

UN BELUGA  
SIÈRE (p.62)

3,25 \$

Volume 30, numéro 3

MAI 1992

PER  
J-69

# QUÉBEC SCIENCE

## SPECIAL INNOVATION

AGROALIMENTAIRE  
AÉROSPATIALE, BIOMÉDICAL  
ÉNERGIE, ENVIRONNEMENT  
MATÉRIAUX, MINES  
TÉLÉCOMMUNICATIONS

LES NOUVEAUX  
GOUROUS  
DE L'ÉCONOMIE

RECHERCHE MÉDICALE  
LES 25 ANS DE L'IRCM

101-01977 QTE 02 G  
BIBLIOTHEQUE NATIONALE QUEBEC  
BUREAU DEPOT LEGAL  
1700 ST DENIS  
MONTREAL  
QUE. H2X 3K6



Publié par le gouvernement du Québec, 1052, Port payé Québec

Printed in Québec, Canada - G1T 2R1

# LE PARC MARIN DU SAGUENAY

*Profondément mystérieux!*



**U**n environnement marin unique à la rencontre du Saguenay et du Saint-Laurent. Laissez-vous éblouir par les beautés du fjord et du fleuve, la présence des nombreux mammifères marins et la richesse de la mystérieuse vie marine...

PARC  
MARIN  
du  
**SAGUENAY**  
MARINE  
PARK



Environnement Canada  
Service des parcs

Environment Canada  
Parks Service

Canada

## SPÉCIAL INNOVATION

### 8 Les nouveaux gourous de l'économie mondiale

*La révolution industrielle a vécu. Après deux siècles d'histoire, elle sera remplacée par de nouvelles conceptions de l'économie, complètement repensées.*

Par Pierre Sormany

### 15 MINES

Exploitation minière : handicap ou avantage ?

Par Pierre Sormany

Vers une mine entièrement robotisée

Par Danielle Ouellet

Adieu, Nobel ! La fin de la dynamite

Par Marie-Claude Ducas

### 19 MATÉRIAUX

La métallurgie de pointe se dessine à Québec

Par Pierre Sormany

Un système d'inspection par laser-ultrasons

Par René Vézina

Du béton pour les pare-brise

Par René Vézina

### 23 ENVIRONNEMENT

L'environnement : une occasion d'affaires ?

Volvox : un expert en environnement

Par Pierre Sormany

Des bactéries contre la pollution

Par René Vézina et Raymond Lemieux

### 29 AGROALIMENTAIRE

Levures du Québec et vins français

Par Monique Lambert

### 31 ÉLECTRICITÉ

Le défi de la valorisation

### 35 AÉROSPATIALE

Les retombées de RADARSAT

Par Danielle Ouellet

### 39 TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION

Informatique, optique et réseaux intelligents

Northern Telecom : Bientôt les premiers au monde ?

Par René Vézina



Page 8



Page 29



Page 47



Page 54

Un numéro de téléphone qui vous suit partout

Par Marie-Claude Ducas

Parler à son ordinateur

Par Étienne Denis

Médialog : l'information culturelle accessible partout

Par Alain Fortier

### 47 BIOMÉDICAL

Échec au cancer.

Un traitement *made in Québec*

Par Claire Gagnon

Une « crazy glue » biologique

Par Marie-Claude Ducas

Un banc pour soulager les maux de dos

Par Marie-Claude Ducas

Le robot dans l'œil

Par Danielle Ouellet

### 54 Les 25 ans de l'Institut de recherches cliniques de Montréal

*L'offre de McGill était alléchante, mais le Dr Genest préférerait se consacrer à la promotion de la recherche médicale canadienne-française. Résultat : l'IRCM.*

Par Françoise Côté

## CHRONIQUES

### 5 ACTUALITÉ

Le 60<sup>e</sup> congrès de l'ACFAS

### 59 EN VRAC

### 61 À LIRE

### 62 DANS LE PROCHAIN NUMÉRO

QUÉBEC SCIENCE, magazine à but non lucratif, est publié 10 fois l'an par les Presses de l'Université du Québec. La direction laisse aux auteurs l'entière responsabilité de leurs textes. Les titres, sous-titres, textes de présentation et rubriques non signés sont attribuables à la rédaction. Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés. Téléc: 051-31623. Dépôt légal: Bibliothèque nationale du Québec. Deuxième trimestre 1992, ISSN-0021-6127. Répertorié dans Point de repère et dans l'Index des périodiques canadiens. © Copyright 1992 - QUÉBEC SCIENCE PRESSES DE L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

Imprimé sur papier contenant 50 % de fibres recyclées et 20% de fibres désencrées (post-consommation)



# LES AVANTAGES D'ÊTRE

LE MAGAZINE QUÉBEC SCIENCE OFFRE À SES MEMBRES UNE SÉRIE D'AVANTAGES TOUS PLUS INTÉRESSANTS LES UNS QUE LES AUTRES.

EN VOICI UN AUTRE EXEMPLE !

## DU TEMPS ET DES SONS

### LES SONS DE NOS FORÊTS

Un guide sonore qui permet d'identifier 93 oiseaux et 18 autres espèces d'animaux qui fréquentent les forêts du Québec. Accompagné d'un livret de 32 pages décrivant l'habitat et les sons de chaque animal entendu.

Non-membres :

Cassette : 19,95 \$ (23,04 \$ taxes incluses)  
Disque laser : 24,95 \$ (28,82 \$ taxes incluses)

**MEMBRES**

Cassette : 14,96 \$ (17,28 \$ taxes incluses)  
Disque laser : 18,71 \$ (21,61 \$ taxes incluses)

### AGENDA ÉLECTRONIQUE

Casio SF-8000 grand écran. Mémoire 62 000 caractères. Clavier à touches surélevées, calendrier, répertoire téléphonique, gestion de cartes d'affaires, horloge avec alarme, calculatrice, transfert de données avec les autres agendas électroniques Casio SF-9700, 9500, 8000, 5300, 5100 et 4300 et SR10, au moyen d'un câble accessoire. Se présente dans un boîtier compact et robuste.

Non-membres : 229,95 \$ (265,72 \$ taxes incluses)  
**MEMBRES : 179,99 \$**  
(208 \$ taxes incluses)



**AUSSI** RÉDUCTION DE 20 % accordée sur les livres recensés dans la chronique À LIRE de février, mars et avril 1992 du magazine Québec Science.

Non-membres : prix régulier • **MEMBRES : RÉDUCTION DE 20 %** (ajoutez la TPS de 7 %)

LES PRIX SONT SUJETS À CHANGEMENT SANS PRÉAVIS.

# Membre

## DE LA FONDATION QUÉBEC SCIENCE

Pour devenir membre, rejoignez-nous au (418) 657-3551, poste 2854.

Tous les membres en règle de la Fondation Québec Science reçoivent périodiquement le *Catalogue des avantages de Québec Science*.

Vous pouvez également, sans être membre, recevoir gratuitement un exemplaire du catalogue pour vous rendre compte de tous les avantages que vous pourrez retirer à devenir membre de Québec Science. Composez le (418) 657-3551, poste 2854.

Près d'une centaine de produits et de services différents sont offerts aux membres avec des escomptes pouvant atteindre 50% de réduction sur le prix régulier. Ces réductions *réservées exclusivement aux membres* touchent les produits et services suivants:

- Livres scientifiques ou de vulgarisation • Album de collection sur la nature • Dictionnaires • Jeux scientifiques et jeux éducatifs • Affiches sur la nature et l'univers • Vidéocassettes • Télescopes • Jumelles • Microscopes • Ensembles d'observation de nature • Sacs à dos et de voyage • Sacs de coucha • Mini-lampes de poche • Boussoles • Baromètres • Thermomètres électroniques • Appareils de mesure • Calculatrices • Agendas électroniques • Guides plein air • Croisières aux baleines • Séjours dans centres de santé • Télécopieurs • Enregistrements de sons de la forêt • etc.

POUR COMMANDER, UTILISEZ LE COUPON DANS LE CATALOGUE

VOUS POUVEZ OBTENIR LE CATALOGUE DÉCRIVANT LES AVANTAGES D'ÊTRE MEMBRE DE LA FONDATION QUÉBEC SCIENCE EN VOUS ADRESSANT À : Québec Science, C.P. 250, Sillery, Québec G1T 2R1 • Tél. : (418) 657-3551, poste 2854 • Téléc. : (418) 657-2096

# ACTUALITÉ



## Congrès de l'ACFAS

### INNOVATEUR ET D'ACTUALITÉ

*L'environnement et la ville, la réalité multiethnique et l'éducation, les femmes dans la ville, la question nationale et constitutionnelle, la maladie d'Alzheimer et son diagnostic, l'empiètement des villes sur les zones agricoles, la prévention en milieu scolaire...*

Par Guy PAQUIN

Pour la 60<sup>e</sup> fois de son histoire, l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences (ACFAS) tiendra ce mois-ci (du 11 au 15, à l'Université de Montréal) son congrès annuel, avec plus de 60 colloques portant souvent sur des sujets brûlants d'actualité.

En plus de serrer de près les préoccupations de notre société, le 60<sup>e</sup> congrès de l'ACFAS risque de faire la manchette par d'importantes innovations. Ainsi, inspiré par les célébrations du 350<sup>e</sup> anniversaire de la fondation de Montréal et désireux de rendre à une moitié trop oubliée de l'histoire de la métropole ce qui lui revient, le 60<sup>e</sup> congrès propose un important colloque sur « Les Bâtisseuses de la ville ». Des dizaines de communications mettront en lumière le rôle actif des femmes et de la pensée féministe dans le façonnage de la ville et de sa vie.

En plus des 63 colloques thématiques, le congrès de cette année présente une soixantaine de sessions,



Mme Vaira Vikis-Freibergs a reçu le prix Marcel-Vincent pour l'excellence de son travail en psycholinguistique.

dans les différentes spécialités scientifiques, que ce soit les sciences sociales et humaines, ou les sciences physiques et biologiques, ou l'ingénierie. Ces sessions proposent des communications libres, sur les

sujets de pointe des divers domaines scientifiques.

L'ACFAS se fait un grand plaisir d'accueillir cette année, pour la première fois, le congrès de l'Union des écrivaines et écrivains du Québec. Une occasion de faire sauter les barrières, bien artificielles, entre l'imaginaire scientifique et l'imaginaire littéraire.

Autre événement d'importance, le 60<sup>e</sup> congrès de l'ACFAS verra naître la première Association québécoise des écologistes, une association professionnelle qui a choisi pour cadre de sa fondation le présent congrès. Les assises de ce congrès de fondation sont placées sous la présidence de l'éminent écologiste Pierre Dansereau. Ainsi, les écologistes québécois se donneront plus de visibilité auprès de la population et des médias.

Enfin, le congrès de l'ACFAS ne serait pas complet sans la remise des distinctions scientifiques de l'Association. Ces prix reconnaissent des contributions exceptionnelles

# QUÉBEC SCIENCE



publié par les  
Presses de l'Université du Québec

Directeur général Jacki Dallaire

## RÉDACTION

Directeur de la rédaction Pierre Sormany

Comité de rédaction Jean-Marc Fleury, Benoît Godin,  
Pierre Sormany, Patrick Beaudin,  
Carole Caron, Michel Groulx,  
Félix Maltais, Danielle Ouellet,  
Gilles Parent, Raynald Pepin

Comité scientifique Ghislain Arseneault, Jean Asselin,  
Guy Bertrand, Michel Bois,  
Françoise Braun, Louis Cloutier,  
Guy Collin, Léopold Gaudreault,  
Jacqueline Giard, Camil Guy,  
Pierre Lapointe, Jacques L'Écuyer,  
Sinh Lequoc, Gilbert Martin,  
René Racine, Jean-Louis Sasseville,  
Donald Thomas, Sylvie Toupin

Adjointe à la rédaction Patricia Larouche

Revision linguistique Robert Paré

## PRODUCTION

Conception graphique Richard Hodgson

Photo couverture R. Maisonneuve / Publiphoto

Séparation de couleurs Les ateliers haut registre inc

Impression Imprimerie l'Éclairneur

## COMMERCIALISATION

Directeur du marketing Gilles Lachance

Promotion Marie Prince

Publicité Jocelyne Savard

Abonnements Nicole Bédard

Distribution en kiosques Messageries dynamiques

Québec Science reçoit l'aide financière  
du gouvernement du Québec (Programme de soutien  
aux revues de culture scientifique et technique)  
et du réseau de l'Université du Québec.

