

PER
A-522
EX. 2

INTERFACE

Une nouvelle
génération de
supraconducteurs

Le paradigme
de la maladie
d'Alzheimer

La gestion de l'eau
et des milieux
aquatiques

Un levier du
développement :
la recherche
scientifique

Centres de
recherche : le défi
américain

L'Institut de génie
des matériaux



Face à face

Michael Florian

Les transports d'un chercheur

*À Poly,
nous nous
ingénions...*

*... à maintenir des liens
étroits et constants avec les
professionnels de l'ingénierie
et le milieu industriel en vue
de favoriser une évolution
éclairée des activités de for-
mation et de recherche offer-
tes à l'École Polytechnique
de Montréal.*

*Nos 10 000 diplômés sont
un témoignage éloquent, à
l'échelle mondiale, de
l'excellence de la
formation qu'ils
ont reçue
à Poly.*

*Depuis 114 ans, Poly
s'ingénie !*



École
Polytechnique
de Montréal

SOMMAIRE

INTERVIEW

Face à face	MICHAEL FLORIAN	7
	Propos recueillis par Yanick Villedieu	

ARTICLES

UNE NOUVELLE GÉNÉRATION DE SUPRACONDUCTEURS	12
Mario Poirier	
LE PARADIGME DE LA MALADIE D'ALZHEIMER	16
Denis Gauvreau	
LA GESTION DE L'EAU ET DES MILIEUX AQUATIQUES	22
Yves Bajard	

CHRONIQUES

Éditorial	LA RECHERCHE : une vraie mine d'or	5
	Charles Terreault	
Modem	UN LEVIER DU DÉVELOPPEMENT : la recherche scientifique	27
	Mousseau Tremblay	
	CENTRES DE RECHERCHE : le défi américain	30
	Guy Berthiaume	
Gros plan	L'INSTITUT DE GÉNIE DES MATÉRIAUX	33
	Michel Groulx	
Transferts	Louise Desautels	36
Science-inter	Sophie Malavoy	37
Subventions, bourses et prix	Françoise Braun	41
À suivre		45
Sources		47
Chercheurs recherchés		49

INTERFACE

Revue bimestrielle sans but lucratif, **INTERFACE** est publiée à l'intention de la communauté scientifique par l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences (ACFAS), avec l'aide du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science ainsi que du Fonds FCAR.

Directeur général de l'ACFAS : Guy Arbour

Rédactrice en chef : Sophie Malavoy

Adjoint à la rédaction : Michel Groulx

Direction artistique : Mathilde Hébert, Annie Pencrech

Typographie : Composition Solidaire inc.

Révision linguistique : Marie Chalouh

Publicité : Yves Ouellette, SOCREP, 2765, Côte-Sainte-Catherine, Montréal (Québec) H3T 1B5 (514) 738-7427

Photo de la page couverture : René De Carufel

Comité scientifique : Gérard Boismenu, Roger P. Langlois, Jean-Marc Lalancette, Michel Normandin, Gilles Paquet, John Sichel et Michel Théoret. Comité de rédaction : André Girard, Claude Hamelin, Marianne Kugler, Denise Pelletier, Jean-Pascal Souque et Robert Stampfler.

Les articles d'**INTERFACE** peuvent être reproduits sans autorisation à condition que l'origine en soit mentionnée. Pour toute demande de renseignements, s'adresser à l'ACFAS, 2730, Côte-Sainte-Catherine, Montréal (Québec) H3T 1B7 (514) 342-1411.

Courrier de deuxième classe, enregistrement n° 6489, 6 septembre 1987

Dépôt légal : Bibliothèque nationale du Québec, troisième trimestre 1987, ISSN : 0826-4864



Secrétariat d'État
du Canada

Department of the Secretary
of State of Canada

Programme des études canadiennes

La Direction des études canadiennes accepte dès maintenant, dans le cadre de son concours finissant le 1^{er} novembre 1987, des demandes d'aide financière pour des projets.

Les demandes de fonds doivent porter sur les domaines suivants:

- * Participation à la citoyenneté canadienne
- * Alphabétisation au Canada
- * Le Canada en tant que nation souveraine
- * Diversité, égalité et communauté canadienne
- * La science dans une perspective canadienne

Les activités doivent avoir une portée nationale et être menées dans les deux langues officielles, s'il y a lieu, et, dans la mesure du possible, intéresser les deux groupes linguistiques. En règle générale, les activités admissibles à une aide dans le cadre d'autres programmes du gouvernement fédéral ne seront pas acceptées par la Direction des études canadiennes. Les coûts reliés aux activités régulières ne sont pas admissibles non plus.

Pour obtenir des renseignements supplémentaires sur l'admissibilité à ce programme et ses modalités d'application, ou pour vous procurer des formulaires de demande, veuillez vous adresser à la:

Direction des études canadiennes
Secrétariat d'État
Ottawa (Ontario)
K1A 0M5

Téléphone: (819) 994 - 1544



Canada

La recherche : une vraie mine d'or

PAR CHARLES TERREAU

Le 30 avril dernier, le ministre des Finances du Québec prononçait un discours du budget fort surprenant. Les principales mesures annoncées concernaient les universités et la recherche. Après tous les beaux discours sur la faiblesse de notre taux de recherche par rapport au PIB, enfin des mesures concrètes et réalistes étaient mises de l'avant. Prises dans leur ensemble, ces mesures devraient non seulement contribuer à régler de nombreux problèmes touchant le développement de la recherche, mais également rendre les universités québécoises beaucoup plus concurrentielles pour bénéficier du programme d'appariement du gouvernement fédéral.

LES UNIVERSITÉS

Les problèmes des universités font la manchette depuis longtemps. À l'annonce d'une nouvelle formule de financement et d'un accroissement des ressources financières attribuées aux universités performantes en recherche (définition à venir...) s'ajoutent des mesures plus concrètes : 15 millions de dollars sur une base récurrente et 15 millions pour aider à résoudre les déficits accumulés. D'intérêt plus immédiat pour les chercheurs, on allouera une somme de 20 millions de dollars pour les équipements scientifiques et une autre de 5 millions pour les bibliothèques de recherche. Si ces mesures représentent un excellent début, elles seront loin de régler la question du sous-équipement et de la désuétude de notre patrimoine universitaire.

LES ENTREPRISES

Deux mesures concernent les entreprises. La première double le crédit d'impôt de 10 à 20 p. cent sur les salaires versés au Québec au chapitre de la recherche scientifique et du développement expérimental. L'impact de cette mesure est en partie annulé par le fait que le gouvernement fédéral considère ce crédit comme un revenu et le taxe. Le ministre des Finances du Canada devrait exclure de l'imposition le crédit d'impôt à la recherche scientifique.

Une deuxième mesure, bonne en soi, pourrait donner lieu à des abus. Elle répond aux plaintes des entreprises dont le recrutement de chercheurs étrangers de haut calibre était fortement entravé par le haut niveau de la fiscalité personnelle québécoise. Le congé fiscal de deux ans qui sera accordé à ces chercheurs a pour but de pallier cette contrainte. Toutefois, un « chercheur de haut calibre » est défini, dans l'annexe A du budget, comme un détenteur d'un diplôme de deuxième cycle ! Il y a danger que cette mesure serve à recruter non pas seulement des chercheurs étrangers spécialisés mais aussi du « cheap labor », au détriment des diplômés de nos universités. Le Conseil de la science et de

la technologie auquel on a confié le rôle de chien de garde de cette mesure fiscale aura à exercer un contrôle serré et objectif.

UNIVERSITÉS ET ENTREPRISES

C'est peut-être ici que le ministre des Finances du Québec a fait le plus preuve d'imagination.

Une des critiques principales à l'égard du programme d'appariement des conseils subventionnaires fédéraux est que celui-ci n'offre aucun incitatif aux entreprises susceptibles d'y participer. Or les mesures annoncées par Québec constituent un incitatif puissant : le crédit d'impôt remboursable, qui passe de 20 à 40 p. cent, est élargi à la totalité des dépenses de recherche y compris les dépenses d'investissement, lorsqu'elles sont effectuées dans le cadre d'un contrat de recherche universitaire.

LES SOCIÉTÉS EN COMMANDITE

On sait à quel point les sociétés en commandite ont été utilisées pour diriger des capitaux vers des projets à risque élevé.

L'exploration minière, en particulier pour l'or, a connu un développement inouï en Abitibi grâce à ces véhicules de placement à haut risque.

La création d'une déduction additionnelle de 33 1/3 p. cent des dépenses courantes et des immobilisations accordée aux particuliers et aux sociétés en commandite pour la recherche scientifique et le développement expérimental est une mesure fort valable. Elle devient encore plus intéressante dans le cadre d'un contrat de recherche universitaire, où elle passe à 66 2/3 p. cent.

Le Ministre a tendu une perche que les universitaires, les investisseurs et les promoteurs se doivent de saisir. Le cadre fourni par les définitions de la recherche et les décisions anticipées devrait prévenir les abus qui ont entaché des programmes précédents, au fédéral.

LA MINE D'OR

Il est remarquable que le ministre des Finances du Québec ait attribué à la recherche en milieu universitaire, pour des sociétés en commandite, une déduction totale de 166 2/3 p. cent après avoir réduit celle de l'exploration minière à 133 1/3 p. cent. Cela indique que le gouvernement du Québec a compris que la seule mine d'or du Québec qui soit inépuisable, c'est la recherche. La croissance à long terme de l'emploi et de l'économie passe par elle. L'ACFAS applaudit à ces mesures et veut disséminer l'information à leur sujet afin de susciter des initiatives qui bénéficieront à la collectivité des chercheurs. ■



Charles Terreault est vice-président adjoint à l'Ingénierie chez Bell Canada. Il est, depuis mai dernier, président de l'Acfas.

LES BONS LIVRES DE L'AUTOMNE

Le salaire a-t-il un sexe?

Pour expliquer les écarts de revenus entre les femmes et les hommes, les auteurs sont allées puiser dans différentes sources statistiques et études disponibles.

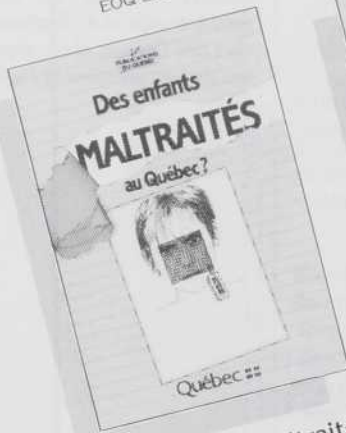
Mais la revue des facteurs pouvant influencer le revenu, comme la scolarité, la syndicalisation ou le type d'emploi, n'explique pas tout... Ce qui les amène à questionner les ghettos d'emploi, la ségrégation professionnelle, voire la discrimination salariale pure envers les travailleuses.

Conseil du statut de la femme
1987, 104 pages
EQQ 23386-6

6,95 \$



ça m'intéresse!



Des enfants maltraités au Québec?

Comment faisons-nous face à ce problème, au Québec? Cette synthèse de plusieurs recherches tente de répondre aux questions de toute personne intéressée de près ou de loin au problème des enfants maltraités.

Comité de la protection de la jeunesse
1987, 188 pages
EQQ 23058-1

12,95 \$

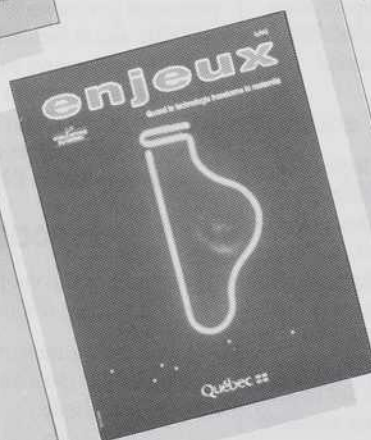


Base de données et la Pratique des bases de données

Le volume Bases de données, élément bureautique intégrateur aborde les principaux concepts et fonctions des logiciels de base de données actuellement offerts sur le marché. La Pratique des bases de données s'adresse à toutes personnes désireuses de se familiariser avec l'utilisation du logiciel de base de données et BASE III.

Télé-Université
1987, 190 pages
EQQ 23921-0
1987, 119 pages
EQQ 23920-2

29,95 \$
19,95 \$

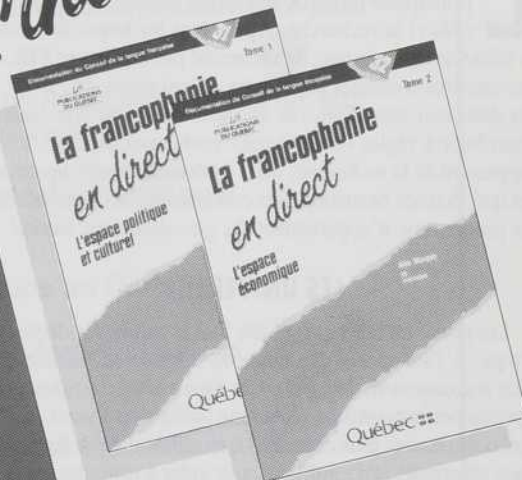


Enjeux

Enjeux, un document-choc du Conseil du statut de la femme, vient alimenter l'urgent et nécessaire débat sur les nouvelles technologies de la reproduction. Cette synthèse des recherches menées par le Conseil sur le sujet ne manque pas de remettre en cause l'inévitabilité du « progrès ». On y aborde notamment l'insémination artificielle, la question des mères porteuses, la fécondation in vitro, ainsi que les conséquences sociales, économiques, juridiques, génétiques et éthiques de ces techniques.

Conseil du statut de la femme
1987, 40 pages
EQQ 23248-8

3,95 \$



La francophonie en direct

L'auteur nous propose ici une synthèse des grands enjeux politiques et culturels (tome I) et économiques (tome II), actuels et futurs de la francophonie. Sous forme d'interviews avec des personnalités de différents pays francophones, ces documents proposent des éléments de réflexion sur l'avenir de la francophonie.

Conseil de la langue française
Tome I - 1987, 200 pages
EQQ 23823-8
Tome II - 1987, 96 pages
EQQ 23936-8

18,95 \$
10,95 \$

Bon de commande postale (À compléter en lettres moulées S.V.P.)

Nom		Tel.	
Adresse			
Ville	Province	Code postal	
Quant.	Code EQQ	Titre	Prix unitaire
	EQQ 23058-1	Des enfants maltraités au Québec?	12,95 \$
	EQQ 23823-8	La francophonie en direct Tome I	18,95 \$
	EQQ 23936-8	La francophonie en direct Tome II	10,95 \$
	EQQ 23921-0	Les bases de données	29,95 \$
	EQQ 23920-2	La pratique des bases de données	19,95 \$
	EQQ 23386-6	Le salaire a-t-il un sexe?	6,95 \$
	EQQ 23248-8	Enjeux	3,95 \$
Retourner à: Les Publications du Québec Case postale 1005 Québec (Québec) G1K 7B5			Grand total
Important: Paiement par chèque ou mandat-poste		Numero	
Cartes de crédits acceptées		Date d'échéance	
☐ VISA ☐ M.C.		Banque	
		Signature	
		Nom du titulaire	

TOUTE COMMANDE EST PAYABLE À L'AVANCE À L'ORDRE DE « LES PUBLICATIONS DU QUÉBEC »

En vente dans nos librairies, chez nos concessionnaires, par commande postale et chez votre libraire habituel.

Les Publications du Québec
C.P. 1005
Québec (Québec)
G1K 7B5

Vente et information:
(418) 643-5150
(sans frais)
1-800-463-2100



MICHAEL FLORIAN

Les transports d'un chercheur

PAR YANICK VILLEDIEU

Michael Florian est un éminent spécialiste de la planification des transports. Ses travaux revêtent cependant un caractère interdisciplinaire puisqu'ils font appel non seulement à la recherche opérationnelle, sa spécialité, mais à des disciplines aussi variées que le génie, l'informatique et les mathématiques. L'Acfas lui a décerné, en mai 1987, le prix Jacques-Rousseau.

Devinette : qu'y a-t-il de commun entre Stockholm, San Francisco, Rio de Janeiro, Edmonton, Toulon, Helsinki, Shanghai et Genève ?

Réponse : Montréal.

Ou, plus exactement, une équipe du Centre de recherche sur les transports de l'Université de Montréal qui, sous l'impulsion de Michael Florian, a mis au point EMME/2 — un système informatique de planification du transport qui est en train de faire le tour du monde. Car à la liste des villes déjà citées, on aurait pu en ajouter une vingtaine d'autres au Canada, aux États-Unis, en Suède, au Danemark, en Italie, en Espagne, en Suisse...

« **N**ous devons rester des chercheurs, c'est-à-dire continuer de nous attaquer à des problèmes vraiment nouveaux. »

« Depuis un an, dit Michael Florian, EMME/2 fait boules de neige. De partout, on nous demande d'autres installations de notre système. Si bien que nous devons maintenant faire attention à ne pas nous laisser prendre au jeu des applications. Nous devons rester des chercheurs, c'est-à-dire continuer de nous attaquer à des problèmes vraiment nouveaux. »

Un jeu, pourtant, auquel il est bien tentant de se laisser aller quelques instants ! Assis devant l'écran de son ordinateur, Michael Florian commence une démonstration du fonctionnement d'EMME/2.

Quelques touches, et voici le centre-ville de Winnipeg. Chaque rue (il y en a 3 000 pour cette seule ville dans la mémoire de l'ordinateur), chaque intersection a son numéro. Une autre touche, et l'on change d'échelle : on ne voit à l'écran qu'une toute petite partie du centre-ville, quelques rues, les sens uniques, le détail d'un carrefour et des mouvements de circulation permis à cet endroit. Encore une autre touche, et c'est la ville au complet qui apparaît, avec les rivières, les ponts, les lignes de transport en commun.

Mais l'ordinateur n'a pas que la carte de Winnipeg en mémoire. Il a aussi des données sur tous les moyens de transport disponibles. Et, ce qui n'est pas la moindre des choses, des données sur les activités socio-économiques de la ville, les lieux de résidence et de travail notamment. C'est à partir de cette masse d'informations qu'on peut calculer la « demande en transport » d'un point de la ville à un autre.



Et jouer à EMME/2.

Michael Florian tapote les touches de son clavier. « *Je vais construire un pont ici... ouvrir une autoroute là... doubler le service d'autobus sur tel circuit... interdire un virage à gauche à tel carrefour...* » Instantanément, à l'écran, Winnipeg change, se transforme, accepte plus ou moins d'automobilistes ou d'usagers du transport en commun dans tel ou tel secteur, connaît ou ignore les embouteillages dans tel ou tel quartier... De la planification urbaine à la baguette magique !

Car EMME/2, c'est d'abord et avant tout un outil de planification par simulation, à grande comme à petite échelle. On peut analyser des déplacements d'ensemble ou calculer le déplacement d'un individu allant d'une adresse à une autre. Et cela, à la vitesse de l'ordinateur, qui peut inlassablement « pondre » tous les scénarios que l'utilisateur veut bien lui demander.

Pas étonnant qu'EMME/2, sorti du giron de l'Université de Montréal pour la première fois en juillet 1983, soit aujourd'hui installé dans plus d'une quarantaine d'organismes de par le monde :

— à Stockholm, où l'on prévoit une forte augmentation de la circulation automobile d'ici l'an 2000, on se sert d'EMME/2 pour étudier deux projets d'autoroute, l'une à l'est et l'autre à l'ouest du centre-ville ;

— à Portland (Oregon), on l'a utilisé pour élaborer les détails des liaisons entre un nouveau métro de surface et les circuits d'autobus déjà en place ;

— à San Francisco, on s'en est servi pour déterminer le nombre de voies à réserver, sur le Golden Gate, aux véhicules dont le conducteur pratique le covoiturage ;

— à Bâle, en Suisse, on a estimé, grâce à EMME/2, l'impact environnemental d'un changement des normes d'émission des gaz d'échappement par les véhicules automobiles ;

— à Toulon, dans le sud de la France, on va l'utiliser pour étudier les avantages et les inconvénients respectifs d'un tramway de surface et d'un tunnel pour décongestionner la circulation au centre-ville, tout autour de la rade ;

— à Montréal, le ministère des Transports se sert quotidiennement de cet outil pour prévoir, par exemple, l'impact de la fermeture de deux voies sur tel pont à tel moment de la semaine...

« *En fait, EMME/2 peut servir à de multiples fins* », affirme Michael Florian, avec le plaisir évident de l'inventeur qui ne tarit pas d'exemples des vertus de son invention.

On peut se servir d'EMME/2 pour tracer des autoroutes ou des lignes de métro, ou encore pour localiser de nouvelles industries, un des problèmes de planification les plus difficiles et les plus cruciaux pour l'avenir de nos villes. On peut aussi s'en servir de façon ponctuelle, par exemple pour déterminer la meilleure déviation de la circulation pendant des travaux de construction ou d'entretien routier, pour choisir l'itinéraire d'un convoi de camions transportant des matières dangereuses et devant traverser une agglomération urbaine, ou pour calculer le prix de location d'une boutique dans une future station de métro en fonction de l'achalandage...

Et, faut-il ajouter, on peut jouer à EMME/2 avec tous les moyens de transport imaginables — l'auto, le métro et l'autobus, bien sûr, mais aussi le bateau, le trottoir roulant, le train, l'*overcraft* et même la bicyclette dans les villes de Hollande ou de Chine !

« Le transport fait partie de la vie politique et les décisions dans ce domaine sont politiques. »

« *Mais EMME/2 ne prend pas de décisions*, insiste Michael Florian. *Le transport fait partie de la vie politique et les décisions dans ce domaine sont politiques : elles dépendent des pouvoirs en place, des élus, des citoyens, des ressources disponibles autant que des scénarios arrêtés par EMME/2.* » Et le chercheur d'évoquer une ville canadienne où un projet de pont avait été jugé peu important, du strict point de vue du transport urbain, après des simulations avec EMME/2 ; pourtant, l'ouvrage fut quand même construit, parce qu'il y avait à ce moment-là du



chômage dans la région et... un centre commercial de l'autre côté de la rivière. « *EMME/2*, philosophe son concepteur, c'est un outil qui sert peut-être davantage à éliminer les mauvais projets qu'à choisir le projet optimum. »

Michael Florian, il l'a dit d'emblée, est un chercheur. Et s'il a cette passion pour *EMME/2*, c'est qu'*EMME/2* est bien plus qu'un logiciel sophistiqué aux applications multiples. *EMME/2*, c'est le fruit d'un énorme travail d'équipe — celle du Centre de recherche sur les transports qu'il a fondé en 1973 et dirigé jusqu'en 1979. C'est aussi le fruit d'une quinzaine d'années de recherche théorique, de conception de prototypes, de mise au point d'un outil utilisable par des usagers. Un outil composé aujourd'hui d'une cinquantaine de modules (ou programmes) différents, et qui ne cesse de s'enrichir au fur et à mesure des besoins. « *Un logiciel qui arrête d'évoluer est un logiciel qui approche de sa fin* », souligne le chercheur. Aussi l'équipe écrit-elle constamment de nouveaux modules. Elle travaille à adapter le tout aux goûts du jour comme, par exemple, le travail sur écran partagé. Elle a même trouvé le moyen de faire « rouler » le logiciel sur un ordinateur personnel standard.

Mais il n'y a pas que les applications, loin de là. « *Du strict point de vue académique*, explique Michael Florian, *EMME/2* est très riche, très diversifié. C'est peut-être 20 sujets différents. Il y a de la recherche opérationnelle, appliquée et théorique, de l'informatique, de l'analyse numérique — tout cela sur un fond de sociologie, de sciences économiques et même politiques, à cause justement du sujet dont nous traitons. » Et le lauréat 1987 du prix Jacques-Rousseau de l'ACFAS (ce prix couronne des travaux caractérisés par « la polyvalence, l'humanisme et l'interdisciplinarité ») poursuit : « *La conception d'un outil comme EMME/2 ressemble à la conception d'une voiture. Il faut mettre au point un moteur, une suspension et une transmission, c'est vrai, mais il faut surtout intégrer tout ça pour en faire un véhicule performant, facile à utiliser, agréable à conduire...* »

Déjà, *EMME/2* n'est plus le seul modèle que propose Michael Florian et son équipe. Un autre véhicule est récemment sorti d'usine : STAN, qui est un système informatique de planification du transport des marchandises. L'idée originale en a été conçue, pourrait-on dire, sur un air de samba.

« *En 1979-1980*, raconte Michael Florian, *j'avais choisi de passer mon année sabbatique au Brésil, pour vivre une expérience culturelle radicalement différente. Je me suis rendu compte que la chose la plus pertinente que je pouvais faire en recherche opérationnelle, dans le contexte social et économique de ce pays, c'était de travailler à la planification des corridors d'exportation, donc au transport des marchandises. D'où l'idée d'adapter EMME/2 ou, plus exactement, de tirer profit de l'expérience d'EMME/2 pour mettre au point le nouveau système.* »

Là encore, les travaux du professeur de « méthodes théoriques de recherche opérationnelle » ont l'air bigrement terre à terre. Mais, mine de rien, la mise en point de STAN posait de solides problèmes de recherche pure. « *Bien sûr*, dit Michael Florian, *les marchandises, contrairement aux personnes, ne décident rien, ne choisissent pas tel mode de transport plutôt que tel autre. Mais alors que dans le transport urbain il y a un seul*



produit, à savoir les personnes, il y en a toute une variété dans le transport des marchandises — 31 catégories au Brésil. De plus, la diversité des modes de transport complique les choses, d'autant plus qu'au Brésil, pour ne citer qu'un détail, les voies ferrées n'ont pas partout la même largeur ! »

Qu'importe ! Au terme d'un projet qui aura duré près de cinq ans, notamment grâce à un financement du CRDI (Centre de recherches pour le développement international, un organisme canadien), STAN aura pu être installé au Brésil, en août 1986. Avec cet outil, on planifie notamment le transport du soya, dont le Brésil est devenu un grand exportateur et qu'il faut acheminer des régions de production au point de transformation et d'expédition, São Paulo. Avec cet outil, le Brésil pourra aussi faire des choix d'investissements plus judicieux en matière d'infrastructures de transport. Il pourra également planifier plus finement le développement de la culture du blé, en fonction des mouvements de marchandises engendrés par cette nouvelle activité économique.

L'implantation de STAN, soit dit en passant, est une expérience de coordination de recherche que Michael Florian n'est pas près d'oublier : travailler entre Montréal, Rio de Janeiro, Ottawa et Brasilia, c'est presque s'attaquer au problème de la quadrature du cercle.

« J'ai la liberté intellectuelle de faire la recherche de mon choix et c'est cette liberté universitaire qui m'a permis de faire les recherches qui ont débouché sur EMME/2. »

Théoricien fort intéressé par les applications de ses recherches, à cause peut-être de sa formation d'ingénieur, architecte de systèmes informatiques qui intéressent fortement les plus gran-

des entreprises (l'autre cousin d'EMME/2 et de STAN, ce sera PLANAIR, pour le trafic aérien), Michael Florian pourrait tout aussi bien travailler, a-t-on l'impression, dans le secteur privé. « Mais ici, tient-il à souligner, j'ai la liberté intellectuelle de faire la recherche de mon choix, et pas seulement celle que dicte des impératifs de profit. Et c'est cette liberté universitaire, après tout, qui m'a permis de faire les recherches qui ont débouché sur EMME/2. »

C'est à peine, quand on le pousse un peu, si Michael Florian avoue des envies de quitter parfois l'université. « Mais pour de courtes périodes, précise-t-il, une ou deux semaines, le temps d'aller voir ici ou là comment on applique EMME/2 et maintenant STAN, qui a été installé pour la deuxième fois en juin dernier, en Suède cette fois. »

Après ces escapades du côté de la pratique, Michael Florian retourne à ses autres passions : le problème de l'« inégalité variationnelle monotone » ou les aspects théoriques de l'informatique. Et, quand il lui reste du temps, les romans policiers, la course à pied et la musique classique — toujours quelque part entre les exercices de tête et les questions de transport. ■

**Programmes
de bourses
et de
subventions**

FONDS

FCAR

**FONDS POUR LA FORMATION DE CHERCHEURS
ET L'AIDE À LA RECHERCHE**

PROGRAMME ET VOLET	DATE LIMITE		
	DEMANDE RÉGULIÈRE	DEMANDE DE VERSEMENT	DATE D'ANNONCE
ÉQUIPES ET SÉMINAIRES			
ÉQUIPES	23 octobre	1er octobre	31 mars
SÉMINAIRES	23 octobre	—	31 mars
RECHERCHE THÉMATIQUE			
ACTIONS SPONTANÉES	1er octobre	15 octobre	30 avril
ACTIONS CONCERTÉES	—	—	—
ACSAIR			
NOUVELLE DEMANDE	1er novembre	—	30 avril
RENOUVELLEMENT	15 décembre	—	30 avril
CENTRES DE RECHERCHE	15 octobre	1er avril	31 mai
ORGANISMES DE SERVICES À LA RECHERCHE	15 février	—	30 juin
REVUES SCIENTIFIQUES, RAPPORTS ET MÉMOIRES DE RECHERCHE			
REVUES SCIENTIFIQUES	15 octobre	15 octobre	31 mai
RAPPORTS ET MÉMOIRES DE RECHERCHE	—	—	31 mai
FONDS DE DÉPANNAGE ET DE DÉMARRAGE			
BOURSES	15 novembre	—	31 mai

3700, rue du Campanile, bureau 102, Sainte-Foy (Québec) G1X 4G6

Programmes de subventions (418) 643-8560
Programmes de bourses (418) 643-3862

SUBVENTIONS À LA RECHERCHE

RECENSIONS DES ÉCRITS

Le Conseil québécois de la recherche sociale, organisme de subventions de la recherche sociale rattaché au ministère de la Santé et des Services sociaux, offre, par concours, dans le cadre de ses programmes de subventions et de bourses pour 1988-1989, six subventions à la recherche pour des recensions des écrits portant sur des thèmes que le Conseil privilégie.

LES THÈMES PROPOSÉS:

Une subvention à la recherche pour une recension des écrits est offerte par le Conseil québécois de la recherche sociale pour chacun des thèmes suivants:

- Les facteurs déterminant le choix d'un service ou d'une ressource en santé mentale;
- Le placement d'enfant comme facteur de risque;
- La discrimination à l'endroit des minorités visibles: définition, extension, facteurs, actions visant à la réduire;
- L'usage et l'abus des drogues chez les jeunes: étiologie et nouvelles approches;
- Le développement de l'autonomie des personnes handicapées par une déficience motrice;
- L'habitation sociale.

LE PROJET DE RECHERCHE:

Le chercheur doit faire le point sur l'état des connaissances, spécialement au Québec, dans les domaines touchés par le thème proposé, soit

recupérer, dépouiller, analyser et commenter les documents. Le chercheur doit identifier les études dont les conclusions peuvent être appliquées à des populations québécoises. La recension des écrits doit permettre, selon le cas, de dégager un cadre de référence de portée théorique, méthodologique ou d'intervention. Une note explicative sur le cadre de travail ou la problématique peut être obtenue du Secrétariat du Conseil.

L'ADMISSIBILITÉ:

Le candidat doit être porteur d'un diplôme de deuxième cycle et avoir une expérience pertinente en recherche. Il doit de plus démontrer qu'il est familier avec le domaine de recherche choisi et les méthodes de repérage bibliographique informatisé des écrits scientifiques et il doit avoir accès aux sources documentaires. Les chercheurs indépendants, sans rattachement institutionnel, sont également admissibles.

DURÉE ET MONTANT DE LA SUBVENTION:

Le montant maximal de la subvention est établi à 15 000 \$. Les chercheurs subventionnés sont choisis en mars 1988. La période subventionnée va du 1^{er} avril 1988 au 31 mars 1989. Le rapport final de recherche doit être déposé avant le 30 septembre 1989. La subvention est administrée par un organisme gestionnaire agréé par le ministère de la Santé et des Services sociaux conformément au règlement général du Conseil québécois de la recherche sociale.

L'INSCRIPTION:

Le dossier de la demande doit comprendre, en plus du formulaire *Demande de subvention à la recherche* (AS-764), les documents annexes:

- 1) la description du projet (maximum: 20 pages écrites au recto seulement) décrivant adéquatement: la problématique de la recension, le cadre d'analyse, la méthode, les résultats attendus, la contribution du projet au développement de la recherche sociale et le calendrier;
- 2) le curriculum vitae du responsable du projet et celui des chercheurs principaux;
- 3) les autres documents s'il y a lieu. Seuls les dossiers conformes sont considérés.

Les personnes intéressées peuvent faire la demande de la brochure, du formulaire, ainsi que des notes explicatives.

Les demandes de subvention doivent être soumises avant 16h30 le vendredi 16 octobre 1987 au:

Conseil québécois
de la recherche sociale
1088, rue Raymond-Casgrain
1^{er} étage
Québec
G1S 2E4
Tél.: (418) 643-7582

Québec 

CONSEIL QUÉBÉCOIS DE
LA RECHERCHE SOCIALE

UNE NOUVELLE GÉNÉRATION DE SUPRACONDUCTEURS

PAR MARIO POIRIER

Depuis quelques mois, une véritable révolution secoue le monde de la physique. Une nouvelle génération de supraconducteurs a vu le jour, des supraconducteurs dont les retombées, tant scientifiques qu'économiques, s'annoncent considérables. En effet, en plus de favoriser l'essor d'une multitude de technologies de pointe, ils permettent d'en réduire les coûts trop souvent prohibitifs.



PHOTO PAR ROGER LAFONTAINE

Mario Poirier est chercheur boursier du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie, au Département de physique de l'Université de Sherbrooke.

