes du fleuve Saint-Laurent furent entrepris grâce au financement du Centre Saint-Laurent.

### **Écotoxicologie des polluants**

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

altérantes sur des voies métaboliques et sur l'ultrastructure cellulaire.

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

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

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

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

### **Processus d'assainissement**

Dans ce domaine de recherche, les activités de l'année se sont centrées sur les problèmes posés par la disposition des boues provenant des usines de traitement des eaux usées, sur l'élaboration d'une stratégie de contrôle des usines de traitement

soumises à des effets chocs et sur la valorisation des rejets industriels. L'objectif de ces recherches est d'établir l'impact des métaux lourds dans les processus d'assainissement et de valorisation des boues. Des recherches ont également été effectuées sur l'évaluation des effets des métaux lourds en rapport avec le traitement biologique des eaux résiduaires, sur la récupération des métaux à partir des boues provenant de tels traitements et sur la valorisation de ces boues.

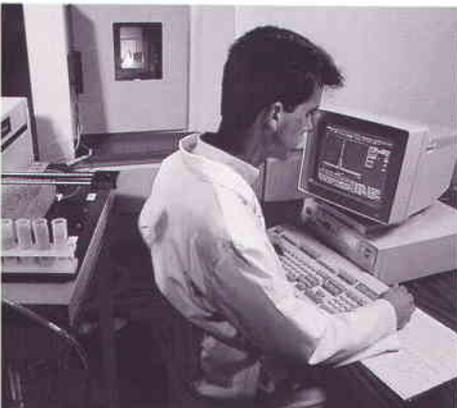
Plusieurs projets sont en cours de réalisation dans le cadre du programme d'assainissement. Citons, entre autres, l'étude des effets chocs sur le système biologique (CRSNG); l'extraction des métaux des boues municipales par lixiviation bactérienne hautement active (FCAR - actions spontanées); la variation des boues de traitement biologique (FCAR - équipes); l'évaluation de la contamination des eaux par l'élevage bovin (MENVIQ); la bioconversion des effluents laitiers par bioréaction (FODAR); l'extraction des métaux lourds de boues d'épuration (Centre québécois de valorisation de la biomasse) et, enfin, l'étude de la solubilisation des métaux lourds dans les boues aérobie d'épuration (Société québécoise d'assainissement des eaux).

### **Conclusion**

Le centre INRS-Eau a connu une autre année exceptionnelle sur le plan des revenus extérieurs et en termes d'activités scientifiques. De plus, les activités d'enseignement ont été très importantes. Nos structures de fonctionnement ont été réaménagées dans un esprit d'accroissement des responsabilités individuelles et, grâce aux efforts soutenus des chercheurs, nous avons dépassé nos objectifs budgétaires. Quant à notre orientation, l'objectif prioritaire reste l'application de nos travaux à la solution des problèmes qui touchent notre société. Il va sans dire que nous continuerons à oeuvrer à la formation de chercheurs et de spécialistes sachant aborder et résoudre les nouveaux problèmes auxquels ils seront confrontés. Si, sur le plan scientifique (projets, subventions, contrats, publications, etc.) et sur celui de la formation, l'année 1990-1991 s'avère excellente, il demeure néanmoins une ombre majeure au fonctionnement harmonieux du Centre. En effet, si aucune solution n'est apportée à nos problèmes de locaux, nous craignons que la séparation du personnel et le manque d'espace de recherche nous conduisent à des difficultés majeures dans des délais relativement courts. Au cours de la prochaine année, nous prévoyons procéder à l'étude approfondie de la programmation des activités scientifiques du Centre et nous nous attacherons particulièrement à trouver une réponse à nos besoins de locaux.

Le directeur du centre INRS-Eau

**Jean-Pierre Villeneuve**



## Énergie

### Faits saillants

À l'INRS-Énergie, l'élaboration récente du plan triennal 1991-1994 s'est avérée une occasion privilégiée de faire le point sur l'évolution de la recherche. Cet exercice de réflexion intervenait après quelques années consacrées à consolider les axes de recherche les plus prometteurs et à explorer et mettre en place de nouveaux créneaux. Il a permis de préciser les avenues de développement de la programmation du Centre et d'identifier les moyens nécessaires à sa réalisation.

Ainsi, la cohérence et la pertinence de la programmation de recherche des équipes Interaction laser-matière et Étude de la fusion par confinement magnétique ont été confirmées. Par l'excellence de la recherche effectuée et le tissu d'associations établies avec des partenaires ayant des intérêts complémentaires, les deux programmes jouissent d'une réputation scientifique enviable, tant au plan national qu'international. Ces programmes constituent désormais des pôles d'attraction pour les étudiants désireux de poursuivre une carrière scientifique.

Le programme Énergies nouvelles se restructure actuellement autour de deux objectifs : le développement et l'analyse des procédés de gestion de l'énergie thermique ainsi que la mise au point de nouveaux matériaux pour la transformation et la gestion de l'énergie solaire. La portée des recherches sur l'analyse énergétique s'est aussi élargie de façon à quantifier l'impact sur l'environnement des sources et des usages des énergies conventionnelles.

Enfin, un quatrième programme, s'appuyant sur la solide expertise développée par le Centre en matière de caractérisation thermodynamique des dispersions hétérogènes, a été proposé. Sa programmation de recherche serait centrée sur l'étude fondamentale de la stabilisation interfaciale et la caractérisation de la structure des systèmes liquide-liquide et liquide-solide ainsi que sur leurs applications à la préparation et la mise en forme d'alliages polymères. Il viendrait compléter l'éventail des études sur les interfaces solide-solide et plasma-solide, déjà réalisées au sein des trois premiers programmes et constituant l'essentiel des recherches du Centre sur les matériaux.

Au chapitre des moyens, le Centre s'est doté d'installations expérimentales importantes. Notons à cet égard, l'addition au Tokamak d'un déflecteur magnétique qui a déjà permis des améliorations notables quant à la pureté et à la stabilité du plasma du réacteur. Cette adjonction constituera un élément central des recherches au programme Étude de la fusion par confinement magnétique, au cours des prochaines années.

De même, grâce à l'obtention d'une importante subvention du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG), le programme Interaction laser-matière a pu entreprendre la construction d'un système laser à impulsions très brèves et intenses. Ce système permettra, entre autres, de réaliser des expériences inédites sur la physique des plasmas ultradenses.

Soulignons également l'octroi, par le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science, d'une contribution financière destinée à

la conception et à la préparation des plans du futur agrandissement du Centre. Ceci laisse espérer la fin du manque d'espace qui a sévèrement freiné le développement, ces dernières années.

Fait important, les bases d'ententes de collaboration ont été jetées avec l'Institut des matériaux industriels (IMI) du Conseil national de recherches du Canada (CNRC) ainsi qu'avec le Laboratoire de diversification énergétique de CANMET (Centre canadien de la technologie, des minéraux et de l'énergie). Ce dernier s'installera sous peu à proximité de l'INRS-Énergie. La conclusion de ces ententes, prévue pour l'an prochain, devrait permettre d'allier les efforts de recherche du Centre à ceux d'organismes dont la mission est la promotion des transferts technologiques. Ces ententes visent, en effet, à valoriser les recherches fondamentales et appliquées de nos équipes par le biais de transferts technologiques qu'effectuent ces organismes aux industries. Ces accords de collaboration tendent également à offrir un milieu propice à la formation de chercheurs mieux préparés à contribuer à l'évolution technologique du Québec.

### Recherche

#### Interaction laser-matière

La programmation de recherche de l'équipe Interaction laser-matière porte sur l'étude de la physique des plasmas créés par laser et sur leurs interactions avec la matière. Le programme met l'accent aussi bien sur des activités de recherche fondamentale, avec les lasers à impulsion ultracourte (interaction laser-matière à très haute intensité, sources X créées par laser), que sur des activités de recherche appliquée, utilisant les sources X et s'étendant aux matériaux et aux procédés pour la microélectronique (lithographie X, procédés plasmas, optique X).

L'un des faits saillants de l'année a été le développement, avec l'Ultrafast Science Laboratory de l'Université du Michigan, d'un laser de table délivrant une puissance de 1 terrawatt et des impulsions optiquement ultrapropres de 300 femtosecondes. Cette réalisation complète la première phase d'un projet visant à doter l'INRS d'une source laser ultracourte et ultra-intense, unique au Canada.

Sur le plan de la recherche fondamentale, un apport significatif est issu des travaux de cette équipe. En effet, l'importance des déformations de la fonction de distribution des vitesses des électrons lors du transport, vers l'intérieur de la matière, de l'énergie déposée en surface d'un plasma par une impulsion laser ultracourte, a été mise en évidence avec brio.

Il faut également souligner le développement, en collaboration avec le CNRC, d'un laser X (le seul au Canada), dont le gain



d'amplification atteint une valeur de 5. Ce laser génère l'une des puissances les plus élevées obtenues à une longueur d'onde de 232 Å.

La recherche appliquée s'est poursuivie avec beaucoup de succès au sein du réseau de centres d'excellence en microélectronique (MICRONET). Un travail acharné de toute l'équipe et le support de Northern Telecom Electronics permettent désormais au Centre de se comparer avantageusement avec les meilleurs fabricants de masques pour la lithographie X.

Le programme a aussi mis l'accent sur le développement des matériaux avec des procédés plasmas optimisés. La déposition par ablation laser, un tout nouveau procédé, a été utilisée avec succès pour produire des couches minces de carbure de silicium, essentielles pour la fabrication des masques ainsi que des miroirs multicouches adaptés au développement de composantes optiques efficaces dans le domaine de longueur d'onde des rayons X. Forte de ces acquis, l'équipe peut désormais envisager la réalisation, au sein du projet MICRONET, d'une nouvelle génération de circuits intégrés de dimension caractéristique voisine de 0.2 µm.

### Fusion par confinement magnétique

L'équipe du programme d'Étude de la fusion par confinement magnétique est l'un des principaux acteurs du projet Tokamak de Varennes (TdeV), réalisé dans le cadre du Centre canadien de fusion magnétique (CCFM). La programmation du TdeV s'articule autour de trois principaux thèmes de recherche : le transport et le contrôle des impuretés dans un tokamak, l'étude du comportement du plasma en impulsions longues de courant et le développement de nouveaux matériaux. Ces trois sujets détiennent une grande importance dans la réalisation pratique d'un réacteur à fusion fonctionnel. L'équipe participe activement à ces recherches, notamment en ce qui concerne la physique du plasma de bord et le développement de matériaux de revêtements des parois.

À la suite d'importantes innovations apportées au système d'épuration du plasma du TdeV, l'année 1990-1991 a été des plus productives sur le plan scientifique. En effet, après plus d'un an et demi consacré à installer un déflecteur magnétique muni de plaques de neutralisation polarisables électriquement, l'exploitation scientifique du Tokamak a pu reprendre ses opérations à l'automne. Conçu par l'équipe TdeV, ce dispositif inédit a permis de réduire de 25 % les impuretés du plasma et, ainsi, d'augmenter la durée du plasma de 0.2 seconde à plus d'une seconde. Ces résultats dépassent, de loin, les prévisions les plus optimistes.

L'équipe a également poursuivi des essais de nouveaux matériaux à l'aide d'un limiteur d'essais permettant d'exposer divers échantillons de matériaux au bombardement du plasma. En particulier dans le cadre d'une collaboration avec l'Université de Californie à Los Angeles (UCLA), des plaques de graphite imprégnées de bore ont été exposées au plasma du Tokamak et ont affiché une excellente résistance aux chocs thermiques. De plus, le bore agit comme piège à oxygène et peut ainsi réduire de façon appréciable la densité des impuretés qui contaminent le plasma. Par ces

réalisations, deux étapes majeures pour l'atteinte des objectifs du programme TdeV ont été franchies.

Par ailleurs, les efforts de recherche exploratoire effectués au Centre même ont pris de l'ampleur. Ces travaux visent à accroître les connaissances de base, à mieux comprendre les phénomènes qui limitent l'atteinte des conditions de fusion et à mettre au point de nouveaux outils de recherche nécessaires à leur maîtrise. Ces recherches exploratoires portent sur le développement et la caractérisation de nouveaux matériaux aptes à résister au bombardement du plasma et, donc, à l'érosion et aux chocs thermiques qui en résultent. Elles tendent également à minimiser les sources de contamination du plasma, en étudiant la physique de l'interaction plasma-paroi et en développant de nouvelles méthodes diagnostiques de caractérisation des plasmas et des matériaux. Bien que d'abord destinées à l'acquisition de connaissances fondamentales et à la formation de chercheurs, certaines d'entre elles ont déjà donné des résultats concrets applicables au TdeV. Par exemple, la désorption par laser de l'hydrogène permettant de mesurer le flux d'hydrogène en bordure du plasma est maintenant au point et sera intégrée dans la batterie de diagnostics réguliers du Tokamak; les mesures de vitesse d'écoulement du plasma par sondes de Mach ont déjà permis la mesure de la vitesse de dérive du plasma; des revêtements de carbure de titane de plus de 1 mm d'épaisseur ont été réalisés et testés en conditions réelles avec succès. Nous préparons maintenant la prochaine génération de revêtements pour les parties exposées au plasma du Tokamak.