Membre de: The  
Audit Bureau CPPA

Québec Science est produit gratuitement sur cassette  
par l'Audiotèque, pour les personnes  
handicapées de l'imprimé. Tél.: (418) 648-2627

## ABONNEMENTS

Au Canada:	1 an (10 numéros):	29,96 \$
	Groupe (10 ex./même adresse):	26,75 \$
	2 ans (20 numéros):	52,43 \$
	3 ans (30 numéros):	72,76 \$
	À l'unité:	3,25 \$
À l'étranger:	1 an (10 numéros):	39,00 \$
	2 ans (20 numéros):	68,00 \$
	3 ans (30 numéros):	95,00 \$
	À l'unité:	4,00 \$

Pour la France, faites votre chèque à l'ordre de:  
DAWSON FRANCE, B.P. 57, 91871  
Palaiseau, Cedex, France

Pour abonnement ou changement d'adresse:

QUÉBEC SCIENCE  
C.P. 250, Sillery, Québec, G1T 2R1  
Tél.: (418) 657-3551 poste 2854

Pour contacter la rédaction :

Tél.: (418) 657-3551 poste 2426 • Téléc.: (418) 657-2096

à la recherche au Canada français.  
Cette année, sept chercheurs profes-  
sionnels et trois étudiants recevront  
les prix de l'ACFAS. Ce sont :

*M. François Duchesneau*,  
qui reçoit le prix André-Laurendeau  
(sciences humaines). M. Duchesneau,  
directeur du département de philoso-  
phie de l'Université de Montréal,  
voit récompenser ses travaux  
pénétrants en épistémologie,  
principalement sur les œuvres  
de John Locke et de Wilhelm  
G. Leibnitz ;



**M. Serge Gracovetsky reçoit le prix  
J.-Armand-Bombardier.**

*M. Serge Gracovetsky*, qui reçoit  
le prix J.-Armand-Bombardier  
(innovation technologique).

Le récipiendaire est professeur au  
département de génie mécanique,  
à Concordia, et a mis au point  
le spinoscope, un appareil destiné  
à évaluer les maux de dos ;

*M. Ferdinand Bonn*, récipiendaire  
du prix Jacques-Rousseau  
(interdisciplinarité). M. Bonn  
est récompensé pour la qualité des  
recherches interdisciplinaires qu'il  
mène en tant que directeur du Centre  
d'apprentissage et de recherche  
en télédétection de l'Université  
de Sherbrooke ;

*M. Paul Jolicoeur*, qui se voit  
décerner le prix Léo-Pariseau  
(sciences biologiques et sciences  
de la santé). Le docteur Jolicoeur

est internationalement reconnu pour  
ses travaux de pointe sur le rétrovirus  
du sida. Il dirige le laboratoire  
de biologie moléculaire à l'Institut  
de recherches cliniques de Montréal ;

*Mme Vaira Vikis-Freibergs*,  
qui reçoit le prix Marcel-Vincent  
(sciences sociales), pour l'excellence  
de son travail en psycholinguistique ;

*M. Claude Hillaire-Marcel*,  
récipiendaire du prix Michel-Jurdant  
(sciences de l'environnement).

M. Hillaire-Marcel est le fondateur  
du laboratoire de biologie isotopique  
de l'UQAM et le premier titulaire  
de la chaire Environnement Hydro-  
Québec de la même institution ;

*M. Gilles Brassard*, lauréat  
du prix Urgel-Archambault (sciences  
physiques, mathématiques et génie).  
M. Brassard mène des travaux extrê-  
mement originaux sur les applications  
de la mécanique quantique aux  
problèmes mathématiques du  
décodage. Il enseigne au département  
d'informatique et de recherche  
opérationnelle de l'Université  
de Montréal.

Les prix Desjardins d'excellence  
étudiants-chercheurs vont aux lauréats  
suivants : *Carl-Eric Aubin*, chercheur  
en génie biomécanique de l'École  
Polytechnique de Montréal ; *Isabelle  
Laurion*, spécialiste en océanographie  
à l'Université du Québec à Rimouski ;  
et *Paul Fortier*, chercheur et spécialiste  
de la littérature française du 18<sup>e</sup> siècle  
à l'Université Laval.



**M. Ferdinand Bonn, récipiendaire  
du prix Jacques-Rousseau.**

# SPECIAL INNOVATION

**D**ix ans après « Le virage technologique », un énoncé de politiques qui devaient placer le Québec dans le rang des nations innovatrices, le ministre québécois de l'Industrie, du Commerce et de la Technologie, M. Gérald Tremblay, présentait en décembre dernier la nouvelle formulation de cette stratégie industrielle, axée désormais sur les « grappes technologiques ».

Ce n'est pas vraiment un changement de cap. « Le virage technologique » identifiait déjà des points forts de l'économie québécoise, et des secteurs stratégiques dans lesquels il convenait d'investir. Il proposait la création de centres de recherche associant les universités, l'État et les entreprises. C'est dans cette foulée qu'ont été créés le Laboratoire des technologies électrochimiques et électrométallurgiques de l'IREQ, à Shawinigan, le Centre de recherche informatique de Montréal, le Centre québécois de valorisation de la biomasse, le Centre de recherche sur les textiles de Saint-Hyacinthe, l'Institut national d'optique de Sainte-Foy (en collaboration avec Ottawa, qui créait de son côté les centres de recherches du CNRC sur l'agroalimentaire à Saint-Hyacinthe, les biotechnologies à Montréal et l'Informatisation du travail à Laval). Et cette liste n'est pas complète.

Mais le document donnait surtout un signal aux entreprises et aux innovateurs : le Québec allait devenir une terre d'accueil pour les technologies de pointe. Dans certains secteurs, le message a été compris. Dans le domaine pharmaceutique, par exemple, le chemin parcouru depuis dix ans est tout à fait remarquable. Dans le domaine de l'aérospatiale aussi, avec la décision fédérale d'établir à Montréal la petite « NASA » canadienne. Le domaine des technologies de l'information et des communications s'est maintenu à son niveau d'excellence, avec des leaders comme Northern Telecom, Téléglobe, VidéoWay, DMR, CGI, IST, sans oublier Bell et IBM. Même chose pour l'équipement de production, de transport et de distribution de l'électricité, grâce au rôle moteur d'Hydro-Québec, ou la métallurgie, grâce à Alcan, Noranda ou plus récemment Norsk-Hydro et le magnésium.

Dans d'autres domaines, les progrès sont plus lents. Le secteur de la pétrochimie et des plastiques attend encore l'arrivée de Soligaz pour rattraper un énorme retard. On parlait il y a dix ans des technologies de l'environnement comme d'un éventuel secteur d'exportation : la promesse ne s'est pas encore vraiment matérialisée. Et dans les secteurs plus traditionnels de l'économie québécoise, la mode et les textiles, le papier et le bois, les technologies minières, l'agroalimentaire, le virage se fait encore attendre.

Mais l'économie internationale se développe désormais autour de « grappes industrielles » performantes, c'est-à-dire des ensembles compacts d'industries complémentaires et concurrentes, situées dans une même région et misant sur leur réseau local de sous-traitance pour s'attaquer aux marchés mondiaux. Au sortir d'une récession majeure, liée justement à cette restructuration de l'économie mondiale, il était important d'aider les industries québécoises les plus performantes à relever ce défi de la réindustrialisation.

Pour rendre ces enjeux plus concrets, nous vous proposons un portrait de la nouvelle économie mondiale, à travers les écrits de trois de ses penseurs, suivi d'un premier « tour du jardin » de la recherche et de l'innovation québécoise. Les étapes de cette excursion seront forcément arbitraires. Pourquoi ne lirez-vous rien dans ces pages sur les recherches en cours chez Canadair par exemple ? Ou dans les laboratoires des entreprises pharmaceutiques ? Et rien sur l'industrie papetière ? En fait, si nous avions voulu être exhaustifs, nous aurions publié un catalogue. Nous avons plutôt choisi de glaner ça et là des « histoires de cas », comme autant d'évocations de ce que pourrait être la « valeur ajoutée québécoise » dans certains secteurs de l'économie mondiale de la fin du siècle.

Nous avons choisi, le plus possible, des produits présentant un grand marché potentiel. Mais nous ne sommes pas prophètes : nos « espoirs » d'aujourd'hui peuvent aussi être des leurres. Ils nous auront tout de même permis d'illustrer la diversité de l'innovation québécoise.

Si Québec Science peut se tromper sur les promesses de l'avenir, nous risquons moins d'errer sur le passé. Le 25<sup>e</sup> anniversaire de l'Institut de recherches cliniques de Montréal nous offre une occasion en or de souligner le rôle majeur qu'a joué chez nous ce haut lieu de la recherche médicale. Nous croyons du reste que l'IRCM a fort bien sa place dans ce numéro spécial qui se veut un hommage à l'innovation.

# LES NOUVEAUX GOUROUS DE L'ÉCONOMIE MONDIALE

Par Pierre Sormany

Les théories de Michael Porter ont inspiré Reagan, Bush et la droite américaine.

Elles ont engendré la notion de « grappe technologique »,  
à la base de la nouvelle stratégie industrielle du Québec.

À première vue, Robert Reich, inspiration des libéraux américains,  
et Jane Jacobs, la Torontoise un peu rebelle, paraissent aux antipodes de Porter.

Mais à lire leurs analyses, on découvre un diagnostic similaire de l'économie  
mondiale. Oubliez Adam Smith et les théories classiques :

**l'économie mondiale a changé du tout au tout, depuis vingt ans.**

**L**ee Iaccoca, le p.-d. g. de Chrysler Corporation, fut un temps parmi les personnages les plus influents de la scène médiatique américaine. On l'a souvent présenté comme « présidentiable ». Son mérite : dire tout haut ce que pensent bien des Américains. L'économie, annonce-t-il, est en train de s'écrouler parce que les citoyens n'ont plus confiance dans leur propre pays. « Deux voitures absolument identiques sortent de la même chaîne de montage d'une de nos usines américaines ; l'une reçoit la plaque d'identification Colt, de Chrysler, l'autre, Mitsubishi. Que va-t-il arriver ? Eh bien, la fausse Japonaise se vend deux fois plus ! Alors ne vous demandez pas pourquoi notre pays va si mal. »

Le remède qu'il propose passe en partie par une approche plus protectionniste de l'industrie automobile américaine. Mais il insiste de moins en moins là-dessus. Après tout, Chrysler est elle-même tellement associée aux producteurs japonais (elle détient 12 % des actions de Mitsubishi), qu'elle aurait du mal à s'adapter à ce retour aux anciennes frontières. Il fait plutôt appel aux sentiments

des Américains pour qu'ils recommencent à acheter les produits locaux et à l'appui des politiciens pour qu'ils augmentent la marge de manœuvre fiscale des entreprises nationales.

Il a tort, annonce le nouveau gourou de l'économie libérale, le professeur Robert Reich, de la John F. Kennedy School of Government de Harvard. « Quand un Américain achète une Pontiac Le Mans, il achète une voiture étrangère. Sur les 20 000 \$ que GM reçoit, près de 6 000 \$ vont aux chaînes de montage de Corée, 3 500 \$ pour des pièces fabriquées au Japon, 1 500 \$ pour le design et l'ingénierie allemande, 800 \$ à des sous-traitants de Taiwan et de Singapour, 500 \$ en Grande-Bretagne pour la publicité et le soutien au marketing, et 100 \$ ailleurs. Cela laisse moins de 8 000 \$ aux dirigeants et aux chercheurs de Détroit, aux avocats de la compagnie à New-York ou aux actionnaires. » En fait, poursuit Reich, « les consommateurs américains qui veulent améliorer la balance commerciale du pays feraient mieux d'acheter une Honda qu'une Pontiac Le Mans ! »



## LA FIN DES CHAMPIONS NATIONAUX

Cette situation n'est pas propre à l'industrie automobile. Des produits Kodak sont fabriqués par Minolta au Japon, c'est Sony qui produit les « Power books » d'Apple, alors que, à l'inverse, les photocopieurs japonais Ricoh sont fabriqués par des entreprises américaines !