Tout a commencé en janvier 1986, quand les chercheurs Alex Müller et Georg Bednorz de IBM Zurich ont annoncé l'observation vraisemblable de supraconductivité à des températures aussi élevées que 35 K dans un oxyde de baryum, de lanthane et de cuivre¹ (Ba-La-Cu-O). Jusqu'à cette date, la température de transition supraconductrice la plus élevée avait été observée dans le composé Nb₃Ge à 23,2 K.

La supraconductivité est maintenant confirmée dans un nombre important d'oxydes ternaires à base d'éléments terre-rare à des températures supérieures à 90 K. Cette température dite élevée pourrait faire franchir une barrière considérable à la physique fondamentale et appliquée, car elle remet éventuellement en question un point de vue, le mécanisme physique de la supraconductivité, proposé par John Bardeen, Leon Cooper et Robert Schrieffer en 1957. Leur théorie, appelée BCS² en leur honneur, permet d'expliquer la quasi-totalité des phénomènes physiques observés dans les supraconducteurs conventionnels; elle leur a valu le prix Nobel de physique en 1972. Par ailleurs, le potentiel technologique de ces nouveaux matériaux est considérable et plusieurs laboratoires explorent actuellement diverses applications³.

LA SUPRACONDUCTIVITÉ

La supraconductivité est une propriété fondamentale et importante acquise par certains matériaux. On parle généralement de transition supraconductrice lorsque, la température étant abaissée au-dessous d'une température critique T_c , le matériau perd toute résistance électrique (figure 1 a). Des courants électriques importants peuvent alors être générés sans aucune perte d'énergie et servir à produire des champs magnétiques intenses pour lesquels il existe déjà une foule d'applications de nos jours. Deux autres caracté-

ristiques sont aussi associées à l'état supraconducteur: l'effet Meissner (figure 1 b) ou diamagnétisme parfait qui entraîne l'exclusion de tout champ magnétique à l'intérieur de l'échantillon supraconducteur et l'existence d'une bande d'énergie interdite (*gap*) dans son spectre d'excitations.

Pour l'effet Meissner, il convient de distinguer deux types de supraconducteurs, selon leur comportement vis-à-vis du champ magnétique. Pour un supraconducteur de type I, le champ magnétique ne pénètre pas tant qu'il est inférieur à une valeur critique du champ H_c , au-delà de laquelle la supraconductivité est brusquement et complètement détruite. À ce moment-là, il péné-

tre complètement. Pour un supraconducteur de type II, le champ magnétique n'est exclu que pour des champs relativement faibles, inférieurs à H_{c1} . Au-dessus de H_{c1} , il pénètre partiellement, mais l'échantillon reste électriquement supraconducteur. Le flux magnétique ne pénètre complètement l'échantillon que pour un champ plus intense, supérieur à H_{c2} . La différence essentielle entre les supraconducteurs de type I et ceux de type II réside dans la valeur du libre parcours moyen des électrons dans l'état normal aux basses températures. Si la longueur de cohérence (étendue spatiale de l'état fondamental supraconducteur) est supérieure à la profondeur de pénétration du

LA THÉORIE BCS

En 1957, J. Bardeen, L.N. Cooper et J.R. Schrieffer proposent leur théorie quantique de la supraconductivité. L'idée de base de cette théorie dite BCS s'appuie sur une interaction attractive, même faible, pouvant réunir les électrons en paires dans un état lié. On obtient ainsi un état fondamental du système électronique tout entier séparé des états excités par un trou d'énergie. Cette attraction effective entre deux électrons est fournie par l'interaction électron-réseau (phonons) au deuxième ordre: un électron interagit avec le réseau et le déforme, puis un second électron voit le réseau déformé et s'ajuste de manière à tirer parti de cette déformation pour abaisser son énergie. En fait, le deuxième électron interagit avec le premier par l'intermédiaire de la déformation du réseau ou champ de phonons.

Le niveau fondamental BCS (occupation des états électroniques individuels) est caractérisé par le fait que les états sont occupés en paires: si un état de vecteur d'onde k et de spin tourné vers le haut est occupé, l'état de vecteur d'onde $-k$ et de spin tourné vers le bas l'est également. Ces paires d'électrons, dites de Cooper, ont une étendue spatiale ξ_0 , la longueur de cohérence.

La théorie BCS prédit donc une énergie minimale requise pour briser une paire de Cooper et créer ainsi deux excitations de quasi-particules. Cette prédiction est en accord remarquable avec les résultats expérimentaux et elle fournit une vérification décisive de la théorie microscopique.

Enfin, la théorie BCS fournit un critère d'apparition de la supraconductivité et une valeur de la température de transition.

$$T_c = 1.14 \theta_D \exp(-1/N(O)V) \quad N(O)V \ll 1.$$

$N(O)$ est la densité d'états au Niveau de Fermi, V la constante d'interaction électro-réseau et θ_D la température de Debye. On comprend ici pourquoi les prévisions de T_c élevées furent restreintes à des températures inférieures à 20 K, car θ_D est de l'ordre de 100 à 200 K.

champ, on a un type I. Par contre, si le libre parcours moyen ou la longueur de cohérence est très inférieure à la profondeur de pénétration, on a un type II.

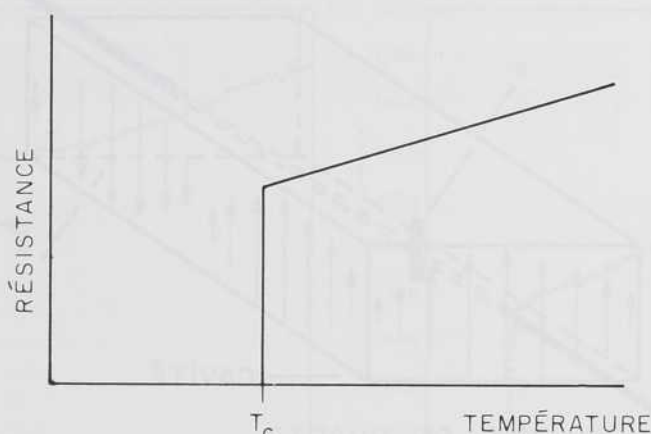
L'existence d'un *gap* ou trou d'énergie entre l'état fondamental et l'état excité du supraconducteur fut elle aussi déterminante dans l'évolution des connaissances sur la supraconductivité. De nombreux résultats expérimentaux, spectroscopiques et thermiques n'ont en effet pu être interprétés qu'en termes d'un *gap* d'énergie de l'ordre de 3 ou 4 fois l'énergie thermique $k_B T_c$, laissant ainsi supposer que les excitations étaient toujours produites en paires. Ce n'est qu'avec l'avènement de la théorie quantique BCS que tous les résultats purent être unifiés et expliqués. Or, l'existence même d'un tel *gap* dans les nouveaux supraconducteurs fait l'objet d'un débat fort intéressant, les mesures physiques effectuées jusqu'à ce jour pour déterminer ce *gap* étant fort contradictoires.

UN PEU D'HISTOIRE

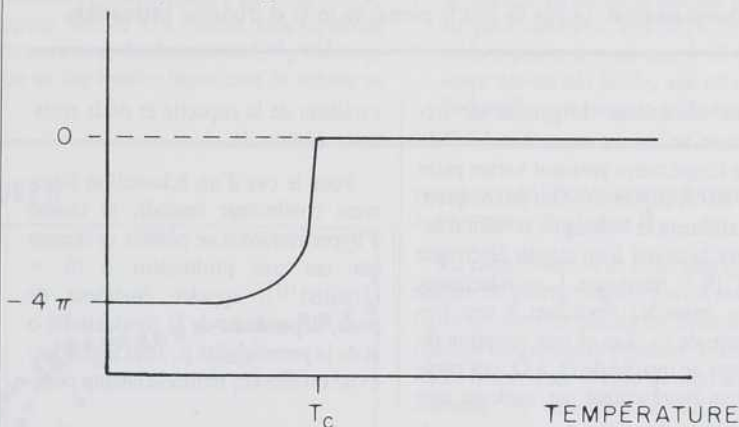
Depuis l'observation de la supraconductivité dans les films minces de Nb_3Ge à 23,2 K en 1973, les physiciens n'ont cessé de rechercher de nouveaux matériaux susceptibles de fournir des températures critiques plus élevées. L'enjeu était de taille, compte tenu des répercussions théoriques, mais aussi économiques, de ces recherches. En effet, tous les dispositifs impliquant de tels supraconducteurs doivent utiliser de l'hélium liquide (4,2 K) afin de maintenir les matériaux dans l'état supraconducteur. Or, ce liquide réfrigérant s'obtient en refroidissant un gaz rare très cher. Le processus est donc coûteux et consomme beaucoup d'énergie. De plus, à moins que l'hélium liquide ne soit conservé dans des conteneurs super-isolés, il se réchauffe rapidement et s'évapore. Toutes les applications faisant appel aux supraconducteurs sont donc fort coûteuses et il était normal de rechercher des matériaux à T_c plus élevée.

Les recherches les plus prometteuses sont venues de l'étude de certains oxydes tels les composés $BaPb_{1-x}Bi_xO_3$ qui ont montré dès 1975 des températures de transition plus élevées (13 K) que celles prédites par les modèles empiriques connus. Ces études ont poussé Bednorz et Müller à examiner plus attentivement certains oxydes susceptibles de montrer des interactions électron-phonon fortes, interactions que l'on croyait alors nécessaires pour produire la supraconductivité, selon la théorie BCS. C'est en suivant cette piste qu'ils ont effectivement observé le

FIGURE 1



a) Lorsque la température du matériau est abaissée au-dessous de la température critique T_c , la résistance diminue progressivement, reflétant ainsi le caractère métallique du composé. Au-dessous de la T_c , la résistance est nulle et le matériau est dit dans un état supraconducteur. Des courants électriques intenses peuvent alors être produits sans aucune perte d'énergie.



b) À la température critique T_c , la susceptibilité magnétique passe rapidement de zéro à une valeur $-1/4\pi$. Le champ magnétique est alors rapidement exclu de l'échantillon et le supraconducteur se comporte comme un diamagnétique parfait.

caractère supraconducteur des composés Ba-La-Cu-O à des températures élevées. La température de transition est alors passée d'un seul coup de 23,2 K à 30 K. Plusieurs groupes se sont vite mis à la tâche devant l'intérêt évident de la découverte : la température est alors passée à 40 K, puis rapidement à 93 K⁴. La course vers des températures encore plus élevées est toujours vive et plusieurs chercheurs avancent même l'hypothèse qu'il serait possible dans un avenir proche d'observer la supraconductivité à la température de la pièce, avec les retombées innombrables que cela pourrait avoir sur notre vie quotidienne.

DES DÉVELOPPEMENTS TECHNOLOGIQUES

La découverte de matériaux supraconducteurs à des températures supérieures à 90 K va relancer des techno-

logies de pointe dont la complexité et les coûts prohibitifs pourront grandement être réduits. Il n'est plus loin le jour où l'on pourra utiliser de l'azote liquide (77 K) dans de multiples dispositifs supraconducteurs. Ce liquide, beaucoup moins coûteux que l'hélium, existe en quantité infinie puisque c'est une composante de l'air. Il peut en outre être conservé dans une simple bouteille thermos. De plus, la production de champs magnétiques intenses serait particulièrement utile à la production d'énergie, au transport et à la recherche scientifique. Par exemple, un champ magnétique intense est nécessaire pour confiner le plasma dans le processus de fusion nucléaire, une technologie où le Québec est particulièrement engagé grâce à la construction récente d'un réacteur à fusion nucléaire de type Tokamak. Dans le domaine du transport, on pensera immédiatement aux trains à propulsion magnétique dont

certain prototypes existent déjà en Allemagne, au Japon et en Grande-Bretagne. Ces trains nécessitent l'emploi d'électro-aimants supraconducteurs à basse température. En recherche fondamentale, il y a, bien sûr, le projet américain d'un super-accelérateur de particules ayant la forme d'un anneau de 80 km de circonférence : là encore, de puissants aimants supraconducteurs seront nécessaires pour diriger le faisceau de particules.

De façon plus générale, les lignes de transport d'énergie profiteront grandement de cette nouvelle génération de supraconducteurs grâce à une réduction importante des pertes d'énergie. De même, l'industrie des dispositifs microélectroniques verra ses caractéristiques sensiblement améliorées pour donner naissance à une nouvelle génération de super-ordinateurs. On le voit, les applications technologiques sont nombreuses et leur impact considérable. Il faut cependant savoir si ces nouveaux matériaux peuvent remplir toutes les promesses qu'ils font naître.

LA PROBLÉMATIQUE

Les matériaux dont il est ici question sont des céramiques relativement faciles à produire. Les échantillons polycristallins sont obtenus à partir d'un mélange choisi d'oxydes métalliques poudreux, chauffé en présence d'air dans un creuset d'alumine. Les produits de la réaction sont alors réduits en poudre et recuits sous atmosphère d'oxygène. L'échantillon est ensuite obtenu en comprimant la poudre en pastille solide (frittage). La grosseur des grains et la force de compression utilisée déterminent la qualité ultime du fritté obtenu.

Il est clair qu'avec de tels matériaux l'usinage des échantillons pose des problèmes techniques susceptibles de limiter les applications technologiques, et c'est avec un certain scepticisme que l'on doit considérer la réalisation de fils et de rubans supraconducteurs facilement malléables. De plus, en raison même de la nature des échantillons produits, les densités de courant électrique que l'on arrive à y faire passer sont faibles en comparaison des supraconducteurs conventionnels. La résistance de contact entre les grains reste élevée et cette limite à la densité de courant pourrait bien empêcher la production de champs magnétiques intenses. Pour résoudre ce problème lié à la nature du fritté, il est donc impérieux de produire des échantillons de meilleure qualité et plus particulièrement des monocristaux (on élimine ainsi les résistances para-

sites). On ne réussira à améliorer la qualité des échantillons que si l'on connaît bien la structure de ces composés et que l'on parvient à répondre à la question suivante : « Pourquoi ces matériaux deviennent-ils supraconducteurs ? » La réponse viendra lorsqu'on aura identifié le mécanisme qui déclenche la supraconductivité à des températures aussi élevées.

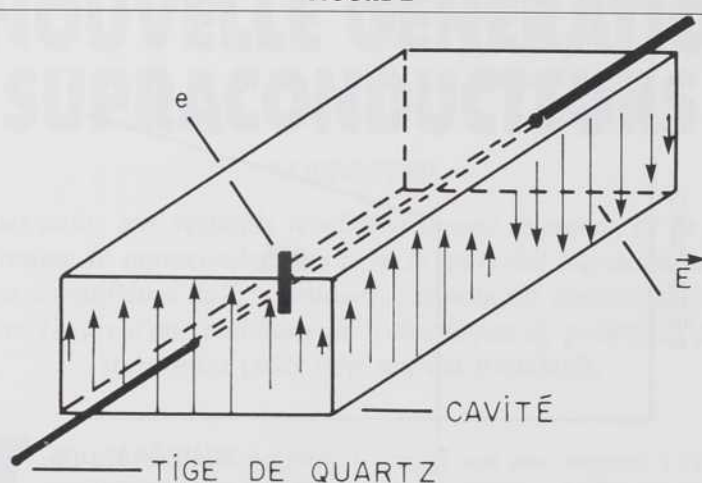
Plusieurs groupes à travers le monde, dont certains canadiens, sont à l'oeuvre dans le domaine. Théoriciens et expérimentateurs collaborent étroitement afin d'aider à la compréhension des nouveaux matériaux. À Sherbrooke, nous sommes engagés dans cette recherche depuis quelques mois. Notre expertise dans l'étude de l'hyperfréquence (gigahertz) de divers conducteurs (métaux, semiconducteurs) nous a permis d'établir une collaboration fructueuse avec l'un des groupes les plus actifs dans le domaine, celui du Dr A.J. Freeman, de la Northwestern University. La technique utilisée pour étudier ces matériaux est fort originale et nous sommes présentement les seuls à l'appliquer à la supraconductivité. Nous croyons donc être en mesure de contribuer de façon significative à la compréhension de cette nouvelle génération de supraconducteurs.

L'ABSORPTION D'HYPERFRÉQUENCE

En raison de la nature frittée des nouveaux matériaux supraconducteurs, la mesure habituelle de la conductivité électrique en courant continu est dépendante de la taille des grains et du degré de compactage de l'échantillon. Ces effets parasites gênent la détermination de la valeur absolue de la conductivité lorsque le matériau est à l'état normal ($T > T_c$). Toutefois cette valeur est essentielle pour comprendre le mécanisme qui déclenche la supraconductivité. Il est donc important de pouvoir déterminer la conductivité intrinsèque du matériau de façon directe et indépendante de la géométrie de l'échantillon. De plus, la mesure en courant continu ne peut nous renseigner sur le pourcentage du volume de l'échantillon qui devient effectivement supraconducteur car, dès qu'un chemin supraconducteur est établi dans l'échantillon, la résistance devient nulle.

La méthode expérimentale utilisée par notre groupe est l'absorption d'hyperfréquence par divers matériaux isolants ou conducteurs. Selon une technique de perturbation appropriée, l'échantillon est placé dans le champ électromagnétique stationnaire d'une

FIGURE 2



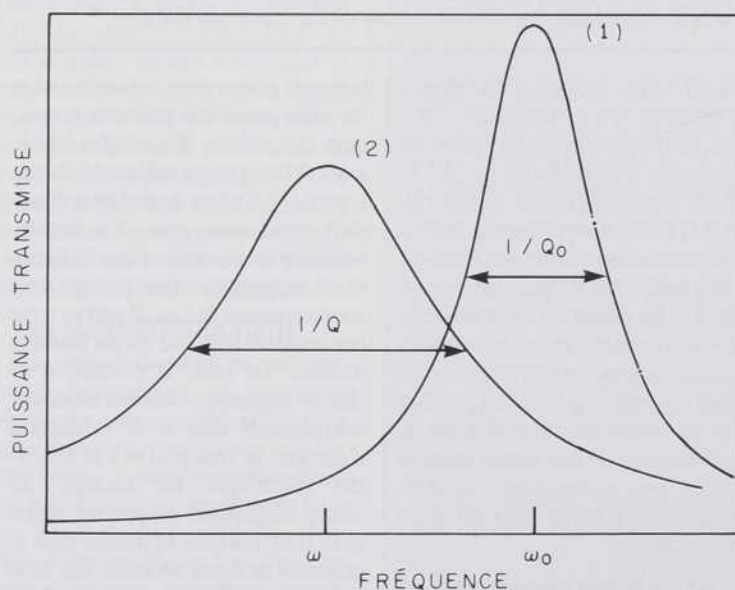
L'absorption d'hyperfréquences dans les supraconducteurs permet d'obtenir la valeur absolue de la résistivité lorsque le matériau est à l'état normal ($T > T_c$). L'échantillon (e) est placé dans le champ électromagnétique stationnaire $\vec{E}$ d'une cavité résonnante. Les flèches indiquent la configuration du champ électrique, et l'échantillon est placé et orienté en champ maximal. La tige de quartz permet de sortir et d'orienter l'échantillon.

cavité résonnante, la gamme de fréquences se situant entre 9 et 17 GHz et la température pouvant varier entre 2 et 300 K (figure 2). Afin de comprendre aisément la technique, il suffit d'associer la cavité à un circuit électrique RLC (R = résistance, L = inductance, C = capacité) résonnant à une fréquence de ω_0 à ω et une variation du facteur de qualité de Q_0 à Q , ces paramètres représentant par analogie une

variation de la capacité et de la résistance (figure 3).

Pour le cas d'un échantillon fortement conducteur (métal), le champ d'hyperfréquence ne pénètre ce dernier que sur une profondeur δ ($\delta = (2/\omega\mu\sigma)^{1/2}$), appelée épaisseur de peau, dépendante de la conductivité σ et de la perméabilité μ . Plus la conductivité est élevée, moins le champ péné-

FIGURE 3



Courbe de résonance de la cavité : (1) cavité seule (l'échantillon est sorti) ; (2) cavité lorsque l'échantillon est inséré en champ électrique maximal. Lorsque l'échantillon est inséré dans le champ électrique maximal de la cavité, il s'ensuit un déplacement de la fréquence de résonance de ω_0 à ω et une variation du facteur de qualité de Q_0 à Q .

tre et plus l'absorption est faible. L'approximation d'épaisseur de peau est alors utilisée pour obtenir la conductivité via la variation du facteur de qualité⁶.

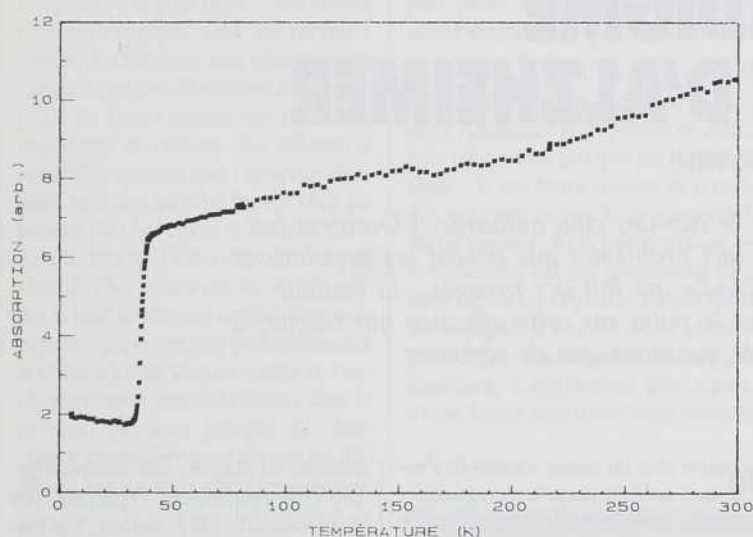
L'absorption d'hyperfréquence dans les supraconducteurs fournit donc une information des plus pertinentes. On peut obtenir la valeur absolue de la résistivité dans l'état normal ($T > T_c$) et sa dépendance en fonction de la température, ces paramètres étant essentiels à la compréhension du mécanisme déclenchant la supraconductivité. La technique est sans contact et insensible aux effets parasites déjà discutés.

LE SUPRACONDUCTEUR Ba-La-Cu-O

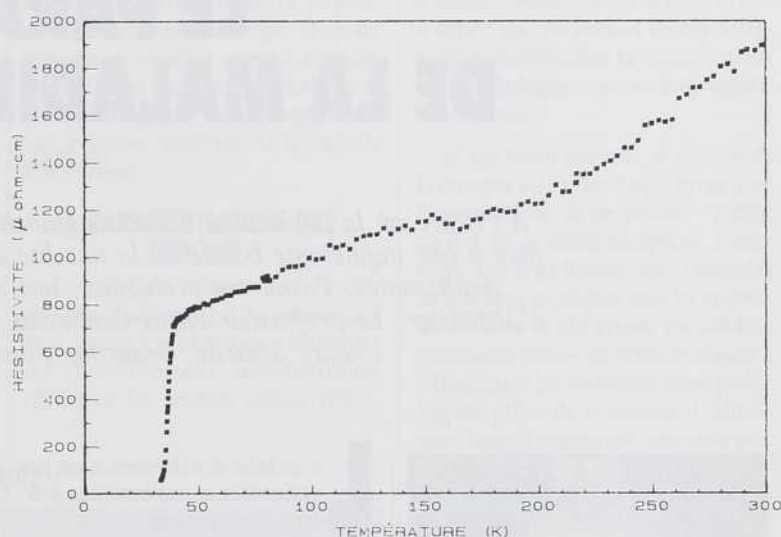
Un des composés sur lesquels nous travaillons en ce moment appartient à la famille Ba-La-Cu-O. Il s'agit de l'alliage $\text{La}_{1.8}\text{Sr}_{0.2}\text{CuO}_4$ pour lequel nous présentons à la figure 4 a le changement et l'absorption en fonction de la température⁷. On notera une décroissance progressive de l'absorption d'hyperfréquences en abaissant la température de 300 à 40 K, ce qui reflète le caractère métallique (résistivité diminuant avec la température) du composé à l'état normal. À 38 K l'absorption diminue rapidement de plus de 75 p. cent pour finalement saturer à partir de 32 K. L'échantillon est passé à l'état supraconducteur et sa résistivité est très faible. Le niveau résiduel d'absorption au-dessous de la T_c est important et il peut être expliqué soit par une fraction du volume qui ne se transforme pas, soit par des pertes associées à l'état supraconducteur même. Pour l'état normal ($T > 40$ K), la résistivité du matériau déduite des données d'absorption est présentée à la figure 4 b.

De nombreuses informations sur l'état supraconducteur peuvent aussi être obtenues par l'étude du comportement de l'absorption en présence d'un champ magnétique statique (figure 5). Quand on augmente la valeur de ce champ, la transition se déplace progressivement vers les basses températures et elle s'élargit. De plus, la valeur résiduelle de l'absorption augmente. Ce comportement ressemble à celui observé chez les supraconducteurs conventionnels de type II. À partir de ces données, on évalue le champ critique H_{c2} à environ 38 Teslas (champ nécessaire pour détruire complètement la supraconductivité). Le niveau résiduel d'absorption augmente également avec le champ appliqué : une étude approfondie de ce comportement aidera à

FIGURE 4

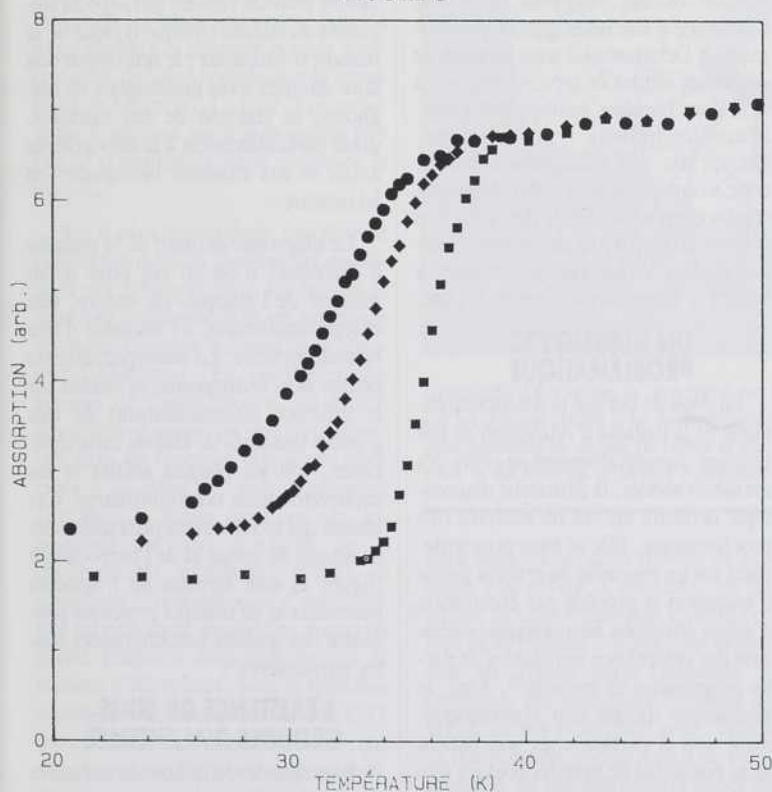


a) Absorption d'hyperfréquence Δ (1/2Q) à 17 GHz en fonction de la température du composé $\text{La}_{1.8}\text{Sr}_{0.2}\text{CuO}_4$. L'absorption diminue progressivement à partir de 300 K, indiquant le caractère métallique du composé. Vers 40 K, il y a une chute rapide de l'absorption et le matériau devient supraconducteur. Au-dessous de la T_c , l'absorption résiduelle reste élevée, ce qui indique qu'une fraction importante du volume ne s'est pas transformée.



b) Résistivité du même composé en fonction de la température déduite des données de la figure a. La résistivité diminue progressivement à partir de 300 K comme c'est le cas pour tout métal. Vers 200 K, la légère anomalie est le résultat d'une déformation de la structure du matériau. À 40 K, le composé devient supraconducteur et la résistance devient très faible; elle est cependant différente de zéro, car une portion de l'échantillon est toujours à l'état normal.

FIGURE 5



Absorption d'hyperfréquence Δ (1/2Q) à 17 GHz en fonction de la température du composé $\text{La}_{1.8}\text{Sr}_{0.2}\text{CuO}_4$ en présence d'un champ magnétique H.

En appliquant un champ magnétique statique au matériau, la température de transition est repoussée vers des températures plus basses et la largeur de la transition augmente. Ce comportement est typique d'un supraconducteur de type II. La variation du niveau résiduel d'absorption au-dessous de la T_c est reliée à une pénétration plus efficace du champ magnétique et à une fraction moins grande de matériau supraconducteur.

mieux cerner l'état supraconducteur et à déterminer le champ H_{c1} .

La caractérisation de l'état supraconducteur en champ magnétique est essentielle en vue d'applications futures en champs magnétiques intenses. Il s'agit ici de déterminer le type de supraconducteur, de mesurer les différents champs critiques et d'apprécier la validité de la théorie BCS pour ces matériaux.

CONCLUSION

Cette nouvelle génération de supraconducteurs aura sans nul doute un impact considérable sur nos sociétés et il est difficile d'imaginer des secteurs de notre vie « technologique » qui ne seront pas touchés par leur découverte. La recherche fondamentale vient également de trouver un domaine d'une richesse indiscutable qui la place de façon directe en contact avec la recherche appliquée. Nous croyons être en mesure, à Sherbrooke, de participer à ce grand *happening* scientifique par l'apport d'une technique d'hyperfréquence originale et particulièrement bien adaptée pour caractériser des transitions de phase de type supraconducteur (on peut mesurer des variations de conductivité sur 7 ordres de grandeur). Grâce à d'autres techniques telles la spectrométrie infrarouge et les ultrasons, nous comptons apporter une contribution valable à la caractérisation de ces matériaux; nous souhaitons, en

outre, aider l'industrie, si le besoin se manifeste, à sauter dans le train de la supraconductivité. ■

Remerciements

Ce travail sur les nouveaux supraconducteurs est rendu possible grâce au groupe de Northwestern, K. Poeppelmeier et J.P. Thiel, qui fabriquent les échantillons et grâce au soutien technique et scientifique de Guy Quirion, étudiant de 3^e cycle.

Références

1. BEDNORZ, J.G. et MÜLLER, K.A., « Possible High T_c Superconductivity in the Ba-La-Cu-O System », *Z. phys.*, B64, 1986, p. 189.
2. BARDEEN, J., COOPER, L.N. et SCHRIEFER, J.R., « Theory of Superconductivity », *Phys. Rev.*, n° 108, 1957, p. 1175.
3. LEMONICK, M.D., « Superconductors », *Time Magazine*, 11 mai 1987.
4. WU, M.K., ASHBURN, J.R., TOREN, C.J., HOR, P.H., MENG, R.L., GAO, L., HUANG, Z.J., WANG, Y.Q. et CHU, C.W., « Superconductivity at 93 K in a New Mixed Phase Y-Ba-Cu-O Compound System at Ambient Pressure », *Phys. Rev. Letters*, n° 58, 1987, p. 908.
5. BURAVOV, L.I. et SCHEGOLEV, I.F., *Prib. Tekh. Espk.*, n° 2, 1971, p. 171.
6. ONG, N.P., « Microwave Cavity Perturbation Equation in the Skin Depth Regime », *J. Appl. Phys.*, n° 48, 1977, p. 2935.
7. POIRIER, M., QUIRION, G., POEPELMEIER, K.R. et THIEL, J.P., « Microwave Study of High T_c Superconductivity $\text{La}_{1.8}\text{Sr}_{0.2}\text{CuO}_4$ », soumis à *Phys. Rev. B. Brief Report*, avril 1987.

LE PARADIGME DE LA MALADIE D'ALZHEIMER

PAR DENIS GAUVREAU

À l'heure où la population mondiale franchit le cap des cinq milliards, l'Occident fait face à une inquiétante baisse de la natalité et aux problèmes que posent ses populations vieillissantes. Parmi ces problèmes, une maladie qui fait des ravages : la maladie d'Alzheimer. Le professeur Denis Gauvreau fait le point sur cette affection qui suscite, à l'heure actuelle, beaucoup plus de questions que de réponses.



Denis Gauvreau est professeur chercheur à l'INRS-Santé.

La maladie d'Alzheimer n'est pas véritablement une condition nouvelle ; en contrepartie, sa fréquence est beaucoup plus élevée qu'on ne l'avait cru jusqu'à tout récemment. De fait, les pertes cognitives associées au vieillissement normal avaient déjà été documentées de façon spécifique à l'ère romaine, et sans aucun doute notées par nos tout premiers ancêtres. Quand Alois Alzheimer rapporta en 1906 ses observations anatomo-morphologiques sur une patiente de 51 ans décédée après quelques années de sérieux troubles de désorientation et des changements mnésiques progressifs — dont l'examen neuropathologique objectivait à la fois une atrophie cérébrale sévère et l'apparition d'importantes modifications des neurofibrilles¹ —, il ne pouvait évidemment envisager que l'affection de ladite patiente allait un jour porter son nom et que cette « maladie d'Alzheimer » ferait concrètement l'objet d'un intérêt scientifique international considérable quelque soixante-quinze années plus tard.

À cette époque, les problèmes de sénilité étaient imputés sans distinction et plus ou moins directement à l'irrigation sanguine du cerveau, et ils résultaient, croyait-on, du durcissement progressif des artères et des vaisseaux. L'emprise de cette théorie était telle au cours du dix-neuvième siècle, et d'une bonne partie du vingtième siècle, que la redécouverte de la maladie d'Alzheimer ne s'est opérée qu'après l'introduction de techniques affinées de microscopie électronique et d'analyse neuropathologique. L'investigation rigoureuse des cerveaux de personnes âgées a en effet permis, dans les quelque vingt dernières années, de démontrer qu'au sens strict la maladie d'Alzheimer afflige plus de 50 p. cent de toutes celles ayant souffert de sénilité — jadis considérée comme une vague condition pathologique, en quelque sorte inéluctable, intimement associée aux processus de vieillissement normaux. L'unification pro-

gressive sous un même vocable de l'entité rare qu'était jusqu'à récemment la démence présénile d'Alzheimer et de plusieurs autres formes de démence sénile d'origine présumément vasculaire s'est fondée principalement sur des constatations neuropathologiques singulières, c'est-à-dire des lésions semblables dans le cerveau².