Dans un autre registre, des résultats concrets ont été obtenus grâce à la collaboration, initiée l'an passé, entre l'INRS-Énergie et le projet international NET/ITER. Cette collaboration a donné lieu à un contrat de recherche de la Communauté économique européenne visant à perfectionner un code de physique atomique des plasmas. Ce code sera mis à profit dans la conception du dispositif ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor).

Forte de ces résultats, l'équipe est maintenant en mesure de mieux mettre en valeur la qualité scientifique de son programme au sein de la communauté scientifique nationale, d'augmenter son rayonnement par l'établissement de nouvelles collaborations internationales ainsi que d'attirer et de former des étudiants dans ce domaine d'avenir.

### Énergies nouvelles

Les travaux réalisés dans ce programme visent le développement de procédés de transformation et de gestion de l'énergie solaire ainsi que la mise au point de dispositifs de gestion de l'énergie thermique, en vue d'améliorer l'efficacité d'utilisation des énergies conventionnelles. Ces recherches appliquées reposent sur une solide base de recherche fondamentale, portant notamment sur les propriétés électrochromiques et photovoltaïques des matériaux semi-conducteurs et conducteurs organiques, sur les propriétés thermodynamiques des solutions hétérogènes liquide-liquide et liquide-solide, de même que sur la structure des régions interfaciales entre leurs constituants.

On effectue également dans ce programme des études d'analyse des bilans énergétiques québécois et canadiens, dans le but d'apprécier les facteurs influençant ces bilans et d'évaluer l'impact de nouvelles technologies énergétiques, en particulier de celles qui sont développées au Centre.

Cette année, les efforts de recherche sur la gestion de l'énergie thermique ont surtout été consacrés à la caractérisation et à la simulation numérique d'un prototype de pompe thermochimique solide-gaz. Ce prototype de pompe, de conception originale, vise le stockage et la valorisation de la chaleur. On aborde maintenant la phase d'essais qui permettront d'évaluer le comportement de ce dispositif pour différentes applications de gestion du chauffage et de production de froid. À cet égard, une étude récente, effectuée par le groupe d'analyse énergétique, a révélé un potentiel de réduction de la demande électrique de pointe de quelque 500 mégawatts, par l'utilisation de pompes thermochimiques comme stockage thermique dans les systèmes de chauffage du secteur commercial québécois.

Sur le plan de la recherche fondamentale, les méthodes de microcalorimétrie dynamique ont été appliquées avec succès à des systèmes hétérogènes tels que les dispersions liquide-liquide et liquide-solide. Les propriétés thermodynamiques s'avèrent révélatrices des interactions qui régissent la structure de ces dispersions, et elles permettent une approche inédite pour l'étude des mécanismes de stabilisation interfaciale. Au cours de l'année à venir, cette approche sera appliquée à l'étude des procédés de préparation des alliages de polymères.

Nous avons également entrepris une étude systématique des corrélations existant entre la structure de certains polymères conducteurs thermoplastiques et leurs propriétés fonctionnelles. Effectuées en collaboration avec les chercheurs du laboratoire IBM d'Almaden (Californie), ces recherches visent à mieux comprendre le lien entre les modifications de structure induites par substitution des groupes ainsi que par les transformations dues au procédé de mise en forme et les propriétés physiques des films qui en résultent.

D'autres recherches sur les matériaux pour fins énergétiques ont franchi des étapes importantes. La fabrication de films épitaxiaux d'AsGa, à dopage contrôlé par le procédé de déposition par transport des réactifs, constitue une réalisation majeure vers le développement de cellules photovoltaïques efficaces.

D'importantes photoactivités, atteignant un record de  $1 \text{ ma/cm}^2$  dans des semi-conducteurs organiques à base de macrocycles, ont été observées. Outre leur intérêt éventuel pour la transformation photovoltaïque de l'énergie solaire, ces travaux ouvrent maintenant la voie à d'autres applications des macrocycles pour la mise au point de nouveaux électrocatalyseurs destinés aux piles à combustible.

Des progrès sensibles ont également été effectués au chapitre de l'analyse énergétique à l'aide du modèle d'évaluation de la demande énergétique (MEDEQ). Ajoutée au développement récent d'une méthode d'analyse conditionnelle de la demande, une base de données, permettant d'évaluer les émanations spécifiques des

procédés de consommation énergétiques fossiles, a été couplée au MEDEQ en cours d'année. Ce modèle, d'abord utilisé pour la prévision de la demande énergétique de la province, est à la base des études d'impacts économiques et énergétiques de la pénétration des nouvelles technologies. Il peut maintenant être utilisé pour évaluer l'impact de la consommation énergétique sur la qualité de l'environnement. Nous croyons que, de plus en plus, ce type d'études sera appelé à soutenir les demandes d'analyse menant au choix des interventions des fournisseurs d'énergie et des organismes responsables du développement technologique.

### Conclusion

Au sein des trois programmes de l'INRS-Énergie, les équipes de recherche ont obtenu plusieurs résultats particulièrement intéressants au cours de l'année qui se termine. Parmi ces contributions concrètes, notons, au sein du programme Interaction laser-matière, le développement d'un laser X aux caractéristiques inégalées ainsi que les succès en matière de fabrication des masques pour la lithographie; pour le programme d'Étude de la fusion par confinement magnétique, des étapes importantes ont été franchies vers la réalisation des objectifs du programme TdeV, notamment en ce qui concerne les matériaux exposés aux plasmas; au sein de l'équipe des Énergies nouvelles, l'efficacité de la pompe thermique solide-gaz a été clairement mise en évidence.

Le directeur du centre  
INRS-Énergie

**Fernand Rheault**



## Géoresources

### Faits saillants

La synergie et la dynamique de recherche qui se sont instaurées au Centre géoscientifique de Québec (CGQ), la concrétisation des objectifs de développement, la poursuite de certains projets de recherche, les résultats obtenus par certains autres et le démarrage de nouvelles activités dans le domaine de l'environnement, sont autant d'éléments qui confirment le succès du partenariat entre l'Institut national de la recherche scientifique et la Commission géologique du Canada (CGC).

L'équipe de recherche s'est enrichie, en cours d'année, de deux professeurs sous octroi, Diane Germain (hydrogéologie) et Jacob A. de Roo (géologie structurale), ainsi que d'un chercheur de la CGC, Jean Bédard (pétrologie ignée). Deux étudiants postdoctoraux, Geert van Grootel (palynologie) et Marc Langlais (résonance électronique paramagnétique), se sont joints aux équipes de recherche. Enfin, au cours de l'été, 33 étudiants associés aux travaux de terrain ont pu acquérir une expérience en géologie, tout en contribuant à l'avancement de nos programmes.

À l'INRS-Géoresources, la recherche commanditée a évidemment subi le contre-coup des restrictions budgétaires imposées aux organismes gouvernementaux. Les contrats de recherche ont diminué, passant de 1 000 000 \$ à 850 000 \$. Cette baisse a pu être en partie compensée par un accroissement des subventions de recherche, qui sont passées de 60 000 \$ à 170 000 \$. Entre autres, une subvention du Conseil de

recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG - industrie) soutient un projet réalisé avec la société Cominco. Cet accroissement des subventions de recherche, associé à un contrôle rigoureux des dépenses ainsi qu'à une politique de mise en commun des ressources et de frais partagés avec la CGC, a permis au Centre d'atteindre l'objectif de résorption du déficit qui lui avait été fixé.

Malgré la réduction des contrats de recherche octroyés par la direction de la recherche géologique, le ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec (MERQ) est demeuré le partenaire privilégié de l'INRS-Géoresources. Le Centre a ainsi bénéficié d'un soutien important de la direction de l'analyse économique et du développement minier pour une nouvelle initiative en matière de caractérisation des parcs à résidus miniers.

Pour satisfaire adéquatement les besoins liés aux différents projets, certains services de support à la recherche ont été améliorés. Le laboratoire de fabrication des lames minces et lames minces polies a été automatisé; le laboratoire de fluorescence X a atteint son rendement optimal; le bureau de dessin et de cartographie est maintenant informatisé. Enfin, un service de documenta-

tion et un bureau de distribution des publications de la CGC sont désormais à la disposition des chercheurs et des membres de la communauté géoscientifique régionale.

Au cours de cette dernière année, la production scientifique du CGQ a été significative. Les chercheurs ont publié près d'une cinquantaine d'articles dans des revues avec comités de lecture, une quinzaine d'articles dans les revues de la CGC et une vingtaine de rapports pour le compte du MERQ. Ils ont aussi présenté plus d'une centaine de communications dans les colloques et congrès nationaux et internationaux.

Le 7 novembre 1990, pour souligner son 2<sup>e</sup> anniversaire, le CGQ organisait un séminaire sur le thème « Géologie des Appalaches : recherche actuelle, perspectives d'avenir et possibilités de concertation ». Cet événement a réuni plus d'une centaine de participants des universités et ministères du Québec et des provinces de l'Atlantique, des sociétés minières et de la Commission géologique du Canada.

Enfin, dans le but de favoriser la communication entre les chercheurs, un programme hebdomadaire de conférences a été mis sur pied en collaboration avec le MERQ. Une trentaine de conférenciers québécois, canadiens et américains y ont présenté les résultats de leur travaux.

### Recherche

#### Géologie régionale et analyse de bassins

En géologie du substrat rocheux, l'essentiel des activités s'est déroulé dans trois domaines géologiques distincts : les Appalaches canadiennes, les Basses-Terres du Saint-Laurent et la province géologique de Grenville.

En ce qui concerne les Appalaches, les travaux ont permis de raffiner les connaissances sur le contexte géologique et de mieux comprendre le contrôle que peuvent exercer la structure, la sédimentologie et le magmatisme sur la distribution de la minéralisation. Plus spécifiquement, ils ont montré qu'une grande partie des roches des complexes ophiolitiques ont subi l'influence d'un arc volcanique durant leur genèse; que les grandes failles acadiennes de coulissage de la Gaspésie et du Nouveau-Brunswick sont géométriquement et mécaniquement compatibles avec les failles contemporaines de chevauchement des Appalaches du Sud du Québec; que la distribution des faciès du centre de la péninsule gaspésienne est, en grande partie, contrôlée par la présence de centres volcaniques émergents; que les variations structurales, tout comme les variations de faciès sédimentaires, ont été conditionnées par la configuration géométrique de la marge continentale de l'Amérique du Nord et des terrains qui s'y sont accrétés durant l'orogénie taconique.

Les travaux dans les Basses-Terres du Saint-Laurent et les nappes appalachiennes adjacentes ont, pour leur part, essentiellement contribué à définir la maturation thermique de cette partie du bassin du Paléozoïque inférieur. La plate-forme a été découpée en trois domaines, sur la base des textures optiques de la matière organique. Une chronologie de la tectonique, de la diagenèse

d'enfouissement et de l'hydrothermalisme associé aux intrusions alcalines montréalaises a ainsi pu être définie.

Les travaux dans la province géologique de Grenville ont été réalisés conjointement ou en concertation avec le MERQ. Dans le Complexe de la réserve faunique des Laurentides (région de Québec), la Zone tectonique du Saint-Maurice (région de la Tuque), la Ceinture métasédimentaire centrale (région de Mont-Laurier) et la Ceinture parautochtone (région à l'Est de Val d'Or), les recherches ont permis de préciser les limites et les relations entre les différents terrains grenvilliens. En plus de favoriser la compréhension des mécanismes de formation de la croûte continentale, certaines des nouvelles limites proposées ont une incidence sur le potentiel minéral régional.

En géologie des formations superficielles, notamment en géologie du Quaternaire, les levés se sont poursuivis en Abitibi et en Ungava. En Abitibi, ces levés ont permis de déplacer plus au sud la limite de la réavancée glaciaire de Cochrane. En Ungava, les travaux ont mené à la reconnaissance de la dispersion glaciaire vers le nord des roches ultramafiques et mafiques de la bande de Cap Smith. Par ailleurs, des levés ont été entrepris dans d'autres régions du Québec (vallée du Saint-Laurent et Baie James) et du Nouveau-Brunswick (Big Bald Mountain) afin d'accroître la couverture cartographique existante, et de mieux documenter la stratigraphie et les paléoenvironnements quaternaires dans la partie orientale de la région couverte par l'Inlandsis laurentidien.

### Ressources minérales

En matière de recherche sur les gîtes minéraux, les travaux initiés par les chercheurs du Centre dans les Appalaches canadiennes se sont poursuivis. Ils ont montré que les minéralisations aurifères se situent dans des structures secondaires, spatialement et génétiquement associées aux failles principales; que les chromitites ophiolitiques se forment par la résorption partielle de cumulats; que certains amas sulfurés polymétalliques de l'Estrie pourraient être de type sous-marins exhalatifs SEDEX (Sedimentary Exhalative).