« Pendant tout le vingtième siècle, rappelle Reich, l'économie des pays a reposé directement sur la richesse engendrée par les grandes entreprises nationales. Chaque pays était un peu comme un bateau : quand les machines tournaient fort, ce sont tous les passagers qui en profitaient. Et quand ces entreprises s'implantaient ailleurs et devenaient multinationales, leurs profits continuaient à enrichir leur pays d'origine. »

« Mais, poursuit l'économiste, nous vivons depuis un quart de siècle une





P. Perrin - Sygma / Publiphoto

*« Les consommateurs américains qui veulent améliorer la balance commerciale du pays feraient mieux d'acheter une Honda qu'une Pontiac Le Mans ! »*

un moteur important de l'économie québécoise. Pour Reich, ce qui importe, ce n'est pas l'étiquette, mais la localisation des activités les plus profitables. En termes clairs : où la compagnie concentre-t-elle ses recherches, ses services de design, son marketing ?

Car c'est là la troisième et la plus fondamentale des transformations : nous sommes passés (sans que le public et les politiciens ne s'en rendent compte, hélas !) d'une économie de production de masse à une économie de valeur ajoutée.

#### UNE HISTOIRE DE CRAYONS

Ouvrons donc une parenthèse, pour expliquer ce que cache cette notion d'« économie de valeur ajoutée ». Supposons que vous ayez profité de l'abondance de bois et de charbon pour ouvrir, en Nouvelle-Écosse, une usine de crayons. Vous en vendez quelques millions annuellement, à 10 ¢ l'unité, avec une marge bénéficiaire brute de 4 ¢. Ça vous laisse une marge de 100 000 à 150 000 \$, de quoi gérer votre entreprise et faire vivre votre famille. Arrive un jour un concurrent de Taiwan, qui écoule sur votre marché des crayons à 5 ¢.

Une question de salaires plus faibles, penserez-vous, en déplorant peut-être les politiques sociales coûteuses du Canada. Mais en fait ce n'est qu'une partie de l'explication. Certes, l'usine taiwanaise paie moins cher ses travailleurs, mais elle fabrique surtout 300 millions de crayons, dans une usine entièrement robotisée. Les économies d'échelle sont telles que, même si vous cessiez complètement de payer vos employés, vous arriveriez à peine à soutenir la concurrence.

Une première solution consiste à vous grossir, vous aussi : multiplier par 100 votre capacité. Cependant, il vous faut alors vendre non seulement au Canada, mais aussi sur le marché mondial, affréter des cargos entiers. La proximité des forêts et de la mine de charbon n'est plus qu'un avantage très marginal ; la disponibilité de capital pour financer votre usine, la qualité de votre gestion, le dynamisme de vos réseaux de distribution comptent bien plus.

transformation radicale de l'économie. La notion de produit *national* est en train de disparaître. Il n'y aura bientôt plus d'industrie locale, plus d'entreprises nationales ! » Les profits de General Motors, de Ford ou de Kodak n'ont plus rien à voir avec l'état de santé de l'économie américaine. « Malheureusement, déplore Robert Reich, les politiciens et les analystes continuent de faire comme si notre avenir collectif dépendait du succès de nos grands champions nationaux. C'est une vision dépassée, qui est en train de nous faire rater le virage essentiel. »

Plusieurs facteurs expliquent ce changement radical. D'abord, la concurrence internationale a fait chuter les profits. Le rendement typique sur les ventes des grandes entreprises oscillait entre 10 et 15 %, dans les années 60. La moitié était distribuée aux actionnaires locaux, l'autre moitié servait à financer la recherche et l'expansion, et profitait aussi au pays

d'origine. La « nationalité » de l'entreprise était donc un facteur clé dans la balance des paiements. Mais la part des ventes dévolue aux profits est aujourd'hui de l'ordre de 5 % et n'est désormais qu'un facteur marginal dans les comptes nationaux.

Second facteur, la nationalité des entreprises est elle-même en train de devenir une notion floue. Dans l'automobile, la majorité des nouveaux investissements, depuis dix ans, ont été des « *joint ventures* ». Avec l'électronique, le marché boursier s'est lui aussi mondialisé. « Le fait que le nom de la compagnie soit japonais ou américain n'a que peu de rapport avec la composition de son actionariat et l'endroit où aboutira la richesse en fin de compte », avance l'économiste. Il aurait pu citer l'exemple d'Alcan : depuis les années 70, cette compagnie est majoritairement détenue par des actionnaires américains, ce qui ne l'empêche pas d'être

# Deux essais percutants de Claude Paquette aux Éditions Québec/Amérique



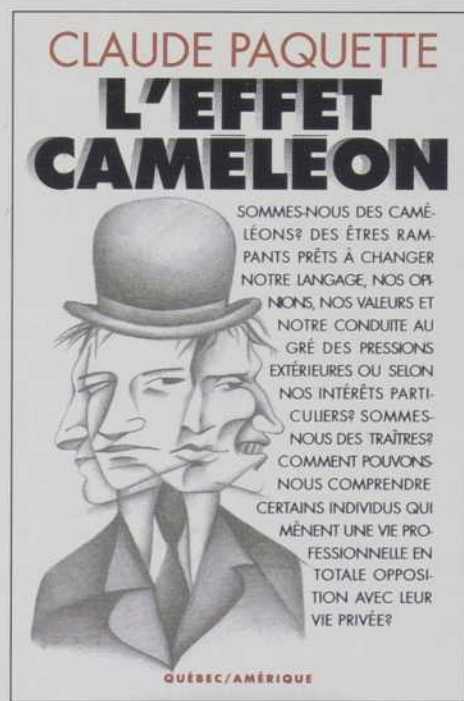
## Des idées d'avenir pour un monde qui vacille

**V**aleurs dominantes. Information, science, culture, éducation, politique... Les problèmes éthiques. Le relativisme axiologique. La démocratie. Le leadership. L'initiative individuelle. Le pouvoir. Le capitalisme revu et corrigé. Les alternatives aux valeurs dominantes. Dans la première partie, l'auteur analyse les fondements de la société actuelle. Dans la deuxième, il énonce ses propres choix et dans la troisième, il fait des propositions pour un monde meilleur.

«... il dépeint avec rigueur et passion notre monde d'illusions et de compromis.» **Robert Lamarche**, *Revue Voir*

«Un livre remarquable pour la construction d'un monde meilleur.» **Jacques Languirand**, *Radio-Canada*

«... il faut être très sceptique pour ne pas être sensible à l'urgence qui se dégage des propos de Paquette. Son analyse ne manque pas de conviction... Ses dons de vulgarisateur ne laissent pas de doute et certaines de ses idées mériteraient qu'on s'y attarde plus longuement...» **Rober Saletti**, *Le Devoir*



## L'Effet caméléon

**D**ans ce monde fondé sur le compromis et sur l'incohérence, l'auteur pose la question suivante: Peut-on être fidèle à ses valeurs personnelles? Les tensions entre la cohérence et l'incohérence. Les mentalités et les styles de vie. Les tendances actuelles. Vie personnelle et vie professionnelle. La recherche de la cohérence. Valeurs dominantes. Valeurs-tendances. Valeurs marginales. Regard sur la vie caméléonesque.

«Voilà un livre d'une rare lucidité et qui s'impose par ses propos stimulants.» **Revue Vitalitus**

«... solide et bien documenté.» **Jean Basile**, *La Presse*

«... un ouvrage percutant... La vitrine de l'actualité est tellement occupée par le discours économique que le discours de Claude Paquette a quelque chose de vivifiant...» **Hélène Ruel**, *L'Union*

«... un ouvrage à la portée des gens... qui permet de se retrouver dans cette crise de valeurs» **André Gaudreault**, *Le Nouvelliste*

Disponible chez votre libraire ou aux Éditions Québec/Amérique : (514) 393-1450

L'autre solution, c'est d'abandonner tout simplement le crayon « bas de gamme ». Pourquoi ne pas utiliser votre réputation (la « marque » de votre entreprise), avant qu'il ne soit trop tard, et viser les marchés spécialisés des crayons d'artistes ? Ou même, pourquoi ne pas lancer de nouveaux produits ultraspécialisés. Un crayon capable d'écrire et d'être effacé sur du papier détrempe, par exemple, un outil idéal pour ceux qui doivent travailler dans la nature, sous la pluie.

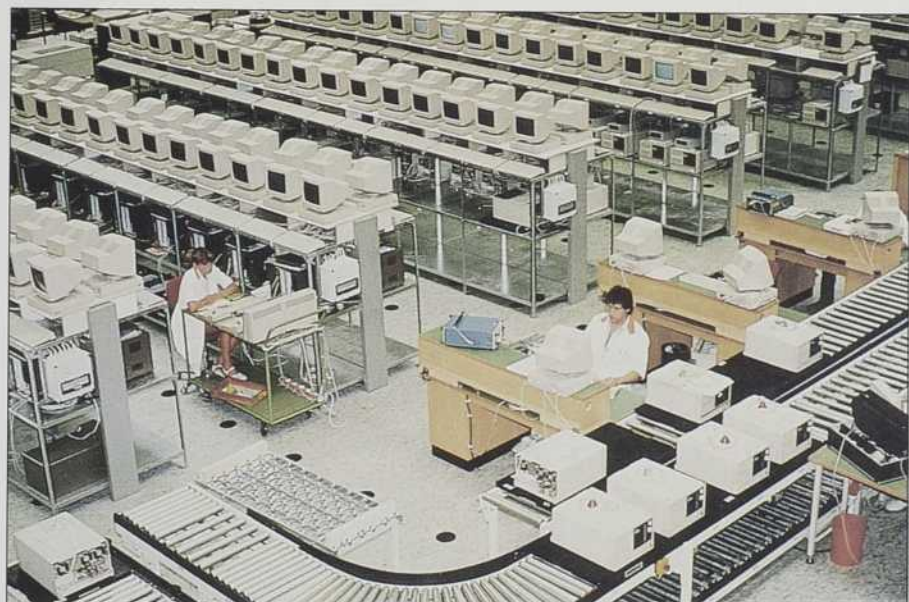
Bien sûr, il faut alors investir dans la recherche, mettre au point de nouvelles textures de graphite, de nouveaux liants, de nouvelles gommages à effacer. Le résultat pourrait être un crayon qui ne coûterait guère plus à produire, mais que vous vendriez à 1 \$ l'unité. Avec des ventes annuelles dix fois moins grandes, vous auriez triplé vos revenus. Et il n'y aurait peu de chances que des concurrents ne vous délogent à court terme : d'abord, parce que votre « recette » est secrète (et brevetée), que le marché est trop restreint pour y tolérer plusieurs entreprises, et que vous vous y seriez déjà « fait un nom ».

Bienvenue dans l'économie de valeur ajoutée !