Cette conception unitaire ne fait plus tout à fait l'unanimité au sein de la communauté scientifique, puisque différents travaux récents suggèrent fortement l'existence d'une hétérogénéité pathologique et l'existence de sous-groupes de démences séniles de type Alzheimer, à la fois sur les plans neuropathologique, neurobiochimique et clinique. Quoiqu'elle soit possiblement fautive, cette vision unificatrice des démences séniles et pré-séniles aura donné le coup d'envoi aux activités de recherche sur la maladie d'Alzheimer qui ont cours à travers le monde depuis bientôt dix ans.

UN DIAGNOSTIC PROBLÉMATIQUE

En dépit du fait que la description clinique de la maladie d'Alzheimer se soit précisée considérablement au cours des dernières années, la démarche diagnostique demeure encore un exercice très problématique. Elle se base principalement sur un ensemble de critères précis d'exclusion et procède par élimination d'autres affections neurologiques entraînant des symptômes semblables de pertes progressives de mémoire³. Ainsi, le neurologue traitant doit systématiquement voir à exclure chez son patient toute possibilité de troubles pouvant être confondus cliniquement avec la maladie d'Alzheimer, dont les maladies de Parkinson, de Creutzfeldt-Jacob et d'Huntington, une hydrocéphalie communicante, une paralysie supranucléaire progressive, des infections chroniques, un accident cérébrovasculaire ou des infarctus cérébraux multiples, une tumeur cérébrale, un hématorne sous-dural, la

sclérose en plaques, une encéphalopathie post-traumatique, l'épilepsie, des problèmes affectifs primaires, une longue histoire de dépressions importantes, la schizophrénie, l'alcoolisme, des abus de substances hallucinogènes ou une intoxication médicamenteuse, une hypothyroïdie, l'hypertension artérielle sévère, des déficiences en vitamine B₁₂ ou en acide folique, des cancers, le diabète insulino-dépendant, ou d'autres maladies systémiques. Toutes ces conditions peuvent simuler des aspects singuliers du tableau clinique typique de la maladie d'Alzheimer ; le neurologue doit donc éliminer toute présomption de diagnostic de chacune de ces maladies, grâce particulièrement à la tomographie axiale et aux examens biologiques en laboratoire.

Le diagnostic définitif de la maladie d'Alzheimer n'est en fait posé qu'au moment de l'autopsie ou encore, très exceptionnellement, à l'occasion d'une biopsie corticale. Le neuropathologiste précise alors le diagnostic, se fondant sur la présence (essentiellement) de très grandes quantités de lésions caractéristiques, soit les plaques séniles et les enchevêtrements neurofibrillaires. Ces lésions qui se retrouvent principalement au niveau du cortex et de l'hippocampe (figure 1) sont formées de fragments neuronaux et de matériel protéique possédant des qualités histochimiques toutes particulières².

L'EXISTENCE DE SOUS-GROUPES D'ALZHEIMER

Bien que la définition du caractère distinctif d'une maladie neurodégénérative de type Alzheimer chez les personnes âgées souffrant de pertes de mémoire ait concrètement représenté le paradigme scientifique par lequel ont été réanimés les cercles d'étude sur les anomalies du vieillissement cérébral, la notion traditionnelle des deux formes de démence dites « sénile » et « présénile »

subsiste toujours dans le langage neurologique — et pour cause⁴. Sur le plan neuropathologique, tous les cerveaux atteints d'Alzheimer sont généralement marqués par une diminution notable du poids de tissu, causée par une perte importante de cellules. Par ailleurs, il apparaît nettement que l'atrophie cérébrale se limite au lobe frontal chez les patients plus âgés (plus de 80 ans), alors qu'elle touche l'ensemble du cerveau chez les plus jeunes (moins de 70 ans). Sur la base de diverses constatations neuropathologiques, et plus particulièrement la distribution de plaques séniles et d'enchevêtrements neurofibrillaires dans le cerveau, plusieurs groupes de chercheurs s'entendent pour classer les différents cas en deux catégories distinctes. Ainsi, la maladie d'Alzheimer de type I, débutant essentiellement après 75 ans, se caractérise par des lésions neuropathologiques se limitant généralement aux lobes temporaux, tout en se différenciant cliniquement par une aggravation progressive et relativement lente. L'autre type d'Alzheimer (II) se reconnaît à un déclenchement plus précoce (avant 70 ans), et se distingue par des lésions plus diffuses qui touchent non seulement les lobes temporaux, mais les lobes frontaux et plusieurs noyaux sous-corticaux (le locus coeruleus et le noyau basal de Meynert). Le type II se caractérise également par une évolution très rapide et particulièrement sévère de la maladie.

Sur le plan biochimique, une série de neurotransmetteurs (médiators protéiques des échanges entre les neurones) semblent impliqués dans les processus de dégénérescence typiques de la maladie d'Alzheimer. En particulier, les niveaux de l'acétylcholine, un neurotransmetteur jouant un rôle très important dans les fonctions cognitives associées à la mémoire, sont sévèrement affectés à la baisse dans ces cas. En mesurant les taux d'activité de la choline-acétyl transférase (CAT), il appert que la concentration d'acétylcholine est nettement abaissée au niveau du cortex temporal dans tous les cas de maladie d'Alzheimer, mais la réduction significative de la concentration de CAT dans le cortex frontal ne se retrouve que dans le groupe d'Alzheimer de type II. De plus, il semble que les déficits en neurotransmetteurs mesurés dans la maladie d'Alzheimer sont d'autant plus importants que les sujets sont plus jeunes. Tandis que chez les personnes âgées, le déficit cholinergique se limite généralement au lobe temporal et à l'hippocampe et celui en somatostatine au cortex temporal, les jeunes cas ont un

déficit cholinergique plus important et plus diffus, ainsi que des déficits en noradrénaline, Gaba et somatostatine.

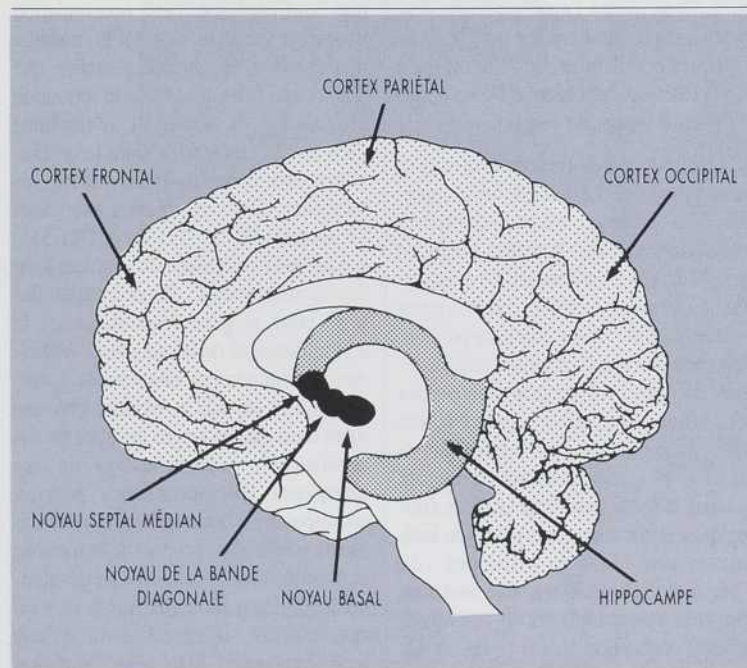
L'étude du profil évolutif de différents groupes de cas atteints de la maladie d'Alzheimer nous permet de distinguer quatre sous-groupes sur le plan clinique : a) une forme bénigne de la maladie, avec peu ou pas de progression du déclin cognitif ; b) la forme typique qui se caractérise par une progression régulière du déclin cognitif ; c) une forme accompagnée d'emblée d'une séméiologie extrapyramidale nette de type parkinsonien, d'aggravation plus rapide ; d) une forme avec myoclonies (contrac-

priori qu'elles correspondent à des différences qualitatives. De fait, il est plausible qu'une seule étiologie et qu'un mécanisme commun soient à l'origine des différents changements cliniques et neuropathologiques mesurés chez toutes les personnes souffrant de la maladie d'Alzheimer.

LA CARACTÉRISATION DES LÉSIONS

La maladie d'Alzheimer se caractérise principalement par la présence de deux lésions à prédominance corticale : les enchevêtrements neurofibrillaires (ENF) et les plaques séniles (PS)⁵.

FIGURE 1



La maladie d'Alzheimer se caractérise par la présence de très grandes quantités de lésions, soit les plaques séniles et les enchevêtrements neurofibrillaires. Ces lésions, qui se retrouvent principalement au niveau du cortex et de l'hippocampe, sont formées de fragments neuro-ux et de matériel protéique possédant des qualités histo-chimiques toutes particulières.

tions musculaires convulsives) de pronostic très sévère. Cependant, les différents facteurs influençant le profil évolutif de la maladie d'Alzheimer demeurent en grande partie inconnus et, comme le fait remarquer Reisberg sur la base de son expérience avec l'échelle de détérioration globale qu'il a lui-même proposée, les malades peuvent passer des périodes variables aux différents stades de la maladie².

Malgré la mise en évidence de différences quantitatives pour le moins évidentes sur les plans neuropathologique, neurobiochimique et clinique entre les différents malades, nous n'avons aucune raison à l'heure actuelle de présumer a

L'angiopathie congophile (affection vasculaire) représente également un autre type de lésion assez fréquemment observée chez les personnes âgées et les personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer. Les plaques séniles sont généralement constituées d'un noyau dense, quoique parfois diffus, de matériel protéique entouré de débris divers de neurones en décomposition. Elles peuvent atteindre un diamètre de 150 μ et sont localisées dans les espaces extracellulaires. Les enchevêtrements neurofibrillaires, comme leur nom l'indique, sont formés d'amas de fibrilles en dégénérescence et se retrouvent principalement à l'intérieur du corps cellulaire. Ces der-

niers étant également observés dans d'autres conditions neurodégénératives, il appert que les plaques séniles représentent véritablement la caractéristique neuropathologique propre à la maladie d'Alzheimer.

D'une façon générale, la sévérité de la démence est en corrélation étroite avec la quantité brute de ces lésions — encore qu'il y ait certaines exceptions à cette règle. Les deux lésions sont constituées de filaments protéiques dont les propriétés (comme la très grande insolubilité) constituent encore un obstacle majeur à l'élucidation du processus neuropathologique précis de la maladie d'Alzheimer. Jusqu'à maintenant, une seule protéine (amyloïde) a été extraite des préparations de noyaux de plaques séniles et des enchevêtrements neurofibrillaires. Sa séquence correspond à celle de la protéine déjà extraite des préparations de vaisseaux cérébraux de cas Alzheimer avec angiopathie congophile. Toutefois, en raison des difficultés inhérentes à la purification de ces structures organiques et des problèmes de contamination d'échantillons « purs », il serait pour le moment hasardeux de baser toute hypothèse de développement de la maladie d'Alzheimer sur cette seule protéine (voir encadré).

Par ailleurs, s'il s'avérait que cette protéine soit effectivement le constituant majeur des trois lésions caractéristiques de la maladie d'Alzheimer, la possibilité d'un mécanisme analogue à celui déjà mis à jour dans certains types de cancers ne pourrait être exclue d'emblée ; ainsi, l'existence d'un « oncogène » de la maladie d'Alzheimer pourrait expliquer l'accumulation excessive de cette protéine unique dans les tissus. Cependant, il est plus que probable que d'autres composants protéiques seront découverts dans les plaques séniles et les enchevêtrements neurofibrillaires.

L'importance de ces différentes lésions corticales (principalement les plaques séniles et les enchevêtrements neurofibrillaires) dans l'expression clinique de la maladie d'Alzheimer fait évidemment l'objet de spéculations diverses. De plus, la relation précise entre l'apparition de ces lésions et les déficits en neurotransmetteurs demeure pour le moins nébuleuse. D'un côté, l'hypothèse vasculaire de la maladie d'Alzheimer prête à la barrière hémato-encéphalique un rôle déterminant dans l'étiologie des lésions ; ainsi, selon cette hypothèse, des substances toxiques d'origine sérique seraient libérées dans le tissu nerveux et la substance amyloïde des enchevêtrements

neurofibrillaires et des plaques séniles résulteraient possiblement de l'influence délétère de ces toxines sur le métabolisme cérébral. À l'inverse, l'hypothèse neuronale confère actuellement à un récepteur de la surface cellulaire un rôle important dans l'apparition des lésions caractéristiques de la maladie d'Alzheimer, les paires de filaments en hélice se dégradant progressivement pour former la substance amyloïde des plaques séniles. La plupart des travaux biochimiques sur la maladie d'Alzheimer n'étant effectués que sur des cerveaux recueillis au moment du décès, après généralement au moins 5 ans de neurodégénérescence cliniquement apparente, il demeure assez difficile de dégager toute notion de cause (mécanisme étiologique) ou d'effet (épiphénomène métabolique) de l'étude de la biochimie de ces lésions. Les plaques séniles et les enchevêtrements neurofibrillaires pourraient, en fait, ne représenter que des phénomènes tardifs dans l'expression de la maladie, et n'être que la conséquence secondaire ou indirecte de la pathologie fondamentale. Vraisemblablement, la découverte du lien entre l'accumulation des enchevêtrements neurofibrillaires et des plaques séniles et l'évolution clinique des cas Alzheimer, tout autant que la caractérisation de la composition totale de la substance amyloïde de ces deux lésions, devraient contribuer à résoudre au moins une partie de l'énigme de la maladie d'Alzheimer.

LA RECHERCHE DES FACTEURS CAUSALS

Dans quelques rares études de vastes ascendances familiales, la maladie paraît être transmise sur plusieurs générations et à travers les branches collatérales comme une mutation autosomale dominante (c'est-à-dire non associée au chromosome sexuel). Plus souvent qu'autrement, cependant, seulement un sujet est affecté dans une famille et la maladie semble vraiment toucher de façon sporadique à travers la population générale. Par ailleurs, dans environ 15 à 30 p. cent des cas, deux ou trois parents des 1^{er} et 2^e degrés d'un sujet sont également affectés par la maladie.

Les seuls facteurs de risque pour la maladie d'Alzheimer déjà exposés par différentes études épidémiologiques sont l'âge, la trisomie 21, les antécédents familiaux faisant ressortir des démences du type Alzheimer et la trisomie 21, les traumatismes crâniens et les affections thyroïdiennes. De plus, l'hypothèse d'une origine virale (du type couramment associé à la maladie de Creutzfeldt-Jacob, par exemple) semble exclue par

les résultats négatifs obtenus lors des tentatives de transmission de la maladie par injection dans des cerveaux de primates d'homogénats cérébraux de cas Alzheimer⁶.

Les résultats préliminaires obtenus dans le cadre de la matrice d'épidémiologie génétique du projet IMAGE (Investigations de la maladie d'Alzheimer : génétique et épidémiologie) semblent toutefois suggérer une origine virale à la maladie d'Alzheimer. Ce projet de recherche se fonde sur l'édification d'un registre de cas à travers l'ensemble du territoire du Saguenay-Lac-Saint-Jean. Caractérisé par une approche multidisciplinaire à l'étiologie de la maladie, il allie entre autres des techniques d'analyse de l'épidémiologie descriptive et des biostatistiques, de la génétique des populations, et de la biologie moléculaire et cellulaire, à l'interprétation des données de terrain.

L'importance du caractère héréditaire dans l'étude de l'étiologie de la maladie d'Alzheimer semble encore relativement faible, quoique la nature génétique des produits soit indéniable. Une discordance entre des jumelles monozygotes — une seule ayant développé une démence de type Alzheimer ultérieurement confirmée à l'autopsie, l'autre étant sans symptôme clinique apparent 20 ans après le début de la démence de sa soeur — ne semble pouvoir s'expliquer que par la contribution de facteurs étiologiques environnementaux, tout en indiquant une faible influence de l'hérédité⁷. Par ailleurs, une mutation (ou une microduplication) survenant après la conception ou aux premiers stades de l'embryogénèse chez l'une des jumelles seulement pourrait expliquer une telle discordance. La mise en évi-

dence récente d'une duplication d'un petit fragment du chromosome 21 chez quelques cas Alzheimer (dans la région du proto-oncogène ETS-2 et du gène précurseur de la protéine A4 extraite de l'amyloïde de la plaque sénile) semblait étayer d'un exemple probant la possibilité d'une altération du génome au moment de l'embryogénèse⁸. Malheureusement, ces résultats n'ont pu être corroborés par d'autres laboratoires très actifs dans le domaine⁹.

L'accumulation d'amyloïde dans les cerveaux affectés du syndrome de Down (mongolisme) et d'Alzheimer étant vraisemblablement dépendante de l'âge physiologique, et nonobstant l'implication probable d'un effet de dosage génique pour expliquer cette accumulation excessive dans le cas de la maladie d'Alzheimer, il apparaît plausible que d'autres facteurs contrôlent la formation progressive de filaments d'amyloïde dans les plaques séniles, dans les enchevêtrements neurofibrillaires et sur les vaisseaux. Deux marqueurs anonymes (dénommés D21S1/D21S11 et D21/S16) sur la partie proximale du segment long du chromosome 21, démontrant un linkage pour le gène responsable de la forme familiale de la maladie d'Alzheimer (présument autosomale dominante), ont été mis en évidence récemment dans quatre larges groupes de cas familiaux¹⁰. L'identification de ces marqueurs chromosomiques pourrait correspondre à la caractérisation des éléments génétiques propres à la maladie et possiblement nécessaires au développement de la pathologie. Sur la base de ces résultats, il apparaît donc qu'une modification de l'ADN dans une région spécifique du chromosome 21 pourrait constituer le défaut responsable de cer-

taines formes rares (et en l'occurrence héréditaires) de la maladie d'Alzheimer. Cependant, ces travaux n'auraient pas été corroborés de façon définitive, et la corrélation obtenue n'est pas statistiquement assez intéressante pour nous permettre d'exclure à ce moment-ci la contribution peut-être importante d'autres gènes¹¹.

L'EXPRESSION SINGULIÈRE DE PLUSIEURS MALADIES AVEC DES ÉTIOLOGIES DIFFÉRENTES OU UNE MALADIE MULTIFACTORIELLE D'EXPRESSION VARIABLE

Les changements dégénératifs caractéristiques du cerveau affecté par la maladie d'Alzheimer résultent d'un processus pathologique vraisemblablement complexe dont les causes demeurent encore inconnues à ce jour. Toutefois, leur dénominateur commun semble être l'accumulation exagérée de protéines fibrillaires anormales formant des lésions également caractéristiques du vieillissement normal. Deux variantes de la démence sénile de type Alzheimer ont déjà été décrites, soit les types I et II, associés respectivement à des déclenchements tardif et précoce de la maladie sur le plan clinique. La différence entre ces deux variantes pourrait tout simplement être liée au stade précis de développement de la maladie ou à la sévérité d'un processus unique. Implicitement, une telle hypothèse suggère que la démence sénile de type Alzheimer est multifactorielle dans son étiologie, tout en représentant un phénomène universel se distinguant seulement par le « degré d'expression » des processus normaux du vieillissement cérébral. Ainsi, l'expression élevée d'amyloïdose observée dans la maladie d'Alzheimer (tout autant que dans le syndrome de Down) pourrait représenter une amplification d'un processus involutif apparaissant normalement au cours du vieillissement du système nerveux central. Par ailleurs, le type II pourrait être fondamentalement différent du type I (lequel se rapproche plus du vieillissement cérébral normal), et il serait possiblement causé par une mutation génétique ponctuelle, exposant ainsi seulement certains individus à un haut risque pour la maladie. De façon étonnante, différentes études récentes sur l'épidémiologie et l'histoire de cas familiaux de la maladie d'Alzheimer semblent corroborer ces deux approches hypothétiques distinctes, de sorte qu'il est encore impossible de trancher le problème de l'identité propre de la démence sénile de type Alzheimer. Le tableau 1 résume les possibilités de définition étiologique.

TABEAU 1

Les hypothèses étiologiques sur la relation entre la maladie d'Alzheimer (*stricto sensu*) et les démences séniles de type Alzheimer :

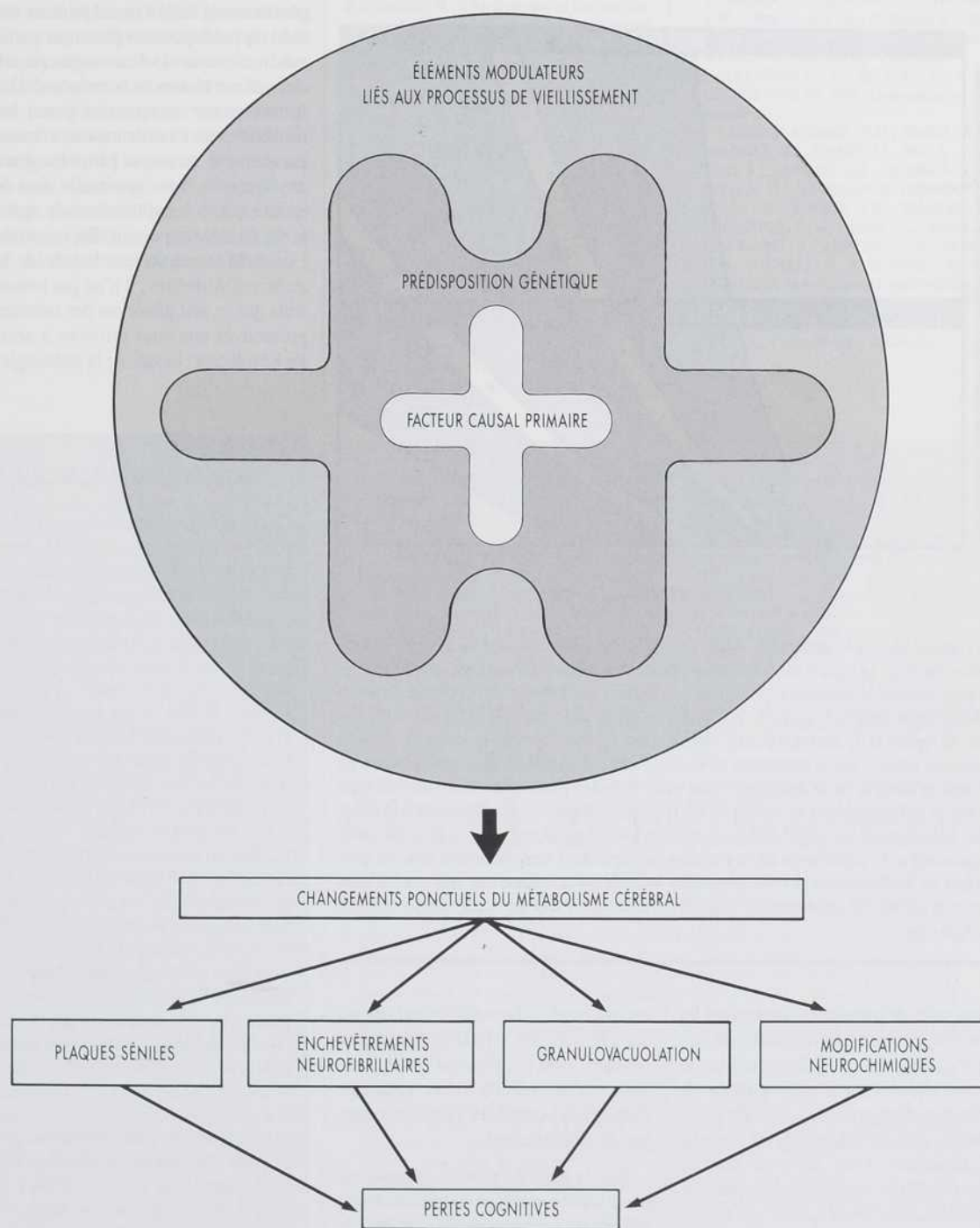
- 1. Une seule maladie et une étiologie commune.**
- 2. La maladie d'Alzheimer est un syndrome avec plusieurs étiologies, menant à des observations cliniques et pathologiques semblables (quoique non identiques).**
- 3. La maladie d'Alzheimer est un syndrome avec plusieurs étiologies, et chaque étiologie produit un syndrome qui n'apparaît pas distinct comme tel sur la base des observations cliniques, pathologiques et neurobiochimiques.**
- 4. La maladie d'Alzheimer est une réponse particulière de l'hôte à des facteurs étiologiques spécifiques, produisant une seule maladie au point de vue clinique avec des observations pathologiques différentes selon les individus.**

logique de la maladie d'Alzheimer en regard de cette question.

Une approche hypothétique à l'étiologie de la maladie d'Alzheimer de conception multifactorielle est schématisée à la figure 2. Selon ce modèle, l'expression d'un facteur causal dit primaire de nature virale, génétique, toxicologique ou systémique (encore indéterminé) reposerait sur une prédisposition génétique particulière. De plus, l'action conjuguée de ce facteur causal primaire et du bagage génétique spécifique serait dépendante de l'âge physiologique de l'individu par le biais d'un ou de plusieurs co-facteurs modulateurs ou amplificateurs. L'apparition de ces derniers serait intimement réglée par les processus de vieillissement normal. La prédisposition génétique particulière et l'âge physiologique seraient donc des éléments déclencheurs importants et nécessaires de la démence sénile de type Alzheimer. Ils peuvent être utilisés pour interpréter les variations entre les types I et II d'Alzheimer. En postulant l'existence d'un seuil critique de détection clinique de la maladie, que nous définirons comme étant le nombre de lésions cérébrales (les enchevêtrements neurofibrillaires, les plaques séniles, la granulo-vacuolation, les altérations dans les concentrations de différents neurotransmetteurs et l'atrophie cérébrale, par exemple) nécessaire ou suffisant pour entraîner des pertes de facultés cognitives décelables en clinique, il est possible de catégoriser selon leur période d'expression respective, ainsi que leur processus caractéristique d'évolution, les deux types de maladie d'Alzheimer tout autant, d'ailleurs, que les anomalies du vieillissement cérébral normal. Comme le montre le schéma de la figure 3, les processus du vieillissement cérébral normal pourraient entraîner à eux seuls une accumulation progressive, quoique de pente très faible, des lésions caractéristiques de la démence sénile de type Alzheimer. Cependant, les changements cliniques de l'Alzheimer ne se manifesteraient que rarement dans ces cas (ou de façon très mitigée), le seuil critique de détection clinique n'étant jamais dépassé sérieusement. En revanche, il serait possible d'expliquer les types I et II de la maladie d'Alzheimer par des variations polymorphiques dans la nature de la prédisposition génétique particulière à la maladie, ou encore par le concours variable des modifications métaboliques dues au rythme de vieillissement physiologique propre à chaque individu (aussi fondé vraisemblablement sur une série de caractères génétiques distincts). Les

FIGURE 2

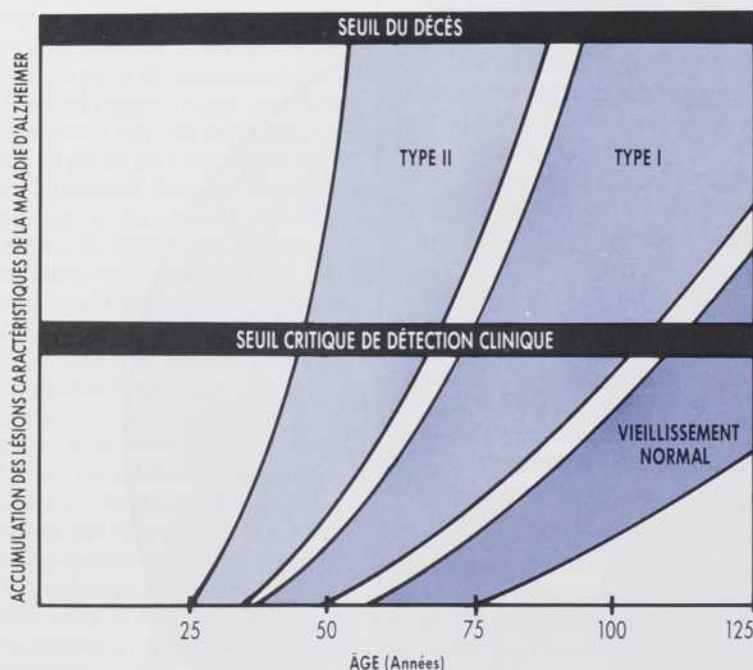
Schéma général d'une approche hypothétique de l'étiologie de la maladie d'Alzheimer.



Selon ce modèle, la maladie résulterait d'un processus multifactoriel. L'accumulation des lésions caractéristiques de la maladie d'Alzheimer serait le produit pathologique de l'interaction d'un facteur causal primaire, d'une prédisposition génétique particulière et des processus naturels de vieillissement physiologique. Le facteur causal primaire pourrait être d'origine virale, toxicologique, génétique ou systémique. L'expression de ce facteur déclencheur (clef du processus pathologique) reposerait sur un bagage héréditaire particulier. De plus, le développement de la maladie dépendrait étroitement de l'âge physiologique; ainsi, l'émergence d'un co-facteur modulateur, dont l'apparition serait intimement liée aux changements métaboliques résultant du vieillissement, constituerait l'élément amplificateur de l'interaction entre le facteur causal primaire et la prédisposition génétique particulière. L'organe effecteur de la maladie ne serait pas nécessairement le cerveau, ce dernier ne constituant possiblement que le seul tissu sensible aux produits de l'effet intégré du facteur causal primaire, de la prédisposition génétique à la maladie et des processus de vieillissement.

FIGURE 3

Représentation graphique hypothétique de la relation entre les taux d'accumulation des lésions caractéristiques de la maladie d'Alzheimer et les types I et II de cette maladie, ainsi que le vieillissement cérébral normal.



Les types I et II de la maladie d'Alzheimer diffèrent entre autres par leur mode d'évolution clinique. Le type II est relativement précoce et sévère dans ses manifestations cliniques, neurobiochimiques et pathologiques, tandis que le type I se rapproche plus des phénomènes caractéristiques du vieillissement cérébral normal. Dans les cas d'Alzheimer de types I et II, ainsi que dans le vieillissement cérébral normal, le nombre de lésions (plaques séniles, enchevêtrements neurofibrillaires, etc.) définirait le seuil critique de détection clinique de la maladie. D'une part, le type I pourrait se distinguer du type II par un polymorphisme au niveau de la prédisposition génétique particulière à la maladie. D'autre part, les types I et II pourraient ne former qu'un seul bloc, le stade de développement et la pénétrance de la maladie ne dépendant essentiellement que des processus de vieillissement physiologique par le biais de la modulation que ces derniers opèrent sur les gènes composant la prédisposition génétique particulière à la maladie d'Alzheimer.

deux types de pathologie exposeraient les cas (sous les instructions initiales du facteur causal primaire) à dépasser plus ou moins rapidement le seuil critique de détection clinique dans l'accumulation de lésions caractéristiques de la maladie d'Alzheimer. Ainsi, la forme précoce (de type II) se distinguerait fondamentalement de la forme tardive (de type I) par une accélération dans le processus d'accumulation de ces lésions. Les cas seraient amenés inéluctablement vers le seuil de décès, c'est-à-dire la zone du nombre létal de lésions. Selon toute probabilité, cette variation entre les deux formes de la maladie d'Alzheimer (d'aspect véritablement dramatique en clinique) se fonderait plutôt sur une (ou des) différence(s) au niveau de la prédisposition génétique particulière. Cette différence pourrait reposer essentiellement

sur un nombre limité de mutations ou sur une série de caractères génétiques distincts, dont l'expression serait particulièrement sensible aux variations métaboliques entraînées progressivement par le vieillissement.

Sur la base du modèle présenté ci-dessus, plusieurs cas soupçonnés d'être sporadiques pourraient en fait être de type familial. En effet, parce que le(s) gène(s) « composant » la prédisposition génétique particulière pour la démence sénile de type Alzheimer semble(nt) plus susceptible(s) de se manifester seulement au cours de la neuvième décennie (l'âge moyen de déclenchement de la maladie d'Alzheimer de type I oscillant, de fait, entre 80 et 85 ans), la plupart des parents d'un cas possédant cette prédisposition génétique particulière ne sont jamais

détectés, puisqu'ils meurent souvent avant d'avoir atteint l'âge de 90 ans. Selon cette hypothèse, le processus général du vieillissement cérébral représenterait l'élément de modulation de la pénétrance du facteur causal primaire sur fond de prédisposition génétique particulière. Il est facile d'envisager que cet élément modulateur de la maladie d'Alzheimer puisse se retrouver parmi les métabolites de l'axe neuro-endocrinien, par exemple, ou encore parmi les gènes impliqués de façon ponctuelle dans le maintien de l'état d'homéostasie après la fin du développement. En raison de l'insolubilité notoire des lésions de la maladie d'Alzheimer, il n'est pas impossible que ce soit plutôt par des mesures préventives que nous arrivions à arrêter l'évolution clinique de la pathologie.

L'élucidation du rôle des processus de vieillissement normal dans l'expression de la maladie d'Alzheimer revêt donc un caractère très particulier, puisque ces derniers constituent possiblement une fenêtre thérapeutique de choix, c'est-à-dire le meilleur espoir d'une voie accessible de guérison ou de prévention.