Au chapitre de la recherche en exploration minérale, les études visant à établir les relations entre l'histoire diagénétique et les minéralisations sulfurées se sont poursuivies. Ces minéralisations sulfurées se rencontrent dans les encaissants sédimentaires (mine de Gays River en Nouvelle-Écosse, mine Polaris dans les Territoires du Nord-Ouest, indice de St-Fabien au Québec), ou sont parfois associées à l'activité ignée (gîtes d'Upton et de Champagne, mine Gaspé au Québec). La signature des fluides métallifères sur les traceurs diagénétiques, telles les argiles et les matières organiques, a été exploitée pour servir de guide à l'exploration.

De même, des travaux visant à raffiner les modèles existants de prise en charge et de transport par les glaciers, utilisés en prospection glacio-sédimentaire, se sont poursuivis. Ces études ont été menées sur la marge des glaciers Thompson et White, sur l'île Axel Heiberg (T.N.O.) ainsi que dans des secteurs de la province de Québec, tels que l'Abitibi ou la région de la rivière Eastmain, reconnus pour leur potentiel minéral.

La recherche en géologie pétrolière s'est concrétisée, cette année, dans l'amorce d'un projet regroupant des intérêts albertains et québécois (publics et privés), visant à établir le potentiel gazier des Basses-Terres centrales du Saint-Laurent et des séries appalachiennes adjacentes. Une méthode mise au point par le Centre pour évaluer la diagenèse de la matière organique comme outil d'aide à la prospection des hydrocarbures a été utilisée avec succès. Enfin, un projet sur l'origine du gaz naturel des Basses-Terres du Saint-Laurent, de la région de Trois-Rivières et de Saint-Flavien, a été mis en oeuvre.

### Géochimie et géologie de l'environnement

En géochimie, les travaux analytiques sur les terres rares, les éléments du groupe du platine, le gallium et le tellure se sont tous conclus par la mise au point de méthodes de mesure très sensibles permettant d'examiner de nouvelles sections du cycle géochimique. Un nouveau projet a été démarré afin d'étudier les relations croûte-manteau utilisant les terres rares comme marqueurs géochimiques des phénomènes de fusion, de cristallisation et de métamorphisme. Quant aux études biogéochimiques sur l'or, elles se sont poursuivies, mettant en évidence une relation directe entre l'or et le lanthane dans les végétaux à proximité de gîtes aurifères.

Au chapitre de la géologie de l'environnement, les projets initiés cette année sont de deux types. Les premiers contribuent, par le biais d'études sur les environnements holocènes, au programme national des changements climatiques globaux de la CGC. Les sites qui permettront de comprendre et de documenter les changements paléoenvironnementaux récents (dernier millénaire) ont été identifiés et feront l'objet d'un échantillonnage visant à recueillir des données proxy-climatiques (dendrochronologie, macrorestes et géomorphologie). Leur interprétation permettra d'évaluer l'ampleur et les implications des changements climatiques planétaires anticipés.

Le deuxième type d'activités en géologie de l'environnement est de nature plus appliquée. La problématique de recherche a été définie grâce à la collaboration du MERQ. Les projets envisagés portent sur la caractérisation minéralogique, géochimique et hydrologique des parcs à résidus miniers et sur l'évaluation de l'efficacité des couvertures biologiques.

### Conclusion

Les résultats obtenus au Centre géoscientifique de Québec au cours de cette année continuent à nous inciter à envisager l'avenir avec optimisme. Cet optimisme nous est, semble-t-il, autorisé sur la foi d'une équipe de recherche jeune et dynamique, convaincue que son succès passera par l'adéquation de ses activités aux besoins de la société, l'excellence de sa recherche et une contribution concrète à la formation de chercheurs.

La directrice du centre INRS-Géoressources et du Centre géoscientifique de Québec

**Aïcha Achab**

## Océanologie

### Faits saillants

L'année 1990-1991 marque la première année d'existence du Centre océanographique de Rimouski (COR), issu du regroupement des chercheurs du Département d'océanographie de l'Université du Québec à Rimouski (UQAR) et de l'INRS-Océanologie.

Le nouveau Centre est composé de 26 chercheurs, 37 employés de soutien et d'une soixantaine d'étudiants. Deux éléments fondamentaux sont sur le point d'être entérinés: la programmation scientifique et l'élaboration d'un protocole d'enseignement entre les deux partenaires.

Le projet d'agrandissement du COR promet de nouveaux laboratoires, des salles de cours et des ateliers permettant de poursuivre les activités de recherche en océanographie dans des installations modernes qui, de plus, favoriseront l'encadrement des étudiants de 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> cycle. Le début de la construction est prévu en 1992 et l'inauguration du Centre, en 1993.

Au cours de l'hiver, des réparations majeures ont été effectuées sur le bateau de recherche l'*Alcide C. Horth*. Réalisés grâce à une subvention du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science, ces travaux ont pu être faits sans perturber le programme d'activités en mer.

Les chercheurs de l'INRS-Océanologie, en collaboration avec leurs collègues de l'UQAR et d'ailleurs, ont continué leurs activités de recherche dans les zones

côtières du Québec et du Canada, mais les activités scientifiques tenues hors du cadre local se sont accrues. À titre d'exemples : le programme en sédimentologie marine s'est déroulé en Méditerranée, celui de télédétection, à Madagascar et un projet coopératif a eu lieu en France.

Nos partenaires provinciaux et fédéraux ont continué à subventionner la recherche en modélisation numérique, en sédimentologie marine, en études planctoniques, en écotoxicologie et en aquaculture. Ces partenaires sont le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), le ministère de l'Environnement du Québec (MENVIQ), le Fonds pour la formation de chercheurs et l'aide à la recherche (FCAR), Pêches et Océans Canada, Environnement Canada, Énergie, Mines et Ressources Canada (EMR), le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG), l'Agence canadienne de développement international (ACDI) et le Conseil national de recherches du Canada (CNRC). Parmi nos partenaires privés, nous comptons Hydro-Québec et l'Institut national d'écotoxicologie du Saint-Laurent.

### Recherche

#### Hydrodynamique marine: modélisation et mesures

La modélisation numérique de l'environnement côtier est devenue le pivot de la recherche en hydrodynamique marine à l'INRS-Océanologie. Au niveau fondamental, nos recherches ont porté sur le développement du *Laboratoire numérique du golfe Saint-Laurent*. Plusieurs modèles hydrodynamiques-numériques de circulation tridimensionnelle furent évalués, et l'un de ces modèles fut retenu pour servir dans le cadre du laboratoire numérique du Golfe, le modèle SWK3D. Divers schémas numériques furent introduits dans le modèle afin d'assurer un mélange turbulent adéquat dans la colonne d'eau, une stabilité numérique en présence de forts gradients horizontaux de densité et une propagation réaliste des perturbations du mouvement aux frontières ouvertes. Les processus déjà reproduits sont la marée et la circulation saisonnière dans le golfe du Saint-Laurent. Des mesures à long terme de courant, de niveau d'eau et de la densité de l'eau à divers endroits dans l'Estuaire et le Golfe ont été recueillies afin d'étalonner le modèle.

Par ailleurs, dans le cadre d'une entente de collaboration avec le Centre Saint-Laurent (Environnement Canada), un modèle numérique tridimensionnel est aussi en développement pour l'estuaire du Saint-Laurent. En 1993, une fois mis en oeuvre à l'Institut Maurice-Lamontagne (IML) de Pêches et Océans Canada, ce modèle sera utilisé pour les opérations de secours de la Garde côtière, afin de prévoir la dérive de polluants déversés accidentellement ainsi que pour d'autres fins en recherches appliquées.

Finalement, dans le cadre d'études multidisciplinaires des écosystèmes de ces régions, des modèles numériques de circulation bidimensionnelle furent appliqués à l'étude de la circulation et des temps de résidence des eaux dans plusieurs zones côtières du golfe Saint-Laurent.

#### Sédimentologie marine

Les recherches en sédimentologie marine furent concentrées, en 1990-1991, sur l'étude de la dynamique des fonds meubles des environnements dominés par les vagues et les courants (estuaires, lagunes, zones côtières et plateaux continentaux).

Parmi les institutions québécoises et canadiennes associées à ces projets, signalons l'UQAR, l'Université Acadia, l'IML et l'Institut océanographique de Bedford, (Pêches et Océans Canada), le Centre canadien de télédétection et le Pacific Geoscience Centre (Énergie, Mines et Ressources Canada), et Hydro-Québec. Les partenaires étrangers sont les universités de Grenoble et de Perpignan (France), l'Université d'État de Pennsylvanie (États-Unis), l'Université de Hanovre (Allemagne), le Gold Coast City Council (Australie), l'Université de Barcelone (Espagne) et la Commission internationale pour l'exploration des océans.

Les recherches de développement se poursuivent en ce qui concerne les instruments de mesure (jauges nucléaires), les techniques de mesure sur le terrain, la modélisation mathématique et numérique ainsi que l'application de la télédétection à la sédimentologie marine.



Les travaux dans l'estuaire de la rivière Moisie et dans la baie de Rupert se sont poursuivis dans le cadre du programme à long terme touchant l'étude des grands estuaires du Québec. Des recherches, ayant pour objet la modélisation de la dispersion et la remise en suspension éventuelle des sédiments de dragage dans les conditions particulières de l'estuaire du Saint-Laurent et de la baie des Chaleurs, se continuent également.

Dans les zones côtières marines, les processus du transport des sédiments et de l'érosion des plages par les vagues et par des groupes de vagues ont été quantifiés par la modélisation mathématique (avec applications pour stabiliser les côtes au Queensland, en Australie, et dans la Mer du Nord, en Allemagne). Des travaux en cours visent à coupler des modèles d'évolution du littoral (*one line models*) aux mesures obtenues par télédétection. Par ailleurs, des travaux ont été entrepris en collaboration avec le CNRC, l'ACDI et la compagnie Québec Fer et Titane, dans le cadre du développement d'un port de mer permettant d'exploiter des gisements de sables titanifères à Fort Dauphin, à Madagascar.

Sur les plateaux continentaux, un mécanisme responsable de la formation de la dynamique des formes sédimentaires sous l'action des vagues internes a été modélisé en deux et trois dimensions spatiales. Les applications de ce modèle ont été effectuées sur les plateaux de la Nouvelle-Écosse (l'Île de Sable), de Terre-Neuve et de la côte du Pacifique (Queen Charlotte Sound).

### Définition biochimique du plancton marin et processus de transformation

Les recherches effectuées au cours de cette dernière année se sont développées autour de cinq thèmes, dont les deux premiers sont parvenus à leur phase finale. Ils concernent la définition de la capacité de support des lagunes des Îles-de-la-Madeleine pour une mytiliculture intensive; l'étude des écosystèmes planctoniques des hautes latitudes (Programme PEGAZE); les différentes modalités de l'acclimatation temporelle du métabolisme nutritionnel des copépodes néritiques; la dynamique pigmentaire reliée à la photoacclimatation chez le phytoplancton marin et au destin des algues lors de proliférations algales (*blooms*); les conditions environnementales susceptibles d'affecter l'apparition d'algues toxiques.

Le programme d'étude des problèmes reliés à la mortalité massive des moules d'élevage aux Îles-de-la-Madeleine a fait l'objet d'un atelier organisé en association avec le MAPAQ. Nos données ont permis d'établir les échanges des formes minérales et organiques de l'azote et du phosphore aux interfaces air-mer et eau-sédiments, l'évaluation du bilan métabolique des moules en cultures ainsi que la dynamique de leur composition biochimique. Deux hypothèses semblent se préciser. Premièrement, la réponse métabolique de synthèse des réserves peut dépendre en partie de la qualité de la nourriture; deuxièmement, il existe un décalage temporel de cette réponse en raison de mécanismes d'intégration métabolique. Ces derniers permettent, en effet, aux organismes d'étaler sur des périodes assez longues les relations entre apports énergétiques et besoins métaboliques. À l'issue de cet atelier, plusieurs recommandations ont été suggérées à l'industrie.

L'étude des mécanismes de production zooplanctonique aux hautes latitudes s'est réalisée dans le cadre d'une collaboration internationale financée par l'OTAN. Ce projet nous a permis de participer au programme français PEGAZE, aux îles Kerguelen, en Antarctique. Les principaux résultats portent sur les relations entre les changements saisonniers de la composition du phytoplancton et de la matière organique particulaire de même que sur le métabolisme nutritionnel (ingestion, enzymes digestifs) du copépode dominant dans l'écosystème, *Drepanopus pectinatus*. Ils ont permis d'établir un comportement différent selon les générations considérées et les modalités d'acclimatation temporelle. Une des caractéristiques principales est l'importance de l'effet de mémoire, ou passé trophique, sur les réponses physiologiques enregistrées.

L'approche expérimentale concernant les modalités d'acclimatation nutritionnelle a été poursuivie chez les copépodes néritiques de l'estuaire du Saint-Laurent. Actuellement, les données obtenues indiquent que les différents aspects du processus nutritionnel sont l'objet de régulations correspondant à différentes échelles de temps. Ces dernières définissent la plus ou moins grande influence des variations des facteurs externes. La réponse ingestive est associée aux caractéristiques physiques des particules présentes et à leur contenu nutritionnel, pouvant privilégier et maintenir les apports protéiques par un mécanisme compensatoire.