## LA FIN DE L'ÈRE INDUSTRIELLE

« Les grandes entreprises de la fin du vingtième siècle, écrit Robert Reich dans son best-seller *The Work of Nations*, ne conservent qu'une ressemblance superficielle avec leurs contre-parties des années 50. Les logos sont les mêmes (AT&T, General Motors, Ford, IBM, Kodak, etc.). Elles conservent l'image de grande richesse et de pouvoir énorme. Elles installent leur siège social dans les mêmes tours de verre. Mais sous la surface, tout a changé. Elles ne planifient plus la production de grands volumes de biens. Elles n'investissent plus dans des usines, de la machinerie, des entrepôts et d'autres actifs physiques. Et elles n'ont plus à leur service de vastes contingents de travailleurs d'usine et de petits contremaîtres. Elles sont devenues des façades derrière lesquelles on retrouve en fait un réseau décentralisé d'entreprises, avec des unités de production réparties partout sur la planète. »

Exemple, IBM. Bien que son nom apparaisse chaque année dans la liste des plus grandes firmes manufacturières américaines, l'entreprise tire un tiers de ses profits de la vente de logiciels (contre



*Des produits Kodak sont fabriqués par Minolta au Japon ; c'est Sony qui produit les Power Books d'Apple ; les photocopieurs japonais Ricoh sont fabriqués par des entreprises américaines.*

15 % il y a dix ans), un autre 20 % de l'intégration de systèmes et le quart des services de soutien. En fait, les activités manufacturières comptent pour moins de 20 % des profits, et n'occupent que 20 000 des 400 000 employés d'IBM. Sur chaque ordinateur personnel que vous achetez, les pièces et la main-d'œuvre de fabrication comptent pour moins de 500 \$, dont plus de 300 \$ sont dépensés auprès de sous-traitants. Les profits réels viennent par la suite, du marketing, de l'adaptation aux besoins de clients particuliers, du service. C'est la « valeur ajoutée ».

C'est là une tendance lourde de l'économie mondiale : les grandes entreprises ne sont plus celles qui produisent, mais celles qui conçoivent les produits. Les plus fortes cherchent même à TOUT confier à des sous-traitants. Elles n'ont dès lors plus d'usines coûteuses à entretenir, plus de cols bleus à payer. Elles conçoivent, trouvent les fournisseurs pour les pièces, confient l'assemblage à d'autres ateliers, reçoivent les produits finis, apposent leur étiquette, mettent en marché *via* des distributeurs... et engrangent les profits.

Bien sûr, il faut que des usines les fabriquent, ces produits ! Le pendant de l'économie de valeur ajoutée, c'est la mise en place de gigantesques ateliers robotisés de fabrication de pièces, et d'un réseau mondial d'ateliers de montage, souvent proches des marchés. Sauf qu'au lieu de fabriquer des centaines de milliers de produits finis identiques, comme il y a 30 ans,

ce réseau mondial fabrique des milliers de « petites séries », adaptées aux besoins de chaque utilisateur. Le système de sous-traitance permet d'obtenir ces produits spécialisés pour le même coût que les grandes séries d'hier... mais de les vendre beaucoup plus cher, grâce à cette valeur ajoutée, justement !

## LE DANGER DES ANCIENS SCHEMES

En étudiant cette mutation dans la nature des entreprises, à l'heure de la mondialisation de l'économie, Robert Reich arrive à la conclusion que l'origine nationale d'une entreprise a désormais moins d'importance que l'endroit où elle fait faire ses activités à plus forte valeur ajoutée : la recherche-développement, le design des produits, le marketing.

Certes, une entreprise japonaise confiera plus souvent ce genre de sous-traitance à ses partenaires japonais. Et le même phénomène prévaut dans tous les pays. Le « maillage » conserve encore un fort caractère national, mais cela aussi est en train de changer, croit l'économiste. Et on risque de commettre des erreurs en continuant de penser en termes de nationalités. « En 1989, Mme Carla Hills, conseillère commerciale dans l'administration Bush, a dénoncé le Japon parce que ce pays avait exclu Motorola du lucratif marché de la téléphonie cellulaire. Le Japon a accepté de relâcher ses restric-

tions. Mais ceux qui en ont profité, ce sont les ingénieurs et les travailleurs de Kuala Lumpur, en Malaisie, où Motorola conçoit et fabrique ses pagettes et la majorité des composantes de ses téléphones cellulaires. »

L'ironie, c'est que le secteur de la téléphonie cellulaire est très développé aux États-Unis, mais les centres de recherche et les usines y sont majoritairement... japonais ! « Il aurait été plus sensé de se battre pour ouvrir le marché japonais aux téléphones cellulaires de la Nippon Electronic Co., conçus et fabriqués aux États-Unis, que de défendre la production malaisienne de Motorola », estime Robert Reich.

Le second danger de cette vision dépassée de la nationalité des entreprises, vient de ce qu'on a complètement faussé la nature des interventions politiques depuis les années Reagan. À l'époque de croissance de l'après-guerre, les profits élevés des entreprises se diffusaient naturellement dans l'économie nationale : les compagnies profitables payaient de meilleurs salaires, construisaient de nouvelles usines, investissaient dans la recherche et lançaient de nouveaux produits. Tout le monde en profitait. Après la crise pétrolière des années 70, qui a brusquement appauvri l'économie américaine, les conseillers économiques du président Reagan ont voulu relancer la machine en utilisant la même recette : réduire le fardeau fiscal de l'entreprise, alléger les taxes sur les gains en capital, dégager des profits, en somme. C'était la théorie de la « *supply side economy* » ; la nouvelle richesse créée devait en principe permettre à l'État de récupérer sa mise, à moyen terme.

Pour Reich, ce que ces économistes n'avaient pas compris, c'est que les profits dégagés aujourd'hui ne se diffusent plus verticalement, dans le pays d'où provient l'entreprise, mais horizontalement, n'importe où sur la planète. En somme, la « *supply side economy* » a effectivement permis une accélération des investissements industriels et un enrichissement collectif... en Corée, à Singapour, à Taiwan !

Si c'est l'économie américaine, que les conseillers de Reagan ou Bush veulent aider, dira encore Reich, ce ne sont pas les profits des entreprises américaines qu'il faut subventionner, mais les véritables activités de recherche, de design et d'innovation faites aux États-Unis, quel que soit le nom qui apparaît sur l'étiquette, en bout de ligne.

## LES GRAPPES TECHNOLOGIQUES

À première vue, l'économiste « conservateur » Michael Porter, de la Harvard Business School, se situe bien loin de la pensée de Reich. Il a œuvré comme conseiller auprès de Ronald Reagan. Il croit encore fortement à la notion d'entreprises nationales, et ses idées ont servi à justifier les largesses consenties aux entreprises depuis 12 ans.

Sous bien des aspects, pourtant, les analyses des deux économistes se ressemblent. Porter a aussi centré son propos sur la transformation structurelle survenue depuis 25 ans et qui nous a fait passer d'une économie de production de masse à une économie de valeur ajoutée. Lui aussi constate que les très grandes entreprises ont du mal à s'y adapter et que le succès sur les marchés mondiaux passe désormais par un réseau de maillage multinational, où chaque entreprise répartit la fabrication de ses produits entre une multitude de sous-traitants spécialisés. Et que le dynamisme des nations provient désormais bien plus de cette constellation de sociétés innovatrices, souvent de taille modeste, que de la survivance des géants.

Mais là où les deux économistes divergent, c'est sur l'importance de la « nationalité » de l'entreprise. Non pas la nationalité de ses actionnaires (Porter admet que ce n'est pas ce qui compte le plus), mais celle de ses dirigeants et surtout la localisation de son siège social. C'est toujours autour de ce noyau central que s'établit le réseau de coopération et c'est là que se concentreront les retombées positives pour l'économie.

La question de base que s'est posée Michael Porter concerne les raisons qui permettent à certaines régions du monde de relever ce défi de l'économie mondiale, alors que d'autres sont en perte de vitesse. Quels sont les facteurs de « compétitivité », pour employer le néologisme des économistes ?



L'économiste Michael Porter, de la Harvard Business School, à qui l'on doit la notion de « grappes technologiques » du ministre québécois de l'Industrie, du Commerce et de la Technologie.

Premier constat : les « *success stories* » viennent souvent par grappes. Comment se fait-il, par exemple, qu'un petit pays comme la Suisse ait autant de producteurs chocolatiers qui se font concurrence ? Qu'autant d'entreprises italiennes se soient spécialisées et se fassent concurrence dans le domaine du design des produits ? Que l'Allemagne ait quatre producteurs automobiles... dont trois se sont spécialisés dans le même créneau des autos haute-performance ? Quand quelques pays prennent le leadership dans un secteur très spécialisé, comment se fait-il que tous les investissements semblent s'y concentrer, au point qu'il devient très difficile de développer ce secteur ailleurs ?

Cette réalité contredit la notion généralement admise que, pour réussir sur les marchés mondiaux, il faut disposer d'un marché local important et que les pays de moindre importance, comme le Canada, doivent éviter de diviser leurs forces entre trop de concurrents. Au contraire, affirme Michael Porter, la rivalité locale est fondamentale. C'est la présence de plusieurs entreprises concurrentes sur



Alain Masson

Pour l'économiste autodidacte Jane Jacobs, « la clé, c'est la ville ! » Sa vision des « communautés » innovatrices ressemble aux grappes technologiques décrites par Porter.

le même marché qui va susciter l'innovation et rendre nécessaire l'organisation par chacune d'elles d'un réseau efficace de sous-traitance. Cette compétition féroce va ensuite agir sur les sous-traitants, susciter le développement d'un bassin de travailleurs qualifiés, faire émerger des entreprises nouvelles en « périphérie ». À leur tour, ces facteurs vont attirer des entreprises étrangères.

#### LES RESSOURCES NATURELLES : UNE NUISANCE

Pour développer sa théorie sur la compétitivité des nations, Porter a étudié l'économie d'une dizaine de pays industrialisés de taille variable, allant de Singapour aux États-Unis, en passant par le Danemark, la Suisse, la Grande-Bretagne ou le Japon, entre autres. Depuis la publication de son livre, plusieurs autres pays (dont le Canada) ont fait appel aux services de la firme de consultants qu'il a créée.

De toutes ces études, il ressort un certain nombre de constats, étonnants à première vue. D'abord : l'abondance de ressources naturelles peu chères a toujours été perçue, depuis les théories d'Adam Smith, comme conférant un avantage comparatif important à un pays. N'est-ce pas la présence de forêts, d'importants gisements miniers et de ressources hydrauliques qui a permis au Québec d'accéder à l'industrialisation ? Eh bien, non !

L'exploitation des ressources requiert d'importants capitaux, que les pays privilégiés par la nature devront chercher à l'étranger. Résultat : de très grandes entreprises s'installent, payant de gros salaires, mais cette soudaine abondance n'incite pas la main-d'œuvre à accroître sa formation et empêche le reste de l'économie de se développer de manière compétitive. La richesse est « artificielle ». Quand les ressources s'épuisent ou que leur prix s'effondre, les nations les mieux nanties sont handicapées sur les marchés internationaux, faute d'avoir pu développer une industrie compétitive.

Second constat : la main-d'œuvre à bas prix fournit un avantage compétitif au départ, mais là encore il s'agit d'un avantage artificiel et fragile. Dès qu'un secteur industriel réussit à exporter massivement, il exerce une pression à la hausse sur les salaires, le prix des intrants et le coût du capital sur le marché intérieur, rendant aussitôt les autres secteurs moins compétitifs. Si le pays maintient malgré tout un fort niveau d'exportation, cela induira aussi une pression à la hausse sur sa monnaie. Tôt ou tard ce pays cesse d'être compétitif. Les usines se déplacent vers d'autres havres de « *cheap labor* ». Cela s'est produit il y a 15 ans au Japon, au profit de la Corée. C'est maintenant en train de se produire en Corée et à Singapour, au profit de la Malaisie !