L'hypothèse étiologique fondée sur l'apparition d'une seule mutation génétique pourrait à elle seule expliquer l'existence d'exemples de nombreux cas à l'intérieur de grandes familles, ainsi que le lien étroit entre le syndrome de Down et la maladie d'Alzheimer. Par contre, en mettant de côté la question des variations dans l'ampleur et la sévérité des changements neuropathologiques entre les types I et II de la maladie d'Al-

BIOCHIMIE DES LÉSIONS DE LA MALADIE D'ALZHEIMER

Deux types de filaments se retrouvent dans les enchevêtrements neurofibrillaires (ENF) et les plaques séniles (PS) : les paires de filaments en hélice (PHF) d'un diamètre de 10 nm, et les filaments droits d'amyloïde (FDA) d'un diamètre de 4 à 10 nm. Les ENF sont des paquets de neuro-fibrilles formés de PHF s'accumulant dans le corps cellulaire des neurones en dégénérescence. Les PHF se retrouvent également en périphérie des plaques séniles dans les neurites dystrophiques, tandis qu'un amas dense de FDA entourant des dérivés inorganiques d'aluminosilicates forme le noyau des plaques séniles¹. L'angiopathie congophile se caractérise par une accumulation de FDA sur les parois des vaisseaux corticaux et leptoméningés². Les PHF et les FDA possèdent tous deux les propriétés physico-chimiques de la substance amyloïde. Ainsi, ils prennent une conformation tout à fait particulière, en structure bêta à feuillets plissés. Parmi les propriétés assez singulières de l'amyloïde, notons la diffraction bêta des rayons X, le dichroïsme après coloration au rouge congo et observation en lumière polarisée, la coloration élective à la thioflavine, l'insolubilité notoire, la résistance aux protéases et l'assemblage sous forme de filaments. En raison de l'insolubilité de ces filaments, les travaux de purification se sont révélés particulièrement laborieux et l'interprétation des résultats obtenus lors de ces tentatives demeure encore incertaine. Par solubilisation dans l'acide formique de la substance amyloïde du noyau des plaques séniles, un polypeptide d'environ 4 000 daltons (A4) a été extrait des échantillons purifiés², correspondant à celui qui avait déjà été obtenu de préparations de vaisseaux recouverts d'angiopathie congophile³. Les anticorps préparés contre le peptide de synthèse basé sur la séquence de la partie N-terminale de la protéine A4 ont permis de démontrer que cette dernière se retrouve effectivement au niveau du noyau dense des plaques séniles et dans les parois des vaisseaux angiopathiques⁴. La mise en évidence de l' α -antichymotrypsinogène dans les plaques séniles a également été réalisée grâce à des techniques immunohistochimiques⁵. Différents groupes de chercheurs ont annoncé avoir cloné un ADN complémentaire du précurseur de la protéine A4⁶⁻⁹. Le gène, situé sur le chromosome 21 et tout près du gène de la superoxyde dismutase^{7,10}, est exprimé dans le cerveau, mais également dans différents tissus. L'élucidation de la question du mécanisme cellulaire d'accumulation des protéines retrouvées dans les filaments d'amyloïde du système nerveux central semble d'autant plus complexe que nous savons maintenant que l'expression de ce gène est moins élevée dans les cerveaux Alzheimer que chez les témoins, tout en étant très importante dans le cervelet, une partie du cerveau où l'on ne retrouve pas de plaques séniles¹⁰. La localisation sur le chromosome 21 du gène de l'A4 constitue le premier élément d'une explication concrète de l'apparition des changements histopathologiques typiques de la maladie d'Alzheimer chez virtuellement tous les patients avec une trisomie 21 (mongo-

heimer, l'hypothèse multifactorielle semble plus adéquate pour expliquer la convergence entre les changements caractéristiques du vieillissement cérébral normal et ceux de la démence sénile de type Alzheimer.

Les études de populations générales semblent démontrer que l'incidence des cas de maladie d'Alzheimer augmente régulièrement avec l'âge, sans aucun indice probant d'une discontinuité mathématique suggestive de deux processus pathologiques distincts. Avec des taux d'incidence annuels de 1 à 2 p. cent après 80-85 ans, et une incidence cumulative de 15 à 30 p. cent autour de 90 ans, il n'est pas tout à fait incongru de parler dans le cas de la démence sénile de type Alzheimer d'une affection « assez commune ». En raison de l'aug-

mentation vraisemblable de l'espérance de vie au cours des prochaines années, la prévalence de la maladie d'Alzheimer ne fera que s'accroître dans nos pays industrialisés en proie à des taux de natalité particulièrement léthargiques et à un important vieillissement statistique. Les implications socio-économiques d'une telle perspective devraient à elles seules convaincre les autorités compétentes d'investir sérieusement dans la recherche sur l'origine et le traitement de cette maladie qui est déjà la quatrième cause de mortalité en Amérique et un poids inquiétant pour notre système social de soins et de santé. ■

Références

1. ALZHEIMER, A., « Über eine Eigenartige Erkrankung der Hirnrinde », *Allgemeine Zeitschrift für Psychiatrie und Psychisch-Gerichtliche Medizin*, 1907, vol. 641, pp. 146-147.
2. REISBERG, B., « An Overview of Current Concepts of Alzheimer's Disease, Senile Dementia and Age-Associated Cognitive Decline », *Alzheimer's Disease*, B. Reisberg (éditeur), New York : The Free Press, 1983.
3. MCKHANN, G., DRACHMAN, D., FOLSTEIN, M., KATZMAN, R., PRICE, D. et STADLAM, E.M., « Clinical Diagnosis of Alzheimer's Disease », *Neurology*, 1984, vol. 34, pp. 939-944.
4. BÈS, A., CAHN, J., CAHN, R., HOYER, S., MARC-VERGNES, J.P. et WISNIEWSKI, H.M. (éditeurs), *Current Problems in Senile Dementias : Early Detection*, London : John Libbey, 1986.
5. TRABER, J. et GISPEN, W.H. (éditeurs), *Senile Dementia of the Alzheimer Type*, Berlin : Springer-Verlag, 1985.
6. ROCCA, W.A., AMADUCCI, L.A. et SCHOENBERG, B.S., « Epidemiology of Clinically Diagnosed Alzheimer's Disease », *Annals of Neurology*, 1986, vol. 19, pp. 415-424.
7. RENVOIZE, E.B., MINDHAM, R.H.S., STE-
8. WART, M., McDONALD, R. et WALLACE, D.R.D., « Identical Twins Discordant for Presenile Dementia of the Alzheimer Type », *British Journal of Psychology*, 1986, vol. 149, pp. 509-512.
9. DELABAR, J.M., GOLGABER, D., LAMOUR, Y., NICOLE, A., HURET, J.L., DEGROUCHY, J., BROWN, P., GAJDUSEK, D.C. et SINET, P.M., « Beta Amyloid Gene Duplication in Alzheimer's Disease and Normal Down Syndrome », *Science*, 1987, vol. 235, pp. 1390-1392.
10. NALBANTOGLU, J., SELKOE, D. et ST GEORGE-HYSLOP, P.H., Communications personnelles.
11. ST GEORGE-HYSLOP, P.H., TANZI, R.E., POLINSKY, R.J., HAINES, J.L., NEE, L., WATKINS, P.C., MYERS, R.H., FELDMAN, R.G., POLLEN, D., DRACHMAN, D., GROWDON, J., BRUNI, A., FONCIN, J.F., SALMON, D., FROMMELT, P., AMADUCCI, L., SORBI, S., PIACENTINI, S., STEWART, G.D., HOBBS, W.J., CONNEALLY, M. et GUSELLA, J.F., « The Genetic Defect Causing Familial Alzheimer's Disease Maps on Chromosome 21 », *Science*, 1987, vol. 235, pp. 885-890.
12. BIRD, T., Communication personnelle.

lisme ou syndrome de Down). La séquence du gène précurseur de la protéine A4 a également été retrouvée dans le hamster, la souris, le rat, le poulet, le homard, la drosophile et la levure⁷. Le gène du précurseur de la protéine A4 est formé de 3353 bases codant pour une protéine de 695 acides aminés (la protéine A4 correspondant aux résidus 625 à 648) et d'un poids moléculaire de 79 000 daltons. En raison de la présence de deux sites potentiels de N-glycosylation, la protéine pourrait être un récepteur de surface membranaire⁶. Pour expliquer l'accumulation de la protéine A4 dans les neurones, il faut postuler un dérèglement dans le catabolisme du précurseur de cette protéine, possiblement par l'intermédiaire de protéases, de kinases ou de leurs inhibiteurs.

À l'aide de techniques immunohistochimiques et immunocytochimiques, plusieurs laboratoires ont démontré qu'il existait des sites antigéniques communs entre les PHF, les neurofilaments et les MAP (microtubule associated proteins)¹¹⁻²⁰. Nous savons maintenant que des anticorps préparés contre les PHF purifiés reconnaissent également les protéines Tau, soit une classe de MAP représentant des facteurs de polymérisation des microtubules, quoiqu'il soit encore impossible d'affirmer que les PHF sont principalement ou uniquement constitués des protéines Tau. La nature de la protéine (dénommée ALZ 68), dont l'expression est particulièrement élevée dans les neurones de cas Alzheimer (ainsi que dans des échantillons de leur liquide céphalo-rachidien), n'a pas encore été déterminée, mais elle pourrait également être de la classe des protéines Tau²¹. La protéine A4 a également été extraite d'échantillons de PHF²²; le degré insatisfaisant de pureté de ces échantillons et des résultats immunonégatifs avec des anticorps de l'A4 synthétique sur les PHF semble toutefois infirmer la possibilité de constituants communs avec les noyaux de plaques séniles²³. La présence de l'ubiquitine dans les PHF a également été mise en évidence récemment grâce à des méthodes immunohistochimiques²⁴. Par ailleurs, sur des échantillons de PHF traités à la trypsine et dont la structure hélicoïdale est tout de même préservée, l'immunoréactivité à Tau disparaît complètement²⁵. Il est donc plausible que Tau ne soit qu'une protéine copurifiant avec les PHF par agrégation; ce serait peut-être le cas de l'ubiquitine et de plusieurs autres protéines non encore déterminées.

Sources

1. CANDY, J.M., KLINOWSKY, J., PERRY, R.H. et al., « Aluminosilicates and Senile Plaque Formation in Alzheimer's Disease », *The Lancet*, 1986, i, pp. 354-357.
2. MASTERS, C.L., SIMMS, G., WEINMAN, N.A., MULHAUP, G., McDONALD, B.L. et BEYREUTHER, K., « Amyloid Plaque Protein in Alzheimer's Disease and Down's Syndrome », *Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A.*, 1985, vol. 82, pp. 4245-4249.
3. GLENNER, G.G. et WONG, C.W., « Alzheimer's Disease and Down's Syndrome : Sharing of a Unique Cerebrovascular Amyloid Fibril Protein », *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 1984, vol. 120, pp. 885-890 et vol. 122, pp. 1131-1135.

4. WONG, C.W., QUARANTA, V. et GLENNER, G.G., « Neuritic Plaques and Cerebrovascular Amyloid in Alzheimer Disease are Antigenically Related », *Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A.*, 1985, vol. 82, pp. 8729-8732.
5. SELKOE, D., Communication personnelle.
6. KANG, J., LEMAITRE, H.G., UNTERBECK, A., SALBAUM, J.M., MASTERS, C.L., GRZEWSCHICK, K.H., MULHAUP, G., BEYREUTHER, K. et MULLER-HILL, B., « The Precursor of Alzheimer's Disease Amyloid A4 Protein Resembles a Cell-Surface Receptor », *Nature*, 1987, vol. 325, pp. 733-737.
7. GOLDBERGER, D., LERMAN, M.I., MCBRIDE, O.W., SAFFIOTTI, U. et GAJDUSEK, D.C., « Characterization and Chromosomal Localization of a cDNA Encoding Brain Amyloid of Alzheimer's Disease », *Science*, 1987, vol. 235, pp. 877-880.
8. TANZI, R.E., GUSELLA, J.F., WATKINS, P.C., BRUNS, G.A., ST GEORGE-HYSLOP, P., VAN KEUREN, M.L., PATTERSON, D., PAGAN, S., KURNIT, D.M. et NEVE, R.L., « Amyloid Beta Protein Gene : cDNA, mRNA Distribution and Genetic Linkage Near the Alzheimer Locus », *Science*, 1987, vol. 235, pp. 880-884.
9. ROBAKIS, N.K., WISNIEWSKI, N.H., JENKINS, E.C., DEVINEGA, E.A., HOUCK, G.E., YAO, X.L., RAMAKRIS, N., WOLFE, G., SILVERMAN, W.P. et BROWN, W.T., « Chromosome 21Q21 Sublocalization of Gene Encoding Beta-Amyloid Peptide in Cerebral Vessels and Neuritic (Senile) Plaques of People with Alzheimer Disease and Down Syndrome », *The Lancet*, 1987, i, pp. 384-385.
10. BEYREUTHER, K., Communication personnelle.
11. WISCHICK, C.M., CROWTHER, R.A., STEWART, M. et ROTH, M., « Subunit Structure of Paired Helical Filaments in Alzheimer's Disease », *Journal of Cellular Biology*, 1985, vol. 100, pp. 1905-1912.
12. BRION, J.P., VAN DEN BOSCH, P., DE AGUILAR, P. et FLAMENT-DURAND, J., « Senile Dementia of the Alzheimer Type », dans Trabert, J. et Gispén, W.H. (éditeurs), *Advances in Applied Neurological Sciences*, Berlin : Springer, 1985, pp. 164-174.
13. KOSICK, D.S., JOACHIM, C.L. et SELKOE, D.J., « The Microtubule-Associated Protein, Tau, is a Major Antigenic Component of Paired Helical Filaments in Alzheimer's Disease », *Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A.*, 1986, vol. 83, pp. 4044-4048.
14. IQBAL, K., ZAIDI, T., WEN, G.Y., GRUNDKE-IQBAL, I., MERZ, P., SHAIKH, S.S. et WISNIEWSKI, H.M., « Defective Brain Microtubule Assembly in Alzheimer's Disease », *The Lancet*, 1986, ii, pp. 421-426.
15. PERRY, G., RIZZUTO, N., AUTILIO-GAMBETTI, L. et GAMBETTI, P., « Alzheimer's Paired Helical Filaments Contain Cytoskeletal Components », *Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A.*, 1985, vol. 82, pp. 3916-3920.
16. HAUGH, M.C., PROBST, A., ULRICH, J., KAHN, J. et ANDERTON, B.H., « Alzheimer's Neurofibrillary Tangles Contain Phosphorylated and Hidden Neurofilament Epitopes », *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 1986, vol. 49, pp. 1213-1230.
17. MILLER, C.C.J., BRION, J.P., CALVERT, R., CHIN, T.K., EAGLES, P.A.M., DOWNES, M.J., FLAMENT-DURAND, J., HAUGH, M., KAHN, J., PROBST, A., ULRICH, J. et ANDERTON, B.H., « Alzheimer's Paired Helical Filaments Share Epitopes with Neurofilament Sidearms », *EMBO Journal*, 1986, vol. 5, pp. 269-276.
18. WOOD, J.G., MIRRA, S.S., POLLOCK, N.J. et BINDER, L.I., « Neurofibrillary Tangles of Alzheimer's Disease Share Antigenic Determinants with the Exonal Microtubule-Associated Protein Tau », *Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A.*, 1986, vol. 83, pp. 4040-4043.
19. GRUNDKE-IQBAL, I., IQBAL, K., TURG, Y.C., QUINLAN, M., WISNIEWSKI, H.M. et BINDER, L.I., « Abnormal Phosphorylation of the Microtubule-Associated Protein Tau in Alzheimer Cytoskeletal Pathology », *Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A.*, 1986, vol. 83, pp. 4913-4917.
20. STERNBERGER, N.H., STERNBERGER, L.A. et ULRICH, J., « Aberrant Neurofilament Phosphorylation in Alzheimer's Disease », *Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A.*, 1985, vol. 82, pp. 4274-4276.
21. WOLOZIN, B.L., PRÜCHNICKI, A., DICKSON, D.W. et DAVIES, P., « A Neuronal Antigen in the Brains of Alzheimer Patients », *Science*, 1986, vol. 232, pp. 648-650.
22. MASTERS, C.L., MULHAUP, G., SIMMS, G., POTTGIESSER, J., MARTINO, R.N. et BEYREUTHER, K., « Neuronal Origin of Cerebral Amyloid : Neurofibrillary Tangles of Alzheimer's Disease Contain the Same Protein as the Amyloid of Plaque Cores and Blood Vessels », *EMBO Journal*, 1985, vol. 4, pp. 2757-2763.
23. SELKOE, D., Communication personnelle.
24. MORI, H., KONDO, J. et IHARA, Y., « Ubiquitine is a Component of Paired Helical Filaments in Alzheimer's Disease », *Science*, 1987, vol. 235, pp. 11641-1644.
25. MERZ, P., Communication personnelle.

LA GESTION DE L'EAU ET DES MILIEUX AQUATIQUES

PAR YVES BAJARD

Une crise grave des ressources en eau et des milieux aquatiques naturels sévit à l'échelle de la planète. Pourtant, nous possédons déjà la plupart des moyens techniques nécessaires à sa résolution. L'auteur nous explique que cette crise origine en fait d'une gestion inadéquate des ressources, et que celle-ci doit être modifiée en profondeur si nous voulons éviter une sévère détérioration de nos conditions d'existence.

Yves Bajard est président de la firme First Watercount Systems Ltd., de Vancouver.

En décembre 1984 et en septembre 1985, le Worldwatch Institute de Washington publiait deux rapports alarmants sur l'état des ressources en eau de notre planète¹. Tous deux concluaient que l'utilisation de l'eau à l'échelle du globe était inefficace, voire anarchique, et qu'elle entraînait une destruction accélérée des milieux aquatiques, hypothéquant la survie des générations futures.

Au Canada, à peu près en même temps, une enquête officielle était en cours sur la politique fédérale de l'eau. Ses conclusions, présentées en septembre 1985, confirmaient l'existence d'un problème très grave ayant trait à la gestion, au pays, des ressources en eau et de l'environnement aquatique. L'enquête recommandait une révision en profondeur des processus de gestion ainsi que des lois fédérales relatives à l'eau².

Pour sa part, l'ONU instituait, en 1984, la Commission mondiale sur l'environnement et le développement. Le mandat de cette commission consistait à faire le point sur la situation d'ensemble relativement aux effets du développement sur l'environnement naturel et à définir des politiques permettant de réconcilier ces deux éléments de notre devenir. Dans le rapport³ qu'elle déposera ce mois-ci devant l'Assemblée générale de l'ONU, la Commission accorde une importance primordiale au problème de la gestion des ressources en eau. Elle recommande notamment une transition rapide du présent mode de gestion centralisé à une gestion plus décentralisée, comprenant une politique axée sur l'examen de la demande, une participation directe des usagers au processus de gestion et une définition claire des responsabilités. Une telle transition, conclut la Commission, doit être effectuée sans retard si l'on veut éviter une sévère dégradation de nos conditions d'existence.

LA CRISE EST RÉELLE

Bien que menées par des organismes et dans des contextes différents, ces trois enquêtes ont débouché sur les deux mêmes constats :

1. Une grave crise des ressources en eau et des milieux aquatiques naturels sévit à l'échelle de la planète.
2. Les actions entreprises pour résoudre cette crise n'émanent généralement que des gouvernements et des agences techniques mandatées par ceux-ci pour gérer les ressources et les affaires environnementales.

Ce dernier point mérite qu'on s'y attarde. Il est intimement associé au fait que le grand public, pourtant ultime bénéficiaire de la ressource eau, ne se préoccupe guère des problèmes concernant la gestion et la conservation de cette ressource vitale. Seules les catastrophes graves, telles que des inondations causant des dégâts importants, des sécheresses spectaculaires dans le Tiers-Monde ou des phénomènes de pollution dramatiques, attirent son attention.

De même, l'industrie commence à peine à prendre conscience de ces problèmes : on pense aux usines ontariennes qui laissent des effluents chargés de cyanure s'infiltrer dans la rivière Sainte-Claire, aux rejets accidentels de biphényles polychlorés, ou aux scieries du delta de la rivière Fraser qui attendent les petites heures de la nuit pour déverser dans la rivière des produits chimiques toxiques pour les saumons.

Les groupes de citoyens ou les individus préoccupés par la protection de l'environnement aquatique n'ont guère d'influence sur la situation non plus. Ils sont libres de s'exprimer mais n'arrivent pas réellement à faire naître l'inquiétude qui pourrait susciter des mesures correctives utiles.

Dans notre pays, en dépit des apparences et d'un mythe d'abondance, le

problème de l'eau est majeur. Dans les villes canadiennes, la consommation d'eau est en moyenne de 500 litres par jour et par personne, avec des maxima de 1 000 litres par jour pendant les périodes chaudes de l'été. Or nous pourrions vivre très confortablement avec 50 litres. Dans les Prairies et en Colombie-Britannique, il m'a été donné de voir des systèmes d'irrigation pulvérisant des jets d'eau à de grandes distances au-dessus du sol. Une fraction non négligeable de cette eau s'évapore, et l'énergie nécessaire pour la conduire sur place et lui communiquer la pression nécessaire est perdue dans des proportions pouvant atteindre 40 p. cent. Dans l'Île-du-Prince-Édouard, la situation en matière d'alimentation en eau potable est devenue critique.

L'INADÉQUATION DE LA GESTION

Selon moi, le problème de la disponibilité de l'eau et de la détérioration des milieux aquatiques naturels a atteint ce degré de gravité et cette ampleur parce qu'il est mal posé. Il me semble nécessaire de le reformuler. Une des principales conclusions de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement est que nous avons en main la plupart des moyens techniques nécessaires à une utilisation rationnelle de l'eau et à sa conservation. Ce ne sont donc pas des obstacles d'ordre technique qui nous empêchent de sortir de l'impasse.

Ce ne sont pas non plus des considérations économiques. Des sommes énormes sont engagées pour satisfaire une demande qui dépasse de très loin les besoins réels. Au Canada, ces dépenses superflues, compte tenu des frais d'amortissement et de remboursement des prêts consentis pour la construction d'ouvrages hydroélectriques, ont été estimées à plus de 12 milliards de dollars par an⁴. Ces chiffres ne comprennent d'ailleurs pas les coûts environne-

mentaux ni les possibilités (autres activités économiques, restauration écologique) que notre surconsommation rend impossibles.

Je crois plutôt que le problème est d'ordre culturel, social et institutionnel, et qu'il relève fondamentalement d'une **gestion inadéquate**. Cette inadéquation de la gestion est d'abord due, selon moi, à deux erreurs conceptuelles particulièrement répandues tant chez le public que chez les décideurs.

Premièrement, **l'eau n'est pas une ressource renouvelable**. En polluant l'air où se forment les nuages, en amendement les sols agricoles, en détournant les chenaux d'écoulement des eaux, on altère souvent de façon irréversible la qualité de l'eau et sa disponibilité.

Deuxièmement, **l'eau est physiquement inséparable de son environnement**. L'industrie, l'agriculture, les particuliers ont tendance à ne considérer l'eau que comme un des multiples éléments nécessaires à la réalisation de leurs objectifs immédiats. Cette conception est dangereuse, car elle donne l'illusion que la détérioration des cours d'eau, des lacs, des nappes aquifères ou l'extinction des formes de vie aquatique n'auront pas d'impact sur la disponibilité ou la qualité de l'eau elle-même et ne sont pas liées à l'utilisation que nous en faisons. C'est la faute des autres...

MACROGESTION ET MICROGESTION

À ces conceptions erronées s'ajoutent une mauvaise compréhension des objectifs fondamentaux de la gestion des ressources en eau, ainsi que des rôles et des responsabilités des parties engagées dans le processus de gestion.

Ainsi, au Canada, plusieurs niveaux de responsabilité se partagent la gestion de l'eau. L'allocation de l'eau aux utilisateurs est du ressort des provinces. Les problèmes inter-territoriaux (qui concernent plusieurs provinces, d'autres pays ou la haute mer) relèvent du gouvernement fédéral. Quant aux utilisateurs, chacun d'eux gère les ressources qui lui sont allouées uniquement en fonction de ses intérêts immédiats, sans tenir compte des besoins des autres usagers ni des répercussions environnementales. Un tel partage de responsabilités ne peut produire qu'anarchie et gaspillage.

La nécessité de clarifier les responsabilités des gouvernements et des usagers nous amène à distinguer deux niveaux de gestion :

1. La **macrogestion**, qui comprend la coordination des objectifs d'utilisation,

DES RECHERCHES SUR LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

Pour améliorer la gestion de l'eau et des milieux aquatiques naturels, il est nécessaire de mettre en route un certain nombre de projets de recherche sur les systèmes de gestion de même que sur les utilisations de l'eau et leurs impacts environnementaux.

Un des ces secteurs de recherche touche la quantification des besoins réels des utilisateurs dans une région donnée. On détient déjà un certain nombre de connaissances dans ce domaine, mais les travaux effectués l'ont surtout été dans des contextes où l'approvisionnement en eau est très limité, comme les environnements tropicaux et semi-désertiques. L'importance des subventions gouvernementales dans l'aménagement des ressources en eau nous a fait perdre conscience du coût élevé qu'a l'eau dans notre pays, et la recherche de moyens visant à minimiser le gaspillage n'est pas, jusqu'ici, allée aussi loin qu'il est possible.

Un second secteur de recherche a trait à la mise au point de techniques permettant de vérifier la compatibilité des utilisations de l'eau dans une zone donnée. Ces recherches, qui sont le champ de spécialisation de la petite société que je dirige, sont indispensables pour sensibiliser l'industrie et le public aux problèmes des ressources en eau dans leur région. On devrait, pour le moment, concentrer ces efforts sur les zones (bassins versants) où la disponibilité de l'eau et les dommages causés à l'environnement aquatique suscitent déjà de grandes inquiétudes. Nous avons complété des recherches préliminaires à ce sujet et sommes en train de procéder à leur mise en application sur le terrain. Les résultats obtenus sont très encourageants. Il y a certainement beaucoup à faire dans ce domaine encore largement inexploré.

DEUX GROUPES DE TRAVAIL RÉÉVALUENT LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU AU PAYS

Le rapport de l'Enquête sur la politique fédérale de l'eau sonnait l'alarme quant à la situation des ressources en eau au Canada, et proposait, en plus de recommandations générales, des solutions n'engageant encore que le gouvernement fédéral et, indirectement, les gouvernements provinciaux. Une commission gouvernementale mixte fut alors constituée, qui regroupait des représentants des divers ministères fédéraux dont certaines activités touchent les ressources en eau. Elle travaille activement à la formulation d'une politique fédérale de l'eau plus réaliste, plus pratique que celle présentement en vigueur.

Le rapport de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement, tout en sonnant aussi l'alarme, indique clairement que nous avons en main presque tous les moyens techniques nécessaires pour ralentir la dégradation de nos conditions d'existence, et formule des politiques générales mais concrètes pour mettre en place un mode de gestion efficace des ressources naturelles, en particulier de l'eau. Les conclusions de la Commission mondiale ont incité la Conférence canadienne des ministres de l'environnement et des ressources naturelles à créer un groupe de travail, chargé de formuler des recommandations d'actions prioritaires à l'intention des gouvernements provinciaux, territoriaux et fédéral. Placé sous la présidence du ministre de l'Environnement du Manitoba, et constitué de personnalités de haute valeur de l'ensemble du pays, ce groupe est associé à un secrétariat de forme confédérale comprenant un secrétaire pour chaque province et territoire, et présidé par un représentant du ministère de l'Environnement du Manitoba. Sa tâche, ici encore, consiste à réévaluer les processus de gestion et d'utilisation des ressources plutôt qu'à dresser une liste de recommandations techniques.

de conservation des ressources et de protection du milieu de chaque bassin versant, la formulation des lois et règlements correspondants, l'application de ceux-ci et la punition des infractions. Ces tâches sont réparties parmi de nombreuses agences spécialisées, pourvues de mandats sectoriels de production ou de services, échelonnées à divers niveaux de pouvoir et généralement peu coordonnées.

2. La **microgestion**, qui peut se définir comme le choix, par chacun des usagers, des meilleurs moyens pour atteindre ses objectifs de production ou de conservation.

La macrogestion devrait normalement être l'affaire du gouvernement, et la microgestion, celle des usagers (incluant tant les entreprises ou les individus prélevant les ressources que les agences gouvernementales et les groupes d'intérêt voués à la protection de l'environnement). Malheureusement, cette distinction n'est observée par aucune des parties concernées. D'une part, le manque de coordination entre les agences techniques rend la macrogestion inefficace et non rentable. D'autre part, tandis que les petits usagers ignorent leurs responsabilités à l'égard de la microgestion, les grands usagers cher-

chent à en imputer la plus grande partie aux agences gouvernementales. Forcées d'assumer à elles seules les deux niveaux de gestion, celles-ci ne peuvent agir de façon rationnelle et rentable. Ce problème a été récemment aggravé par la réduction du budget de ces agences.

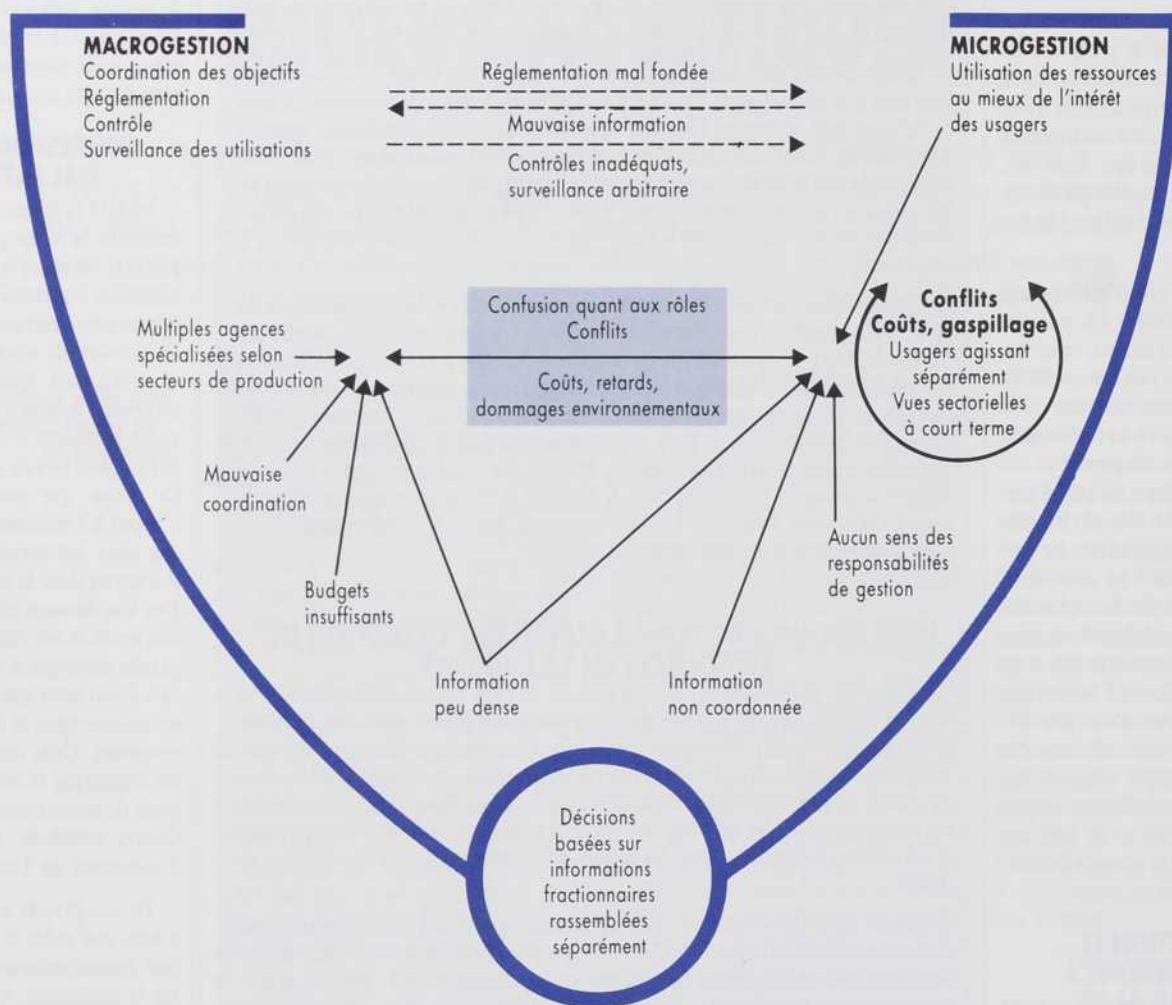
DES RESPONSABILITÉS MAL PARTAGÉES

Malgré la difficulté d'assumer simultanément la macrogestion et la microgestion, on observe depuis les années trente une ingérence croissante des gouvernements centraux et régionaux dans les activités de mise en valeur des terres et des eaux. Cette ingérence semble avoir pour origine l'ouverture de « nouvelles frontières », dans le but de créer des emplois lors de crises économiques. On pense, par exemple, aux actions d'appui à l'aménagement des terres et des eaux entreprises par le président Roosevelt dans le cadre du *New Deal*. Des lois donnant plus facilement accès aux terres et aux eaux ont été votées, de grands ouvrages d'aménage et d'utilisation d'eau ainsi que des aménagements hydroélectriques et de navigation ont été construits. Cette initiative américaine a été reprise par la suite dans le cadre des plans de reconstruction après la Seconde Guerre mondiale, et des programmes d'assistance au Tiers-Monde.

Or ces projets n'ont pu être menés à bien que grâce à une forte intervention gouvernementale. Pour en accélérer la réalisation, on a centralisé l'administration et confié les tâches à des techniciens spécialisés, ce qui a peu à peu marginalisé les petits utilisateurs et bien des intérêts locaux. Même l'action de protection de l'environnement, qui aurait normalement dû rester sous la responsabilité des usagers, a été prise en charge par les agences spécialisées.