Les études en cours sur les transformations pigmentaires reliées à la lumière ont mis l'accent sur des réponses photoprotectrices associées à certains pigments xanthophylliens (le cycle xanthophyllien) et affectant la fluorescence cellulaire des algues. Les travaux portant sur l'étude de flux de matière ont mis l'accent sur les modifications pigmentaires lors de la sédimentation du matériel algal, pendant et après des proliférations algales. On s'est également penché sur l'étude du destin (transport vertical, prédation, dégradation) du phytoplancton suite à ces *blooms*.

Le dernier volet de ce domaine de recherche concerne l'étude du rôle de la température et de la lumière dans le processus de germination des kystes d'*Alexandrium excavatum* (cellules de résistance se déposant à la surface des sédiments pendant les périodes où les conditions environnementales sont défavorables), algue responsable de la toxicité des moules. Les travaux de ces deux derniers volets sont le fruit de collaborations diverses avec l'IML, l'UQAR, l'Université Memorial, le Northwest Atlantic Fisheries Centre (Pêches et Océans Canada) et le Woods Hole Oceanographic Institution (États-Unis).

### Écotoxicologie marine

Dans ce domaine, quatre thèmes de recherche reliés à la fois au devenir et à l'impact des contaminants anthropiques en milieu marin ont été développés. Ces thèmes touchent le biotransfert et la toxicité des composés organométalliques chez les invertébrés benthiques, l'impact du déversement du pétrole brut en milieu estuarien froid, l'étude des mécanismes d'adaptation aux stress environnementaux dans un écosystème expérimental ainsi que

la caractérisation des contaminants organiques et inorganiques en milieu côtier.

Les travaux poursuivis dans le cadre du premier thème ont porté sur les mécanismes et les cinétiques de transport tissulaire du mercure et de l'étain chez l'étoile de mer (*Leptasterias polaris* et *Asterias rubens*), sur les transformations biotiques et abiotiques subies par les composés organoétains en présence d'algues et de bactéries marines, et sur la distribution du tributyl-étain à l'interface eau-air et dans la microcouche marine.

Les études touchant la dispersion du pétrole en milieu estuarien froid se sont terminées en novembre 1990. Plusieurs manuscrits portant sur les résultats obtenus sont en cours de publication. Une nouvelle subvention stratégique du CRSNG visant le développement de produits antiadhésifs pour la lutte contre les déversements de pétrole a été obtenue. Elle nous a permis d'entreprendre cette nouvelle étape de nos travaux dont l'objectif est la protection de notre environnement estuarien contre le pétrole.

Dans le cadre de notre nouvelle subvention FCAR-Équipe, nous avons travaillé au développement des mésocosmes expérimentaux, dont le but est de réaliser un outil fonctionnel destiné aux travaux en écotoxicologie et permettant de mieux cerner les indicateurs de stress aussi bien chez les algues que chez les poissons. La dégradation du chlorure de tributylétain par l'algue marine *Pavlova lutheri* et les effets de ce polluant sur la croissance de

l'algue en culture continue (*chemostat*) ont été étudiés. Cette façon de procéder se rapproche davantage des conditions de croissance du milieu naturel que les essais réalisés en enceinte close (*culture batch*). Une étude préliminaire a été effectuée afin de choisir une espèce de poisson côtière susceptible de soutenir les recherches écotoxicologiques en mésocosme.

Nos travaux de caractérisation des contaminants organiques (BPC, HAP, pesticides et chlorophénols) et des métaux traces (Hg, Zn, Cd, Cr et Cu) dans les sédiments et les organismes du fjord du Saguenay et de l'estuaire du Saint-Laurent se sont poursuivis en collaboration étroite avec des chercheurs de l'IML et de l'Université McGill.

Dans le cadre de travaux de suivi environnemental, nous avons effectué des études histopathologiques et morphométriques sur des foies et/ou des branchies de diverses espèces de poissons.

### Halieutique et aquaculture

Les travaux réalisés dans le domaine de l'aquaculture chez les poissons au cours de cette année visent à long terme l'utilisation

des salmonidés en aquaculture côtière. Pour l'omble de fontaine, nous avons mis l'accent sur la rédaction de cinq manuscrits synthétisant les travaux des trois dernières années et concernant l'adaptation saisonnière de cette espèce aux conditions environnementales prévalant dans l'estuaire du Saint-Laurent. Parallèlement, nous avons débuté des expériences de transfert en milieu marin avec l'omble arctique, avec des hybrides omble arctique-omble de fontaine et avec des triploïdes d'omble de fontaine. Il s'agit éventuellement d'identifier les espèces les plus intéressantes pour l'élevage en milieu côtier.

La recherche sur les conditions d'élevage des larves du pétoncle géant en éclosion a atteint sa phase terminale avec une étude sur l'effet des concentrations larvaires et de la diète nutritive sur la croissance. Les deux prochaines années seront consacrées à une étude portant sur le conditionnement des géniteurs du pétoncle géant pour le frai hors saison.

### Conclusion

L'INRS-Océanologie ainsi que le Département d'océanographie de l'UQAR ont connu une année historique au plan du développement de l'océanographie au Québec. Malgré les changements inquiétants de politique au sein des organismes subventionnaires, les chercheurs misent sur la valeur de leurs travaux et leur utilité pour un pays maritime; ils restent confiants que la priorité continuera à être accordée à leurs champs d'activités. La recherche océanographique fondamentale et appliquée est, en effet, essentielle à certaines industries, telles la pêche et l'hydroélectricité, et au développement côtier. De plus, avec l'accroissement de l'intérêt public pour la protection de notre environnement, les chercheurs ont un rôle très important à jouer dans la résolution des problèmes environnementaux actuels et futurs.

Le directeur du centre INRS-Océanologie et du Centre océanographique de Rimouski

**Alan Walton**

## Santé

### Faits saillants

L'année 1990-1991 aura marqué l'INRS-Santé à plusieurs égards. Entre autres, un processus de sélection pour un nouveau directeur a été mis en place, un programme de recherche mis en veilleuse et certains changements fonctionnels apportés au programme de santé et sécurité dans les sports.

Après trois mandats consécutifs comme directeur du Centre, Robert Dugal est retourné à d'autres activités plus près de la recherche. Il maintient toutefois plusieurs de ses engagements reliés aux aspects internationaux et olympiques du contrôle du dopage dans les sports, à titre de directeur du Centre canadien de contrôle du dopage.

Le processus de sélection pour la désignation d'un nouveau directeur, amorcé durant l'hiver, s'est concrétisé par l'entrée en fonction de Michel G. Côté au cours de l'été 1991.

Le financement de la recherche à partir des apports des conseils subventionnaires fédéral et provincial est demeuré très satisfaisant. Les fonds obtenus par des contrats de recherche, en particulier pour le programme de santé et sécurité dans les sports, ont été maintenus à un niveau permettant l'amorce de nouvelles activités intéressantes. Des sources de financement particulières, facilitées par les mesures fiscales québécoises, ont également soutenu d'importantes activités de recherche en applications biomédicales des peptides.

Les chercheurs de l'INRS-Santé, ayant cette année à leur actif une quarantaine de publications scientifiques dans des revues internationales avec comité de lecture et plus de 35 communications, ont promu le rayonnement national et international du Centre.

Cette année aura également marqué le début officiel du programme de maîtrise en sciences expérimentales de la santé. L'instauration de ce programme, dirigé par le professeur Alain Fournier, aura permis d'amorcer une démarche visant la création d'un programme de 3e cycle. Cet objectif a d'ailleurs reçu un appui précieux du Fonds de développement académique du réseau de l'Université du Québec (FODAR) qui a attribué une subvention pour préparer la mise en oeuvre de ce programme.

### Recherche

#### Santé et sécurité dans les sports

Seul laboratoire de contrôle du dopage sportif au Canada accrédité par le Comité international olympique, l'INRS-Santé a maintenu la réputation enviable que lui valent aussi bien son volet analytique que sa recherche sur la détection du dopage. En cours d'année, le professeur Guy Brisson a assuré la supervision du laboratoire d'analyse équipé à la fine pointe de la technologie, à la base de ce programme.

Au cours de l'exercice qui se termine, l'expertise de ce laboratoire fut plus que jamais sollicitée par le monde sportif. Entre autres, le Conseil canadien de la médecine sportive (CCMS) et la National Collegiate Athletic Association, États-Unis (NCAA) sont venus à lui dans le but de satisfaire leurs besoins respectifs de dépistage de personnes faisant un usage illicite d'agents ergogènes.

Parallèlement, de nouvelles assises furent établies afin de mieux soutenir à court terme le volet recherche du programme santé et sécurité dans les sports. De plus, dans le but de mieux articuler les projets de recherche autour des problématiques générées par l'évolution des moyens de dopage, trois axes furent définis : érythropoïétine, somatotropine et rapport testostérone/épitestostérone.

Les recherches du volet érythropoïétine sont menées par l'équipe de l'INRS-Santé en collaboration avec le Dr Raynald Gareau du laboratoire d'hématologie de l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR). Grâce à l'acquisition récente d'un cytomètre de flux, il sera désormais possible d'aborder l'étude des modifications membranaires des érythrocytes sous l'effet d'une administration d'érythropoïétine. Quant au volet somatotropine (hormone de croissance), les recherches visent la mise au point d'une sonde indicatrice de dopage par l'analyse des variations des protéines de transport des somatomédines plasmatiques, médiateurs des effets anabolisants de la somatotropine. En ce qui concerne le rapport testostérone/épitestostérone, les chercheurs travaillent à la mise au point d'une sonde secondaire, destinée à cerner le rapport testostérone/lutropine (T/LH). Cette sonde servirait à compléter le premier rapport dans les cas de dopage combinés, alors que la testostérone et l'épitestostérone sont administrées dans le but d'améliorer une performance physique.

#### Applications biomédicales des peptides

Ce programme porte sur l'étude des relations entre la structure chimique des peptides et leurs activités physiologique et pharmacologique, notamment sur les systèmes cardiovasculaires et nerveux central.

L'année 1990-1991 a permis la réalisation de la première tranche du projet intitulé « Centre de recherche greffe-diabète du Québec Inc. » Ce programme de recherche, s'étalant sur une période de deux ans, est mené par l'équipe, en étroite collaboration avec des chercheurs de l'Hôpital Maisonneuve-Rosemont. Il vise à mettre au point un traitement efficace du diabète de type I par voie médicamenteuse, à l'aide d'analogues de la cyclosporine A, et/ou par l'usage d'une stratégie d'encapsulation d'îlots de Langerhans.

Parallèlement à ces travaux, les chercheurs ont poursuivi l'étude des deux peptides neurorégulateurs, CGRP (calcitonin gene-related peptide) et NPY (neuropeptide-tyrosine). Ces recherches s'inscrivent au sein d'un programme du Conseil de recherches médicales du Canada (CRMC) qui regroupe des scientifiques de l'INRS-Santé, de l'Université McGill et de l'Université de Sherbrooke. Ces travaux ont donné lieu à de nombreuses publi-



cations et communications à des congrès scientifiques. L'intérêt soulevé par ceux-ci confirme le rôle-clé joué par ce groupe de recherche de l'INRS-Santé dans le domaine de l'étude de la relation structure-activité du NPY et du CGRP sur le plan international.

Au cours de la dernière année, une collaboration avec les docteurs Marc Laburthe et Alain Couvineau, de l'Unité de recherche sur la différenciation et la neuroendocrinologie de cellules digestives (Unité 178, INSERM, Faculté de Médecine Xavier-Bichat, Paris), a donné lieu à un échange France-Québec, financé par les deux gouvernements. Dans le cadre de cette collaboration visant à développer une matrice de chromatographie d'affinité pour le récepteur du peptide vasoactif intestinal (VIP), les deux scientifiques français sont successivement venus en mission à l'INRS-Santé. En contre-partie, en 1991, deux chercheurs québécois séjourneront dans les laboratoires parisiens.

Au cours des dernières années, les activités de recherche et d'enseignement du professeur Alain Fournier ont été évaluées très favorablement par le milieu scientifique. En reconnaissance de ses contributions scientifiques, le Conseil d'administration de l'INRS lui a décerné la Prime à l'excellence, 1990-1991.

### **Toxicologie de l'environnement**

En 1990-1991, le laboratoire a d'abord poursuivi des travaux sur la dégradation microbienne des BPC et des chlorobenzoates. Ces études ont porté sur l'implantation dans les sols de bactéries préalablement adaptées en laboratoire et aptes à dégrader les BPC. Les paramètres permettant une expression optimale de la capacité de dégradation des souches implantées furent évalués. Sur le plan physiologique, on a identifié certaines voies métaboliques secondaires en cause dans la transformation des BPC et ces résultats ont été publiés. Il fut ainsi démontré que certaines enzymes faisant partie de la voie catabolique des BPC peuvent effectuer une déshalogénéation de ces composés.

Quant à la déshalogénase spécifique des chlorobenzoates, les chercheurs de l'INRS-Santé, en collaboration avec la professeure Debra Mariano, de l'Université du Maryland, ont mis en séquence les gènes en cause dans cette réaction enzymatique. Ils ont, de plus, proposé un modèle d'action pour ce système enzymatique. Leurs résultats font l'objet d'une publication à paraître dans la revue américaine *Science*.