Pour Michael Porter, une nation ne peut demeurer compétitive que si ses industries innover sans cesse et passent rapidement de la production de masse à la valeur ajoutée. Dès lors, le bas prix de la main-d'œuvre représente un avantage tout à fait marginal. « Des pays comme l'Allemagne, la Suisse ou la Suède ont connu une croissance remarquable, ces dernières années, malgré des salaires élevés et plusieurs années de pénurie de travailleurs. Le Japon a connu une multiplication par 10 de ses salaires, sans que cela ne réduise son rythme de croissance. En fait, les pays les plus compétitifs arrivent à payer les meilleurs salaires ! »

#### MISER SUR QUELQUES GAGNANTS

Mais Porter ne s'est pas contenté d'analyser les succès et les échecs de quelques pays. Il prétend offrir des recettes. La première, c'est que nul pays ne peut réussir dans tous les domaines à la fois. « Quand une stratégie mondiale porte fruit, il se développe localement un fort réseau de sous-traitance, avec beaucoup de petites entreprises innovatrices. Cela attire les entreprises du monde entier. Les salaires augmentent. Les coûts aussi, ce qui n'est pas grave si la grappe innove sans cesse avec des produits mieux conçus ou des procédés industriels plus performants. Mais cela rend plus difficile le développement de grappes compétitives dans tout autre secteur. »

D'où sa recommandation pour le Québec, ou pour toute autre région : « Il faut savoir choisir et favoriser la concurrence dans les secteurs où il existe déjà une base industrielle. Il faut ensuite encourager ces entreprises à se donner une mission mondiale. Pour cela, vous n'avez pas besoin de dizaines de concurrents. Deux ou trois font l'affaire. C'est la qualité du réseau sur lequel ils s'appuient qui fera la différence. » La notion de « grappes technologiques », que le ministre québécois de l'Industrie, du Commerce et de la Technologie a empruntée à Michael Porter, doit donc être vue comme un effort non pas pour niveler la concurrence interne, mais au contraire pour la stimuler, encourager les entreprises œuvrant dans chaque « grappe » à innover, à développer localement leur sous-traitance, pour réduire encore leurs coûts, et être ainsi en mesure d'affronter le marché mondial.

La concurrence locale n'explique pas tout. Comment surgissent, au premier chef, ces entreprises innovatrices, capables d'accéder au marché mondial ? Et comment favoriser leur émergence ? Michael Porter a identifié plusieurs facteurs. Certains tiennent à l'environnement interne de l'entreprise. Sa stratégie, par exemple (repensez au choix du manufacturier de crayons, entre un produit haut de gamme qui nécessite des investissements de recherche et un produit bas de gamme qui nécessite de la machinerie et des réseaux de distribution de masse), la formation de son personnel et la qualité de ses relations de travail, sa capacité de négocier avec ses fournisseurs, ses investissements en recherche, design et innovation. D'autres avantages viennent de l'environnement politique : qualité des ressources humaines et de main-d'œuvre qualifiée (l'éducation), forte disponibilité de capitaux pour la recherche et le développement, etc.

#### LES VILLES ET LES NATIONS

« La clé, c'est la ville ! », lance quant à elle l'économiste autodidacte Jane Jacobs. Face à Reich ou à Porter, cette Américaine de 75 ans, installée à Toronto parce qu'elle a rejeté jadis l'Amérique du temps du Vietnam, fait plutôt figure de marginale. On commence toutefois à la prendre plus au sérieux. Car, si son point de départ se situe aux antipodes de l'idéologie conservatrice de Porter, elle arrive souvent aux mêmes conclusions.

Avec l'éclatement des frontières et le développement du commerce mondial, annonce-t-elle d'abord, la notion même de pays devient une abstraction. La vraie richesse, elle est dans le dynamisme de la ville. C'est dans leur patelin, que les gens vivent et travaillent. C'est à ce niveau, qu'il faut stimuler l'économie. Or, le succès d'une ville vient de sa capacité d'imiter les autres et de réaliser sur place les produits, au lieu de les importer. Puis d'innover et d'exporter ces innovations.

Au service de cette créativité, il y a, bien sûr, l'efficacité du système bancaire, pour l'accès au capital, puis l'éducation et surtout la formation de la main-d'œuvre, des facteurs que l'on retrouve aussi dans la liste de Porter. Puis tout un ensemble de facteurs connexes, qui permettent de faire naître un réseau de petites et moyennes entreprises interdépendantes. Là encore, la vision des « communautés » innovatrices de Jacobs ressemble aux grappes technologiques décrites par Porter.

« Il y a dans ces textes, dit-elle dans une entrevue à *L'actualité*, de très bons éléments. On y reconnaît que la clé réside dans des groupes d'entreprises reliées par leurs activités manufacturières ou commerciales. Ces grappes sont plus productives qu'une seule entreprise, car plus vous avez d'unités économiques séparées, plus se multiplient les occasions d'innover. »

#### TROIS POINTS DE DIVERGENCE

Jane Jacobs prend toutefois ses distances face aux visions de Porter sur trois aspects. D'abord, sur le rôle des grandes entreprises. Elles peuvent être utiles pour stimuler le développement d'une région, reconnaît-elle, mais seulement si le tissu économique y favorise l'essaimage.

*Les grandes entreprises ne sont plus celles qui produisent, mais celles qui conçoivent les produits.*  
*L'idéal : TOUT confier à des sous-traitants.*  
*Plus d'usines à entretenir.*  
*Plus de cols-bleus à payer.*

Sinon, la grande entreprise risque d'être paralysante pour l'économie : elle paie de gros salaires, qui freinent l'émergence de petites entreprises compétitives, et elle impose parfois à ses fournisseurs de se conformer à des spécifications trop rigides, qui empêchent l'innovation. « C'est ainsi que Détroit est morte. Rochester, dans le Massachussetts, une ville à la pointe de la recherche, de l'innovation et de la formation, a été tuée par une grappe rigide, dominée par Kodak. »

Ce risque serait moins grand dans un marché à forte concurrence. D'où l'insistance, chez Jacobs comme chez Porter, sur cette concurrence locale.

Deuxième point de divergence, Jacobs reproche à Porter d'insister trop sur la nécessité de spécialiser les économies, de choisir des créneaux. C'est une vision statique de l'économie. « Des grappes créatrices se forment et se déforment constamment. Leur concept figé de grappes aurait pu s'appliquer à l'industrie américaine de l'automobile, qui avait ses compagnies et ses fournisseurs. Mais cette grappe-là est devenue complètement stérile. » Pour elle, il faut aborder les choses de manière plus ouverte. Ne pas trop compter sur les produits existants, mais plutôt sur ce qui peut émerger à chaque moment. Agir comme si les principaux produits d'aujourd'hui allaient tous disparaître.

Troisième divergence, plus fondamentale, Jacobs insiste sur l'importance de la communauté locale. La prise en main du maillage industriel par les gens du patelin a donné, ici ou là aux États-Unis, d'étonnants résultats. Dommage que les « économistes » patentés continuent à regarder les choses de si haut !

Au-delà de ces positions politiques opposées, les visions de Reich, de Porter et de Jacobs se ressemblent pourtant. Tous trois annoncent que l'exploitation des ressources naturelles est un « boulet » dont les économies nationales doivent s'affranchir au plus tôt. Tous parlent d'une stratégie misant plutôt sur la valeur ajoutée. Les acteurs de leurs modèles sont toujours des réseaux de petites entreprises ; multinationaux chez Reich ; plus locaux chez Porter et Jacobs. Ils identifient tous le design des produits, la recherche-développement et les services individualisés comme les seules stratégies de survie.

Et, surtout, ils nous disent tous les trois que les théories d'Adam Smith peuvent désormais être rangées dans les placards. Nous avons quitté, au cours des années 60 et 70, l'univers économique qu'il avait décrit en 1776. Deux siècles, c'est tout de même bien ! La nouvelle économie mondiale durera-t-elle aussi longtemps ?

\* Le titre *The Work of Nations* (Ed. Alfred A. Knopf, 1991) rappelle l'ouvrage célèbre d'Adam Smith, théoricien de l'économie libérale contemporaine, *The Wealth of Nations*. Mentionnons du reste que l'ouvrage majeur de Michael Porter s'intitule *The competitive advantage of Nations* (Free Press, 1990), et celui de Jane Jacobs, *Cities and the Wealth of Nations* (publié ce printemps en français aux Éditions Boréal, sous le titre *Villes et nations*).



## EXPLOITATION MINIÈRE : HANDICAP OU AVANTAGE ?



**E**xploiter les ressources coûte cher. Pour mettre en valeur leurs richesses, les pays doivent faire appel au capital étranger. Les multinationales s'installent et amènent la richesse. Elles versent de gros salaires et rendent profitable la balance commerciale. Tout le monde y gagne, en somme. C'est le scénario de développement qu'a suivi le Québec depuis Taschereau et Duplessis.

Un scénario de perdant, découvrent aujourd'hui les économistes. Car les entreprises multinationales viennent avec leur technologie, et les gros salaires qu'elles paient gênent l'établissement d'entreprises, nécessairement plus fragiles, dans les secteurs naissants. Les emplois faciles dans le domaine des ressources n'incitent pas la main-d'œuvre à se perfectionner. Quand les ressources s'épuisent ou que le prix des matières premières s'effondre, les pays que la nature a choyés se retrouvent avec une main-d'œuvre difficile à recycler et un réseau industriel poreux, inapte à soutenir la concurrence internationale.

Voyez comme les pays exportateurs de pétrole ont, dans l'ensemble, raté leur entrée dans l'économie moderne. Voyez comment l'Australie, la Nouvelle-Zélande, la Norvège accusent toutes trois une diminution de leur niveau de vie, depuis 30 ans. Comment le Canada, miraculeusement protégé jusqu'à maintenant par une structure industrielle un peu mieux équilibrée malgré tout, est en train de perdre son pari sur l'ouverture des marchés.

Il existe pourtant des contre-exemples. La Suède est aussi un pays dont l'économie est basée sur les ressources. Or, c'est un

des pays à plus forte croissance en Europe depuis 30 ans, malgré un État qui pèse plus lourd dans l'économie que partout ailleurs en Occident (ce qui démontre bien que le poids de l'État n'est pas, en soi, facteur de stagnation). Contrairement au Canada, dont la structure industrielle repose sur des produits peu transformés, la Suède a été capable d'engendrer des technologies sophistiquées. Et le secteur de l'exploitation des ressources, loin de paralyser l'expansion industrielle locale, lui a fourni au contraire son premier marché intérieur hautement compétitif.

Il y a certes eu, au Québec, quelques exemples de ce type. On pense entre autres aux Industries Tanguay, spécialisées dans la machinerie lourde d'exploitation forestière, disparues il y a quelques années. Mais pourquoi notre industrie minière n'a-t-elle pas trouvé ici des fabricants de foreuses ou de machinerie lourde ? Pourquoi n'avons-nous pas su développer nos propres presses à papier journal ?

Il n'est peut-être pas trop tard. La crise dans le secteur des mines et des forêts place les compagnies installées au Québec devant le choix entre se moderniser ou mourir. Paradoxalement, leur retard technologique actuel pourrait ouvrir sous peu un marché important : celui des innovations.

Il y a déjà quelques exemples. Comme la Société de technologie de l'aluminium du Saguenay en train de commercialiser sous licence les innovations issues du Centre de recherche d'Alcan. Leurs pompes équipent déjà les grandes usines d'aluminium partout dans le monde. « C'est un exemple de synergie assez exceptionnel, commente Jacques Dubuc, responsable des communications à l'Alcan. Il y a dix ans, c'est le genre de choses qui ne se faisait pas du tout. »

On trouvera, dans les pages qui suivent, deux exemples d'innovations en train de prendre forme dans les laboratoires québécois et qui pourraient profiter de la présence d'un secteur minier local pour prendre d'assaut le marché mondial. Mais le choix est arbitraire, et la route est longue entre ces recherches embryonnaires et les sites miniers québécois. Plus encore, si l'objectif est le monde. Une histoire à suivre.



# VERS UNE MINE ENTIÈREMENT ROBOTISÉE

Par Danielle OUELLET



Centre de technologie Noranda

**A**u cours des années 80, divers représentants de l'industrie minière canadienne proposaient la création de centres universitaires d'excellence, en liaison constante avec les industries et les centres de recherche gouvernementaux. C'est dans ce contexte qu'a été créé le Centre canadien d'automatisation et de robotique minière (CCARM) en 1988. Sa mission : inventer et créer des robots efficaces, adaptés à l'environnement minier.