Pour restituer leurs responsabilités de microgestionnaires aux usagers, il faudrait séparer clairement les fonctions de soutien au développement, à la conservation des ressources et à la protection de l'environnement, des fonctions de surveillance et de législation, et préciser leur rôle et leurs responsabilités aux agences. Les usagers seraient ainsi amenés à assumer la microgestion à leurs frais dans un cadre d'action conjointe et avec un minimum d'assistance gouvernementale, tandis que la macrogestion demeurerait à la charge de la communauté. Cela implique que la microgestion doit être rentable : son coût doit être de beaucoup inférieur aux bénéfices concrets qu'elle engendre.

FIGURE 1



A) CE QUI EST

La politique actuelle de gestion de l'eau et une politique alternative basée sur la conservation des ressources et le respect de l'environnement.

DÉCISION ET INFORMATION

Par ailleurs, ni les usagers ni les agences gouvernementales ne font de distinction claire entre la tâche qui consiste à prendre des décisions et celles qui consistent à collecter, à traiter et à transmettre les informations nécessaires à cette prise de décision, ce qui génère conflits d'intérêts et autres déséquilibres fâcheux. Les gouvernements ne rassemblent que certaines informations générales sur les facteurs naturels et l'utilisation des ressources, en vue des contrôles ponctuels qu'ils sont tenus d'effectuer à titre de macrogestionnaires. Ces informations sont rassemblées de manière relativement mal coordonnée, ce qui en diminue la valeur. Les données nécessaires à la prise de décision des macrogestionnaires sont très souvent

inexistantes ou limitées à celles, trop peu denses, rassemblées par les macrogestionnaires. Quand elles ne se limitent pas à cela, elles sont recueillies séparément par les divers décideurs, avec des moyens différents et selon des cadres de référence pas nécessairement valables. Cette information est interprétée par chacun dans une optique sectorielle et généralement à court terme, ce qui ne peut que réduire la qualité des décisions.

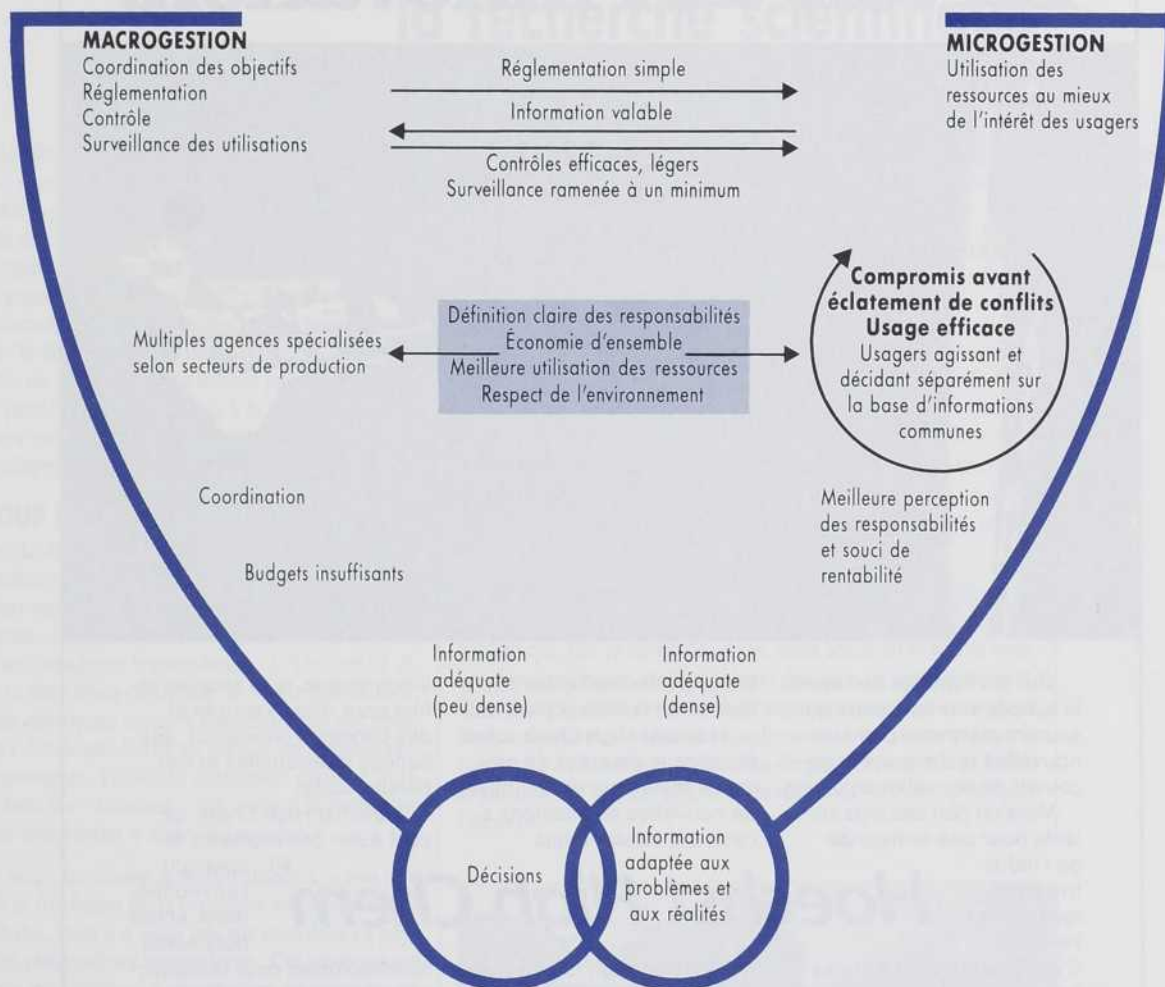
Il serait nettement plus efficace et économique que toutes les parties concernées, gouvernement et utilisateurs de ressources, travaillent ensemble à constituer une banque commune d'informations dans leur zone d'intérêt commun. Ces informations seraient interprétées conjointement, les diverses actions envisagées devant être coordonnées de

manière informelle, dans le respect des lois, des règlements et des pouvoirs de décision. La collecte de ces informations serait effectuée de manière indépendante, ce qui éviterait les fréquentes controverses relatives à leur validité. Des bases de données distinctes seraient constituées pour les activités de macrogestion et de microgestion.

Séparer, en deux activités distinctes, la prise de décision et la collecte d'informations relatives à l'eau et aux milieux aquatiques aurait un autre avantage : celui de minimiser les impacts environnementaux des projets de développement. Depuis toujours, il a semblé justifié que le promoteur d'une activité ou d'un aménagement quelconque entreprenne lui-même, à ses frais, de rassembler l'information nécessaire à

l'élaboration de ses plans d'action. Vers la fin des années soixante, après qu'on eut constaté que les grands aménagements avaient des effets néfastes sur l'environnement naturel, on décida d'obliger les promoteurs à tenir compte des contraintes environnementales dans l'édification de leurs projets et de prouver que ceux-ci ne nuisaient ni au milieu naturel ni aux usagers. Malheureusement, ce mécanisme en apparence raisonnable est un véritable « trompe-l'oeil » : on ne peut guère espérer qu'un promoteur aille lui-même dénoncer les impacts négatifs de ses activités et, a fortiori, que les experts qu'il engage pour faire ces évaluations à sa place s'opposent à ses vues...

On voit qu'il y aurait avantage à ce que les informations sur les milieux



B) CE QUI DEVRAIT ÊTRE

aquatiques et sur leurs utilisations présentes ou futures soient rassemblées dans le cadre d'un processus distinct commun à tous et n'impliquant aucun pouvoir de prise de décision, et que les activités de macrogestion soient nettement séparées des activités de microgestion. Cela mettrait fin aux études d'impact qu'effectuent actuellement les promoteurs, et à une part notable des conflits qui en résultent.

LE PRIX D'UNE VIE MEILLEURE

Dernier défaut grave du mode actuel de gestion de l'eau : ses coûts sont entièrement laissés à la charge des gouvernements. Pourtant, une microgestion bien exécutée pourrait entraîner des bénéfices largement supérieurs aux frais de cette gestion. Il serait donc justifié

que les usagers assument le coût de la microgestion.

Les gouvernements ont déjà commencé à agir dans ce sens. Sous la pression des contraintes économiques, le budget des agences techniques de mise en valeur des terres et des eaux, tout comme celui des agences chargées de la réglementation, du contrôle et de la surveillance des eaux et des milieux aquatiques, a été fortement réduit. Un bon exemple du déséquilibre qu'entraîne ce manque croissant de moyens est la décision du gouvernement fédéral, annoncée lors de l'Assemblée générale de la Fédération canadienne des municipalités en juin dernier, de ne plus subventionner les travaux de remise en état des réseaux d'alimentation en eau et des égouts, ainsi que les autres travaux de

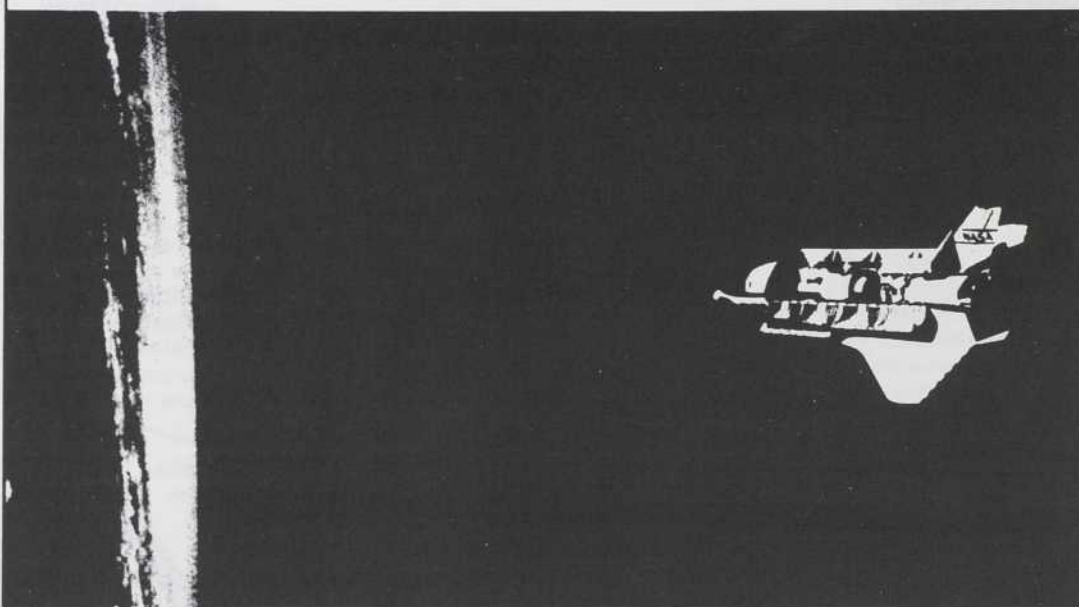
voirie et de protection contre les crues.

De toutes les mesures proposées dans le présent article, celle visant à faire assumer par les usagers le coût de l'eau qu'ils consomment ainsi que les conséquences de leurs activités sur les milieux aquatiques naturels sera sans doute la plus difficile à mettre en oeuvre. Il faudra prévoir des programmes de soutien gouvernementaux pour ceux qui seront prêts à prendre cette responsabilité. Mais une telle mesure est indispensable si l'on veut enrayer l'épuisement de la ressource eau sur Terre et les déprédations que continuent à subir les milieux aquatiques naturels. ■

Notes

1. WORLDWATCH INSTITUTE, Rapports n°s 162 et 169, décembre 1984 et septembre 1985, Washington, D.C.
2. PEARSE, P., BERTRAND, F. et McLAREN, J., *Currents of Change/Courants pour le changement*, Enquête sur la politique fédérale de l'eau, Ministère de l'Environnement, Ottawa, 1985.
3. COMMISSION MONDIALE SUR L'ENVIRONNEMENT ET LE DÉVELOPPEMENT, *Notre futur commun*, Don Mills, Ontario : Oxford University Press, 1987.
4. Calculs basés sur une détermination d'économies aisément réalisables en accroissant l'efficacité de l'utilisation de l'eau et en incluant les bénéfices associés à diverses possibilités mentionnées dans l'enquête sur la politique fédérale de l'eau.

La voie de l'innovation.



Sur les marchés de l'avenir, le succès sourira à ceux qui sauront mettre au point de nouvelles techniques et découvrir de nouvelles solutions.

Voilà un défi des plus stimulants pour une entreprise de l'industrie chimique comme Hoechst.

C'est pourquoi nous consacrons chaque jour plus de 3 millions de dollars à la recherche. En effet, seule la recherche scientifique de grande envergure, axée sur la mise au point de nouveaux procédés et de nouveaux matériaux, peut donner naissance à de véritables innovations.

Au cours des dernières années, nous avons progressé bien au delà des frontières traditionnelles de la chimie. Notre horizon scientifique englobe maintenant plusieurs disciplines dont la chimie, l'ingénierie, la physique, la médecine et la biologie.

C'est ce que nous appelons la "Hoechst High Chem".

De nouvelles méthodes de production de nouveaux matériaux.

Hoechst High Chem, c'est la capacité de créer de nouveaux matériaux et de trouver de nouvelles applications à ceux qui existent déjà.

Hoechst High Chem

Hoechst High Chem fabrique des matières plastiques et des fibres techniques exceptionnelles à partir desquelles sont créés de nouveaux produits absolument révolutionnaires.

Hoechst High Chem, ce sont aussi de nouvelles techniques et de nouveaux composés utiles dans les domaines de la biotechnologie, du génie génétique et de la fusion cellulaire et qui jouent un rôle prépondérant en médecine, en agriculture et dans la protection de l'environnement.

Hoechst High Chem, ce sont aussi de nouveaux produits destinés à l'univers toujours en expansion de la micro-

électronique, qu'il s'agisse du film pour disque souple et des bandes d'ordinateur, des bandes télévisuelles et des bandes audio.

Hoechst High Chem, ce sont aussi des pigments respectant l'environnement, et des polymères

hydro-solubles pour la production de pétrole. Ce sont des produits de carbone et de graphite, utilisés dans les satellites de communications, les navettes spatiales et les appareils supersoniques. Et ce sont enfin, les produits céramiques destinés à l'électronique, la technologie énergétique et aux pièces de moteur.

*Hoechst High Chem.
La voie de l'avenir.*

HOECHST CANADA INC
SIEGE SOCIAL
4045 Côte Vertu
Montréal, Québec H4R 1R6

La chimie de la réussite.

Hoechst



ET HOECHST MARQUES DÉPOSÉES DE HOECHST AG, ALLEMAGNE (OUEST)
MARQUE DE COMMERCE DE HOECHST A.G.

Un levier du développement : la recherche scientifique

PAR MOUSSEAU TREMBLAY

Parler du développement du tiers monde, c'est souvent évoquer le spectre des grandes agences d'aide internationales, des organisations non gouvernementales ou des banques de développement. On oublie souvent un parent plus discret : les organisations qui soutiennent la recherche scientifique et technologique dans les pays en développement. L'aide canadienne à la recherche est principalement menée par le Centre de recherches pour le développement international (CRDI), une société d'État créée en 1970. Quoique encore jeune et relativement modeste, la participation du Canada à la recherche scientifique dans le tiers monde est parmi les plus importantes de tous les pays développés.

UN COUP D'OEIL SUR LE PASSÉ

Au cours du siècle dernier, des missionnaires intéressés aux sciences et aux techniques ont développé des services de santé et fondé, dans le tiers monde, des institutions d'éducation avancée voire des universités. L'Université d'Addis-Ababa a été fondée par des Jésuites canadiens francophones. L'Université du Uaorho est l'oeuvre des Oblats canadiens de Marie-Immaculée. Nombreux sont les géologues miniers canadiens qui ont prospecté l'Afrique et l'Amérique latine au service de sociétés privées ou de gouvernements. Plusieurs ingénieurs civils et militaires en service dans les « colonies » ont intégré la recherche à leur travail ; car tout restait à faire, à inventer.

Ainsi, le père Gouin, un Jésuite canadien-français, a non seulement participé à la fondation de la première université éthiopienne à Addis-Ababa, mais il a aussi mis sur pied dans ce pays un observatoire des phénomènes magnétiques. Cet observatoire fait partie du réseau international d'observation du magnétisme terrestre. Grâce au travail de ce géophysicien, l'Éthiopie est aujourd'hui dotée d'une des rares institutions du genre en Afrique.

Le docteur Norman Bethune fournit un autre exemple éloquent. Bien que peu connu ici, il est toujours considéré comme un héros en Chine, où il a participé à développer la notion de « médecins aux pieds nus » lors de la Grande Marche entreprise aux côtés de Mao Tsé-toung. Norman Bethune a mis au point une méthodologie de traitement-terrain et créé des instruments médicaux et chirurgicaux simples pouvant être fabriqués localement et utilisés par des techniciens de la santé.

Autre contribution importante et méconnue : celle de Sir Percy Girouard de Montréal, un ingénieur civil et militaire qui a participé à la création de plusieurs réseaux ferroviaires africains au début du siècle. Il a développé des techniques de construction adaptées au climat, à l'environnement et à la géomorphologie de pays comme le Kenya, l'Ouganda, l'Afrique du Sud ou le Nigeria.

Ou encore, l'in vraisemblable histoire de John Thoburn Williamson, ce géologue de la région de Lachute qui, avec ses seuls moyens, a découvert en Tanzanie une des plus importantes mines de diamants au monde. Pendant plus de 45 ans, cette exploitation a contribué grandement aux recettes en devises du pays.

Il faut encore mentionner Clive James qui a contribué avec des collègues latino-américains du CIMMYT, une institution internationale de recherche agricole établie au Mexique, mais

aussi avec des collègues canadiens, à la découverte d'un nouveau croisement de céréales, connu sous le nom de « triticale », mieux adapté que le blé aux climats arides.

De même, Robert McGinnis de l'Université du Manitoba a travaillé longtemps à l'amélioration des céréales indigènes de l'Inde et du Nigeria.

Et que dire des efforts déployés par Austen Bancroft, ancien professeur de McGill et employé du ministère des Mines du Québec, qui décida, à 44 ans, d'émigrer en Afrique ? Ses travaux de recherche menèrent à la découverte, au développement et à la mise en exploitation de la moitié des gisements de cuivre de la Zambie. Jusqu'à sa mort en 1957, il se consacra au développement de cette industrie si importante pour la plupart des pays au sud de l'Équateur.

La première institution canadienne à participer activement au développement des pays pauvres est sans contredit l'Université McGill qui, dès le début du siècle, avait accueilli et formé nombre de scientifiques et d'ingénieurs des pays en développement. Les échanges entre chercheurs étrangers et canadiens encore aux études devaient susciter de nombreuses « vocations » pour la recherche à l'étranger. Je fus l'un de ceux-là, comme le furent avant moi les Williamson et Bancroft dont je viens d'évoquer l'oeuvre.



PHOTO : CRDI

Mousseau Tremblay est directeur de la Division des programmes de coopération au Centre de recherches pour le développement international (CRDI).

Au Burkina Faso, des chercheurs ont réussi à mettre au point des variétés de niébé très résistantes à la sécheresse. Cette légumineuse nourrissante constitue la base de l'alimentation dans toute l'Afrique semi-désertique.



PHOTO : CRDI

Depuis des siècles, les peuples d'Asie du Sud-Est capturent les alevins des Chanidés qu'ils élèvent en bassins. Les Chanidés sont des poissons très recherchés autant pour leur saveur que pour leur valeur nutritive. Aidés du CRDI, des spécialistes du Centre de développement des pêches du Sud-Est asiatique (SEAFDEC) ont mis au point une technique de reproduction des Chanidés en captivité afin d'augmenter le rendement de cette industrie créatrice d'emplois.

Depuis les années 70, la plupart des universités canadiennes se sont dotées de « départements internationaux » pour rationaliser et coordonner leurs équipes de recherche dans le tiers monde et pour faciliter l'obtention de crédits et de subventions. Le rôle de l'Association des universités et collèges du Canada (AUCC) est notable dans ce domaine. Elle établit des liens, coordonne les actions et diffuse les informations parmi ses membres.

Au cours des années 50 et 60, les grandes agences internationales — Nations unies, USAID ou Agence canadienne de développement international (ACDI) — ont fait porter leurs efforts sur la cueillette d'informations sur le tiers monde. On s'est mis à faire l'inventaire de la situation des pays en développement. Des rapports et des cartes de toutes sortes ont tracé le portrait démographique, géologique, climatique et économique du tiers monde. On voulait cerner les problèmes et identifier les conditions du sous-développement.

Bien des résultats de ces travaux sont restés sans effet, car une étape importante — la recherche technique ou technologique — avait été omise. Ce n'est qu'à la suite de cette recherche que des résultats concrets ont pu être soumis à l'attention d'agences spécialisées, en particulier la Banque mondiale, les banques régionales de développement et l'ACDI.

La recherche prenait enfin sa place dans le système d'aide internationale, exactement entre deux grands blocs d'assistance : le premier bloc finançait en amont la cueillette d'informations sur les problèmes de développement alors que le deuxième réalisait des projets spécifiques issus de l'analyse des données. En ce sens, la recherche était un levier permettant de produire de grands résultats avec un minimum d'efforts.

ADAPTER LES SOLUTIONS AUX PROBLÈMES

La question était lancée. Qui devait réaliser ces travaux de recherche ? La réponse était simple : ceux qui connaissaient le mieux les problèmes et qui pouvaient les évaluer à leur juste mesure, c'est-à-dire les planificateurs et les chercheurs du tiers monde. Les pays en voie de développement sont à l'origine de

cette prise de conscience. Ce sont eux qui, dans les années 60, trouvaient que les pays développés leur imposaient des priorités qui n'étaient pas les leurs, des solutions et des technologies étrangères, peu adaptées à la solution de leurs problèmes.

Pour répondre aux besoins de recherche des pays en développement, plusieurs organisations ont été mises sur pied. Le Centre de recherches pour le développement international (CRDI) fut fondé. Un réseau de centres internationaux de recherches agricoles, tous situés dans les pays en développement, fut aussi institué. Des chercheurs de partout, la plupart du tiers monde, y ont développé des technologies agricoles garantes de rendements supérieurs.

En 1976, lors d'une assemblée générale des Nations unies, puis en 1979, lors d'une réunion internationale à Vienne, les pays en développement ont dû ajuster leur tir. Ils ont alors demandé aux chercheurs du Nord de collaborer avec eux, de partager le fruit de leurs découvertes et de rendre plus accessibles au tiers monde les connaissances et les innovations scientifiques des pays développés. Les chercheurs du tiers monde voulaient toutefois conserver le pouvoir de choisir leurs priorités de recherche.

Le CRDI et d'autres institutions analogues ont alors conçu des programmes de collaboration entre chercheurs et institutions du Nord et du Sud. La philosophie était toujours la même : le Nord ne devait pas imposer de solutions toutes faites. Au contraire, il fallait établir des liens entre chercheurs du Nord et du Sud afin qu'ils puissent travailler ensemble à trouver des solutions aux problèmes entravant le développement. C'est ainsi que fut créée, en 1980, la Division des programmes de coopération du CRDI.

Au Canada, les universités répondent à l'appel. De part et d'autre, des groupes de chercheurs du Canada et du tiers monde se forment. Les institutions canadiennes, plus riches, offrent en sus l'usage d'équipements que les pays du Sud ne peuvent s'offrir. Elles proposent aussi des techniques et des méthodologies souvent originales qu'il faut adapter aux pays en développement. Les chercheurs du Sud apportent un ingrédient essentiel à toute recherche efficace : une connaissance intime du contexte et un enthousiasme débordant pour résoudre les problèmes qui touchent leur pays.

Cependant, des points d'interrogation demeurent. Les résultats obtenus sont-ils utilisés ? Étant donné les ressources limitées, peut-on éliminer les doublages ? Certaines institutions du Sud trouvent des solutions à des problèmes précis, mais rien n'assure que ces solutions sont mises à la disposition d'autres pays confrontés à des problèmes similaires. Enfin, bien des résultats de recherche ne sont pas aussi directement applicables qu'on le souhaiterait.

Il est essentiel que des fonds additionnels servent à l'exploitation des résultats de recherche. Ces résultats doivent être vulgarisés et présentés aux responsables non scientifiques des institutions de financement (les banques de développement). Il faut encourager ces institutions à financer des projets à grande échelle tout en les informant sur les bénéfices et les coûts de telles entreprises.

Prenons, par exemple, la construction de logements à coût modique. Il est tout à fait possible de réaliser des constructions sans travaux de recherche préalables, mais on n'aura aucune assurance que le produit sera accepté ou que la situation sociale s'améliorera. Si, au contraire, on finance des recherches impliquant une consultation des bénéficiaires à toutes les étapes de la réalisation d'un projet et tenant compte des aspects sociaux et culturels, les résultats seront mieux adaptés aux besoins des gens. D'autre part, la participation des bénéficiaires aux décisions entraîne souvent leur coopération à l'édification du projet, réduisant d'autant les coûts en main-d'oeuvre.

La même chose se passe lors de l'implantation de PME créatrices d'emplois dans les quartiers populeux des grandes villes du tiers monde. Il faut absolument créer des emplois adaptés aux compétences des gens, aux matériaux locaux et aux besoins. Seuls des travaux de recherche pourront permettre d'identifier les ressources locales ainsi que les besoins et les attentes de la population. On pourra ainsi s'assurer de la rentabilité de l'investissement. Il en résultera des réalisations plus valables, basées sur des technologies mieux adaptées.

Pour éviter le dédoublement et unifier les efforts, il faut mettre sur pied des équipes multidisciplinaires et des réseaux de recherche à l'échelle régionale et internationale. La recherche pourrait être axée sur des thèmes qui recouvrent un ensemble de problèmes et de besoins. Les problèmes de l'eau, de la production alimentaire et de la santé sont d'excellents exemples. Ils requièrent des solutions à un ensemble de besoins. D'autres secteurs s'y prêtent également comme le développement de techniques manufacturières et le transfert de technologies, où les sciences sociales s'allient aux sciences physiques.

Le dédoublement des efforts doit aussi être évité par un développement accéléré des banques de données, des systèmes d'information et des réseaux de communication. Le CRDI est à l'avant-garde dans ce domaine. Il a entre autres développé un logiciel, MINISIS, si judicieusement conçu il y a plusieurs années qu'on lui donne une vie additionnelle d'au moins 20 ans.

L'aide à la recherche encourage indubitablement le développement d'une culture scientifique dans les pays du tiers monde. Il faut dire néanmoins que la situation de la science varie grandement d'un pays à l'autre ou d'une région à l'autre. Par exemple, l'Inde a développé une élite scientifique de qualité, mais on ne peut que déplorer l'exode de ses cerveaux vers les pays industrialisés. À l'inverse, l'Afrique accuse un certain retard dans ce domaine. Il est donc grand temps de multiplier les efforts afin que d'autres pays du tiers monde puissent former leurs propres scientifiques de haut calibre.

L'aide à la recherche s'améliore constamment par la mise à profit des erreurs du passé. Elle continue d'être utile voire nécessaire à la construction des pays en développement, mais elle ne se fait pas sans heurts. Par exemple, la salinisation des sols, un phénomène inattendu qui surgit en aval des grands barrages nouvellement édifiés, a été souvent dénoncée par les partisans des « technologies douces ». Pourtant, il est à peu près assuré que de tels ouvrages seront encore érigés dans le tiers monde. Ne vaut-il pas mieux voir ce phénomène comme une occasion de faire des recherches, comme un défi à relever?

Le scientifique est encore celui qui a été le mieux formé à l'évaluation des erreurs. Il saura en faire un élément important des succès futurs, tout comme il a su le faire avec les succès dont on s'enorgueillit aujourd'hui. La Révolution verte, en Asie, un triomphe de la recherche scientifique souvent cité en exemple, fait trop facilement oublier les nombreuses périodes de grisaille, d'insuccès ou même d'erreurs passagères qui ont permis des réorientations bénéfiques.

Il demeure que la recherche scientifique et technologique est un outil précieux qui doit prendre une place de plus en plus importante dans la panoplie des moyens mis à la disposition des nations moins développées et moins fortunées que la nôtre. Le Canada n'est pas absent du décor et s'applique dignement à la tâche. ■

Vers un service d'excellence



Canlab

Matériel hospitalier
American du Canada inc.

Montréal
8655, chemin Delmeade
Ville Mont-Royal, QC H4T 1M3
Téléphone 514 731-9651

Québec
456, rue Marconi
Ste-Foy, QC G1N 4A8
Téléphone 418 688-8810

Centres de recherche : le défi américain

PAR GUY BERTHIAUME

Guy Berthiaume est adjoint à la vice-rectrice à l'enseignement et à la recherche de l'Université du Québec à Montréal.

« *The President has never met a high-tech project he didn't like.* »

— Daniel S. Greenberg¹

Big research. Big money. L'idée de l'accroissement du soutien gouvernemental aux centres de recherche est dans l'air. Aux États-Unis, les nouvelles initiatives n'ont cessé de fuser depuis que, dans son discours sur l'état de l'Union le 27 janvier 1987, le président a annoncé son appui à la mise sur pied de centres de science et de technologie. Tout d'abord, la National Science Foundation (NSF), qui finançait depuis trois ans des centres de recherche en génie, a fait connaître son intention d'étendre le modèle à d'autres domaines, comme les sciences biologiques, les sciences neurologiques et les sciences du comportement, l'informatique, les sciences des matériaux et les sciences économiques et administratives (voir encadré 1 et 2). Également, le département de l'Éducation publiait, en mai dernier, un appel d'offres par le biais duquel il rendait publique sa décision d'établir, dès septembre 1987, un réseau de cinq centres ; trois d'entre eux auront pour objet l'enseignement d'une discipline (mathématiques, sciences et littérature), un quatrième, l'enseignement des notions élémentaires (« elementary subjects ») et le dernier, l'étude du contexte scolaire américain². Les départements de l'Agriculture et de l'Énergie ont également présenté des demandes budgétaires de l'ordre de 10 millions, afin de permettre la création de plusieurs centres de recherche en biologie végétale³. Enfin, la National Endowment for the Arts a également annoncé sa volonté de contribuer à l'établissement d'un centre dans le domaine de la création et de l'enseignement des arts⁴.

Au total, si l'on ajoute à ces mesures une augmentation budgétaire de 18 millions prévue par la NSF pour son programme de soutien aux centres en génie, c'est environ 20 p. cent de toute l'augmentation envisagée au chapitre des dépenses fédérales en

recherche civile qui sera vraisemblablement investi dans des centres de recherche⁵.

Au Canada, dans les milieux économiques, universitaires et politiques, des appels pressants se font entendre pour que le gouvernement fédéral emboîte le pas. David Vice, le président de Northern Telecom, à qui l'on doit d'avoir proposé la tenue d'une conférence nationale sur l'enseignement post-secondaire, soulignait récemment devant le Comité sénatorial permanent des finances nationales la nécessité de « consacrer des sommes importantes à des centres d'excellence dans [les] domaines-clés⁶ ». La Fédération des sciences sociales du Canada rassemblait, en mars dernier, plus de deux cents universitaires à l'occasion d'une conférence sur les centres de recherche en sciences humaines ; unanimement, les participants ont réclamé la création d'un mécanisme de soutien fédéral aux unités structurées de recherche. Sur le plan des appuis politiques à la mise sur pied de centres de recherche, les exemples ne se comptent plus : depuis la publication du « Rapport Johnson », jusqu'à celle du **Rapport du Comité sénatorial permanent des finances nationales sur la politique fédérale en matière d'enseignement post-secondaire**, on voit se profiler la vision idyllique d'un programme permettant de « mobiliser les ressources et les talents de ce vaste pays, à la population clairsemée, de façon à constituer la *masse critique* dont nous avons besoin⁷ ».

Le style parfois pompier de cette prose apologétique ne doit pas en masquer le fond de vérité. Sans tomber dans l'excès de croire que la mise sur pied de centres — fussent-ils coopératifs avec l'industrie — soit la voie royale vers la compétitivité (pour utiliser le mot à la mode qui a détrôné « excellence » dans la langue de bois), il n'en reste pas moins qu'une structuration accrue des activités de recherche présente des avantages à de nombreux égards.

Pour n'en mentionner que quelques-uns, disons tout d'abord qu'elle permet la mise en commun d'approches complémentaires

1. UN NOUVEAU PROJET À LA NSF

Si le Congrès américain accorde cet automne à la National Science Foundation (NSF) l'augmentation de budget demandée, soit 16,7 p. cent, celle-ci pourrait dépenser, dès 1988, près de 50 millions de dollars US pour soutenir de 15 à 20 centres de recherche en science et en technologie. Ces centres oeuvreraient dans les domaines les plus prometteurs des sciences fondamentales et de la technologie, afin de rehausser à plus ou moins long terme la compétitivité des États-Unis dans les secteurs de pointe.

L'avenir de l'économie américaine dépend du développement à la fois du savoir et du savoir-faire. C'est pourquoi Ronald Reagan, dans son message de l'Union de 1987, invitait les organismes de recherche fédéraux, dont la NSF, à soutenir de tels centres¹.

Un certain nombre de questions se posent toutefois. Les centres sont-ils des structures adéquates pour stimuler l'innovation scientifique ? Comment les sélectionner, les administrer et les évaluer ? Quels sont les domaines d'« avenir » à retenir ? Etc.

La NSF dispose d'un certain nombre de modèles bien qu'ils ne correspondent pas exactement aux nouveaux centres projetés. Elle sou-

tient déjà 39 centres coopératifs de recherche université-industries auxquels elle accorde annuellement 3,2 millions de dollars US et elle a créé, depuis 1985, 13 centres de recherche en génie dont le budget annuel d'exploitation atteint 30 millions.