Une collaboration fut également amorcée durant l'année avec la professeure Dolores Planas de l'Université du Québec à Montréal, au sujet de l'influence du périphyton sur le transport des BPC dans le fleuve Saint-Laurent. Ces recherches sont subventionnées par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG).

Trois étudiants ont terminé leurs travaux de maîtrise alors qu'un autre vient de finir un stage postdoctoral de trois ans portant sur la dégradation microbienne des BPC.

Le professeur Michel Sylvestre a été invité à préparer une revue sur la dégradation microbienne des BPC. Ce travail constituera un chapitre d'un livre édité par le professeur G. Rasul Chaudhry, du Département des sciences biologiques de l'Université d'Oakland, aux États-Unis, et portant sur les bioremédiations.

### **Gérontologie biomédicale**

Le projet IMAGE (Investigations de la maladie d'Alzheimer par la génétique et l'épidémiologie) a poursuivi l'édification de son registre de cas en début d'année. Conformément à l'approche multifactorielle à la base des hypothèses fondamentales du projet, les informations médicales, génétiques et épidémiologiques d'une population-cible ont été intégrées à la base de données.

Cependant, les volets neurologique, gériatrique et neuropathologique du projet ayant gagné en importance, le professeur Denis Gauvreau, directeur du projet, a estimé que son évolution clinique nécessitait un contexte physique de nature hospitalière. Au début de l'automne 1990, toutes les activités du projet IMAGE ont donc été transférées au Centre hospitalier Côte-des-Neiges, un milieu clinique où les activités de recherche sont concentrées sur des préoccupations gérontologiques.

Ce transfert a entraîné la suspension des activités de ce programme. Cependant, selon les termes mêmes de son animateur, « la conception et, plus particulièrement, le long processus de gestation et de mise en oeuvre de ce projet n'auraient en toute probabilité pas été possibles hors du cadre de l'INRS ». L'INRS-Santé s'est avéré un incubateur favorable à l'éclosion d'un projet de recherche destiné à la solution de l'une des maladies les plus débilantes et les plus coûteuses de l'heure.

L'administrateur délégué de l'INRS-Santé

**André Lemay**

## Télécommunications

### Faits saillants

À l'INRS-Télécommunications, l'exercice 1990-1991 a d'abord été marqué par la mise en application du plan triennal de développement accepté l'année précédente. De plus, le début des activités dans le cadre de deux des réseaux de centres d'excellence du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG) mérite d'être signalé, de même que l'accroissement du rayonnement de la formation assurée par le Centre. Le partenariat avec Recherches Bell-Northern (BNR) s'est poursuivi et concrétisé par des résultats tangibles dans plusieurs domaines. La renommée internationale de l'INRS-Télécommunications s'est, entre autres, illustrée par l'accueil de nombreux professeurs et stagiaires provenant des quatre coins du monde.

Rappelons que le plan triennal de développement s'articule autour de la poursuite et de l'intensification des programmes de recherche existants : communications visuelles, communications verbales, analyse de réseaux et logiciels de télécommunications. On y prévoit, de plus, l'engagement de six nouveaux professeurs au cours des trois prochaines années et l'intensification des collaborations extérieures, par la recherche de nouveaux partenaires universitaires et industriels. D'ores et déjà, trois de ces six postes de professeurs ont été comblés; deux au sein du programme communications verbales et un dans celui des communications visuelles. Les collaborations interuniversitaires se sont accrues, notamment avec l'Université McGill et avec l'École polytechnique.

La participation à deux réseaux de centres d'excellence a permis au Centre d'augmenter ses effectifs de chercheurs et d'étudiants et, également, d'arriver à des résultats préliminaires fort encourageants. Dans le cadre des projets de l'Institut de robotique et de systèmes intelligents (IRSI), le Centre a complété sa première année d'activités de recherche dans le domaine du dialogue homme-machine, alors que les travaux effectués auprès de l'Institut de recherches en télécommunications du Canada (IRTC) ont porté sur le codage de la parole, les réseaux de communications à large bande (B-ISDN) et les systèmes de communications visuelles personnelles.

Pour soutenir sa planification scientifique, le Centre a formé avec BNR, son partenaire, un conseil scientifique. La première réunion de ce comité s'est tenue au printemps 1991 et réunissait les personnes suivantes : William F. Schrieber, professeur émérite au Massachusetts Institute of Technology, Ray Pickholtz, de l'Université George Washington, Gilles Delisle, de l'Université Laval, Peter Cashin, de BNR, et André Lemay, ancien directeur général de l'INRS.

La collaboration étroite et inédite qui prévaut entre l'INRS-Télécommunications et BNR a maintenu son intensité habituelle. Le Centre a ainsi été commandité pour effectuer des travaux dans les domaines du traitement de signaux provenant de champs de plusieurs microphones, des systèmes de traitement de la parole et des systèmes avancés de télévision.

Avec les importants développements annoncés récemment par BNR, et auxquels l'INRS-Télécommunications est associé, le partenariat atteindra un nouveau souffle en 1992, notamment par

le regroupement de tous les chercheurs dans un seul édifice, à l'Île-des-Soeurs.

En matière de formation des chercheurs, la collaboration entre le Centre et l'Université McGill demeure importante. Des recherches conjointes se poursuivent et des échanges entre les deux institutions s'effectuent de façon régulière. En particulier, deux professeurs invités de McGill poursuivent leurs recherches à l'INRS-Télécommunications, et un certain nombre de professeurs du Centre participent au programme d'enseignement de McGill. Également, six étudiants de McGill sont inscrits, comme stagiaires, au programme de maîtrise du Centre et cinq à celui de doctorat; un bilan de deux stagiaires de plus que l'année précédente.

Une nouvelle collaboration s'est amorcée avec l'École polytechnique de Montréal. À la suite de la nomination de Catherine Rosenberg du Département de génie électrique de l'École, comme professeure invitée à l'INRS, la coopération s'exprime par la supervision conjointe des étudiants.

Le Centre continue également à accueillir des stagiaires de l'École nationale supérieure des télécommunications (ENST) de France, au rythme de deux à quatre étudiants par année.

À l'INRS-Télécommunications, les programmes de 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> cycle ont vu cette année leurs effectifs augmenter. Le doctorat, à sa troisième année, compte déjà une douzaine d'étudiants, alors que la maîtrise en accueille une vingtaine. De plus, l'Institut a accepté un nombre inégalé d'étudiants pour la session d'automne 1991 et le programme d'emplois d'été en recherche jouit d'une grande popularité auprès des étudiants.

En termes d'équipements, le nombre de postes de travail ne cesse d'augmenter et nous avons vu, au cours de l'année, l'entrée en fonction du nouveau système de simulation pour la télévision numérique et l'amorce d'un processus de planification visant la modernisation des laboratoires audio.

### Recherche

#### Réseaux de télécommunications

L'année s'est avérée particulièrement importante pour ce groupe, notamment en raison de l'intensification des activités financées par le réseau de centres d'excellence. Jusqu'à présent, 21 personnes ont été associées aux activités de l'IRTC et à celles liées à la subvention stratégique dans le domaine des réseaux à large bande, obtenue conjointement par l'INRS-Télécommunications et la professeure Catherine Rosenberg de l'École polytechnique de



Montréal. S'ajoute à ce projet, le travail commandité par BNR. Ces différents travaux orientent nos recherches fondamentales vers des applications en matière de modélisation mathématique des réseaux de télécommunications.

L'aspect fondamental de nos recherches a également connu beaucoup de succès, notamment grâce aux efforts dispensés conjointement avec des chercheurs d'autres institutions. Parmi ces scientifiques, citons Pierre Brémaud de l'École polytechnique de Paris (France), Fabrice Guillemin du Centre national d'études des télécommunications (CNET), de Lanion (France), et le professeur A. Bagchi de l'Université Twente de Hollande. À cette équipe, se sont ajoutés des étudiants du doctorat et des stagiaires du postdoctorat. Ces efforts de collaboration ont déjà mené à la rédaction de plusieurs articles.

Le groupe a accueilli la Dr Felisa Josefina Vazquez-Abad en tant qu'associée de recherche. Le professeur Zbigniew Dziong, de l'Université de Varsovie, demeure comme professeur invité.

Le professeur André Girard a publié un livre très attendu, *Routing and Dimensioning in Circuit-Switched Networks* (Éditions Addison-Wesley), qui regroupe dans un seul volume l'information dispersée sur le sujet dans la littérature, la rendant facilement accessible aux étudiants.

### Communications visuelles

Le professeur Janusz Konrad, détenteur d'un doctorat en génie électrique de l'Université McGill, spécialiste du codage des images et de la conception de filtres

multidimensionnels, a rejoint le groupe cette année. L'équipe a aussi accueilli deux professeurs invités : Osamu Nakamura, de l'Université Kokaguin du Japon, qui a obtenu des résultats prometteurs avec ses travaux sur la représentation et le codage de visages humains, ainsi que Jan Radecki, de Pologne, un expert dans la conception de filtres numériques.

Par le fait de sa participation aux projets de l'IRTC, dans le cadre du réseau de centres d'excellence, ce programme a accru ses activités orientées vers le codage d'images en mouvement. Trois nouveaux étudiants et un nouvel assistant de recherche sont associés à ce projet qui s'avère complémentaire à la recherche subventionnée par BNR sur le codage vidéo avancé. Il bénéficie également d'une subvention stratégique portant sur le codage par la compensation du mouvement, avec application à la télévision à haute résolution.

Les professeurs Amar Mitiche et Éric Dubois ont obtenu une subvention dans le cadre de l'accord France-Québec. Cette subvention soutient le développement des collaborations avec les laboratoires de l'Institut de recherche en informatique et systèmes

aléatoires (IRISA), à Rennes, qui porteront sur la représentation et l'analyse du mouvement dans les images vidéo.

Un nouveau projet de recherche, piloté par Amar Mitiche, concernant l'application de réseaux neuronaux pour la reconnaissance de caractères typographiés omnifontes, a donné des résultats qui justifieront certainement une prolongation et un accroissement des efforts de recherche dans les années à venir.

### Communications verbales

L'équipe affectée à l'étude des communications verbales comptait, cette année, deux professeurs de plus. Benoît Champagne, détenteur d'un doctorat en génie électrique de l'Université de Toronto, poursuivra des recherches sur le traitement multidimensionnel de champs acoustiques répartis, alors que Patrick Kenny, détenteur d'un doctorat en mathématiques de l'Université McGill, s'attachera à des recherches en reconnaissance de la parole.

Le sous-programme en reconnaissance de la parole a étendu ses activités de façon importante cette année, notamment grâce à l'obtention d'une subvention stratégique du CRSNG et à la participation aux projets de l'IRSI. Ces nouveaux travaux visent le passage de la reconnaissance des mots isolés à la reconnaissance de la parole continue. Le travail dans le cadre de l'IRSI est soutenu par un esprit de compétition avec des organismes américains et nécessite le traitement d'une banque de données commune, établie par le Defense Advanced Research Project Agency (DARPA), de Washington. Nos premiers résultats dans ce cadre, présentés en février 1991 par Douglas O'Shaughnessy, se sont avérés prometteurs.

Le groupe de travail en reconnaissance de la parole est particulièrement fier des deux prix importants remis à Matthew Lennig, chercheur de BNR et professeur invité à l'INRS. Le premier, le prix de Telecom Canada, décerné pour la première fois, souligne les résultats obtenus en matière de recherche conjointe université-industrie dans le domaine des télécommunications. La recherche portait sur le développement de systèmes de reconnaissance de la parole possédant un vocabulaire souple. Le second, le prix J.-Armand-Bombardier de l'Association canadienne française pour l'avancement des sciences (ACFAS), s'attache à la recherche et à la mise en oeuvre d'un système informatisé d'interaction verbale dans le réseau téléphonique.

Le travail en synthèse de la parole a progressé cette année, notamment grâce à une subvention, obtenue du Fonds pour la formation de chercheurs et l'aide à la recherche (FCAR) conjointement avec la professeure Danièle Archambault, de l'Université de Montréal.

Deux nouvelles activités de recherche ont été subventionnées par BNR : l'amélioration des représentations numériques de la parole pour fin de la reconnaissance et l'étude des propriétés de champs répartis de plusieurs microphones.

Le groupe a aussi accueilli les docteurs Qian Yasheng, An Jiajin et Fangming Wang, de Chine, à titre de chercheurs invités. De plus, une augmentation importante du nombre d'étudiants a été enregistrée.

### Logiciels de télécommunications

Michael Ferguson, titulaire de la chaire Cyrille-Duquet, s'est attaché à la réalisation du programme de recherche et d'enseignement en logiciels de télécommunications. Ce programme vise surtout la création d'outils mathématiques et informatiques destinés à aider les concepteurs de systèmes de logiciels. Le programme d'enseignement correspondant compte plus de cinq étudiants de 3<sup>e</sup> cycle et s'avère l'un des plus courus au Centre.