Depuis deux ans, le CCARM est installé dans des locaux agréablement rénovés de l'École polytechnique, sur le mont Royal, et de l'Université McGill au centre-ville de Montréal. Une dizaine de chercheurs y réfléchissent aux meilleurs moyens d'automatiser l'exploitation minière. Ils évaluent tout d'abord les technologies existantes et leur application possible au domaine minier. Certains se rendent ensuite sur le terrain ou dans des galeries souterraines mises à leur disposition par des exploitants miniers, tel Noranda, pour tester les technologies existantes.

Le transport minier, à ciel ouvert ou dans les mines souterraines, ainsi que les communications souterraines sont au

cœur des préoccupations des chercheurs du CCARM. Les méthodes de transport et de communication qu'ils mettent de l'avant laissent entrevoir une toute nouvelle organisation des mines avant le tournant de l'an 2000.

## LE CONTRÔLE VIENDRA DU CIEL

Les ingénieurs du CCARM veulent rendre les véhicules de transport de minerai en surface le plus autonomes possible. Cette exigence les a conduits à évaluer différents systèmes de guidage, notamment les balises radio, utilisées comme points de repère en divers endroits sur le terrain. Par temps brumeux ou lors de tempêtes de neige, il importe que le camion puisse repérer ces points sans erreur. Les coûts d'entretien de ces repères étant très élevés, les chercheurs ont préféré se tourner vers l'intégration, à l'intérieur même du transporteur, d'un système de guidage par satellite, couplé à un guidage inertiel optique.

Les chercheurs du CCARM ont pensé rattacher le guidage des camions hors terre à un système international de position-

nement par satellite des objets sur la planète, qui est déjà en cours d'implantation. Une fois en opération, d'ici l'année 1993, le Navigation Satellite Time and Ranging-Global Positioning System (GPS) sera constitué d'une impressionnante constellation de 24 satellites. Il permettra à un opérateur, équipé d'un récepteur adéquat, de connaître en tout temps, et à l'échelle planétaire, sa position à un mètre près.

Combiné à un système de guidage inertiel au laser, qui permet de resituer constamment la position et la direction du camion, le GPS permettra d'automatiser les transporteurs miniers : « Nous n'avons pas mis au point de prototype pour l'instant, précise le chercheur Sélin-Michael Fadel. Nous tentons de convaincre les entreprises minières de nous accorder du financement. Nous savons cependant que nous sommes sur la bonne piste, car d'autres équipes de recherche favorisent la même approche. »

## DES WAGONS SANS RAIL

Le transport du minerai s'effectue aussi dans des exploitations souterraines. Le CCARM, en collaboration avec le Centre de technologie Noranda, a conçu un prototype de système de guidage adapté sur un véhicule minier : un chargeur-transporteur. Il s'agit d'un rail optique suspendu, qui fonctionne à la manière d'un tramway, à une exception près : le véhicule n'est pas physiquement relié au rail, il se guide grâce à un système optique, sans contact. Le réflecteur optique, installé au plafond des galeries, joue un peu le rôle des lignes blanches sur la route. Ces lignes optiques ont l'avantage d'être économiques, simples à installer et faciles à détecter parmi les systèmes de toutes sortes, éclairage ou autre, que l'on retrouve aux plafonds des mines.

Avant de privilégier cette technologie particulière du rail optique, les chercheurs du CCARM ont passé en revue de nombreuses autres possibilités. On a pensé au guidage par fil, qui existe déjà dans certaines mines suédoises et dans plusieurs entrepôts ou manufactures. Le véhicule suit le champ magnétique irradié par un fil installé dans le sol. Ce système s'est révélé inadéquat pour répondre efficacement aux difficiles conditions de l'exploitation minière. Les trolleys mécaniques, eux, sont actuellement expérimentés dans les très grosses mines souterraines, où des camions transportent jusqu'à 70 tonnes



de minerais. Ils sont cependant peu pratiqués dans les mines plus petites.

Il existe aussi des télémètres qui mesurent la distance entre un point d'observation et le capteur, à l'aide de rayons lasers ou d'ultrasons. Cette méthode est envisageable, mais la technologie sous-jacente n'est pas suffisamment développée : « Inventer pour inventer coûte cher, précise le chercheur en chef du CCARM, Marcel Saint-Amant. Il faut être sensibles à la culture technologique actuelle : le marché de l'équipement minier est restreint, et des technologies trop spécialisées risquent de ne pas être rentables. » Dans ce contexte, le rail optique semblait le choix idéal. Deux entreprises sont actuellement en train d'en mettre au point des versions qui pourront être commercialisées d'ici trois à cinq ans.

« L'automatisation souterraine exige un support de communication très musclé », précise Pierre Montreuil, qui concentre ses recherches dans ce domaine. En effet, les obstacles sont importants. Il faut réussir à établir une communication radio bidirectionnelle, en temps réel, dans un environnement où les obstacles à la propagation sont nombreux et les pertes de signal, très fréquentes.

### TOUTE LA MINE SOUS CONTRÔLE

En fait, le CCARM caresse un vaste rêve, celui de concevoir et d'installer un système de communication extrêmement performant, couvrant toute la mine. Il en a déjà franchi la première étape en proposant un nouveau concept adapté à l'environnement minier : PANAMU (Production Area Network for Automated Mobile Units). Il s'agit d'un réseau local conçu pour la communication mobile dans un îlot de travail. De manière analogue au concept de téléphone cellulaire, les différents réseaux locaux pourront ensuite être reliés entre eux par l'intermédiaire d'un grand réseau câblé, couvrant la mine entière.

En gardant en mémoire le concept PANAMU, les chercheurs du CCARM étudient les performances des différents médiums de propagation des ondes dans les galeries souterraines : réseaux d'antennes installés à intervalles réguliers, un peu comme dans les métros de Montréal ou de Toronto, câbles rayonnants agissant comme une antenne géante ou propagation entre deux antennes utilisant la galerie comme guide d'onde... Toutes ces

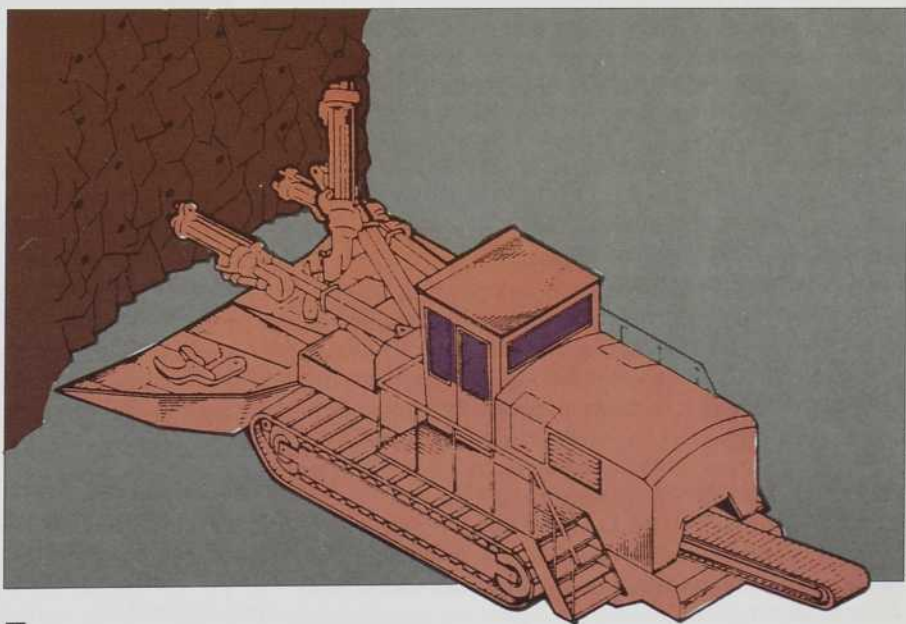
technologies font l'objet d'expériences multiples, menées directement dans les mines, et s'ajoutent à la banque de données d'ingénierie nécessaire à la réalisation de toute l'entreprise.

On a aussi imaginé un système de communication vidéo qui puisse assurer une transmission d'images en temps réel, sans perte de définition, dans l'air très instable des galeries. Il suffira d'utiliser plusieurs canaux simultanément pour que le récepteur puisse choisir constamment celui qui assure la meilleure réception. Cette recherche se fait en collaboration avec un centre de recherche français, INERIS, et vise une stratégie capable d'améliorer la qualité de la communication vidéo avec des véhicules en mouvement.

Le CCARM a déjà mis au point un protocole et un logiciel de communication pour l'automatisation en temps réel d'engins miniers qu'il espère concrétiser d'ici cinq ans. La première phase de la mise en application est en cours dans une des mines de Noranda et permet de télécommander, un peu à la manière des avions jouets, des véhicules qui évoluent dans des zones dangereuses et où les risques d'affaissement sont grands. Ce logiciel pourra être amélioré, de manière à inclure les opérations d'automatisation que le CCARM a l'intention de réaliser. Toutes ces recherches contribueront à rendre le travail minier plus sécuritaire, en faisant courir aux robots, plutôt qu'aux humains, les risques d'accidents.

## ADIEU, NOBEL ! LA FIN DE LA DYNAMITE

Par Marie-Claude DUCAS



Centre de technologie Noranda

**F**aire craquer la roche sans explosion violente, sans risque d'éboulis, sans dégagement de poussières et de gaz nocifs revient à préparer une véritable révolution dans l'industrie minière. C'est exactement ce que fait une équipe du Centre de technologie Noranda, à Pointe-Claire. Avec la nouvelle technique qu'ils

ont mise au point, le « sautage au plasma », c'est à coups de décharges électriques que les galeries se creuseront. « On exportera cette technologie partout dans le monde », prévoit Jacques Nantel, directeur du Laboratoire de l'environnement et des mines, où l'on travaille depuis six ans sur ce procédé.



Détrôner la dynamite, utilisée depuis la fin du 19<sup>e</sup> siècle, c'est faire beaucoup plus que remplacer un simple outil. La dynamite a totalement influencé la façon dont le travail se déroule dans les mines. À cause des risques qu'elle présente, il faut procéder « par cycles » : on fait d'abord le forage, puis l'installation des explosifs. Il faut ensuite évacuer tout le monde, dynamiter, puis attendre que la poussière et les vapeurs se dissipent avant de charger la roche. « Le sautage au plasma, qui permettra de travailler en continu, fera épargner énormément de temps et d'argent, explique M. Nantel. D'ailleurs, la dynamite elle-même, qui n'est pas réutilisable, finit par coûter cher. »

Le sautage au plasma consiste à envoyer, pendant quelques microsecondes, une énorme décharge électrique dans la roche. L'électrode qui sert à acheminer cette décharge passe dans un trou rempli d'eau. Sous l'effet de la tension électrique, l'eau passe très rapidement à l'état de plasma, c'est-à-dire de gaz fortement ionisé. Elle prend ainsi de l'expansion très rapidement et fait craquer la roche. Avec une tension de 18 000 à 20 000 volts, on peut faire craquer une roche de quatre tonnes. « Comme il suffit de quelques microsecondes, il en coûte moins d'un demi-cent, dit Jacques Nantel. C'est encore moins cher que d'utiliser un fer à repasser pendant cinq minutes. » Noranda a fait les premiers tests sur le terrain l'été dernier, dans une mine de Murdochville. Le sautage au plasma sera utilisé « pour de bon » dans certaines de ses mines dès l'été prochain.

Pour l'instant, on se sert d'« unités mobiles » : l'équipement, comprenant les accumulateurs capables d'emmagasiner les énormes quantités d'énergie nécessaires au sautage, est monté sur un camion. Cependant, le sautage au plasma effectué de cette façon ne peut servir qu'à briser des roches isolées. Pour révolutionner l'industrie, il faudra attendre ce que M. Nantel appelle la « machine ultime » : une machine permettant de faire, en continu, le forage, la mise en place des électrodes, le sautage au plasma, puis le ramassage de la roche. Noranda prévoit pouvoir fabriquer cette machine ultime d'ici cinq ans.