Ainsi, de la même façon qu'elle avait soumis l'idée de créer des centres de recherche en génie à l'Académie nationale de l'ingénierie, la NSF a demandé à l'Académie nationale des sciences d'évaluer son projet et de formuler, au besoin, des recommandations quant à la nature, à l'implantation, à l'administration et à l'évaluation des centres de recherche en science et en technologie.

L'Académie nationale des sciences a déposé son rapport en juin dernier². D'une façon générale, les membres du comité chargé de l'étude considèrent que des centres de recherche en science et en technologie pourraient véritablement contribuer à l'économie américaine, pour autant que certaines conditions soient respectées. Pour commencer, tous les secteurs de recherche ne se prêtent pas à une telle structure. Il ne faudrait donc retenir que ceux qui en tirent véritablement avantage pour des raisons de masse critique de chercheurs, d'interdisciplinarité ou de partage d'installations et d'équi-

L'Institut de génie des matériaux

res, ce qui est particulièrement approprié à la résolution de problèmes, puisque ceux-ci ont la fâcheuse habitude de se présenter en fonction de leur dynamique propre, plutôt que de respecter le découpage artificiel du savoir entre les différents départements universitaires. Par ailleurs, grâce à la mise en commun des ressources humaines et financières qui se pratique dans les centres, il est possible à quelques-uns de leurs membres d'emprunter des avenues scientifiques moins rentables à court terme : en cas de coup dur, l'existence d'une infrastructure minimale évite la remise en cause de toute leur entreprise de recherche. Enfin, en constituant un véritable milieu intellectuel, les regroupements permettent un meilleur encadrement des étudiants, tout en procurant aux chercheurs qui en sont membres un motif de dépassement : pour reprendre le mot d'Alexandre de Humboldt, « on ne travaille bien que là où d'autres, autour de vous, travaillent mieux ».

Si le palier fédéral n'a pas encore joint l'action à la parole, il convient de rappeler que les gouvernements du Québec et de l'Ontario n'ont pas hésité à manifester leur appui à la formule des centres. Depuis une quinzaine d'années, le programme des centres de recherche aujourd'hui administré par le Fonds FCAR est cité en modèle partout au Canada; le programme des « Actions structurantes » du gouvernement du Québec est lui aussi à ranger du côté des régimes de soutien à l'infrastructure des groupes de recherche; enfin, la plus spectaculaire de toutes les initiatives provinciales est celle annoncée cette année par le gouvernement de Queen's Park : dans le cadre de son programme des « Centres d'excellence », le gouvernement ontarien compte accorder un budget de trois à cinq millions de dollars à chacune des unités de recherche retenues; en 1987-1988, sept « centres d'excellence » seront subventionnés (voir encadré 3).

Le mouvement vers une concentration accrue des activités de recherche paraît inéluctable. Même si les organismes sub-

pements coûteux. Fait à noter, l'interdisciplinarité ne devrait entrer en ligne de compte que lorsque le projet de recherche l'exige. Finalement, le mieux serait de ne définir à l'avance aucun secteur, et de laisser plutôt la communauté scientifique en proposer.

Par ailleurs, les centres devraient être rattachés à des universités et assurer la formation d'étudiants aux 1^{er}, 2^e et 3^e cycles et au postdoctorat, comme des professionnels du secteur privé. De plus, il n'est pas indispensable, dans un premier temps, que ces centres bénéficient d'une autre source de financement, ce qui les distingue des centres de recherche en génie. Le soutien financier de la NSF pourra aussi varier énormément selon les besoins d'un centre à l'autre, soit de 500 000 \$ US à 10 millions!

Enfin, ces centres ne devraient pas recevoir de soutien de base de la NSF pendant plus de neuf ans et ils devraient être réévalués par un comité externe tous les trois ans.

Les membres du comité de l'Académie des sciences ont aussi énoncé quelques mises en garde. Tout d'abord, le financement accordé par la NSF à la recherche individuelle ne doit pas souffrir de la créa-

2. VOUS AVEZ DIT NSF?

Fondée en 1950, la National Science Foundation (NSF) a pour mandat de soutenir la recherche, l'éducation et les activités connexes en sciences, en mathématiques et en génie. Son budget actuel est de 1,6 milliard de dollars US, mais il pourrait doubler d'ici 1992, si les vœux de son directeur, Erich Bloch, se réalisent. Il s'agit d'une agence fédérale indépendante dont le directeur est nommé par le président des États-Unis et le budget voté par le Congrès.

Contrairement aux autres agences fédérales dont la mission est plus spécialisée (santé, agriculture, défense, etc.), la NSF accorde des subventions et des contrats de recherche dans un très grand nombre de disciplines, soit : les mathématiques et la physique; le génie; la biologie et les sciences de l'environnement; les sciences sociales et l'économie; les sciences du comportement et la neurologie; l'informatique et l'information; les sciences de la terre et l'éducation en science et en génie; tout cela sans compter les projets interdisciplinaires. La Fondation ne soutient toutefois aucun projet en médecine clinique, en art, en études humaines, en commerce et en travail social.

ventionnaires fédéraux canadiens ne se joignent pas au courant⁸, l'appareil politique lui-même verrait à la mise sur pied de mécanismes idoines. L'expérience récente est riche d'enseignements à cet égard : qu'il suffise de rappeler le programme fédéral dit des « Centres d'excellence » qui fut identifié au secrétaire d'État de l'époque, Serge Joyal, ainsi que les programmes québécois des « Actions structurantes » et des « Équipes performantes », deux interventions qui drainèrent l'essentiel des crédits frais disponibles pour la recherche universitaire et dont la gestion fut confiée au ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science. Le Comité sénatorial, qui a récemment recommandé que le gouvernement d'Ottawa finance les centres de recherche, n'a d'ailleurs pas péché par excès de confiance à l'égard des conseils subventionnaires fédéraux. Il a, en effet,

tion de ces centres. Ainsi, si le budget de la Fondation n'est pas augmenté comme souhaité, le montant alloué à ce nouveau projet devra être réduit en conséquence. Il ne faudrait pas non plus que, par souci d'efficacité, les chercheurs de ces centres canalisent toutes leurs énergies dans des recherches payantes à court terme, aux dépens des recherches plus fondamentales qui constituent leur véritable mission.

Ce rapport de l'Académie nationale des sciences a été bien accueilli par les administrateurs de la NSF qui ont l'intention, à quelques modifications près, de tenir compte de ses recommandations. La prochaine étape est donc le budget. Suite au prochain numéro...

Sophie Malavoy

Sources

1. REAGAN, R., « Facilitating Access to Science and Technology : Basic Science and Technology Centers », sec. 6, Executive Order of April 10, 1987.
2. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, « Sciences and Technology Centers : Principles and Guidelines », Washington D.C., 1987.

Hewlett-Packard réinvente la calculatrice.



La nouvelle HP-28C fait ce qu'aucune autre calculatrice ne peut effectuer. Elle peut résoudre, entre autres, des problèmes d'algèbre et de calcul différentiel en utilisant des lettres ou mots (x, y, zèbre) comme variables. La HP-28C peut effectuer les calculs matriciels et vectoriels ainsi que les opérations avec des nombres complexes. De plus, elle peut porter des points sur un graphique et tracer des courbes. Elle résout toutes les équations, quel que soit l'ordre d'entrée des variables.

Comment la HP-28C peut-elle faire tout cela sans être trop compliquée? Grâce à des commandes par menus, des touches programmables et à un plus grand nombre de fonctions que toute autre calculatrice.

La HP-28C marque l'arrivée d'une génération inédite: la calculatrice réinventée. Venez la voir dès aujourd'hui!

 **HEWLETT
PACKARD**

coopoly

Succursale informatique
5000, Jean-Talon Ouest
340-4487
Papeterie
340-4841
Librairie scientifique
340-4851

3. SEPT « CENTRES D'EXCELLENCE » POUR L'ONTARIO

Sur les 28 demandes reçues, sept « centres d'excellence » seront subventionnés par le gouvernement ontarien en 1987-1988. Ce sont les suivants :

- Centre de recherche avancée sur le laser et sur les ondes lumineuses (Un. de Toronto) ;
- Centre de sciences spatiales et terrestres (Un. York, Waterloo, Un. de Toronto et Western Ontario) ;
- Centre de recherche sur la production intégrée (Waterloo, McMaster et Un. de Toronto) ;
- Centre de recherche sur les techniques de l'information (Un. de Toronto, Queen's, Waterloo et Western Ontario) ;
- Centre de recherche sur les eaux souterraines (Waterloo) ;
- Centre de recherche sur les matériaux (McMaster, Queen's, Un. de Toronto, Waterloo et Western Ontario) ;
- Centre de recherche sur les télécommunications (Carleton, Un. d'Ottawa, McMaster et Queen's).

recommandé la création d'un « Conseil des centres de recherche » dont l'enveloppe budgétaire de 100 millions de dollars par année « proviendrait d'un fonds distinct dont le montant devrait être déduit des budgets actuellement accordés aux conseils subventionnaires ».

Ainsi donc, compte tenu des développements récents aux États-Unis, un ou des programmes fédéraux de soutien aux centres de recherche verront vraisemblablement le jour : une absence d'intervention rapide pourrait, en effet, accentuer la marginalisation de notre effort de recherche. Le gouvernement d'Ottawa agira dans ce dossier avec ou sans la collaboration de ses conseils subventionnaires. Souhaitons que ce soit avec. ■

Références

1. « Competitiveness Brings Bonanza for Research Budget », *Science and Government Report*, XVII, 4, 1^{er} mars 1987, page 6.
2. U.S. Department of Education, Office of Educational Research and Improvement, *Education Research and Development Centers Competition*, mai 1987.
3. « White House Backs New Mode for Key Research », *New York Times*, 31 janvier 1987.
4. U.S. Department of Education, *op. cit.*
5. 80,5 millions nouveaux consacrés aux centres, par rapport à l'augmentation budgétaire de 400 millions (de 18,7 à 19,1 milliards) calculée par un groupe de travail de l'American Association for the Advancement of Science. Voir *AAAS Report XII, Research and Development FY 1988*, Washington, mars 1987, tableau I-3, page 28.
6. *L'enseignement post-secondaire au Canada : Un investissement d'importance capitale*, Ottawa, sans date, page 17 de l'Introduction.
7. JOHNSON, A.W., *Pour une meilleure orientation du financement de l'enseignement post-secondaire et de la recherche par le gouvernement du Canada*, Secrétariat d'État du Canada, Ottawa, 13 mai 1985, page 39. Le rapport du Comité sénatorial a été publié en mars 1987 et il y est question des centres aux pages 64 à 73.
8. Dans son document de mai 1987 intitulé *Les priorités*, le Conseil de recherches en sciences humaines évoque divers scénarios susceptibles de lui permettre de créer un programme de soutien aux centres ; il avait déjà flirté avec cette idée dans son *Plan quinquennal 1985-1990*.
9. *Op. cit.*, page 75.

L'Institut de génie des matériaux

PAR MICHEL GROULX

Dans une gerbe d'étincelles, la torche vient de se mettre en marche. Lentement, elle se met à progresser le long du joint, réunissant les deux plaques d'acier sous la chaleur intense générée par l'arc électrique. Quelques centimètres plus loin, le contact entre les plaques se courbe et l'épaisseur de ces dernières augmente. La torche modifie alors instantanément sa trajectoire; son inclinaison et sa température s'ajustent aux niveaux requis pour contrer la résistance accrue du métal. Au bout de quelques secondes, les deux pièces ne font qu'une.

Un travail parfait, digne d'un soudeur expérimenté. Et pourtant, le bras articulé qui manipulait la torche et le capteur infrarouge qui, en analysant constamment les profils de température en travers du joint, guidait la course de la torche et contrôlait avec précision les paramètres de soudure sont bien différents d'un bras et d'un oeil humains...

Ce sont ceux d'un robot. Et celui-ci n'est pas issu des laboratoires japonais, suédois ou américains, pourtant maîtres en la matière. Le **système de soudage automatisé grâce à la vision artificielle et au contrôle adaptatif** est le fruit de travaux menés dans un centre de recherche bien de chez nous : l'Institut de génie des matériaux de Boucherville (IGM).

Que l'IGM ait fait de la robotique, un domaine où notre pays (et particulièrement le Québec) traîne la patte, une de ses priorités n'est pas un hasard. En fondant l'IGM en 1978, le Conseil national de recherches du Canada (CNRC) lui confiait notamment le mandat de favoriser l'essor de l'industrie canadienne et d'accroître sa compétitivité, particulièrement dans les secteurs où elle avait pris du retard.

Comme l'explique Georges Bata, directeur de l'IGM : « Nous nous sommes fixé cet objectif de transfert technologique dès nos débuts, alors que nos laboratoires étaient dispersés dans diverses institutions-soeurs : l'IREQ, l'INRS, l'École polytechnique de Montréal, les universités McGill et Laval. Mais ce n'est que vers 1983 que nos activités ont atteint leur rythme de croisière. » C'est en effet à cette date que fut inauguré, en bordure de la route 20, le bel édifice à l'architecture avant-gardiste dans lequel sont maintenant rassemblés les 131 chercheurs, techniciens et membres du personnel de l'Institut, ainsi que les 80 industriels et universitaires qui collaborent avec eux. Ce regroupement favorise, bien sûr, les contacts entre les chercheurs et assure une utilisation optimale de l'équipement — ordinateurs, appareils d'analyse, de conception et de fabrication, et un imposant atelier à grande échelle — dont dispose l'Institut.

Autre particularité de l'IGM : c'est un laboratoire national où la langue de travail est le français ! « Cette exigence fait partie intégrante du mandat que nous a confié le CNRC », commente Georges Bata. Ce qui n'empêche pas l'IGM d'effectuer les recherches les plus poussées au pays en science des matériaux...

L'IGM mène la plupart de ses projets de recherche de concert avec l'entreprise privée. « Mais comme on ne tient pas à gaspiller l'argent des contribuables, affirme Georges Bata, tous les projets que présentent les entreprises intéressées sont soumis à un rigoureux processus de sélection gouverné par trois critères d'ordre économique : les projets retenus devront con-

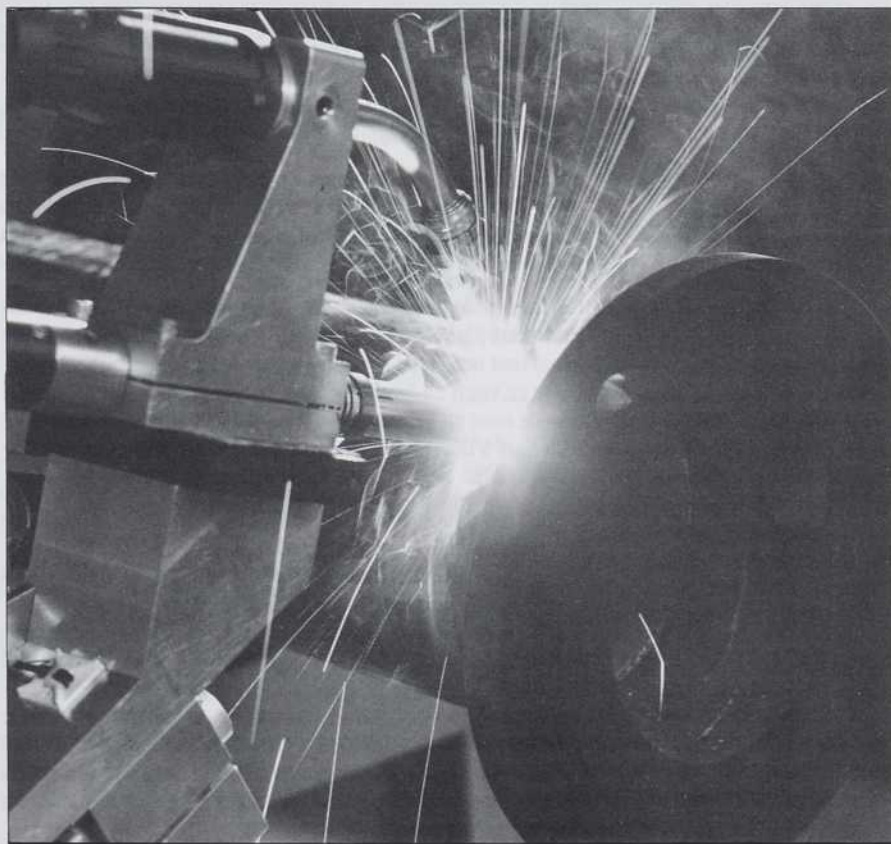
tribuer à augmenter le chiffre de vente de l'entreprise et sa pénétration dans le marché, à équilibrer la balance des paiements du pays et à créer des emplois. »

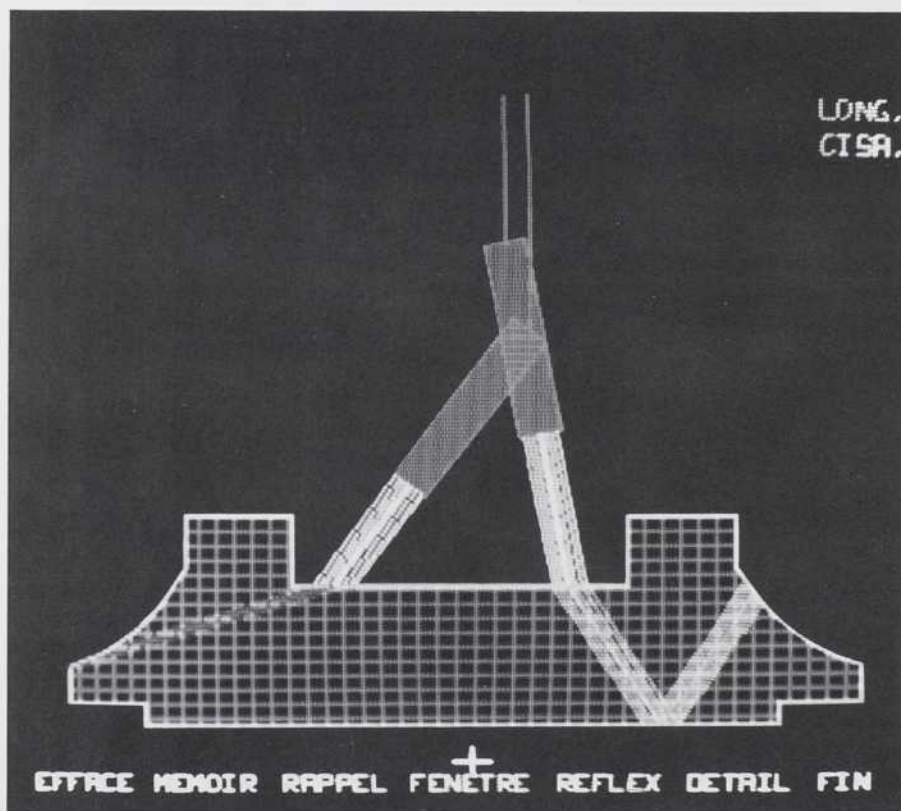
La philosophie qui sous-tend les recherches effectuées à l'IGM est marquée par des impératifs de transfert technologique. Sans mésestimer l'importance de la recherche fondamentale — l'IGM pilote plusieurs projets qui n'ont pas d'application à court terme —, c'est la recherche de solutions à des problèmes spécifiques qui est la principale tâche de ses chercheurs. Cette préoccupation a fait regrouper dans trois grandes sections les quelque 25 projets menés à l'IGM.

DE L'AMÉLIORATION DES MATÉRIAUX À LEUR CARACTÉRISATION

La première de ces sections est consacrée à l'étude du comportement de divers matériaux dans des conditions d'utilisation variées afin d'en améliorer les qualités spécifiques. Une des réalisations les plus impressionnantes de l'IGM en ce domaine est la mise au point de nouveaux revêtements pour les électrodes de graphite servant au raffinage de l'acier dans les fours à arcs électriques. À la température élevée à laquelle fonctionnent ces fours, les électrodes subissent une perte de matière continue par oxydation. Mais, tandis que les pertes encourues par la partie inférieure des électrodes trempant dans le bain d'acier sont nécessaires au processus de purification, celles subies par leur partie supérieure exposée à l'air sont inutiles et écourtent leur durée de vie. En projetant par plasma sur de telles électrodes une céra-

Prototype d'un module de vision monté sur un poste de soudage.





Prototype d'un « microscope acoustique », appareil à ultrasons capable de mesurer en quelques secondes la densité d'un échantillon de polyéthylène. La méthode classique de mesure de densité de cette substance nécessite 45 minutes.

mique spéciale dont les propriétés avaient été soigneusement étudiées au préalable, les chercheurs de l'IGM les ont protégées de ces pertes, ce qui devrait permettre aux aciéries de réaliser des économies substantielles.

Georges Bata ne cache pas qu'un produit semblable existait déjà ; il avait été développé au Japon. Mais, compte tenu de la vigueur de nos concurrents asiatiques, le fait d'avoir réalisé la même percée n'est pas si déshonorant que ça...

En plus de déboucher souvent sur la création de nouveaux matériaux plus performants, la caractérisation des matériaux est avant tout une étape préalable à leur modelage et à leur assemblage en vue d'en fabriquer des pièces. Aussi une deuxième section de mise en forme des matériaux regroupe-t-elle des activités visant à développer des procédés de fabrication et à contrôler la qualité des produits issus de ces procédés.

Les plastiques et les polymères organiques ou inorganiques y sont à l'honneur, notamment le mica. Résistant et peu coûteux, celui-ci permet en effet d'améliorer la rigidité des pièces de grande dimension produites en série comme, par exemple, les éléments de carrosseries d'automobiles. Comme notre pays détient environ 85 p. cent du marché mondial du mica utilisé pour renforcer les polymères, le développement d'une technologie canadienne de mise en forme de ce minéral serait donc plus que bienvenue. L'IGM s'y est consacré et y est parvenu en obtenant, grâce à un nouveau procédé de moulage, des feuilles de plastique renforcé, d'une résistance supérieure à celle des panneaux de fibre de verre.

Dans ce secteur, l'IGM a également participé à une centaine de projets de développement à court terme avec divers partenaires industriels. L'un de ces projets se rattache à la valorisation de rejets industriels d'une entreprise produisant du polystyrène expansé. Le stockage et l'élimination de ces rebuts contenant du pentane et d'autres composés volatiles toxiques posait un sérieux problème écologique. Les chercheurs de l'IGM ont donc imaginé et développé un procédé permettant d'extraire ces composés de ces rejets et d'en produire une résine pouvant servir à diverses applications.

La mise en forme des métaux intéresse également les ingénieurs de l'IGM. Outre l'automatisation du soudage, une des priorités de l'IGM, on élabore un modèle permettant de prédire la propagation des fissures et l'usure d'objets métalliques comme des moteurs et des pièces d'automobiles. Cela pourrait entraîner une amélioration considérable des procédés de fabrication présentement en usage.

L'AUTOMATISATION DES PROCÉDÉS

Par ailleurs, les chercheurs de l'IGM travaillant sur les procédés de fabrication, ils ne pouvaient que s'intéresser à leur automatisation — virage technologique oblige. Ils en ont donc fait leur troisième centre d'intérêt.

Les plus beaux fruits de cet effort de recherche sont les SIMM, ou systèmes intégrés de mise en forme des matériaux. Bien au-delà des techniques de base de fabrication et de conception assistées par ordinateur (la CFAO) qui ont mené, entre autres, à l'élaboration du robot-soudeur, les SIMM sont des ensembles de logiciels permettant l'automatisation complète du cycle de développement d'un produit : de son design et du choix des matériaux qui le constitueront à l'évaluation finale de sa qualité et de ses performances.

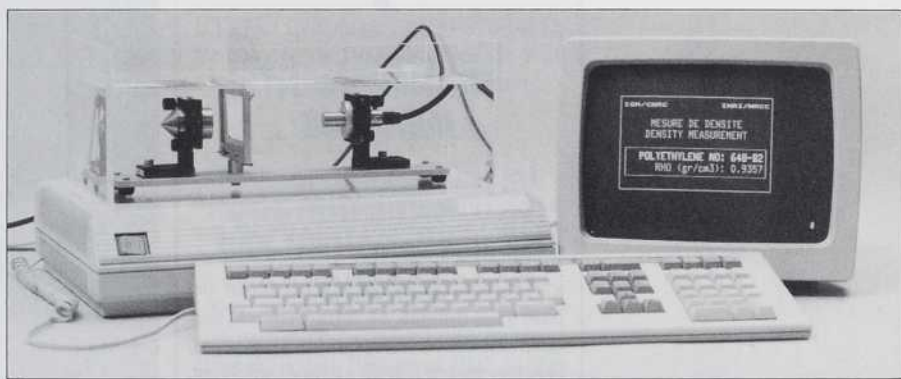
On constitue tout d'abord en laboratoire des bases de données très riches sur les matières premières que l'on pense utiliser pour confectionner un produit. À partir de ces données, on produit des modèles mathématiques prédisant les propriétés de ces matériaux dans toute une gamme de conditions. On simule alors la mise en forme de ces matériaux, ce qui permet, au besoin, de porter son choix sur un autre matériau plus approprié, ou d'apporter des modifications au design des outils de fabrication (par exemple, au moule servant à couler une pièce de plastique). Une fois qu'on a déterminé les conditions optimales (l'ordinateur y parvient sans peine grâce à une boucle de rétroaction), on les transmet à l'équipement de production.

La dernière étape de ce processus sort un peu des sentiers battus de la CFAO en ce sens qu'elle est effectuée par des technologies moins connues, mais dans lesquelles l'IGM excelle. C'est le contrôle automatisé de la qualité des produits finis. Ces derniers, pour que l'automatisation du cycle de production soit parfaite, doivent en effet être examinés par des senseurs et les informations obtenues retransmises à l'outillage qui réajuste alors son « tir ». Naturellement, il doit être possible d'effectuer une telle évaluation sans nécessairement éventrer tous les objets à leur sortie de la chaîne de montage. Les chercheurs de l'IGM sont donc en train de mettre au point une méthode d'« évaluation non destructive » basée sur la détection infrarouge de l'ab-

sorption d'ultrasons. On émet vers l'échantillon à analyser un faisceau d'ultrasons à basse fréquence. Ce bombardement engendre alors une variation de température, qui peut être ensuite mesurée sur une face opposée à l'aide d'un détecteur infrarouge. Au terme d'une analyse appropriée, on obtient la configuration interne de l'objet.

Cette technique exige cependant que l'objet analysé soit immergé dans un liquide, ce qui en limite les applications. Heureusement, une méthode d'analyse utilisant un laser en cours d'élaboration à l'IGM, permet de surmonter cette difficulté. Le laser braqué sur l'échantillon y génère une onde acoustique (ultrasons) qui est alors mesurée par un autre laser dit d'interférence. Cette technique pourrait permettre par exemple l'examen à distance, entre deux vols, des supports des réacteurs d'avion ou des hélices d'hélicoptère.

Pour le moment, quelques-unes seulement de ces techniques se trouvent intégrées à des SIMM. Les applications pour lesquelles ces derniers ont été développés touchent surtout les domaines du moulage des matières plastiques ou du moulage sous pression des alliages métalliques. Car ce n'est pas une mince affaire que de développer des logiciels exigeant des bases de



données aussi considérables. Mais déjà, plusieurs SIMM ont été transférés à l'industrie. Et les économies de temps, d'énergie et d'argent qu'ils permettent laissent croire qu'ils s'enverront bientôt comme des petits pains chauds... L'IGM estime d'ailleurs à 3 000 le nombre de compagnies canadiennes qui seront en mesure de les utiliser au cours des dix prochaines années. Les compétiteurs du Canada en matière de génie des matériaux n'ont qu'à bien se tenir! ■

Inspection ultrasonore assistée par ordinateur.



Secrétariat d'État
du Canada

Department of the Secretary
of State of Canada

Multiculturalisme / Multiculturalism



PROGRAMME DES ÉTUDES ETHNIQUES CANADIENNES

Ce programme encourage et appuie des travaux de recherche et autres activités d'érudition dans les domaines des sciences humaines, des communications et des beaux-arts, portant sur des aspects importants du pluralisme culturel de la société canadienne.

Le programme comporte quatre volets:

- i) **Recherche;**
- ii) **Conférenciers invités;**
- iii) **Conférences sur les études ethniques canadiennes;**

Il y a trois dates limites chaque année pour chacun des trois volets du programme. La prochaine date limite pour les demandes de subvention est le 31 octobre 1987.

- iv) **Bourses d'études multiculturelles.**

Chaque année, six bourses sont accordées à la suite d'un concours annuel, soit trois à des jeunes chercheurs (25,000 \$) et trois à des chercheurs établis (35,000 \$). La date limite pour le prochain concours est le 31 octobre 1987.

Il y a aussi au Multiculturalisme le PROGRAMME D'ÉDITION ET DE PUBLICATION qui peut appuyer la publication d'ouvrages d'érudition reflétant la diversité culturelle du Canada. La prochaine date limite pour les demandes de subvention est le 30 septembre 1987.

Pour se procurer des formulaires de demande, une liste des projets déjà subventionnés et tout autre renseignement, s'adresser à:

Multiculturalisme
Secrétariat d'État
Ottawa (Ontario)
K1A 0M5

Agent de programme des études ethniques canadiennes:
Yvonne Brisebois, téléphone (819) 994-5994.

Canada

PAR LOUISE DESAUTELS

FRANCHEMENT MEILLEUR

Les « crèmes » cosmétiques n'auront jamais si bien porté leur nom ! Le groupe Stela de l'Université Laval a prouvé que les protéines du lait, hydrolysées au moyen d'enzymes, pouvaient servir de base à ces crèmes, en remplacement des habituels dérivés du pétrole. Mieux, les courtes chaînes d'acides aminés semblent mieux absorbées par la peau. Parmi les autres avantages des hydrolysats : la couleur blanche qu'ils conservent au produit cosmétique, leur odeur neutre, la stabilité de leur pouvoir hygroscopique, ainsi que la bonne réputation du lait.

Une compagnie distributrice d'ingrédients auprès des compagnies de cosmétiques collabore aux essais, dont la prochaine étape sera la production à une échelle pilote. Les tests sur la peau tendent à montrer que les propriétés du lait « digéré » pourraient faire classer celui-ci non seulement comme « produit de base » mais comme « agent actif », ce qui ouvrirait le marché pharmaceutique. L'équipe du Stela travaille également au perfectionnement d'une technique qui permettrait d'enfermer les protéines fragmentées à l'intérieur de bulles de lipides qui en assureraient alors le transport dans les couches profondes de l'épiderme.

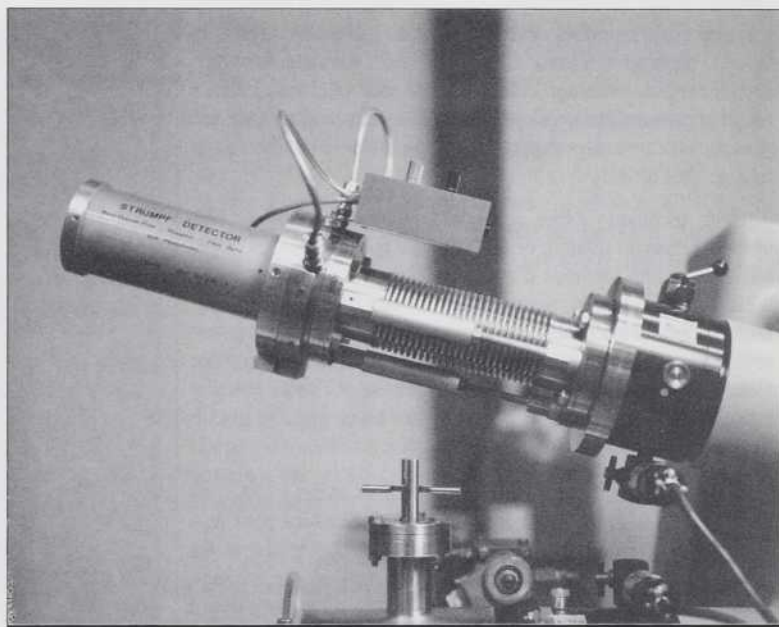


PHOTO INRS-ÉNERGIE

UN DÉTECTEUR MULTI-CANAU

À l'INRS-Énergie, une équipe a mis au point un détecteur de spectrométrie qui permet d'obtenir instantanément une image de tout le spectre en fonction du temps. Jusqu'à maintenant, on ne pouvait visualiser qu'une seule longueur d'onde à la fois.

Ce détecteur multi-canaux contient un agencement linéaire de 1 024 photodiodes (récepteurs) qui convertissent les photons de lumière en électrons. Les signaux électroniques sont ensuite amplifiés.

L'instrument n'est pas encore breveté, mais deux laboratoires européens en ont acquis chacun une version. Deux autres « galettes » de micro-canaux sont en usage à Varennes. La commercialisation, destinée au marché des laboratoires qui font de la spectroscopie, est envisagée.

SPECTREX LTEE

Votre fournisseur d'ACCESSOIRES d'instruments d'analyse au Québec

- | | |
|---|--|
| 1- Electrodes en graphite de General Graphites Inc. | 5- Lampes au deutérium de Cathodeon Ltd. |
| 2- Accessoires infrarouges de Foxboro-Wilks | 6- Electrodes pH de Ingold Electrodes Inc. |
| 3- Cellules UV-visibles de Spectrocell Inc. | 7- Micropipettes de Labsystems Inc. |
| 4- Lampes à cathode creuse de Cathodeon Ltd. | 8- Filtres et membranes de Schleicher & Schuell Inc. |

Afin de recevoir plus de renseignements, veuillez encercler le numéro qui vous intéresse dans le coupon ci-dessous et l'expédier à :

Spectrex Ltée, 5250 Ferrier, #508, Montréal, Qc, H4P 1L6 (514) 738-3377

1 2 3 4 5 6 7 8

Nom _____ Dept _____
 Compagnie _____ Adresse _____
 Ville _____ Province _____ Code postal _____

PAR SOPHIE MALAVOY

55^e CONGRÈS DE L'ACFAS / UNIVERSITÉ D'OTTAWA

Avec 1 800 communications scientifiques et plus de 4 000 participants, le 55^e congrès de l'ACFAS a de nouveau défrayé la manchette du 19 au 22 mai dernier. L'Université d'Ottawa a accueilli

soixante-dix colloques dans un large éventail de disciplines. Vous pouvez obtenir gratuitement un exemplaire du programme du 55^e congrès. Quant aux diverses communications présentées, pour la circonstance, à l'Université d'Ottawa, elles ont été condensées et rassemblées dans un volume intitulé *Recueil des résumés de communications*, qui coûte 12 \$. Adressez-vous à l'ACFAS, au 2730, Côte-Sainte-Catherine, Montréal

H3T 1B7 (téléphone : (514) 342-1411). Le congrès de 1988 aura lieu du 9 au 13 mai, à l'Université de Moncton.