Deux thèmes de recherche sont présentement en cours. Le premier, commandité par BNR, concerne le développement d'un langage formel de spécifications approprié à la gestion de réseaux de télécommunications à grande échelle. Le deuxième sous-tend la poursuite du travail sur le développement de modèles théoriques pour la synthèse et la vérification automatique de logiciels de télécommunications, tels que les protocoles de communications. Cette année, un nouveau cours sur les protocoles de communications a également été mis en oeuvre, de même qu'une série d'ateliers «Cyrille Duquet», où un expert externe est invité à passer une journée parmi nos chercheurs et étudiants.

### Conclusion

À l'INRS-Télécommunications, cette année a été marquée par l'augmentation du nombre de professeurs et par le développement, stimulé par les subventions stratégiques du CRSNG et le programme de Réseau de centres d'excellence, de ses activités de recherche et de formation. D'anciennes recherches ont bénéficié d'une reconnaissance accrue et de nouveaux résultats laissent envisager un futur très prometteur. L'accent mis sur la formation et les partenariats a également porté fruits en termes du nombre d'étudiants et de l'ouverture sur le milieu universitaire montréalais. Le rapprochement accru avec les chercheurs de BNR, dans un nouvel édifice, amorcera une nouvelle phase de notre développement.

Directeur du centre INRS-Télécommunications

**Robert deB. Johnston**

## Urbanisation

### Faits saillants

Pour l'INRS-Urbanisation, l'année 1990-1991 a été marquée par la mise sur pied de nouvelles activités et par la consolidation des champs de recherche existants, mais avant tout par un brassage intellectuel qui a donné au Centre un nouvel élan. Les chercheurs, au nombre desquels figurent cinq nouveaux professeurs, ont en effet participé à la préparation du Plan triennal d'action de l'Institut et accueilli un Comité visiteur, chargé par la Commission scientifique de l'INRS, d'évaluer le plan de développement du Centre. La réflexion collective suscitée par ces deux événements a fait ressortir le caractère prioritaire de notre mission de formation en recherche et débouché sur un resserrement de notre programmation.

Nos activités de recherche s'articulent aujourd'hui autour de quatre axes, auxquels sont associés des thèmes de développement. Le programme I sur la ville, par exemple, utilise Montréal comme laboratoire privilégié d'étude. À ce chapitre, l'Entente de collaboration avec la Ville de Montréal a donné lieu à d'importantes recherches, dont certaines sont rendues nécessaires par la

réforme municipale en cours, et à l'élaboration d'une banque de données et d'information urbaine. Le programme II, sur la région, a pour objectif de développer, au-delà des approches classiques du développement régional, une expertise en prospective et transfère technologiques. À l'intérieur du programme III, sur la population, l'accent est mis sur l'analyse des transformations familiales et de leur impact sur la redistribution

spatiale et la demande de services. Le programme IV, consacré aux villes des pays en voie de développement, vise à étendre l'horizon d'analyse tout en mettant à profit les compétences acquises dans le cadre des autres programmes. Enfin, les chercheurs oeuvrent à l'élaboration d'un nouveau thème de recherche qui constitue un axe de développement pour l'ensemble des centres de l'INRS : l'environnement en milieu urbain et péri-urbain.

Les activités de recherche du Centre ont été rendues possibles par le soutien des organismes subventionnaires (Conseil de recherches en sciences humaines du Canada [CRSH], Fonds pour la formation de chercheurs et l'aide à la recherche [FCAR], Conseil québécois de la recherche sociale [CQRS]) et des nombreux intervenants qui font appel à lui : citons Hydro-Québec, l'Office de planification et de développement du Québec [OPDQ], le Conseil des sciences du Canada, Santé et Bien-être Canada, la Communauté économique européenne.

Côté enseignement et formation, il faut souligner la mise en place du nouveau doctorat en études urbaines offert par le Centre et le Département d'études urbaines et touristiques (DEUT) de l'Univer-

sité du Québec à Montréal, qui démarre en septembre 1991, ainsi que le travail préparatoire à l'ouverture à Québec, en septembre également, de la maîtrise en analyse et gestion urbaines (MAGU) offerte par le Centre, le DEUT et l'École nationale d'administration publique. Mentionnons enfin les cours dispensés dans diverses institutions, l'intégration de stagiaires aux équipes de recherche, et la direction et l'évaluation de thèses et de mémoires.

Dans le cadre des activités du vingtième anniversaire de l'INRS, un séminaire fermé intitulé « Vers un nouveau partage des pouvoirs: ville, région, nation? » a réuni une vingtaine de spécialistes invités, qui ont discuté de cette question devenue centrale dans le contexte de la réforme municipale; plus de soixante personnes ont assisté au débat qui a eu lieu par la suite, à l'occasion de l'un des déjeuners-séminaires que le Centre continue de tenir régulièrement. L'INRS-Urbanisation continue aussi de produire deux revues scientifiques qui s'inscrivent dans ses axes de recherche, soit la *Revue canadienne des sciences régionales* et les *Cahiers québécois de démographie*.

L'année 1990-1991 est aussi un moment charnière dans l'évolution des ressources matérielles du Centre. D'une part, il a réalisé les objectifs financiers fixés par l'Institut pour le présent exercice dans le cadre de sa politique de résorption du déficit accumulé. D'autre part, la première phase du réaménagement de l'édifice où il loge a démarré, et surtout le Centre a été autorisé à entreprendre la deuxième phase des travaux, qui vise la réorganisation complète des locaux.

### Recherche

#### La ville et les transformations de la société urbaine

Ce programme a pour objet les transformations qui traversent la ville et ses populations, et leurs liens avec les pratiques des individus, des groupes et des décideurs publics et privés. Ces processus touchent bien sûr l'habitat (logement, quartiers), les transports, les équipements collectifs et les activités économiques. Ils ont aussi une dimension culturelle, car les arts, le patrimoine architectural et les lieux culturels font désormais partie des stratégies d'aménagement et de développement économique, influencent les formes prises par la vie publique urbaine et jouent un rôle dans le rayonnement international des villes. Enfin, à l'heure où la ville redevient un lieu stratégique de décision, ces transformations soulèvent des enjeux politiques : répartition des pouvoirs entre gouvernements, partage des ressources fiscales, coûts des services, étalement urbain.

Parmi les recherches poursuivies cette année en rapport avec ces trois grands thèmes, signalons 1) une vaste enquête sur l'état physique du parc résidentiel locatif montréalais et sur les profils des propriétaires et des locataires, assortie d'une réflexion sur les méthodologies d'évaluation de la qualité de l'habitat, une recherche sur la politique d'habitation de la Ville de Montréal eu égard aux quartiers centraux, des travaux liés à la problématique du transport urbain; 2) des études sur les critères d'implantation des équipements culturels et les coûts de restauration dans le Vieux-Montréal; 3) des travaux sur l'étalement de la population et des emplois dans la région de Montréal, le réaménagement des

responsabilités dans le financement du transport en commun, l'impact financier des migrations alternantes, la décentralisation gouvernementale et fiscale dans la région de Montréal.

### **La région et la dynamique des échanges interrégionaux**

Le programme II porte sur la ville comme lieu d'échanges et de diffusion des innovations, dans un cadre interrégional et international. Il couvre les échanges de biens et de services, les migrations, les nouvelles technologies et tous les facteurs qui agissent sur les structures économiques et le développement des régions, y compris les politiques gouvernementales et les grands projets d'investissements.

On trouve donc ici des études diversifiées. Le volet économique a notamment compris cette année une étude sur les facteurs de localisation du tertiaire moteur dans l'Outaouais, une analyse de l'organisation spatiale des activités économiques et de la structure de l'emploi à Montréal, la modélisation en équilibre général de la région métropolitaine de Montréal et une étude des retombées économiques du complexe hydro-électrique de Grande-Baleine. De plus, le Centre contribue à une étude prospective régionalisée de l'avenir économique, politique et social de l'Amérique du Nord, dans le cadre d'un projet FAST (Forward Accessment Science and Technology) de la Communauté économique européenne. En ce qui concerne la migration, un premier projet porte sur les caractéristiques et les facteurs explicatifs des flux migratoires interprovinciaux; un second vise à développer un modèle d'analyse des mouvements migratoires interrégionaux. À l'intérieur du nouveau volet prospective et diffusion technologiques, signalons deux études sur les mécanismes de transfert technologique, l'amorce d'un bilan scientifique et technologique de la région de Montréal, la sélection d'un fonds de documentation dans le domaine de la science, de la technologie et du développement urbain.

### **La population et l'impact des changements sociodémographiques**

Ce programme a trait aux transformations démographiques du Québec (immigration internationale, dénatalité, vieillissement, entrée massive des femmes sur le marché de l'emploi, diversification des comportements matrimoniaux et résidentiels) et à leurs répercussions socioéconomiques et spatiales. Ces évolutions sont étudiées dans l'optique du débat constitutionnel, mais aussi dans un contexte de crise budgétaire et de retrait de l'État-providence.

Cette année, les travaux ont gravité autour de trois axes, dont le plus récent, « familles et environnements », s'est considérablement développé. Les études ont porté ici sur les aspects sociodémographiques du changement familial, le partage des décisions dans le couple, les trajectoires professionnelles et familiales des femmes, la relation entre les femmes (monoparentales, âgées, immigrantes) et l'habitat, la redistribution spatiale des familles et des ménages, les stratégies résidentielles des ménages (jeunes travailleurs à statut précaire par exemple). Une analyse des modèles mathématiques multidimensionnels susceptibles de sous-tendre des perspectives des familles est en cours, de même, enfin, que des travaux concernant l'impact de la

crise de l'État-providence sur les aides publiques aux familles, les relations entre la famille et l'État, et le don dans les réseaux de parenté urbains.

Les questions relatives à l'immigration, telle l'intégration des nouveaux arrivés, sont aussi à l'ordre du jour. Des études sur le profil des familles immigrées et sur la concentration résidentielle de la population immigrée ont contribué à cerner ces problèmes. Enfin, les recherches sur le comportement démographique et linguistique des groupes linguistiques dans les diverses régions du Québec et du Canada et sur les perspectives démolinguistiques qui s'en dégagent se sont poursuivies.

### **Villes et pays en voie de développement**

Dans les pays en voie de développement, l'urbanisation accélérée fait surgir des problèmes inédits dans divers domaines : propriété foncière, habitation, investissements publics, administration gouvernementale. Les stratégies urbaines doivent constamment être mises à jour de façon imaginative, dans une optique de croissance économique, mais aussi en fonction de l'environnement naturel et humain.

C'est dans cette perspective que se situe la participation de l'INRS-Urbanisation au Groupe interuniversitaire de Montréal «Villes et développement», subventionné par l'Agence canadienne de développement international (ACDI). Au cours de l'année, les chercheurs du Centre ont mis en branle des recherches sur des objets reliés aux cinq thèmes de la programmation entreprise par les quatre institutions membres du Groupe, en collaboration avec des chercheurs des pays visés : 1) habitat et milieu de vie (stratégies résidentielles et professionnelles des familles démunies); 2) gestion urbaine (impact de la mondialisation de l'économie sur le rôle des villes dans le développement; systèmes municipaux; gestion de l'eau; financement des investissements locaux); 3) développement économique urbain (localisation des activités économiques et fonctionnement des marchés fonciers; productivité comparée du secteur du vêtement; prospective de la demande de transport urbain); 4) population et mutations sociales (structures des ménages et stratégies d'insertion spatiale, résidentielle et économique); transition démographique et processus d'urbanisation en Afrique; redistribution spatiale de la population et développement économique; 5) environnement et aménagement (patrimoine urbain et développement).

### **Conclusion**

1990-1991 aura donc été pour le Centre une année de réflexion, de consolidation et de croissance. Il lui faut maintenant poursuivre le redressement financier amorcé et achever le réaménagement de ses locaux. Nonobstant ces contraintes matérielles, les chercheurs devront tout spécialement veiller à la bonne marche du nouveau programme de doctorat et maintenir leur effort de recherche en se réservant les disponibilités nécessaires pour augmenter le rayonnement de leurs travaux par la production d'articles scientifiques.

La directrice de l'INRS-Urbanisation

**Céline Le Bourdais**

## **Rapport des vérificateurs**

### **Aux membres du Conseil d'administration Institut national de la recherche scientifique**

Nous avons vérifié les bilans des fonds de fonctionnement, de dotation et d'investissements de l'Institut national de la recherche scientifique au 31 mai 1991 ainsi que les états des revenus et dépenses des fonds de fonctionnement et de la variation des revenus reportés, des soldes des fonds, de fonctionnement, de dotation et d'investissements et de l'évolution de la situation financière du fonds d'investissements pour l'année terminée à cette date. La responsabilité de ces états financiers incombe à la direction de l'Institut. Notre responsabilité consiste à exprimer une opinion sur ces états financiers en nous fondant sur notre vérification.

Notre vérification a été effectuée conformément aux normes de vérification généralement reconnues. Ces normes exigent que la vérification soit planifiée et exécutée de manière à fournir un degré raisonnable de certitude quant à l'absence d'inexactitudes importantes dans les états financiers. La vérification comprend le contrôle par sondages des informations probantes à l'appui des montants et des autres éléments d'information fournis dans les états financiers. Elle comprend également l'évaluation des principes comptables suivis et des estimations importantes faites par la direction, ainsi qu'une appréciation de la présentation d'ensemble des états financiers.