En attendant, l'équipe de Jacques Nantel a d'autres aspects à perfectionner. Les électrodes, endommagées par l'effondrement de la roche, ne peuvent pas tolérer plus de 50 explosions. On s'emploie donc à mettre au point des matériaux plus résistants. « En gardant les mêmes électrodes, explique-t-il, on pourrait facilement faire 400 explosions par quart de travail de huit heures. Selon nos calculs, travailler en continu réduirait de moitié le coût du minage : de 20 \$ à 10 \$ la tonne. À plus long terme, on ouvre la porte à l'automatisation. On peut facilement imaginer des machines informatisées, contrôlées à partir de la surface. »

Les applications du sautage au plasma ne se limiteront pas aux mines : l'invention soulève déjà l'intérêt des ingénieurs civils. Dans l'industrie minière, l'invention québécoise marquera sans contredit une percée. « Le Canada, malgré l'importance de son secteur minier, a toujours importé sa technologie, dit Jacques Nantel. Maintenant, nous allons exporter de l'expertise, plutôt que du minerai ou des arbres. »

## Li françois moult se muet en son langaige\*

**P**ARCE QUE VIVANTE, LA LANGUE FRANÇAISE ÉVOLUE CONTINUELLEMENT.

SON ENSEIGNEMENT EN TIENT-IL COMPTE?

ANDRÉ TURMEL, PROFESSEUR À L'UNIVERSITÉ LAVAL, PROPOSE UN AUTRE REGARD SUR LE CONTENU DES MANUELS DE FRANÇAIS.

**LE SOUCI DE LA LANGUE**  
MANUELS SCOLAIRES ET ENSEIGNEMENT  
DU FRANÇAIS

PAR ANDRÉ TURMEL

PUBLIÉ ET DISTRIBUÉ GRATUITEMENT PAR  
LE CONSEIL DE LA LANGUE FRANÇAISE DU QUÉBEC

MONTRÉAL: 1-514-873-2285 • QUÉBEC: 1-418-643-2740.

\* (XIV<sup>e</sup> SIÈCLE): LA LANGUE FRANÇAISE CHANGE BEAUCOUP.

# noranda

En travaillant en association étroite avec les entreprises de Noranda, nous nous engageons en tant que chefs de file techniques à identifier, développer et transférer les technologies qui sont cruciales au succès de la compagnie.

- Minéraux
- Foresterie
- Fabrication
- Ressources énergétiques

**Centre de technologie Noranda**

240, boul. Hymus, Pointe-Claire, Québec, H9R 1G5  
(514) 630-9300 • Fax (514) 630-9379



## LA MÉTALLURGIE DE POINTE SE DESSINE À QUÉBEC



Institut de la technologie du magnésium

À l'Institut de la technologie du magnésium, on procède à l'examen radioscopique des roues en magnésium, grâce à un système de rayons-X en temps réel.

L'électricité, abondante et relativement moins chère qu'ailleurs, a attiré au Québec plusieurs usines de transformation primaire des métaux par électrolyse ou électrothermie. Parfois à partir de minerais importés (comme la bauxite, la magnésite ou la roche phosphatée), parfois à partir des minerais d'ici (cuivre, zinc, métaux ferreux, silice ou dolomie magnésitique). Si on exclut les activités minières proprement dites, le secteur de la transformation primaire des métaux emploie au-delà de 20 000 personnes et constitue un de nos principaux secteurs industriels. L'établissement récent de l'entreprise Norsk Hydro, deuxième producteur mondial de magnésium primaire, ajoute encore à la force du secteur métallurgique québécois.

Pourtant, la fabrication de produits finis demeure marginale, sauf dans le secteur de l'aluminium, avec 8 000 travailleurs. Le Québec a espéré un temps développer le domaine des produits en amiante et de ses résidus miniers, mais le contre-coup des restrictions imposées par l'Environment Protection Agency américaine a un peu gêné le développement prévu.

« Le défi des prochaines années », précisent les documents d'appui à la politique industrielle du Québec, « reposera sur l'augmentation de la transformation en aval au Québec, dans les créneaux d'excellence à haute valeur ajoutée et créateurs d'emploi. On peut citer, à titre d'exemple, la transformation des métaux légers, la production de pièces structurales dérivées de la métallurgie des poudres, le moulage à la cire perdue, les composites, les poudres et produits de céramique avancée, les matériaux supraconducteurs, les minéraux synthétiques et la transformation du verre. »

### L'INSTITUT DE LA TECHNOLOGIE DU MAGNÉSIMUM

Pour relever ce défi, des structures sont déjà en place. Dans le secteur du magnésium, notamment, les gouvernements fédéral et québécois ont créé en 1989, en collaboration avec plus d'une vingtaine d'entreprises membres, l'Institut de la technologie du magnésium, installé dans le parc technologique du Québec métropolitain.

Encore peu utilisé en industrie, le magnésium est le plus léger des métaux structuraux ; il est 30 % moins dense que l'aluminium ; il offre un rapport poids-résistance supérieur à tous les métaux usuels ; il a une grande capacité d'absorption des vibrations, d'excellentes propriétés mécaniques, et permet un moulage des pièces beaucoup plus rapide que les aciers ou même l'aluminium.

Toutes ces qualités devraient en faire un métal de plus en plus recherché dans l'industrie automobile et dans l'aérospatiale. Ses propriétés d'écran aux champs magnétiques en font aussi un produit recherché dans l'industrie électronique.

Mais le magnésium, jusqu'à récemment, coûtait cher et il était vulnérable à la corrosion. Les nouvelles technologies de production et les nouveaux alliages plus résistants à l'oxydation, mis au point ces toutes dernières années, ouvrent enfin le champ des applications. Encore fallait-il apprivoiser les transformations et alliages possibles de ce métal, raffiner les techniques de moulage, explorer le champ des applications possibles et étudier les caractéristiques structurelles des pièces en magnésium. Ce sont les objectifs que s'est donnés l'Institut.

### MÉTALLURGIE DES POUDRES ET ALLIAGES À MÉMOIRE DE FORME

Précitech, une jeune entreprise installée dans le même parc technologique, doit inaugurer ce printemps la première usine québécoise de fabrication de pièces à base de métallurgie des poudres. Il s'agit d'une usine pilote, en fait, devant fabriquer des pièces « frittées » de petite série, selon une technologie d'avant garde, mise au point en collaboration avec le Laboratoire de métallurgie des poudres de l'Université Laval.

En gros, la métallurgie des poudres remplace les pièces en alliages de métal fondu et coulées à chaud dans des moules, par une « pâte » composée de poudres métalliques et de liants,



qu'on moule d'abord à froid à l'aide de presses mécaniques et qu'on cuit seulement après la mise en forme. C'est ce qu'on appelle le « frittage ». Les avantages : le procédé élimine les coûts d'usinage des pièces (et les pertes de métal) et permet un contrôle plus précis du fini de surface, des caractéristiques mécaniques des pièces, ainsi que de leur porosité. La métallurgie des poudres permet aussi la préparation à moindre coût de pièces en composites céramiques-métal.

Limitée pour l'instant à la fabrication de pièces de petite dimension, la métallurgie des poudres est un secteur en pleine expansion, dans le monde. Déjà près d'une centaine d'usines aux États-Unis. Mais il n'en existe qu'une autre au Canada.

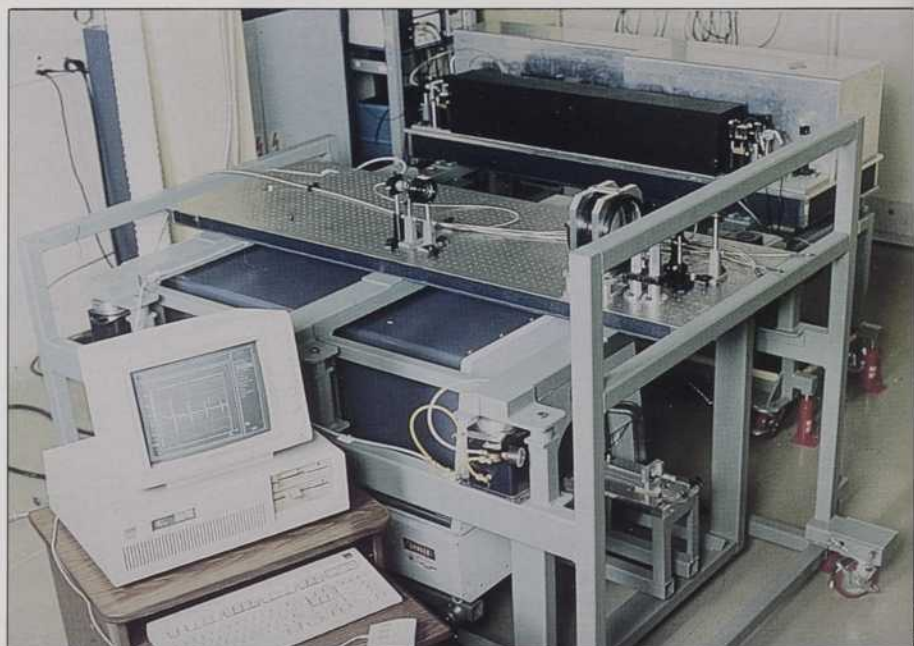
Avant même d'inaugurer son usine, Précitech avait pourtant décidé qu'elle assumerait un leadership international dans ce secteur. D'abord en offrant le deuxième étage de sa nouvelle usine aux départements de génie mécanique et métallurgique de l'Université Laval. Puis en faisant cet hiver l'acquisition d'une petite entreprise analogue, dans la région de Boston, pour profiter du transfert technologique, mais surtout d'un accès au marché américain. Enfin, en s'associant au producteur de poudre métallurgique Domfer, au fabricant de poulies Maska (un utilisateur de pièces ainsi moulées) et à quatre centres de recherches, dans la création d'un consortium baptisé MP/Innovation.

« Si vous voulez un exemple de ce dont on parle, quand on évoque la force d'une grappe technologique, explique Michel Lefebvre, du ministère de l'Industrie, du Commerce et de la Technologie, vous en avez là un excellent. Ce regroupement stratégique de fournisseur, de producteur et d'utilisateur, ainsi que de groupes de recherche, avec déjà un pied dans les marchés étrangers, nous fait faire un bond de 25 ans en quelques années. »

Les mêmes laboratoires universitaires travaillent aussi, en collaboration avec la firme Imago cette fois, sur les alliages à mémoire de forme. Lorsqu'ils sont coulés avec une forme donnée, puis déformés à froid, ces alliages retrouvent leur forme originale sur simple chauffage. Une propriété fort utile dans de nombreuses applications. La technologie, mise au point en Europe, vient d'être transférée à Québec. « Ce qui est en train de se passer, c'est que la région de Québec va devenir un centre d'excellence dans la métallurgie de pointe », annonce Michel Lefebvre.

## UN SYSTÈME D'INSPECTION PAR LASER-ULTRASONS

Par René VÉZINA



L'Institut des matériaux industriels (connu autrefois sous le nom de l'Institut de génie des matériaux) a déjà donné naissance à plusieurs petites entreprises satellites, mettant à profit ses résultats de recherche. C'est ce que les économistes appellent l'essaimage. Ultra Optec en fournit un excellent exemple.

« Ils sont arrivés chez nous avec les pièces d'avion attachées autour du poignet, parce qu'il s'agit là de prototypes secrets. Nous avons effectué les tests rapidement, et les résultats ont été concluants, tant pour eux que pour nous. » Gérard Durou sourit quand il relate cette visite à Boucherville des gens de la US Air Force intéressés par le tout nouveau système d'inspection par laser-ultrasons. Le SILU est commercialisé par la firme dont il est le président, Ultra Optec. Il peut bien sourire : cet essai devrait déboucher sur deux importants contrats, totalisant six millions de dollars, et ajouter de la crédibilité à cette technique révolutionnaire, mise au point par ses voisins de l'Institut des matériaux industriels, l'IMI, lequel est rattaché au Conseil national de recherches du Canada.

Évidemment, mieux vaut être certain du fuselage de son avion lorsque l'on vole à Mach 2. Mieux vaut également connaître l'épaisseur d'un déversement accidentel d'hydrocarbures en mer pour intervenir adéquatement. Dans les deux cas, il s'agit d'une question d'inspection et de mesure. Et bien des méthodes usuelles d'inspection risquent maintenant de paraître désuètes, grâce à cette association IMI-Ultra Optec.