L'ADMINISTRATION DES UNIVERSITÉS AU QUÉBEC

Savez-vous quelle est l'université qui affichait, de juin 1984 à mai 1985, le plus haut ratio administrateurs/professeurs au Québec? L'Université de Montréal (0,7). Venaient ensuite l'Université du Québec à Trois-Rivières et l'Université Concordia (0,5), suivies de l'Université Laval (0,45), de l'Université de Sherbrooke (0,4), de l'Université du Québec à Montréal (0,35) et de l'Université McGill (0,25). Sont définis ici comme administrateurs, le personnel de direction, les gérants, les cadres et les professionnels non-enseignants, excluant les techniciens, les employés de bureau et les corps de métiers.

Source

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION, Défense des crédits 1986-1987, Programme 06, Enseignement et recherche universitaires.

DES ENREGISTREMENTS DIGITAUX À LA SINISATION DE L'INFORMATIQUE

L'Agence québécoise de valorisation industrielle de la recherche (AQVIR) a conclu, entre octobre 1986 et juin 1987, des ententes de prêts pour environ six millions de dollars en vue de la réalisation de 19 nouveaux projets d'innovation technologique. Parmi ces projets, on peut citer : la conception d'un nouveau système digital d'enregistrement et d'emmagasinage audio ; le développement d'une seringue à double réservoir pour le conditionnement et l'injection de médicaments en poudre ; le développement d'un système vidéotex pour les courtiers et les agents immobiliers ; le développement de modules d'application de la voix et la sinisation de l'informatique en Chine.



Université
de Montréal



Université
du Québec
à Montréal

Politique et Économie

Cette collection est
dirigée par

Le Groupe de recherche et
d'étude sur les transformations
sociales et économiques
(GRÉTSÉ)

Elle est éditée et
distribuée par

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

N°1 José Luis Cecena G., Christian Deblock, Bernard
Élie, Cary Hector et Lizette Jalbert. **Canada-Mexique.**
Développements différents, problèmes communs. 1985, 141 pp.

N°2 Gérard Boismenu et Graciela Ducatenzeiler (avec la
participation de F. Anderson et L. Fortin). **Les subventions
fédérales à l'innovation industrielle.** 1986, 223 pp.

N°3 Robert Couillard, Michel Cournoyer, Gilles Dostaler,
Jean-Jacques Gislain, Marcel Pepin et Gilles Trudeau.
Le travail au minimum. 1986, 200 pp.

N°4 Gérald Bernier et Robert Boily (avec la participation
de Daniel Salée). **Le Québec en chiffres. De 1850 à nos jours.**
1986, 389 pp.

N°5 Gérald Bernier et Robert Boily. **Le Québec en
transition: 1760-1867. Bibliographie thématique.** 1987, 193 pp.

N°6 Collectif. **La Théorie générale et le keynésianisme.**
1987, 200 pp.

Les publications sont disponibles à :

l'Association canadienne-française
pour l'avancement des sciences
2730, chemin de la Côte Sainte-Catherine
Montréal (Québec)
H3T 1B7

Commandes téléphoniques sans frais
(514) 342-1411

DES MISES VARIABLES SUR LA RECHERCHE UNIVERSITAIRE

Tous les pays n'accordent pas la même importance à la recherche universitaire. Ainsi, les dépenses engagées par le Canada dans ce secteur, incluant les sciences humaines et sociales, représentaient, en 1983, 23,6 p. cent des dépenses totales effectuées en recherche-développement. Ce pourcentage s'approchait alors de celui du Japon (25,8 p. cent), mais non de ceux calculés pour les États-Unis (13,3 p. cent), qui semblent miser très peu sur la recherche universitaire, et pour la Suède (33,2 p. cent) qui, à l'inverse, y accorde beaucoup d'importance.

Source

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA SCIENCE, « L'Effort national de recherche au Québec », *Fine pointe*, vol. 2, n° 10, juin-juillet 1987, tableau 4, p. 2.

LA R-D AU CANADA : QUELQUES CHIFFRES

On estime que pour 1987, les dépenses canadiennes en recherche-développement s'élèveront à environ 7,1 milliards de dollars, soit 4 p. cent de plus que le total estimatif pour 1986.

Pour le Canada, ce montant représente

entre 1,3 et 1,4 p. cent du produit intérieur brut (PIB), un ratio plutôt faible si on le compare à celui des États-Unis (2,7 p. cent), du Japon (2,6 p. cent), de la Suède (2,5 p. cent) ou de la France (2,15 p. cent).

Par ailleurs, selon les estimations, la R-D industrielle, qui s'est accrue de 4 p. cent en 1986, augmentera de 5 p. cent en 1987. Le secteur des entreprises privées continue de prendre de l'importance comme exécutant de travaux de R-D (51 p. cent au total) et comme source de financement (42 p. cent), tandis que l'administration fédérale a perdu de l'importance à la fois comme exécutante (20 p. cent au total) et comme source de financement (34 p. cent).

Source

STATISTIQUE CANADA, « Dépenses totales au chapitre de la recherche et du développement au Canada », *Statistique des sciences*, vol. 11, n° 6, mai 1987.

INAUGURATION DU CENTRE D'IRRADIATION DU CANADA

Le Centre d'irradiation du Canada a été inauguré le 29 mai dernier à Ville de Laval sur le campus de l'Institut Armand-Frappier (IAF). Projet conjoint de l'IAF et de l'Énergie atomique du Canada Ltée, ce centre devra promouvoir la recherche appliquée et le développement de la technologie canadienne du traitement par

rayonnement gamma. On y étudiera, entre autres, à l'échelle industrielle les effets de l'irradiation sur les aliments et les doses recommandables en fonction de la composition particulière de chaque denrée traitée.

GESTIONNAIRES DE L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE DEMANDÉS

Pour demeurer dans le clan des nations industrialisées, le Canada a besoin de bons gestionnaires capables d'amener ses entreprises de haute technologie sur les marchés internationaux. Or, de tels gestionnaires se font rares, en raison de la faible sensibilisation des scientifiques et des ingénieurs, comme des Canadiens en général, à l'entrepreneuriat technique et à l'innovation technologique. Devant un tel constat, la formation offerte par les universités dans ces deux domaines apparaît donc vitale. Est-elle adéquate et suffisante? C'est la question que s'est posée le Conseil des sciences du Canada dans un récent document d'étude publié en mai dernier.

On peut y lire que si le nombre de cours en innovation technologique et en entrepreneuriat technique s'est accru de façon prodigieuse au cours des cinq dernières années, principalement au Québec et en Ontario, de nombreux obstacles restent à surmonter pour que d'autres facultés se joignent aux huit facultés de génie qui offrent actuellement de tels cours et qu'on instaure ce genre de formation dans les facultés de sciences.

Les obstacles? Un manque de professeurs compétents dans le domaine; des étudiants peu informés quant aux tâches qu'ils auront à remplir sur le marché du travail, donc peu réceptifs à ce type d'étude; des cours incomplets où, par exemple, les relations humaines et interpersonnelles sont négligées et, bien sûr, une aide financière fédérale et provinciale insuffisante. Le Conseil des sciences recommande donc une série de mesures pour résoudre ces problèmes. Il recommande aussi d'appuyer financièrement au

HUMANITAS

La revue de la réalité interculturelle

Mon voisin est d'origine italienne. Ma soeur est mariée à un québécois d'origine grec. mon meilleur ami a émigré en Chine. Et vous?

Saviez-vous que «HUMANITAS» vous parle d'eux et de nous?

Découvrez, vous aussi, les différentes facettes de la réalité interculturelle en vous abonnant dès maintenant!

SPECIAL DU MOIS D'AOUT
«LES VALEURS DE LA FAMILLE»

ABONNEMENT-HUMANITAS

NOM: _____
INSTITUTION: _____
ADRESSE: _____
VILLE: _____
CODE POSTAL: _____
TELEPHONE: _____

TARIF: - INDIVIDUEL: \$20.00
- INSTITUTIONS: \$30.00

CHÈQUE OU MANDAT AU NOM DE:

HUMANITAS INC
5780, Avenue Décelles, suite 309
Montréal, Qc, H3S 2C7

moins deux centres d'expertise dans les domaines de l'innovation technologique et de l'entrepreneuriat technique.

Source

CLARKE, T.E. et REAVLEY, J., *Les Universités canadiennes et la formation en innovation technologique et en entrepreneuriat technique*, Document d'étude, Conseil des sciences du Canada, mai 1987.

EXPO-SCIENCES INTERNATIONALE : UN SUCCÈS

Du 10 au 17 juillet dernier, l'Université Laval était le théâtre d'un « congrès » scientifique hors du commun : ses participants avaient en effet entre 12 et 20 ans ! Il s'agit, bien sûr, de l'Expo-sciences internationale, événement qu'organisait pour la première fois le

Conseil de développement du loisir scientifique. Deux cents jeunes provenant d'une trentaine de pays des cinq continents y ont présenté les résultats de travaux touchant toutes les disciplines scientifiques, de l'environnement à l'informatique. C'est une jeune Albertaine, Anita Luszak, qui a remporté le prix Irma-Levasseur décerné par le Secrétariat à la condition féminine pour encourager les filles à se diriger vers des carrières scientifiques. De nombreuses autres distinctions et bourses, certaines atteignant près de 5 000 \$, ont aussi été attribuées à ces scientifiques en herbe.

L'EXODE DES CERVEAUX

Rassurez-vous... ou presque. D'après une étude préliminaire du Conseil des sciences notre « balance commerciale »

des cerveaux serait positive. Le Canada aurait, en effet, toujours attiré plus de scientifiques qu'il n'en aurait perdu, même pendant la récession des années 1980-1982, époque où, pour la R-D, il se classait à l'avant-dernier rang des pays industrialisés.

Ce constat est fondé sur l'examen de données concernant la migration de la population des chercheurs de 1956 à 1985. Les données sur le nombre de Canadiens qui, dans le domaine des sciences, du génie et de l'informatique, ont laissé le pays pour aller aux États-Unis (pays considéré ici comme le principal « importateur de cerveaux ») proviennent de documents inédits du ministère américain de la Justice. Les statistiques sur le nombre de scientifiques, d'ingénieurs et d'informaticiens qui entrent au Canada, en provenance de tous les autres pays, proviennent d'Employ et Immigration Canada.

Aucun exode important donc. Pourtant, cela ne signifie pas qu'il n'y ait pas lieu de s'inquiéter, car ces données ne révèlent rien sur la qualité des scientifiques qui quittent le pays par rapport à ceux qui y entrent.

Source

CONSEIL DES SCIENCES DU CANADA, « L'Exode des cerveaux », *Résonances*, vol. 4, n° 2, juin 1987.

CASALS 87

CONGRÈS SUR
LES PROGRÈS EN SPECTROSCOPIE
ET EN SCIENCES DE LABORATOIRE

6 au 8 octobre 1987

CENTRE INTERNATIONAL DE TORONTO

6900 Airport Road, Mississauga, Ontario

NOUVEAU CETTE ANNÉE :

24 ATELIERS GRATUITS SUR
LES APPLICATIONS DE LA
TECHNOLOGIE AUX
PROBLÈMES DE LABORATOIRE

PLUS : 175 ÉTALAGES D'ÉQUIPEMENTS,
D'INSTRUMENTATIONS,
D'ORDINATEURS, DE
ROBOTIQUE, DE FOURNITURES
ET PLUS ENCORE

Pour plus d'informations communiquez avec : Steve Utting, CASALS Conference/Exposition, 20 Butterick Road, Toronto, Ont. M8W 3Z8, (416) 252-7791

LE FRANÇAIS AU FÉDÉRAL

Selon le dernier rapport annuel de la Commission de la fonction publique du Canada, seulement 21,8 p. cent des 22 783 scientifiques et professionnels qui travaillaient l'an dernier pour le gouvernement fédéral, étaient des francophones. Pire, le pourcentage réel serait encore plus faible, ces données n'incluant pas le personnel des conseils à vocation scientifique comme le CNRC, où la présence francophone n'excède pas 13 p. cent.

De plus, dans les cinq ministères qui employaient à eux seuls près de la moitié du personnel scientifique et professionnel (Agriculture ; Santé et Bien-être social ; Environnement ; Énergie, Mines et Ressources ; Pêches et Océans), la

moyenne de la participation francophone s'élevait à 16,5 p. cent! Une situation pour le moins inquiétante que certaines initiatives tentent toutefois de redresser.

Par exemple, Marcel Masse, ministre de l'Énergie, des Mines et des Ressources, a institué en décembre 1986 un comité chargé d'analyser la possibilité d'une certaine francisation. Dans le rapport qu'il a déposé en mai dernier, le comité énonce un objectif simple et précis : le Ministère devra comporter d'ici à 1993, dans les catégories de la recherche et de la gestion, un nombre de francophones qui reflète au minimum le poids démographique de ceux-ci dans le pays, c'est-à-dire 26,4 p. cent. Le comité propose également un certain nombre de correctifs précis visant à favoriser l'utilisation du français comme langue de travail dans cet environnement actuellement unilingue. Il suggère, entre autres, l'intensification des programmes d'échanges avec les milieux scientifiques et universitaires francophones.

L'ORDINATEUR À L'ÉCOLE : APO QUÉBEC Y VOIT !

Depuis que l'ordinateur a fait son apparition dans les écoles du Québec, les questions ne cessent d'affluer. Est-ce un outil pédagogique vraiment efficace? Sûrement! répondent en chœur les 24 chercheurs et employés d'APO Québec, un nouveau centre de recherche qui se consacre au développement des applications pédagogiques de l'ordinateur. Les travaux du Centre, qui ont débuté en janvier dernier, ont déjà débouché sur la création de la Vitrine 2001 : dans cet espace d'expérimentation sur les environnements pédagogiques informatisés, concepteurs, chercheurs, élèves, professeurs et visiteurs peuvent expérimenter des logiciels éducatifs ainsi que divers appareils et outils pédagogiques dans un environnement propice à l'apprentissage. APO Québec mène plusieurs autres projets sur l'intégration de la micro-informatique en milieu scolaire, souvent en collaboration avec d'autres organismes, des établissements d'enseignement ou des entreprises.



Conseil national
de recherches Canada

National Research
Council Canada

POSTES D'ATTACHÉS DE RECHERCHE 1988

pour des recherches en science et en génie,
dans les laboratoires du
CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES DU
CANADA

Le Conseil national de recherches est le principal organisme de recherche du Canada. Les travaux de laboratoire du CNRC couvrent la plupart des domaines des sciences physiques, des sciences biologiques et de l'ingénierie.

Les candidats aux postes d'attachés de recherche doivent avoir reçu récemment un doctorat es Sciences (Ph.D.), ou une maîtrise dans un des domaines du génie, ou être sur le point d'obtenir un de ces diplômes avant d'entrer en fonction.

Les postes d'attachés de recherche sont accessibles aux ressortissants de tous les pays, même si la préférence est accordée aux citoyens canadiens.

Les attachés de recherche seront nommés au personnel du Conseil national de recherches pour une période déterminée. Ils se verront offrir les mêmes salaires et avantages dont jouissent présentement les membres permanents du personnel. En guise d'exemple, le salaire actuel au niveau du doctorat est de 33 661 dollars par année.

La nomination initiale portera, en général, sur une période de deux ans et pourra être renouvelée sujet au rendement de l'attaché de recherche et selon les besoins de la Division.

On peut obtenir un formulaire spécial d'inscription auprès du Bureau des attachés de recherche, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0R6.

Date limite d'inscription:
le 30 novembre, 1987

Canada

CONSEIL DE RECHERCHES EN SCIENCES HUMAINES DU CANADA (CRSH)

- **Subventions de recherches**
Couvrent les frais d'assistanat, de déplacement et de matériel
Date de soumission : 15 octobre
Renseignements : (613) 992-3145
- **Grandes subventions de recherche**
Pour les travaux de recherche ou d'édition d'envergure dont le budget est d'au moins 100 000 \$/12 mois
Date de soumission : 15 octobre
Renseignements : (613) 992-3145
- **Subventions stratégiques : développement de la recherche en gestion**
Bourses de doctorat en gestion et sciences administratives
Date de soumission : 15 novembre
Renseignements : (613) 992-3027
- **Bourses de la Reine**
Bourses de maîtrise en études canadiennes
Date de soumission : 15 novembre
Renseignements : (613) 992-0525
- **Bourses de doctorat**
Bourses de doctorat pour études à plein temps dans une université canadienne
Date de soumission : 15 novembre
Renseignements : (613) 992-0525
- **Bourses postdoctorales**
Offertes à des personnes qui ont récemment obtenu un doctorat et désirent poursuivre des études ou recherches postdoctorales dans une université
Date de soumission : 1^{er} octobre
Renseignements : (613) 992-0525
- **Bourses de recherche du Canada**
Pour favoriser le maintien de la capacité nationale de recherche et l'amélioration des possibilités de carrière des chercheurs prometteurs
Date de soumission : 1^{er} octobre
Renseignements : (613) 992-0525
- **Bourse Jules et Gabrielle-Léger**
Pour la recherche et la publication portant sur la contribution de la Couronne et de ses représentants fédéraux et provinciaux à la vie politique, constitutionnelle, culturelle, intellectuelle et sociale du pays
Date de soumission : 1^{er} octobre
Renseignements : (613) 992-0525
- **Bourse canadienne Bora-Laskin, de recherche sur les droits de la personne**
Pour la recherche interdisciplinaire ou multidisciplinaire en

matière de droits de la personne particulièrement au Canada

Date de soumission : 1^{er} octobre

Renseignements : (613) 992-0525

- **Aide aux sociétés savantes**
Offerte aux sociétés savantes et aux universités pour couvrir les frais de déplacement et de subsistance de scientifiques lors de congrès savants tenus au Canada
Date de soumission : 30 octobre
Renseignements : (613) 992-4310
- **Subventions de voyage pour conférences internationales**
Pour réunions internationales savantes
Date de soumission : 1^{er} novembre
Renseignements : (613) 992-4310

Renseignements généraux : CRSH

255, rue Albert

Ottawa (Ontario)

K1P 6G4

(613) 992-0682

CONSEIL DE RECHERCHES EN SCIENCES NATURELLES ET EN GÉNIE DU CANADA (CRSNG)

- **Subvention pour appareillage et appareils spéciaux**
Pour équipement de laboratoire universitaire
Date de soumission : 1^{er} novembre
- **Attachés de recherche ACDI/CRSNG**
Bourses offertes aux chercheurs des pays en voie de développement se formant au Canada
Date de soumission : 15 octobre
- **Programme de chercheurs boursiers universitaires**
Bourse de recherche postdoctorale dans le domaine des sciences naturelles et du génie
Date de soumission : 1^{er} novembre
- **Chercheurs industriels invités, colloques, séminaires et conférences**
Afin de favoriser les échanges universités-entreprises
Date de soumission : 1^{er} novembre
- **Dépenses courantes**
Pour recherches industrielles, d'équipe et projet de recherche
Date de soumission : 1^{er} novembre
- **Échanges bilatéraux**
Échanges et coopération entre chercheurs canadiens et étrangers dans le cadre d'ententes bilatérales
Date de soumission : 15 octobre
- **Échange scientifique international**
Subvention pour la visite de scientifiques et d'ingénieurs étrangers invités par des universités et laboratoires canadiens
Date de soumission : 15 octobre

- **Infrastructure**

Subventions pour soutenir les ressources ou les installations spécialisées

Date de soumission : 1^{er} novembre

- **Installations spéciales, appareils conjoints et ordinateur vectoriel**

Date de soumission : 1^{er} octobre

- **Programme de développement en foresterie**

Subventions de projets et de stages postdoctoraux

Date de soumission : 15 octobre

- **Publications scientifiques**

Pour la diffusion de résultats originaux de travaux de recherche en sciences naturelles et en génie

Date de soumission : 1^{er} novembre

- **Recherche coopérative internationale**

Pour promouvoir la collaboration internationale en recherche en fournissant une aide financière à des scientifiques et à des ingénieurs canadiens qui entreprennent un programme de recherche en collaboration avec des collègues étrangers

Date de soumission : 15 octobre

- **Suppléments pour la recherche dans le Grand Nord**

Pour encourager la poursuite de projets de recherche dans le Grand Nord canadien

Date de soumission : 1^{er} novembre

Renseignements : CRSNG

200, rue Kent
Ottawa (Ontario)
K1A 1H5
(613) 995-5521

CONSEIL DE RECHERCHES MÉDICALES DU CANADA (CRM)

- **Programmes spéciaux**

Subvention pour la recherche en éducation médicale et histoire des sciences de la santé et « groupe du CRM »

Date de soumission : 1^{er} octobre

- **Programme commun de recherche**

Date de soumission : 1^{er} novembre

- **Scientifiques du CRM**

Offre un salaire aux chercheurs indépendants exceptionnellement doués qui travaillent en sciences de base ou en sciences cliniques

Date de soumission : 1^{er} novembre

- **Chercheurs associés**

Offre à des établissements l'occasion de recruter un nombre limité de chercheurs exceptionnels afin de compléter leurs effectifs de recherche en sciences pures et appliquées

Date de soumission : 1^{er} novembre

- **Chercheurs invités**

Bourses destinées aux chercheurs étrangers invités à participer aux recherches effectuées dans une université canadienne et aux chercheurs en poste dans une faculté canadienne de médecine, médecine dentaire, médecine vétérinaire et pharmacie, qui désirent travailler dans un autre laboratoire au Canada ou à l'étranger

Date de soumission : 1^{er} octobre

- **Échanges scientifiques France-Canada**

Programme visant à la collaboration de scientifiques de France et du Canada, selon l'accord CRM/INSERM et l'entente CRM/CNRS

Date de soumission : 1^{er} octobre

Renseignements : CRM

Immeuble Jeanne-Mance, 20^e étage
Rue de l'Églantine, parc Tunney's
Ottawa (Ontario)
K1A 0W9
(613) 954-1959

CONSEIL QUÉBÉCOIS DE LA RECHERCHE SOCIALE

- **Subventions de recherche**

Pour soutenir des projets en recherche fondamentale ou appliquée, théorique ou empirique, recherche-action ou recherche exploratoire ou tout autre type de recherche ou choix méthodologique convenant à l'objet de recherche, susceptibles de faire avancer les connaissances dans le domaine de la recherche sociale

Date de soumission : 17 octobre

- **Aide à la diffusion des résultats de la recherche subventionnée par le Conseil**

Cette aide vise à faire connaître les résultats de la recherche subventionnée par le Conseil québécois de la recherche sociale

Date de soumission : 17 octobre

- **Aide à la formulation d'un projet de recherche ou d'études et analyses**

S'adresse à tout responsable de projet (praticien ou intervenant) qui ne peut compter sur une expertise scientifique dans son milieu : établissement de santé et de services sociaux, conseil régional de la santé et des services sociaux ou organisme bénévole ou communautaire, afin de lui permettre de retenir les services d'un chercheur consultant

Date de soumission : 17 octobre

Renseignements : Secrétariat du Conseil québécois de la recherche sociale

Édifice Le Cambrai
1088, rue Raymond-Casgrain
Québec (Québec)
G1S 2E4
(418) 643-7582

FONDS DE LA RECHERCHE EN SANTÉ DU QUÉBEC (FRSQ)

- **Bourses de formation stagiaire**
Pour études de maîtrise ou de doctorat en sciences de la santé
Date de soumission : 1^{er} novembre
- **Bourses de formation postdoctorale**
Date de soumission : 1^{er} novembre
- **Bourses de formation pour le personnel professionnel oeuvrant dans les départements de santé communautaire**
Être détenteur d'un B.sc, d'une maîtrise ou d'un doctorat et travailler dans un DSC
Date de soumission : 1^{er} novembre
- **Bourses franco-québécoises de recherche en santé**
Être un chercheur autonome et travailler en recherche en santé
Date de soumission : 1^{er} novembre
- **Chercheurs boursiers du FRSQ**
Avoir terminé une formation postdoctorale et travailler comme chercheur autonome
Date de soumission : 1^{er} novembre

- **Subventions à l'établissement de jeunes chercheurs**
S'adressent aux chercheurs boursiers juniors du FRSQ
Date de soumission : 1^{er} novembre

- **Subventions à la recherche évaluative**
— Formulation de projet : remboursement du salaire de la personne qui participe à la formulation du projet
— Projet de recherche : dépenses reliées au déroulement du projet
Date de soumission : 15 octobre

- **Programme conjoint FRSQ-MSS de recherche évaluative, épidémiologique et opérationnelle en santé communautaire**
En collaboration avec un DSC pour la formulation ou le déroulement du projet
Date de soumission : 15 octobre

Renseignements : FRSQ

550 ouest, rue Sherbrooke
Bureau 1950
Montréal (Québec)
H3A 1B9
(514) 873-2114

Conseil de la science et de la technologie

publications récentes

Science et technologie - CONJONCTURE 1985 (avril 1986)
Vol. 1: Les enjeux (63 p.); Vol. 2: La situation (125 p.)

L'emploi des diplômés en sciences sociales et humaines dans l'entreprise, Avis au ministre de l'Enseignement supérieur et de la Science (64 p., mars 1986)

La diffusion de la culture scientifique et technique au Québec, par Jean-Marc Gagnon et Lise Morin (123 p., mars 1986)

La collaboration université-entreprise et le financement de la recherche universitaire, Mémoire à la Commission de l'éducation (30 p., septembre 1986)

La participation des femmes en science et technologie au Québec. Avis au ministre de l'Enseignement supérieur et de la Science (102 p., septembre 1986)

Recherche et formation en biologie végétale au Québec, par Pierre Morisset et Rose-Marie Pelletier (130 p., novembre 1986)

L'organisation de la politique scientifique et technologique du Québec, document de réflexion (31 p., novembre 1986)

Les conséquences de la décentralisation régionale des activités de R-D, par Robert Lacroix et Fernand Martin (157 p., juin 1987)

Sciences sociales et transformations technologiques, les Actes d'un colloque (305 p., juin 1987)

On peut se procurer ces publications gratuitement au :
Conseil de la science et de la technologie
2050, boulevard St-Cyrille Ouest, 5^e étage
Ste-Foy (Québec) G1V 2K8

Pour tout renseignement :
Québec : (418) 643-6179

Québec 

FONDS POUR LA FORMATION DE CHERCHEURS ET L'AIDE À LA RECHERCHE (FCAR)

• Volet « équipes »

Subventions allouées pour soutenir la recherche libre, fondamentale ou appliquée s'adressant à des équipes de chercheurs encadrant des étudiants de 2^e et 3^e cycle

Date de soumission : 23 octobre

• Volet « séminaires »

Pour favoriser les échanges et rencontres à caractère scientifique au Québec. L'objectif et les buts de ces rencontres doivent être établis en fonction de ceux du volet « équipes ».

Date de soumission : 23 octobre

• Volet « action spontanée »

Pour des projets de recherche de nature orientée. La démarche doit viser un objectif précis et réalisable suivant une programmation échelonnée sur une période d'au plus trois ans dans le cadre d'une même demande. La demande doit clairement établir l'adéquation entre les différentes étapes du projet et des éléments comme l'échéancier proposé et les ressources humaines et matérielles demandées.

Date de soumission : 1^{er} octobre

• Aide aux chercheurs de collège ou sans affiliation institutionnelle reconnue

Champs subventionnés : développement technologique, socio-économique et culturel, et promotion de la culture scientifique et technique

Date de soumission : 15 novembre

• Centres de recherche

Ce programme a pour objectifs généraux :

- de permettre la mise en place et le développement de centres d'excellence dans des domaines clairement définis ;
- de favoriser la consolidation de milieux stimulants pour la formation de chercheurs ;
- de promouvoir une utilisation optimale et un développement rationnel des ressources et des équipements disponibles pour la recherche, en particulier par le regroupement et la concertation d'équipes de chercheurs.

Date de soumission : 15 octobre

• Revues scientifiques

Appui aux revues existantes et à la création de périodiques dans les domaines de recherche qui en sont dépourvus

Date de soumission : 15 octobre

• Bourses

Bourses d'excellence de maîtrise, de doctorat, de postdoctorat, bourses d'études et de perfectionnement dans les arts, bourses de recyclage, bourses « jeunes administrateurs » (maîtrise et doctorat), bourses d'études ou de recherche dans le domaine du transport, dans le domaine de l'environnement, dans le domaine de l'énergie, bourses Québec-Ontario, Québec-Acadie, et à l'intention des francophones de l'Ouest canadien

Date de soumission : 15 novembre

Renseignements : Fonds FCAR

3700, rue du Campanile
Bureau 102,
Sainte-Foy (Québec)
G1X 4G7
(418) 643-8560

INSTITUT QUÉBÉCOIS DE RECHERCHE SUR LA CULTURE (IQRC)

• Prix Edmond-De-Nevers 1988

Sanctionne une thèse de maîtrise portant sur la culture quelle que soit la discipline concernée

Date de soumission : 9 octobre

Renseignements : IQRC

Prix Edmond-De-Nevers
14, rue Haldimand
Québec (Québec)
G1R 4N4
(418) 643-4695

SOCIÉTÉ ROYALE DU CANADA (SRC)

• Bourse d'étude Sir-Arthur-Sims

Date de soumission : septembre

Renseignements : SRC, Comité de la Bourse

Sir-Arthur-Sims
344, rue Wellington
Ottawa (Ontario)
K1A 0N4

Période couverte : du 21 septembre au 30 novembre 1987

SEPTEMBRE 1987

Les 11 et 12 septembre, **54^e congrès de la Société canadienne d'histoire de l'Église catholique**, au Cégep de Joliette-De Lanaudière, à Joliette.

Renseignements :
Ghislaine Ritchot
SCHEC
223, rue Main
Ottawa (Ontario)
K1S 1C4
Tél. : (613) 236-1393

Du 16 au 18 septembre, **Les dimensions humaines de la psychiatrie**, colloque organisé dans le cadre de la 37^e assemblée annuelle de l'Association des psychiatres du Canada, à l'hôtel Holiday Inn, à London en Ontario.

Renseignements :
Léa C. Métivier
Directrice administrative
294, rue Albert, bureau 204
Ottawa (Ontario)
K1P 6E6
Tél. : (613) 234-2815

Du 21 au 26 septembre, **Planétologie comparée et sciences de la terre**, atelier organisé par le Centre national

d'études spatiales, à Londeles-Maunes, en France.

Renseignements :
CNES
Département des affaires universitaires
18, avenue Édouard-Belin
31005 Toulouse cedex
France

Du 23 au 25 septembre, **8^e Colloque international d'économie pétrolière**, à l'hôtel Loews Le Concorde, à Québec.

Renseignements :
Antoine Ayoub
GREEN
Département d'économie
Université Laval
Tél. : (418) 656-5479

Du 28 septembre au 3 octobre, **6^e Colloque international hippocratique**, à l'Université Laval, à Québec.

Renseignements :
Gilles Maloney
Département des littératures
Tél. : (418) 656-7951

Du 29 septembre au 4 octobre, **SITEF 87 : Salon international des technologies avancées**, au Parc des expositions de Toulouse, en France.

Renseignements :
Chambre de commerce et d'industrie de Toulouse
2, rue Alsace-Lorraine
B.P. 1506
31002 Toulouse cedex
France

Du 30 septembre au 3 octobre, **5^e Conférence internationale de droit constitutionnel**, à l'hôtel Loews Le Concorde, à Québec.

Renseignements :
André Bruneau
Faculté de droit
Université Laval
Tél. : (418) 656-3990

OCTOBRE 1987

Le 1^{er} octobre, **La diffusion de la recherche féministe au Canada**, conférence organisée par la Fédération canadienne des sciences sociales, à l'hôtel Plaza de la Chaudière, à Hull.

Renseignements :
Caroline Andrew
F.C.S.S.
151, rue Slater, pièce 415
Ottawa (Ontario)
K1P 5H3
Tél. : (613) 238-6112

Les 1^{er} et 2 octobre, **Atelier d'échange d'informations sur l'incinération des déchets municipaux**, à Montréal.

Renseignements :
Lise Gendron
Environnement Canada
Direction du développement technologique
et des services techniques
Conservation et protection
12^e étage
Place Vincent-Massey
Hull (Québec)
K1H 0H3

Du 1^{er} au 5 octobre, **Littérature et métropole — Le cas de Berlin**, colloque organisé par la Section d'études allemandes de l'Université de Montréal et l'Institut Goethe de Montréal, à l'Université de Montréal.

Renseignements :
Hans-Herbert Rakel
Tél. : (514) 343-7050

Du 7 au 9 octobre, **9^e Conférence sur la question des déchets**, à l'hôtel Westin, à Edmonton.

Renseignements :
Michel Cloutier
Division du transfert technologique et de la formation
Conservation et protection
Environnement Canada

351, boulevard Saint-Joseph
Hull (Québec)
K1A 0E7
Tél. : (819) 953-1189

Du 13 au 16 octobre, **Symposium sur la biologie moléculaire du cerveau et les systèmes peptidergiques endocriniens**, à l'hôtel du Parc, à Montréal.