À notre avis, ces états financiers présentent fidèlement, à tous égards importants, la situation financière de l'Institut au 31 mai 1991, ainsi que les résultats de ses opérations, son exploitation et l'évolution de sa situation financière pour l'exercice terminé à cette date selon les principes comptables généralement reconnus et les conventions comptables énoncées à la note 2.

La vérification des données quantitatives (statistiques administratives), qui font l'objet de notre mandat et qui seront incluses dans le rapport financier annuel de l'Institut national de la recherche scientifique, n'était pas complétée à cette date. Les données quantitatives n'ont aucun effet sur les états financiers qui accompagnent le présent rapport.

**Raymond, Chabot, Martin, Paré**

Comptables agréés

Québec

Le 19 juillet 1991

# États financiers

Bilan au 31 mai 1991

	1991	1990
	\$	\$
<b>ACTIF</b>		
<b>Fonds de fonctionnement sans restriction</b>		
Encaisse	899 034	742 452
Comptes à recevoir	270 770	271 061
Subventions à recevoir		
Université du Québec	5 000	63 029
Avances au fonds d'investissements	28 998	226 850
Avances au fonds de fonctionnement avec restriction	254 680	-
Avances au fonds de dotation	87 778	112 755
	<b>1 546 260</b>	<b>1 416 147</b>
<b>Fonds de fonctionnement avec restriction</b>		
Dépôts à terme	3 000 000	
Comptes à recevoir	1 616 904	1 661 157
Travaux de recherche à facturer	664 895	641 609
Subventions à recevoir	182 453	214 342
Avances au fonds de fonctionnement sans restriction	-	1 513 231
	<b>5 464 252</b>	<b>4 030 339</b>
<b>Fonds de dotation</b>		
Encaisse	90 355	158 124
Dépôts à terme	872 919	840 000
Intérêts courus à recevoir	93 147	71 723
	<b>1 056 421</b>	<b>1 069 847</b>

	1991	1990
	\$	\$
<b>PASSIF</b>		
<b>Fonds de fonctionnement sans restriction</b>		
Comptes à payer et frais courus	1 406 312	967 580
Subventions à rembourser		
Université du Québec	52 318	-
Avances du fonds de fonctionnement avec restriction	-	1 513 231
Revenus reportés	47 911	12 945
	<b>1 506 541</b>	<b>2 493 756</b>
Solde (déficit) du fonds	39 719	(1 077 609)
	<b>1 546 260</b>	<b>1 416 147</b>
<b>Fonds de fonctionnement avec restriction</b>		
Comptes à payer et frais courus	332 508	450 149
Avances du fonds de fonctionnement sans restriction	254 680	-
Revenus reportés	4 877 064	3 580 190
	<b>5 464 252</b>	<b>4 030 339</b>
<b>Fonds de dotation</b>		
Comptes à payer et frais courus	1 830	
Avances du fonds de fonctionnement sans restriction	87 778	112 755
Solde du fonds	966 813	957 092
	<b>1 056 421</b>	<b>1 069 847</b>

Pour le conseil,



Administrateur



Administrateur

## Bilan au 31 mai 1991

	1991	1990
ACTIF	\$	\$
<b>Fonds d'investissements</b>		
Comptes à recevoir	17 119	1 898
Réclamations à recevoir		
Université du Québec	226 112	938 767
Immobilisations (note 3)	51 963 742	46 146 271
	<b>52 206 973</b>	<b>47 086 936</b>
<b>PASSIF</b>		
	\$	\$
Comptes à payer et frais courus	40 175	395 538
Retenues sur contrats	-	27 325
Gain de conversion reporté	52 001	47 212
Avances du fonds de fonctionnement sans restriction	28 998	226 850
Dette à long terme (note 4)	80 570	166 670
	201 744	863 595
Solde du fonds	52 005 229	46 223 341
	<b>52 206 973</b>	<b>47 086 936</b>

Pour le conseil,



Administrateur



Administrateur

## Fonds de fonctionnement

REVENUS ET DÉPENSES Année au 31 mai 1991

	Sans restriction		Avec restriction	
	1991	1990	1991	1990
REVENUS	\$	\$	\$	\$
Droits de scolarité	83 277	63 458	-	-
Subventions				
Gouvernement du Québec				
Université du Québec	17 311 484	15 641 366	-	-
Ministères	-	-	232 358	1 007 496
Organismes affiliés	-	-	2 242 721	2 909 226
Gouvernement du Canada				
Ministères	-	-	140 057	1 153 411
Organismes affiliés	-	-	5 511 946	4 364 211
Autres	220 508	203 393	-	-
Placements	145 936	23 675	-	-
Autres revenus				
Gouvernementaux	1 500	1 500	3 900 192	558 060
Non-gouvernementaux	624 067	456 745	3 549 751	2 822 878
Recouvrement de coûts indirects	1 256 666	804 808	-	-
Revenus attribués du fonds de dotation	-	-	109 155	92 446
	<b>19 643 438</b>	<b>17 194 945</b>	<b>15 686 180</b>	<b>12 907 728</b>
<b>DÉPENSES</b>				
	\$	\$	\$	\$
Enseignement	883 315	940 966	-	-
Recherche	11 395 050	10 120 995	14 429 514	12 102 920
Bibliothèque	419 870	402 769	-	-
Cartographie	165 383	135 979	-	-
Informatique	607 352	492 320	-	-
Administration générale	2 431 431	2 381 734	-	-
Terrains et bâtiments	2 623 709	2 498 418	-	-
Transfert de coûts indirects	-	-	1 256 666	804 808
	<b>18 526 110</b>	<b>16 973 181</b>	<b>15 686 180</b>	<b>12 907 728</b>
Excédent des revenus	<b>1 117 328</b>	<b>221 764</b>	-	-

**Fonds de fonctionnement sans restriction**SOLDE DE FONDS *Année au 31 mai 1991*

	1991	1990
	\$	\$
Déficit au début	<b>(1 077 609)</b>	(1 299 373)
Excédent des revenus	<b>1 117 328</b>	221 764
Solde (déficit) à la fin	<b>39 719</b>	(1 077 609)
Solde du fonds		
Affecté	<b>139 591</b>	125 798
Non affecté	<b>(99 872)</b>	(1 203 407)
	<b>39 719</b>	(1 077 609)

**Fonds d'investissements**SOLDE DE FONDS *Année au 31 mai 1991*

	1991	1990
	\$	\$
Solde au début	<b>46 223 341</b>	41 716 461
Contribution de l'Université du Québec	<b>3 418 662</b>	2 509 523
Contribution du fonds de fonctionnement sans restriction	<b>183 829</b>	150 210
Contribution du fonds de fonctionnement avec restriction	<b>2 227 152</b>	1 626 802
Contribution de la Commission géologique du Canada	<b>18 018</b>	165 271
Produit de disposition d'immobilisations	<b>21 928</b>	57 725
Remboursements de taxe fédérale	-	25 463
	<b>52 092 930</b>	46 251 455
Radiation d'immobilisations	<b>87 701</b>	28 114
Solde à la fin	<b>52 005 229</b>	46 223 341
Représenté par		
Contribution de l'Université du Québec	<b>33 662 915</b>	30 244 253
Contribution du fonds de fonctionnement sans restriction	<b>2 892 355</b>	2 708 526
Contribution du fonds de fonctionnement avec restriction	<b>12 604 775</b>	10 377 623
Autres sources	<b>4 237 108</b>	4 197 162
Radiation d'immobilisations	<b>(1 391 924)</b>	(1 304 223)
	<b>52 005 229</b>	46 223 341

## Notes complémentaires Au 31 mai 1991

### 1 - Statuts de l'Institut

L'Institut national de la recherche scientifique a été constitué en vertu de la Loi de l'Université du Québec.

### 2 - Conventions comptables

Les principales conventions comptables utilisées sont les suivantes :

#### Classification des fonds

Les fonds sont divisés en quatre catégories :

- Le fonds de fonctionnement sans restriction sert à l'enregistrement des transactions relatives aux opérations courantes et à certaines opérations désignées spécifiquement, qu'elles soient ou non assujetties à des restrictions internes.
- Le fonds de fonctionnement avec restriction regroupe les ressources utilisées pour défrayer le coût de certaines opérations désignées spécifiquement et qui sont assujetties à des restrictions déterminées de l'extérieur.
- Le fonds d'investissements sert à l'enregistrement des transactions relatives aux immobilisations et à leur financement.
- Le fonds de dotation sert à l'enregistrement des transactions dont les ressources proviennent de legs ou de donations dont le capital est maintenu intact ou est affecté, tout comme les revenus, aux fins déterminées par le donateur.

#### Comptabilisation des transactions

Les transactions sont enregistrées conformément aux principes comptables généralement reconnus, dont certains sont précisés ou modifiés comme suit :

- Les revenus de subventions pour le fonds de fonctionnement sans restriction sont enregistrés au brut à l'exception de la subvention de fonctionnement versée par l'Université du Québec qui est réduite des prélèvements pour services communs du réseau tel qu'indiqué à la note 6 et les ajustements importants sont portés à un poste distinct à l'état des revenus et dépenses dans l'année financière où ils sont définitivement établis.
- Les revenus du fonds de fonctionnement avec restriction sont considérés gagnés jusqu'à concurrence du montant nécessaire pour équilibrer les dépenses effectuées à même les revenus de chacune des activités, la partie non utilisée étant présentée à titre de revenus reportés. Les projets de recherche en cours sont analysés annuellement dans chacun des centres de recherche et les projets complétés sont ainsi identifiés. Les soldes non dépensés se rapportant à ces projets sont virés aux revenus du fonds de fonctionnement sans restriction et affectés au financement des activités de recherche du centre de recherche concerné.
- Les droits de scolarité sont considérés comme revenu de l'année financière à laquelle la session de cours appartient.
- Les revenus de placements ne faisant l'objet d'aucune restriction de l'extérieur et provenant de tous les fonds sont inscrits aux livres au fonds de fonctionnement sans restriction.
- Les engagements pour commandes non complétées d'achat de biens et de services ne sont pas inscrits aux livres mais plutôt en note aux états financiers.
- Aucun frais n'est différé pour les assurances, taxes, timbres, papeterie, fournitures de bureau et autres dépenses répétitives de même nature, à l'exception des déboursés importants, s'il en est, applicables à l'année subséquente.
- Aucune provision n'est inscrite aux livres pour le personnel régulier pour les vacances, les congés de maladie accumulés, le surtemps à être compensé par des congés à l'application du protocole des cadres, lesquels sont défrayés à même les dépenses courantes.
- La dette à long terme en devises étrangères est convertie en dollars canadiens au cours du change à la fin de l'exercice. Le gain de change est comptabilisé à titre de crédit reporté.
- Les immobilisations sont comptabilisées au coût dans le fonds d'investissements et ne sont pas amorties. Le coût des immobilisations disposées est imputé directement au solde du fonds.
- Les dépenses en immobilisations effectuées dans le cadre des budgets autorisés sont remboursées par l'Université du Québec qui pourvoit à leur financement. Les intérêts sur le financement temporaire, depuis 1981, sont ajoutés au coût de ces immobilisations par voie d'une charge et d'une contribution égale de l'Université du Québec.
- Le coût du régime de retraite est enregistré selon la méthode de la comptabilité de caisse.

**3- Immobilisations, au coût**

	1991	1990
	\$	\$
Terrains	207 113	207 113
Bâtiments	13 712 809	11 992 277
Mobilier, appareils et outillage	34 794 997	31 041 348
Collections et volumes	2 327 739	2 057 052
Améliorations et transformations	921 084	848 481
	<u>51 963 742</u>	<u>46 146 271</u>

**4- Dette à long terme**

	1991	1990
	\$	\$
The National Collegiate Athletic Association, sans intérêt, remboursable par versements annuels de 70 000 \$ U.S., échéant le 1er février 1992	<u>80 570</u>	<u>166 670</u>

**5- Engagements****a) Contrats de location**

L'Institut est engagé, d'après des contrats de location échéant à différentes dates jusqu'en 1995, à verser à même le fonds de fonctionnement sans restriction une somme totale de 1 498 064 \$ pour ses locaux. Les paiements minimums exigibles pour les quatre prochains exercices s'élèvent à 827 293 \$ en 1992, 399 786 \$ en 1993, 248 633 \$ en 1994 et 22 352 \$ en 1995.

**b) Commandes non complétées pour des achats de biens et de services**

Au 31 mai 1991, les engagements pour des commandes non complétées d'achat de biens et de services assumés par l'Institut se détaillent comme suit :

Fonds de fonctionnement sans restriction	683 427 \$
Fonds de fonctionnement avec restriction	1 046 840
Fonds d'investissements	177 293
	<u>1 907 560 \$</u>

**c) Vacances**

Les engagements non inscrits aux livres pour le personnel régulier non enseignant, au titre des vacances, des congés de maladie accumulés et du surtemps à être compensé par des congés, représentent au 31 mai 1991 un montant de 711 100 \$.

**6- Prélèvements pour services communs du réseau**

Les subventions de fonctionnement versés par l'Université du Québec sont présentées après avoir déduit les prélèvements de 219 000 \$ (221 000 \$ en 1990) pour les services communs du réseau de l'Université du Québec.

**7- Régime de retraite**

L'Institut national de la recherche scientifique participe à un régime de retraite à prestations déterminées commun à l'ensemble des établissements de l'Université du Québec. La dernière évaluation effectuée par la firme SOBECO en date du 31 décembre 1990 montre un déficit de 14 507 200\$ (surplus de 9 624 000\$ au 31 décembre 1989) calculé en fonction de la valeur aux livres de l'actif ajustée du tiers de la différence entre le coût et la valeur marchande des actifs à cette même date. La valeur marchande de l'actif de ce régime démontre une moins-value de 10 032 000\$ (plus-value de 10 981 000\$ en 1989) sur la valeur aux livres de l'actif à cette même date.

## Renseignements supplémentaires

## Fonds de fonctionnement par unité administrative Année au 31 mai 1991

1991 1990

	Eau	Urbanisation	Énergie	Santé	Télécom munications	Géo ressources	Océanologie	Administration générale	Éducation	Total	Total
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
<b>Masses salariales</b>											
Salaires	3 011 257	2 551 694	3 826 128	1 949 214	1 485 865	1 244 261	1 503 236	1 977 397	150 801	<b>17 699 853</b>	16 399 373
Avantages sociaux	296 229	273 687	414 827	213 795	165 274	149 088	176 709	242 565	18 110	<b>1 950 284</b>	1 644 651
Sous-total	3 307 486	2 825 381	4 240 955	2 163 009	1 651 139	1 393 349	1 679 945	2 219 962	168 911	<b>19 650 137</b>	18 044 024
<b>Autres dépenses</b>											
Formation et perfectionnement	7 333	530	3 141	3 515	1 077	11 063	892	8 129	545	<b>36 225</b>	29 859
Voyages et représentation	289 042	127 998	183 873	110 992	128 603	75 216	110 937	201 470	11 445	<b>1 239 576</b>	1 096 079
Fournitures, matériel et volumes	390 758	161 468	580 958	575 940	15 444	144 839	346 227	121 209	-	<b>2 336 843</b>	2 233 196
Bourses	516 624	22 550	543 627	114 023	327 398	46 266	61 753	-	-	<b>1 632 241</b>	1 416 199
Subventions et cotisations	5 441	1 000	-	212 464	-	114	1 500	23 068	784	<b>244 371</b>	18 234
Honoraires	17 147	26 582	54 289	60 374	11 416	1 855	19 595	54 782	-	<b>246 040</b>	206 796
Frais légaux et de vérification	-	-	-	1 500	-	-	-	80 414	-	<b>81 914</b>	34 483
Assurances	3 706	2 800	5 719	4 344	3 943	928	19 126	1 551	-	<b>42 117</b>	44 629
Services contractuels	369 334	709 281	134 306	621 019	313 080	82 218	133 473	176 039	-	<b>2 538 750</b>	1 821 197
Entretien et réparations	107 475	56 003	138 112	89 069	16 290	52 457	75 966	54 511	-	<b>589 883</b>	591 700
Location de locaux et de bâtiments	355 433	-	12 231	-	405 363	105 619	2 575	187 399	-	<b>1 068 620</b>	969 948
Services publics	55 766	88 970	202 353	216 192	34 581	26 662	163 291	31 246	-	<b>819 061</b>	777 038
Frais financiers	20	166	60	217 762	16	16	-	51 080	-	<b>269 120</b>	240 546
Mobilier et appareils	388 216	30 998	281 495	470 207	155 684	11 136	810 426	12 582	-	<b>2 160 744</b>	1 552 173
Transfert des coûts indirects	326 752	105 119	153 079	157 353	66 492	346 936	100 917	-	-	<b>1 256 648</b>	804 808
	6 140 533	4 158 846	6 534 198	5 017 763	3 130 526	2 298 674	3 526 623	3 223 442	181 685	<b>34 212 290</b>	29 880 909

## Renseignements supplémentaires

## Fonds de fonctionnement - Dépenses par fonction Année au 31 mai 1991

								Fonds de fonctionnement sans restriction		Fonds de fonctionnement avec restriction	
	Enseignement	Recherche	Bibliothèque	Cartographie	Informatique	Administra- tion générale	Terrains et bâtiments	1991	1990	1991	1990
								Total	Total	Total	Total
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	
<b>Masses salariales</b>											
Salaires	473 315	8 691 647	199 853	143 055	347 882	1 637 163	368 177	<b>11 861 092</b>	10 846 581	<b>5838 761</b>	5 552 792
Avantages sociaux	14 701	774 762	26 845	18 599	48 522	194 330	52 341	<b>1 130 100</b>	950 526	<b>820 184</b>	694 125
Sous-total	488 016	9 466 409	226 698	161 654	396 404	1 831 493	420 518	<b>12 991 192</b>	11 797 107	<b>6 658 945</b>	6 246 917
<b>Autres dépenses</b>											
Formation et perfectionnement	-	20 323	-	-	3 384	6 093	172	<b>29 972</b>	17 663	<b>6 253</b>	12 196
Voyages et représentation	6 346	187 967	120	663	3 903	176 235	3 121	<b>378 355</b>	326 089	<b>861 221</b>	769 990
Fournitures, matériel et volumes	4 757	394 004	185 818	2 580	62 997	93 091	31 621	<b>774 868</b>	769 105	<b>1 561 975</b>	1 464 091
Bourses	369 994	174 139	-	-	-	-	-	<b>544 133</b>	585 857	<b>1 088 108</b>	830 342
Subventions et cotisations	-	220 473	-	-	-	23 068	-	<b>243 541</b>	16 137	<b>830</b>	2 097
Honoraires	7 385	19 536	-	-	(147)	54 682	100	<b>81 556</b>	72 985	<b>164 484</b>	133 811
Frais légaux et de vérification	-	-	-	-	-	80 414	-	<b>80 414</b>	34 433	<b>1 500</b>	-
Assurances	486	6 086	-	-	-	601	15 932	<b>23 105</b>	22 883	<b>19 012</b>	21 796
Services contractuels	6 211	510 892	6 854	69	14 747	96 619	278 264	<b>913 656</b>	897 913	<b>1 625 094</b>	923 284
Entretien et réparations	-	127 380	259	392	125 796	10 358	149 659	<b>413 844</b>	504 692	<b>176 039</b>	87 008
Location de locaux et de bâtiments	-	-	-	-	-	-	1 051 260	<b>1 051 260</b>	942 938	<b>17 360</b>	27 010
Services publics	88	105 575	121	25	268	7 143	673 062	<b>786 282</b>	740 685	<b>32 779</b>	36 353
Frais financiers	32	150 209	-	-	-	51 080	-	<b>201 321</b>	216 245	<b>67 799</b>	24 301
Mobilier et appareils	-	8 234	-	-	-	554	-	<b>8 788</b>	28 449	<b>2 151 956</b>	1 523 724
Transfert des coûts indirects	-	3 823	-	-	-	-	-	<b>3 823</b>	-	<b>1 252 825</b>	804 808
	883 315	11 395 050	419 870	165 383	607 352	2 431 431	2 623 709	<b>18 526 110</b>	16 973 181	<b>15 686 180</b>	12 907 728

# Administration et renseignements

## Administration

ALAIN SOUCY  
Directeur général

PIERRE LAPOINTE  
Directeur scientifique

J.-A.-RAYMOND DUPONT  
Directeur administratif

PAULINE CADIEUX  
Secrétaire générale

SERGE LAFLEUR  
Directeur des ressources humaines

## Direction des centres

JEAN-PIERRE VILLENEUVE  
INRS-Eau

FERNAND RHEAULT  
INRS-Energie et Matériaux

AÏCHA ACHAB  
INRS-Géoresources et  
Centre géoscientifique de Québec

ALAN WALTON  
INRS-Océanologie et  
Centre océanographique de Rimouski

MICHEL G. CÔTÉ  
INRS-Santé

ROBERT deB. JOHNSTON  
INRS-Télécommunications

CÉLINE LE BOURDAIS  
INRS-Urbanisation

## Renseignements généraux

### CENTRES DE RECHERCHE

INRS-EAU  
2800, rue Einstein  
Case postale 7500  
Sainte-Foy (Québec) G1V 4C7  
Téléphone: (418) 654-2524  
Télécopieur: (418) 654-2600

INRS-ÉNERGIE ET MATÉRIAUX  
1650, montée Sainte-Julie  
Case postale 1020  
Varenes (Québec) J3X 1S2  
Téléphone: (514) 468-7700  
Télécopieur: (514) 468-7702

### INRS-GÉORESOURCES ET CENTRE GÉOSCIENTIFIQUE DE QUÉBEC

2700, rue Einstein  
Case postale 7500  
Sainte-Foy (Québec) G1V 4C7  
Téléphone: (418) 654-2604  
Télécopieur: (418) 654-2615

### INRS-OCÉANOLOGIE ET CENTRE OCÉANOGRAPHIQUE DE RIMOUSKI

310, allée des Ursulines  
Rimouski (Québec) G5L 3A1  
Téléphone: (418) 724-1650  
Télécopieur: (418) 723-7234

### INRS-SANTÉ

245, boulevard Hymus  
Pointe-Claire (Québec) H9R 1G6  
Téléphone: (514) 630-8800  
Télécopieur: (514) 630-8850

### INRS-TÉLÉCOMMUNICATIONS

3, place du Commerce  
Verdun (Île-des-Soeurs)  
(Québec) H3E 1H6  
Téléphone: (514) 765-7844  
Télécopieur: (514) 765-8785

### INRS-URBANISATION

3465, rue Durocher  
Montréal (Québec) H2X 2C6  
Téléphone: (514) 499-4000  
Télécopieur: (514) 499-4065

## Programmation scientifique des centres

### INRS-EAU

Analyse statistique des données  
Modélisation hydrologique  
Analyse numérique  
Développement de modèles d'aménagement  
Biogéochimie des polluants (métaux traces et pesticides)  
Écotoxicologie des polluants  
Dynamique des éléments nutritifs dans les écosystèmes  
Processus d'assainissement

### INRS-ÉNERGIE ET MATÉRIAUX

Fusion par confinement magnétique  
Interaction laser-matière  
Énergies nouvelles  
Surfaces et interfaces

### INRS-GÉORESOURCES

Géologie régionale et analyse des bassins  
Ressources minérales  
Géochimie et géologie de l'environnement

### INRS-OCÉANOLOGIE

Hydrodynamique marine: modélisation et mesures  
Sédimentologie marine  
Définition biochimique du plancton marin et processus de transformation  
Écotoxicologie marine  
Halieutique et aquaculture

### INRS-SANTÉ

Santé et sécurité dans les sports  
Applications biomédicales des peptides  
Toxicologie de l'environnement  
Gérontologie biomédicale

### INRS-TÉLÉCOMMUNICATIONS

Réseaux de télécommunications  
Communications visuelles  
Communications verbales  
Logiciels de télécommunications

### INRS-URBANISATION

La ville et les transformations de la société urbaine  
La région et la dynamique des échanges interrégionaux  
La population et l'impact des changements sociodémographiques  
Villes et pays en voie de développement

## Programmes d'études avancées <sup>(1)</sup>

### INRS-EAU

Maîtrise en sciences de l'eau  
Doctorat en sciences de l'eau

### INRS-ÉNERGIE ET MATÉRIAUX

Maîtrise en sciences de l'énergie  
Doctorat en sciences de l'énergie

### INRS-SANTÉ

Maîtrise en sciences expérimentales de la santé

### INRS-TÉLÉCOMMUNICATIONS

Maîtrise en télécommunications  
Doctorat en télécommunications

### INRS-URBANISATION

Maîtrise en analyse et gestion urbaines <sup>(2)</sup>  
Doctorat en études urbaines <sup>(3)</sup>

(1) Les professeurs chercheurs du centre INRS Océanologie ont dispensé des cours et dirigé des travaux de thèses d'étudiants inscrits aux programmes d'études avancées en océanographie de l'Université du Québec à Rimouski.

(2) En collaboration avec l'École nationale d'administration publique (ENAP) et l'Université du Québec à Montréal (UQAM).

(3) En collaboration avec l'Université du Québec à Montréal (UQAM).

Le rapport annuel 1990-1991 est publié par le Secrétariat général de l'Institut national de la recherche scientifique (INRS). Pour obtenir des renseignements additionnels, on peut s'adresser au :

**Secrétariat général**

Institut national de la recherche scientifique  
2635, boulevard Hochelaga  
6<sup>e</sup> étage  
Case postale 7500  
Sainte-Foy, Québec, Canada  
G1V 4C7  
Téléphone : (418) 654-2500  
Télécopieur : (418) 654-2525

**Dépôt légal, 1<sup>er</sup> trimestre 1992**  
**Bibliothèque nationale du Québec**

**Graphiste-conseil et éditique**  
Couture Tremblay

**Photographies**  
Imagix  
Ville de Montréal  
Recherches Bell-Northern  
INRS

**Impression**  
L'Imprimerie Moderne



Université du Québec

**Institut national  
de la recherche  
scientifique**

INRS - SDIS



X0022819 5