Renseignements :
Michel Chrétien
Institut de recherches cliniques de Montréal
Tél. : (514) 842-1481

Du 16 au 18 octobre, **Journées internationales du technicien biologiste**, organisées par l'Association internationale des techniciens biologistes, à la Cité des sciences et de l'industrie de la Villette, à Paris.

Renseignements :
UNATEB
3, rue Lebrun
75013 Paris
Tél. : 47.07.10.33

Du 16 au 21 octobre, **Point de mire sur l'éducation à l'environnement : un élan vers le futur**, conférence organisée par l'Association québécoise de l'interprétation du patrimoine.



Renseignements :

Pierre-Jules Lavigne
AQIP

1990, boulevard Charest ouest
Bureau 225

Sainte-Foy (Québec)
GIN 4K8

Tél. : (418) 622-4444

Du 19 au 25 octobre, **Salon international de l'agriculture et de l'alimentation**, à la Place Bonaventure, à Montréal.

Renseignements :

Le Directeur
Hall d'exposition

C.P. 1000
Place Bonaventure

Montréal (Québec)
H5A 1G1

Tél. : (514) 397-2222

Du 20 au 22 octobre, **Symposium sur l'application aérienne des pesticides en foresterie**, à l'hôtel Skyline, à Ottawa.

Renseignements :

K. Charbonneau

Conseil national de recherches
du Canada

Chemin de Montréal
Ottawa (Ontario)

K1A 0R6

Tél. : (613) 993-9009

Les 22 et 23 octobre, **Nouveaux modèles de relations de travail**, colloque organisé par l'École des relations industrielles de l'Université de Montréal, au Palais des congrès de Montréal.

Renseignements :

Raymonde Sabbah

Tél. : (514) 343-7706

Du 22 au 24 octobre, **Congrès international de la mesure et de l'évaluation en éducation**, 10^e session d'études de l'Association pour le développe-

ment de la mesure et de l'évaluation en éducation, au Palais des congrès de Hull.

Renseignements :

Michel Brabant

Faculté d'éducation

Université d'Ottawa

Tél. : (613) 564-7720

Les 29 et 30 octobre, **10^e session d'étude sur les techniques de sautage**, à l'Université Laval, à Québec.

Renseignements :

Pierre Choquet

Département des mines et
métallurgie

Tél. : (418) 656-5273

Le 30 octobre, **La consultation en psychiatrie, rapport entre le psychiatre, le médecin généraliste et les autres spécialistes**, colloque de formation médicale continue, à l'hôtel Sheraton Center, à Montréal.

Renseignements :

Pierrette Boivin

Département de psychiatrie

Université de Montréal

Tél. : (514) 343-7755

Les 30 et 31 octobre, **Colloque sur les nouvelles technologies de la reproduction**, à l'Université Laval, à Québec.

Renseignements :

Louise Jacob

Direction des communications

Condition féminine du Québec

Tél. : (418) 644-4282

Du 30 octobre au 1^{er} novembre, **10^e Congrès de la Société québécoise pour la recherche en psychologie**, à l'Université Laval, à Québec.

Renseignements :

Réjean Tessier

École de psychologie

Tél. : (418) 656-5383

NOVEMBRE 1987

Du 3 au 5 novembre, **Colloque international sur la stabilité**, organisé par l'Académie nationale de l'air et de l'espace, à Paris.

Renseignements :

A.N.A.E.

1, avenue Camille-Flammarion
31500 Toulouse

France

Tél. : 61.58.15.26

Les 10 et 11 novembre, **10^e Symposium international sur le traitement des eaux usées**, à Montréal.

Renseignements :

Michel Cloutier

Division du transfert technologique et de la formation

Conservation et protection

Environnement Canada

351, boulevard Saint-Joseph

Hull (Québec)

K1A 0E7

Tél. : (819) 953-1189

Les 19 et 20 novembre, **L'hydrographie, dimension essentielle aux sciences de la mer**, colloque organisé par l'Association canadienne d'hydrographie.

Renseignements :

Louise Brossard

A.C.H.

Section du Québec

C.P. 1447

Rimouski (Québec)

G5L 8M3

Tél. : (418) 723-1831

AVIS AUX AUTEURS

INTERFACE est une revue multidisciplinaire bimestrielle éditée par l'ACFAS pour les membres de la communauté scientifique. Elle contient des articles de recherche de même que des interviews, des opinions et des informations générales sur la recherche et les chercheurs. Il n'est pas nécessaire d'être membre de l'ACFAS pour y contribuer. L'été (numéro de juillet-août), un bottin des chercheurs regroupant les noms de chaque membre de l'ACFAS, les institutions et les organismes de recherche est publié.

Les articles de fond doivent être des bilans destinés à diffuser l'état des recherches dans un domaine particulier. Clarté et accessibilité constituent également des critères d'acceptation. Le sujet de chaque article doit être introduit de façon à faire ressortir l'importance et l'intérêt des travaux effectués, en soulignant notamment les implications sociales, économiques et politiques de ceux-ci. Il est opportun de situer la recherche par rapport aux autres travaux scientifiques et d'indiquer, le cas échéant, les limites atteintes et les développements possibles. Tout texte reçu est d'abord soumis au comité de rédaction pour une évaluation de la forme puis, s'il est retenu, à deux arbitres (trois, en cas de litige) pour une évaluation du fond. Les articles refusés par le comité de rédaction peuvent être soumis à nouveau après avoir été modifiés.

La chronique **Modem** est ouverte à ceux et celles qui veulent commenter les affaires de politiques scientifiques et les questions de fond touchant la recherche.

La chronique **100 °C** est une tribune largement ouverte aux étudiants diplômés qui désirent communiquer leurs expériences ou préoccupations.

L'**Éditorial** est généralement rédigé sur invitation à partir des préoccupations du comité exécutif de l'ACFAS. Il ne représente pas nécessairement la position de l'Association. Toute personne peut toutefois proposer un projet d'éditorial.

L'interview **Face à face**, la revue des livres **Sources**, les capsules d'information **Science-inter** et les chroniques **Gros Plan**, **Intermonde** et **Transferts** sont du ressort de l'équipe d'**INTERFACE**.

Les lettres des lecteurs sont publiées dans **Interligne** avec les réserves de circonstances touchant les propos difamatoires ou non fondés.

Enfin, les chroniques **Subventions et bourses**, **À suivre** et **Chercheurs recherchés** sont ouvertes à toute personne ou organisme désireux de rejoindre la communauté scientifique.

Pour obtenir les normes de rédaction, veuillez vous adresser à :

Sophie Malavoy

ACFAS

Tél. : (514) 342-1411

DERNIÈRES PARUTIONS REÇUES

SCIENCES HUMAINES
ET SOCIALES

LA « THÉORIE GÉNÉRALE » ET LE KEYNÉSIANISME, sous la direction de Gérard Boismenu et Gilles Dostaler, collection « Politique et économie », Acfas et GRETSÉ, 1987, 194 pages, 10 \$, ISBN 2-89245-071-3.

LE COMPLEXE AGRO-ALIMENTAIRE ET L'ÉTAT, Cahiers de recherche sociologique édités par le Département de sociologie de l'UQAM, vol. 5, n° 1, printemps 1987, 168 pages, 8 \$, ISSN 0831-1048.

LES NOUVEAUX VISAGES DE LA PAUVRETÉ, sous la direction de Madeleine Gauthier, « Questions de culture », Institut québécois de recherche sur la culture, 1987, 262 pages, 18,50 \$, ISBN 2-89244-090-5.

APPRENDRE LES MATHÉMATIQUES : UN JEU D'ENFANTS, par Ercilia Palacio-Quintin, Presses de l'Université du Québec, 1987, 270 pages, 22 \$, ISBN 2-7605-0431-X.

LE QUÉBEC EN TRANSITION : 1760-1867, BIBLIOGRAPHIE THÉMATIQUE, par Gérald Bernier et Robert Boily, collection « Politique et économie », Acfas et GRETSÉ, 1987, 194 pages, 10 \$, ISBN 2-89245-068-3.

CONSTRUCTION/DESTRUCTION SOCIALE DES IDÉES : ALTERNANCES, RÉCURRENCES, NOUVEAUTÉS, sous la direction de Brigitte Dumas et Donna Winslow, Cahiers scientifiques de l'Acfas, n° 53, Acfas et Acsalf, 1987, 328 pages, 10 \$, ISBN 2-89245-070-5.

LES CONDITIONS DE L'AUTONOMIE INDIVIDUELLE ET COLLECTIVE DE LA PERSONNE ÂGÉE, sous la direction de Gilbert Leclerc, Cahiers scientifiques de l'Acfas, n° 56, 1987, 200 pages, 8 \$, ISBN 2-89245-076-4.

L'ÉTUDE DU DÉVELOPPEMENT INTERNATIONAL AU CANADA, sous la direction de José Havet, Cahiers scientifiques de l'Acfas, n° 52, 1987, 306 pages, 10 \$, ISBN 2-89245-069-1.

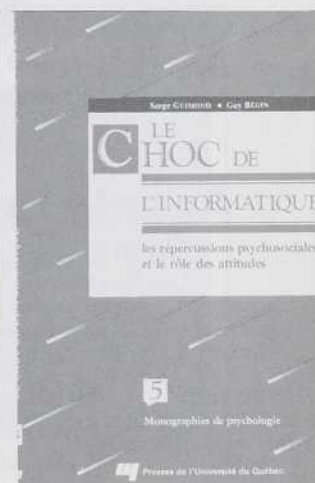
FEMME DE DEMAIN, par Kathy Keeton, Le Jour éditeur, 1987, 450 pages, 23,95 \$, ISBN 2-89044-377-9.

LA PODZOLISATION DES SOLS, sous la direction de Fernand Pagé, Cahiers scientifiques de l'Acfas, n° 54, 1987, 170 pages, 8 \$, ISBN 2-89245-072-1.

MATHÉMATIQUES
ET INFORMATIQUE

LE CHOC DE L'INFORMATIQUE : LES RÉPERCUSSIONS PSYCHOSOCIALES ET LE RÔLE DES ATTITUDES, par Serge Guimond et Guy Bégin, Presses de l'Université du Québec, 1987, 90 pages, 10 \$, ISBN 2-7605-0447-6.

UNE APPROCHE MATHÉMATIQUE DE LA BIOLOGIE, par Roger Jean, Gaëtan Morin éditeur, 1987, 400 pages, 39 \$, ISBN 2-89105-193-9.



ENVIRONNEMENT

L'ÉTAT DE L'ENVIRONNEMENT AU QUÉBEC : UN BILAN DES MILIEUX AGRICOLE, FORESTIER ET AQUATIQUE, sous la direction de Harvey L. Mead, Cahiers scientifiques de l'Acfas, n° 55, 1987, 214 pages, 8 \$, ISBN 2-89245-075-6.

DIVERS

DICTIONNAIRE GÉNÉRAL DE LA FRANCOPHONIE, sous la direction de Jean-Jacques Luthi, Auguste Viatte et Gaston Zananiri, Société nouvelle des éditions Letouzey et Ané, 1987, 396 pages, 260 francs.



CENTRE QUÉBÉCOIS
DE RECHERCHE SUR
LES APPLICATIONS
PÉDAGOGIQUES
DE L'ORDINATEUR

*Plus qu'un organisme de recherche,
un partenaire au service de la R.-D.
dans le domaine des A.P.O.*

Au Centre APO QUÉBEC, nous voulons promouvoir la recherche et le développement (R.-D.) dans le domaine des applications pédagogiques de l'ordinateur (A.P.O.).

Nous agissons avec les divers intervenants du milieu des A.P.O. en effectuant et en soutenant des travaux de recherche et de développement, notamment, des analyses des besoins et des études d'impact ainsi que des prototypes de logiciels éducatifs, des instruments d'intégration de l'ordinateur et des environnements pédagogiques informatisés.

A titre de partenaire et de conseiller auprès des groupes, organismes et entreprises intéressés par les A.P.O., nous sommes fiers de pouvoir contribuer à l'avancement et à l'application des connaissances susceptibles de favoriser l'implantation de la micro-informatique en milieu scolaire.

- UN CENTRE D'INFORMATION, DE RECHERCHE ET DE DÉVELOPPEMENT SUR LES A.P.O.
- UN LIEU D'EXPÉRIMENTATION SUR LES ENVIRONNEMENTS PÉDAGOGIQUES INFORMATISÉS (VITRINE 2001)
- UN ORGANISME DE CONSEIL ET DE FACILITATION AU SERVICE DES INTERVENANTS DU MILIEU

Le Centre APO QUÉBEC est un organisme sans but lucratif qui relève du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science du Québec.

2001, boul. St-Laurent, Montréal (Québec) H2X 2T3 Tél.: (514) 849-1265



Conseil national
de recherches Canada

National Research
Council Canada

Agents de recherches (Saskatoon, Saskatchewan)

L'Institut de biotechnologie des plantes, situé à Saskatoon, en Saskatchewan, est un laboratoire national du Conseil national de recherches du Canada qui se consacre à la recherche avancée sur la biotechnologie des plantes supérieures. L'Institut est doté d'un effectif de base se chiffrant à 110 personnes et dispose d'un budget annuel d'environ 9 millions de dollars. Trois nouveaux postes continus d'agents de recherches sont maintenant vacants.

Génétique moléculaire des plantes: (PBI-86-6)

À titre de membre d'une équipe de projet composée d'environ 20 personnes, faire de la recherche axée sur le transfert et l'expression des gènes dans les récoltes d'angiospermes. Il est essentiel pour ce poste de détenir un doctorat en génétique moléculaire ou dans un domaine qui y est étroitement lié, et d'avoir un dossier établi de productivité en matière de recherche.

Biotechnologie des conifères: (PBI-86-2)

En sa qualité de membre d'un groupe d'environ 10 personnes, le scientifique doit effectuer de la recherche sur la biologie moléculaire des gymnospermes, en mettant l'accent sur la morphogenèse et le génie génétique des conifères. Il est essentiel pour ce poste de détenir un doctorat en biologie moléculaire des plantes ou dans un domaine qui y est étroitement lié, d'avoir une certaine expérience de la biologie moléculaire ou de la culture de cellules végétales et d'avoir un dossier établi de productivité.

Chimie biologique: (PBI-87-1)

Le scientifique sera un membre clé d'un groupe mettant au point des plantes ayant des compositions de lipides améliorées. Les travaux porteront entre autres sur l'enzymologie du métabolisme des lipides et de sa régulation dans les plantes supérieures. Il est essentiel pour ce poste de détenir un doctorat dans le domaine de la biochimie des lipides ou dans un domaine qui y est étroitement lié, d'avoir une certaine expérience de l'enzymologie et d'avoir un dossier établi de productivité en matière de recherche.

TRAITEMENT: Le traitement sera fonction de la formation et de l'expérience des candidats.

Prière d'adresser un curriculum complet au:
**Gestionnaire, Bureau d'Emploi,
Conseil national de recherches du Canada,
Ottawa, Ontario K1A 0R6.**
Mentionner le numéro de concours.

Canada

CARTE D'INFORMATION N° 118



Gouvernement du Canada
Government of Canada

BOURSES DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE DANS LES LABORATOIRES DU GOUVERNEMENT CANADIEN 1988-1989

Le gouvernement du Canada offre des bourses de recherche dans les laboratoires du gouvernement canadien à de jeunes scientifiques d'avenir pour leur offrir la possibilité de travailler avec des groupes de chercheurs chevronnés ou avec des chefs de file dans leur domaine. Ces bourses sont valides dans les laboratoires des ministères et organismes suivants:

Agriculture Canada
Communications Canada
Conseil national de recherches Canada
Défense nationale
Énergie atomique du Canada Limitée
Énergie, Mines et Ressources Canada
Environnement Canada
Musées nationaux du Canada
Pêches et Océans Canada
Santé et bien-être social Canada

Admissibilité: Les candidats doivent avoir obtenu, au cours des cinq dernières années, un doctorat d'une université reconnue ou détenir une maîtrise suivie de deux années d'expérience en recherche et être manifestement capable de faire de la recherche indépendante.

Montant: Les bourses se montent actuellement à 28 992 \$ plus une indemnité de voyage.

Durée des bourses: Les bourses durent un an avec possibilité de renouvellement pour une deuxième année.

Modalités de bourses: La date limite pour soumettre une demande est le 15 décembre 1987. On peut obtenir des renseignements sur les modalités de demande en s'adressant à:

**L'administratrice (bourses de recherche scientifique)
Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie
200, rue Kent
Ottawa (Ontario)
Canada
K1A 1H5
Téléphone: (613) 996-4363**

Canada

CARTE D'INFORMATION N° 119

Conformément aux exigences prescrites en matière d'immigration au Canada, la priorité sera accordée, pour ces emplois, aux citoyens canadiens et aux résidents permanents.

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
DÉPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES
PROFESSEUR EN BIOTECHNOLOGIES RELIÉES À L'ENVIRONNEMENT

Le Département des sciences biologiques de l'Université du Québec à Montréal est à la recherche d'un professeur capable d'enseigner dans plusieurs des domaines suivants : biochimie cellulaire ; biochimie ; biologie moléculaire ; microbiologie ; génétique ; biotechnologies génétiques et enzymatiques, et biotechnologies des fermentations.

Date d'entrée en fonction : le 1^{er} janvier 1988.

Exigences : doctorat dans un domaine des biotechnologies reliées à l'environnement avec

une spécialisation soit en manipulation génétique, soit en fermentation ou en génie enzymatique ; expérience postdoctorale requise ; activités de recherche orientées vers les applications industrielles et expérience en enseignement et en recherche.

Les candidats sont priés de faire parvenir leur curriculum vitae détaillé avant le **25 septembre 1987** à :

Jean Gingras
Directeur
Département des sciences biologiques
Université du Québec à Montréal
C.P. 8888, Succ. A
Montréal (Québec)
H3C 3P8
Tél. : (514) 282-3349

UNIVERSITÉ LAVAL
DÉPARTEMENT DES SCIENCES DU BOIS
PROFESSEUR EN USINAGE DU BOIS

Le Département des sciences du bois est à la recherche d'un professeur dont les fonctions seraient : l'enseignement aux 1^{er}, 2^e et 3^e cycles ; la conduite de recherches dans les domaines

de l'usinage, des instruments de coupe et de la transformation du bois au niveau de la mécanique des procédés ; la direction d'étudiants des 2^e et 3^e cycles et la participation à des enseignements connexes relevant du domaine général des sciences et de la technologie du bois, comme la mécanique de la transformation du bois au niveau primaire et secondaire (sciages, placages, etc.).

Le candidat doit détenir un doctorat en sciences du bois, en génie mécanique ou dans un domaine équivalent, avoir de préférence une expérience de l'enseignement universitaire et de la recherche fondamentale ou appliquée et posséder des connaissances pertinentes sur le travail des instruments de coupe dans le bois et sur les procédés de transformation du bois.

Les candidats sont priés de faire parvenir leur candidature avant le **31 octobre 1987**, à :

Pierre Laforest
Directeur
Département des sciences du bois
Université Laval
Sainte-Foy (Québec)
G1K 7P4 (418) 656-7385

BIO/MEGA



Yvan Guindon, Ph.D.

M. Jacques Gauthier, président-directeur général des laboratoires Bio-Méga inc., est heureux d'annoncer la nomination du Dr. Yvan Guindon au titre de directeur scientifique de la société.

Docteur en chimie organique de l'Université de Montréal, M. Guindon occupait auparavant le poste de directeur principal de la chimie thérapeutique chez Merck Frosst Canada Inc.

Renommé au sein de la communauté scientifique pour ses recherches en chimie fondamentale et thérapeutique, M. Guindon est l'auteur de nombreuses publications parues dans des revues scientifiques à diffusion internationale. Il est également détenteur d'une vingtaine de brevets portant sur des applications pharmaceutiques.

Filiale à part entière du Groupe SGF, la société Bio-Méga est une entreprise orientée principalement vers la recherche et le développement dans le domaine de la santé humaine et animale, y compris la biotechnologie. Elle possède déjà une solide expertise dans les secteurs de la chimie thérapeutique, de la biochimie, de la pharmacologie et du diagnostic.



**Conseil national
de recherches Canada**

**National Research
Council Canada**

**Agent de recherche
(Montréal, Québec)**

La Section de génie des protéines a besoin d'un expert en spectroscopie à RMN qui s'est spécialisé dans la détermination de la structure des peptides et des protéines.

La recherche réalisée dans cette section est orientée vers l'isolation et la caractérisation des protéines et des enzymes, des études chimiques et physiques, incluant la mise en séquence, la synthèse, la cinétique et la détermination de la structure. La section fait de la recherche en génie des protéines sur les enzymes hydrolitiques en collaboration avec d'autres membres de l'Institut. La personne retenue pour ce poste sera appelée à mettre sur pied et à diriger une équipe de chercheurs au sein de la section qui s'occupera avant tout de la détermination de la structure de solutions de peptides et de protéines au moyen de techniques de spectroscopie à RMN bidimensionnelle.

Les candidat(e)s doivent posséder un doctorat en biochimie ou dans une discipline connexe et avoir au moins 5 années d'expérience pertinente en recherche postdoctorale. La capacité prouvée de diriger un groupe de scientifiques et la capacité de communiquer efficacement avec des scientifiques et des industriels sont essentielles. La connaissance de la langue française et de la langue anglaise est requise pour ce poste. Les personnes unilingues peuvent poser leur candidature mais doivent indiquer leur volonté de devenir bilingue et démontrer leurs aptitudes à atteindre le niveau linguistique visé. Le CNRC dispensera à ses frais la formation nécessaire.

Traitement : selon la formation et l'expérience.

Prière d'adresser un curriculum complet au: **Gestionnaire, Bureau d'emploi, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa, Ontario K1A 0R6.** Mentionnez la référence RB-87-07.

Canada



Commission de la Fonction
publique du Canada

Public Service Commission
of Canada

Scientifique, recherche en hydrométallurgie

Énergie, Mines et Ressources
Centre canadien de la technologie
des minéraux et de l'énergie
Laboratoire de métallurgie extractive
Ottawa (Ontario)

Nous recherchons un scientifique d'expérience pour effectuer de la recherche dans le domaine du lessivage et de la séparation des liquides et des solides. Vous serez appelé à déterminer de nouveaux champs d'activité et à y mener des recherches en vous appuyant sur votre profonde connaissance de la science et de la technologie qui y sont reliés, ainsi que de l'industrie minière. Vous aiderez également par vos conseils scientifiques au transfert de la technologie à l'industrie minière canadienne.

Vous devez détenir un doctorat d'une université reconnue, ou encore un diplôme de niveau inférieur associé à des preuves d'expérience et de production en recherche équivalentes à un doctorat en génie métallurgique, génie chimique, ou en chimie appliquée ou physique. Vous devez en outre posséder de l'expérience en recherche hydrométallurgique portant sur les problèmes de notre industrie minière, de même que sur la recherche et le transfert de technologie à nos clients. La connaissance de l'anglais est essentielle.

Nous offrons un salaire situé entre 30 521 \$ et 56 770 \$, à la mesure de votre expérience et de vos compétences.

Acheminez votre curriculum vitae et/ou votre demande d'emploi, en indiquant votre numéro de référence S-87-31-5819-47JG(F99), à:
Joan Girling (613) 996-8054
Commission de la Fonction publique du Canada
Ottawa (Ontario) K1A 0M7

Date limite: le 30 octobre 1987

Les renseignements personnels que vous fournissez sont protégés par la Loi sur la protection des renseignements personnels. Ils seront conservés dans le fichier de renseignements personnels CFP/P-PU-040, Dossiers concernant la sélection du personnel.

This information is available in English by contacting the person mentioned above.

La Fonction publique du Canada
offre des chances égales d'emploi à tous

Canada

CARTE D'INFORMATION N° 122



Conseil de recherches en sciences
naturelles et en génie du Canada

Natural Sciences and Engineering
Research Council of Canada

Chercheurs-Boursiers 1988

Le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) offre un programme de chercheurs-boursiers pour fournir à un certain nombre de chercheurs d'avenir en sciences naturelles ou en génie l'occasion de poursuivre leur carrière en recherche. Les bourses peuvent être détenues dans les universités ou dans les industries canadiennes et entrent en vigueur en avril 1988.

Admissibilité: Sont admissibles les citoyens canadiens ou les résidents permanents du Canada qui détiennent un doctorat en sciences naturelles ou en génie, et, de préférence, ceux qui n'ont pas plus de cinq années d'expérience après l'obtention de leur doctorat.

Nature du poste: Les chercheurs-boursiers seront des employés de l'université ou de la compagnie où ils détiendront leurs bourses. Ils travailleront à des activités de recherche, de développement ou d'innovation.

Durée de la bourse:

- a) Chercheurs-boursiers universitaires: jusqu'à cinq ans, sous réserve d'un rendement satisfaisant; mandat pouvant être renouvelé pour une deuxième période de cinq ans.
- b) Chercheurs-boursiers en milieu industriel: jusqu'à deux ans, sous réserve d'un rendement satisfaisant.

Rémunération:

- a) Chercheurs-boursiers universitaires: l'université détermine le salaire; le CRSNG remboursera à l'université le salaire du boursier jusqu'à concurrence de 30 500 \$ par année; les boursiers bénéficieront d'une subvention de recherche de trois ans.
- b) Chercheurs-boursiers en milieu industriel: l'entreprise détermine le salaire; le CRSNG remboursera à l'entreprise 25 000 \$ par année envers le salaire du boursier.

Modalité de demande: Le candidat doit communiquer avec l'université ou l'entreprise de son choix pour entamer les pourparlers nécessaires au sujet du salaire, de la durée et des conditions du mandat, du programme de recherche, etc. Les candidatures doivent être soumises au CRSNG par l'entremise de l'université ou de l'entreprise. Les demandes acheminées directement au CRSNG par les candidats ne seront pas acceptées.

Dates limites:

- a) chercheurs-boursiers universitaires: 1^{er} novembre 1987
- b) chercheurs-boursiers en milieu industriel: pas de date limite

Pour de plus amples renseignements, communiquer avec:
L'administratrice, programme de chercheurs-boursiers
Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie
200, rue Kent
Ottawa (Ontario)
K1A 1H5
(613) 996-2009

Canada

CARTE D'INFORMATION N° 123

Elle monte, elle monte...

... la collection
des cahiers
de l'Acfas

Nouvelles parutions

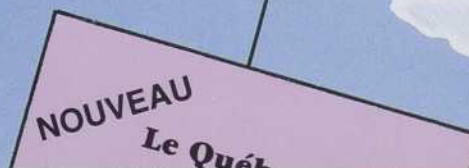
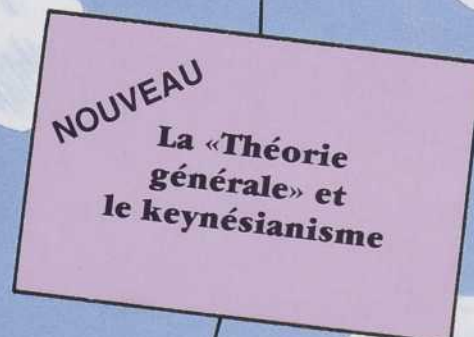
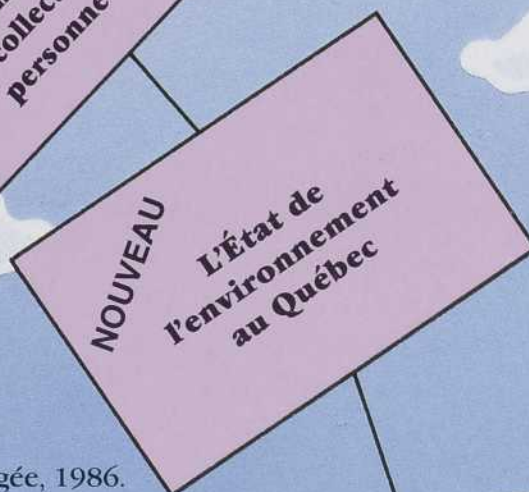
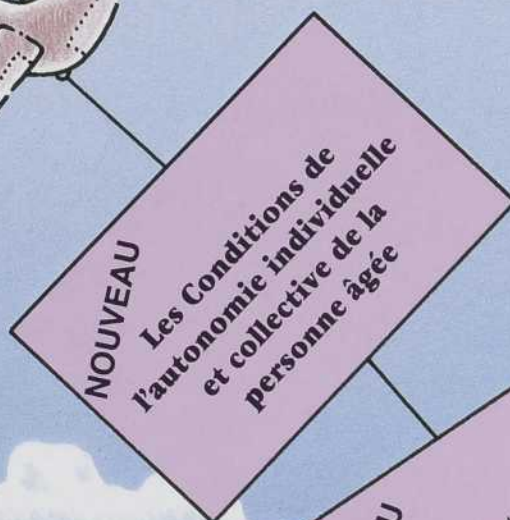
Commandes: **Acfas**, 2730 chemin
de la Côte Ste-Catherine,
Montréal, Québec
H3T 1B7
Tél.: (514) 342-1411

Les Cahiers de l'ACFAS

- 40. Les Discours du savoir, 1986. (12,00 \$)
- 41. La Morphologie sociale en mutation au Québec, 1986. (12,00 \$)
- 42. Milieux et évaluation, 1986. (10,00 \$)
- 43. Le Système politique de Montréal, 1986. (10,00 \$)
- 44. Égalité et différence des sexes, 1986. (10,00 \$)
- 45. Biomathématiques, 1986. (10,00 \$)
- 46. Le Fonctionnement individuel et social de la personne âgée, 1986. (10,00 \$)
- 47. L'Intervenant: son vécu, son milieu, son action, 1986. (10,00 \$)
- 48. Une politique de santé pour le Québec, 1986. (10,00 \$)
- 49. Aménagement et gestion des ressources, 1987. (8,00 \$)
- 50. Le Libre-échange: l'autonomie politique, 1987. (8,00 \$)
- 51. Le Libre-échange: les aspects socio-économiques, 1987. (8,00 \$)
- 52. L'Étude du développement international au Canada, 1987. (10,00 \$)
- 53. Construction/destruction sociale des idées: alternances, récurrences, nouveautés, 1987. (10,00 \$)
- 54. La Podzolisation des sols, 1987. (8,00 \$)
- 55. L'État de l'environnement au Québec, 1987. (8,00 \$)
- 56. Les Conditions de l'autonomie individuelle et collective de la personne âgée, 1987. (8,00 \$)

La collection: Politique et économie

- 1. Canada-Mexique: développements différents, problèmes communs, 1985. (7,00 \$)
- 2. Les Subventions fédérales à l'innovation industrielle, 1986. (7,00 \$)
- 3. Le Travail au minimum, 1986. (10,00 \$)
- 4. Le Québec en chiffres de 1850 à nos jours, 1986 (12,00 \$)
- 5. Le Québec en transition: 1760-1867, 1987. (10,00 \$)
- 6. La «Théorie générale» et le keynésianisme, 1987. (10,00 \$)



ELECTRONICS

French-English Dictionary of Electronics and Electrical Engineering



Vient de paraître aux Editions Rényi ce deuxième volume d'une série de dictionnaires bilingues caractérisés par un même souci de présentation, de diversité et de précision à la fine pointe de la technique moderne.

Cet ouvrage est le complément du «Dictionnaire anglais-français de l'électronique et de l'électrotechnique», paru en 1986, qui connaît un grand succès auprès des utilisateurs, au Canada comme à l'étranger.

- 50 000 termes chacun
- 1100 pages
- Typographie haute lisibilité
- Chemise glacée
- 98 \$ l'exemplaire

AÉROSPATIALE	INSTRUMENTATION
AUTOMATISATION	LASER
COMMUTATION	NUCLÉAIRE
ÉCLAIRAGE	RADAR ET RADIO
ÉLECTRICITÉ	SEMICONDUCTEURS
ÉLECTROACOUSTIQUE	TÉLÉCOMMUNICATIONS
GUIDES D'ONDES	TÉLÉDETECTION
INFORMATIQUE	TÉLÉVISION

«Facilitera considérablement la tâche de tous ceux qui sont confrontés aux réalités techniques actuelles.»

Conseil International de la Langue Française, septembre 1986

«Conçu tout spécialement à l'intention des ingénieurs, il est le fruit du travail d'experts.»

Plan, Journal de l'Ordre des ingénieurs du Québec, novembre 1986

«Outil de référence majeur dans le domaine de l'électronique.»

Documentation et bibliothèques, mars 1987

S.V.P. Détachez et envoyez ce bon de commande avec un mandat ou chèque à l'ordre de:

ÉDITIONS RÉNYI Inc.

219 Avenue Road,
Toronto, Ontario M5R 2J3
(416) 929-0911

Je désire recevoir:

French-English Dictionary of Electronics and Electrical Engineering

☐ _____ exemplaires à 98,00 \$ pièce: _____ \$

Dictionnaire anglais-français de l'électronique et de l'électrotechnique

☐ _____ exemplaires à 98,00 \$ pièce: _____ \$

Plus 4,00 \$ par exemplaire
pour les frais d'expédition. _____ \$

Je joins un ☐ mandat ☐ chèque
d'un montant total de: _____ \$

EDITIONS
RÉNYI

Dans l'éventualité où vous ne seriez pas totalement satisfait, vous pouvez renvoyer le ou les livres dans leur emballage d'origine dans les 10 jours suivant la date d'expédition, le cachet de la poste faisant foi, et nous vous rembourserons intégralement. Aucun livre marqué ne pourra être renvoyé et les frais d'expédition pour le renvoi sont à votre charge.

Nom: _____

Compagnie: _____

Adresse: _____ Ville: _____

Code postal: _____ Tél.: _____