Le Dr Jean-Pierre Monchalain, physicien à l'emploi de l'IMI, est le père de cette innovation. Un physicien dans un établissement de recherches spécialisé en matériaux ? « Eh oui ! répond celui-ci. Il ne suffit pas d'inventer des matériaux, mais encore faut-il contrôler les procédés en temps réel, faire des modèles, des calculs, des mesures... ce qui débouche forcément sur la physique. On peut utiliser, par exemple, les radiations, l'électromagnétisme, l'acoustique ou l'optique, ce qui est justement ma spécialité. »

Dans ce cas-ci, c'est précisément sur l'association entre l'optique, l'acoustique et l'informatique, que repose le SILU, lequel servira d'abord à vérifier la régula-

rité de certaines parois. Un rayon laser vient d'abord balayer une surface. Agissant comme un marteau, il produit des ultrasons, dont les ondes se répercutent dans la structure. Les vibrations, de l'ordre de quelques Angströms, réapparaissent ensuite à la surface. Puis un deuxième faisceau laser projette son rayon lumineux sur la surface, où les variations viennent légèrement modifier la fréquence de la lumière. L'information est acheminée à un ordinateur, qui détermine, suivant le balayage, si la réponse est régulière ou non, et où se situent les écarts, le cas échéant.

La technique n'est pas complètement nouvelle : les Allemands avaient déjà travaillé sur l'impulsion laser, mais la réception du signal demeurait aléatoire. C'est dans l'utilisation du deuxième laser que se trouve l'innovation, qui permet maintenant, selon l'expression de Jean-Pierre Monchalain, de « lire » à travers les matériaux. De plus, la sonde lumineuse travaille à distance. Il n'est plus nécessaire d'établir un contact avec une pièce pour vérifier sa qualité. Avantage non négligeable en sidérurgie, par exemple, si l'on veut tester des tubes d'acier dont la température atteint facilement 1000 °C. La conclusion d'un accord avec Algoma Steel vient d'ailleurs confirmer une importante percée dans le domaine.

Ce transfert de technologie, entre un centre de recherches et une firme privée, était d'autant plus facile qu'Ultra Optec est en quelque sorte un enfant naturel de l'IMI, d'où sont issus certains de ses chercheurs. Gérard Durou entretenait lui-même de bonnes relations avec l'IMI depuis le temps où il était associé à la défunte firme Tecrad, de Québec. D'autres partenaires sont ensuite entrés dans la danse, comme la multinationale General Dynamics, vivement intéressée par cette police d'assurance que représente une inspection efficace des matériaux employés dans la fabrication des avions et autres engins volants...

Gérard Durou, lui, est emballé. « C'est la première fois, s'exclame-t-il, qu'une compagnie perfectionne et commercialise des systèmes de détection à base d'ultrasons. Nous visons d'abord les marchés de l'aviation et de la sidérurgie, mais tout ce qui doit être mesuré à distance, les nappes d'huile à partir d'un hélicoptère, par exemple, peut profiter de ce développement technologique. » Des marchés d'exportation à 90 %, précise-t-il, ce qui offre

un nouveau tremplin au savoir-faire technologique québécois.

Pour Jean-Pierre Monchalain, toute l'opération montre également le bien-fondé de la mission de l'IMI, qui veut non seulement transférer des brevets mais aussi des personnes capables de lancer leur propre

entreprise dans le sillage de l'Institut. Il est particulièrement confiant en son groupe de recherches. « De plus en plus de matériaux font leur apparition, et les techniques d'inspection vont devoir suivre la même courbe. Le couplage acoustique-optique n'a pas fini de nous étonner. »

## DU BÉTON POUR LES PARE-BRISE

Par René VÉZINA



*Le béton se prête aussi aux travaux de haute précision, tel le moulage des pare-brise. En gardant fidèlement sa forme, il assure un travail de plus grande qualité.*

**N'**allez surtout pas dire à Pierre-Claude Aïtcin que le béton est un matériau triste et banal. À ses yeux, il s'agit plutôt d'un des matériaux de l'avenir, un véritable produit de haute technologie si on prend le soin d'en explorer les multiples possibilités. Pierre-Claude Aïtcin a de quoi soutenir ses prétentions : il est le directeur du réseau canadien des centres d'excellence sur les bétons à haute performance, dont les applications industrielles innovatrices peuvent faire ouvrir tout grand les yeux des sceptiques.

Le béton haute performance est quatre ou cinq fois plus résistant que la moyenne. En modifiant le rapport eau-ciment et en favorisant une meilleure homogénéité du mélange, les scientifiques en sont venus à

Réseau canadien des centres d'excellence sur les bétons à haute performance

réduire le nombre des micro-cavités vides qui subsistent, une fois le béton durci. L'utilisation de superplastifiants aide à fluidifier le mélange, et la pâte devient beaucoup moins poreuse. Sa forte densité est le secret du béton à haute performance, une recette que le groupe « matériaux » des centres d'excellence s'applique maintenant à parfaire. On y retrouve des chercheurs comme Michel Pigeon, de l'Université Laval, Jim Beaudoin, de l'Université d'Ottawa, et Sidney Mindess, de l'Université de Colombie-Britannique. Mais la contribution

la plus forte vient de l'Université de Sherbrooke, avec Gérard Ballivy, Carmel Jolicoeur et, bien sûr, Pierre-Claude Aïtcin.

Le département de génie civil de l'Université de Sherbrooke est devenu un haut lieu de la recherche sur les bétons, au Canada, et aussi le tremplin de nombreux et prometteurs transferts de technologie. On y a mis au point, par exemple, un nouveau type de meules pour polir le granit.

L'industrie des pâtes et papiers est aussi intéressée, elle qui cherche par tous les moyens à améliorer son rendement. Un projet est actuellement à l'étude, avec l'institut de recherches PAPRICAN, de Pointe-Claire, pour fabriquer des rouleaux en béton qui serviraient lors du tout premier pressage de la pâte de papier.



## DES MOULES EN BÉTON

On imagine aisément le béton réquisitionné pour les travaux robustes. Il peut aussi se prêter aux travaux de haute précision. C'est là l'objet d'un des transferts dont Pierre-Claude Aïtcin est le plus fier et qui permet aujourd'hui à une petite firme de Richmond dans les Cantons de l'Est, Fibres Donnite, de prendre une longueur d'avance sur ses concurrents. Au départ, Fibres Donnite n'a pas beaucoup d'affinités avec le monde du béton. La compagnie se spécialise dans le moulage des plastiques pour en tirer différentes composantes de motoneiges, y compris des pare-brise. Et c'est ici qu'interviennent le béton et ses surprenants atouts.

Richmond n'est pas situé très loin de Valcourt, La Mecque de la motoneige et patrie de Bombardier. Entreprise sous-traitante, Fibres Donnite moulaît déjà des composantes de motoneige, des morceaux de la coque par exemple, en polyéthylène de haute densité. D'autres pièces, comme les pare-brise, sont fabriquées aux États-Unis, puisqu'il n'existe pas au Canada d'atelier capable d'assurer une optique de haute qualité, évidemment nécessaire aux pare-brise. Selon Luc Beaupré, responsable de la recherche et du développement chez Fibres Donnite, il faudra dorénavant dire « n'existait pas », car les nouveaux moules viennent aujourd'hui changer les règles du jeu.

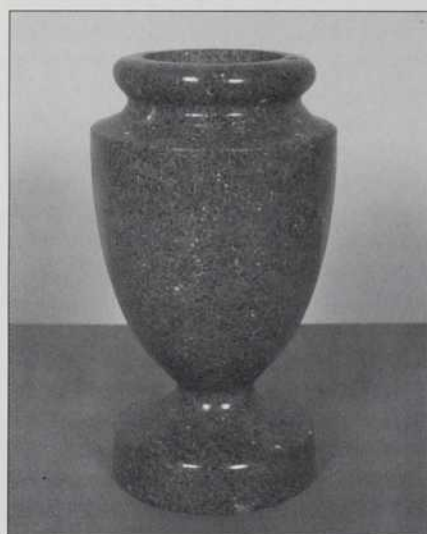
Jusqu'à présent, les pare-brise ont toujours été fabriqués à partir de formes en acier et en aluminium, qui coûtent cher et finissent par souffrir de la chaleur intense des fours où se déroule la première étape du moulage, dit « par dépôt ». Plus économique, le béton réagit mieux à la chaleur, du fait de son inertie thermique. « Il suffisait, réplique M. Beaupré, de trouver la bonne méthode avec le béton, pour obtenir une stabilité sans pareille, dans toute la chaîne de moulage. »

Voici comment se présente cette opération. Deux feuilles de plastique, du polycarbonate, sont placées dans un four chauffé à quelques centaines de degrés Celsius. Elles se retrouvent chacune sur un moule de béton convexe, ou « mâle », dont la température grimpe également. Un protecteur de feutre sépare les deux composantes. La chaleur ramollit la feuille, qui prend tranquillement la forme du moule. Mais le travail le plus important s'effectue lorsque l'on sort du four la feuille, accompagnée de son moule mâle, pour l'écraser avec un autre moule, con-

cave cette fois, qui la prend littéralement en sandwich et lui donne sa forme définitive en la refroidissant subitement.

## DES JOLIES POTICHES... EN BÉTON

« Tout doit être extrêmement précis, ajoute Luc Beaupré. L'espacement entre les deux moules, une fraction de millimètre, le temps passé à l'extérieur avant le pres-



Réseau canadien des centres d'excellence sur les bétons à haute performance

*Et pour ceux qui demeurent sceptiques quant aux promesses d'avenir du béton...*

sage entre ces deux matrices, et la température à la sortie. Il faut atteindre le seuil où la feuille est très malléable, sans l'endommager. La fenêtre est très étroite. Quelques degrés de moins, quelques secondes de trop, et c'est raté. »

L'équipement se compose de quatre moules mâles, pour un moule femelle. Les

moules mâles se suivent deux à deux, les uns présentant leur précieux chargement à la matrice, qui attend à l'extérieur, pendant que les deux autres prennent place dans le four. Le travail se fait de manière continue. À la longue, les anciens moules finissaient par se déformer et transmettaient des imperfections aux feuilles de plastique. Pas le béton, qui garde fidèlement sa forme et assure un travail de plus grande qualité.

Fibres Donnite a d'abord mis sa nouvelle technique à l'essai pour la compagnie Yamaha, avant de s'assurer la clientèle de Bombardier. « Nous avons passé avec succès, du premier coup, le test de contrôle de qualité, sans même devoir procéder à des ajustements », souligne avec fierté Luc Beaupré, qui entrevoit à moyen terme un marché de quelques dizaines de milliers de pare-brise par année.

Pourquoi s'arrêter en si bon chemin ? La compagnie pense donc à d'autres produits moulés, comme des visières de casques protecteurs. Elle songe aussi à d'autres techniques axées sur le béton, où un produit vient par exemple s'encastrent dans un moule évidé. Fibres Donnite compte actuellement 60 employés, et si l'on interprète correctement l'enthousiasme de M. Beaupré, la compagnie a de grandes ambitions pour l'avenir.

Pierre-Claude Aïtcin, lui, savoure cette nouvelle percée d'un matériau qui accumule les titres de noblesse. Si le béton demeure pour vous un matériau gris et sans âme, il vous montrera de jolies potiches en granit... ou presque, puisqu'il s'agit en fait de béton, contenant des pigments de couleur. La beauté est dans l'œil de celui qui regarde, dit le proverbe !

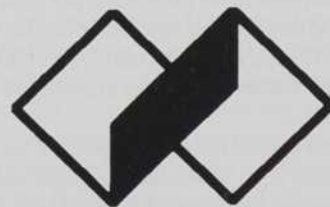
## CRIB

Centre de recherche  
interuniversitaire  
sur le béton  
SHERBROOKE - LAVAL

Marthe Beauchamp  
Responsable des communications  
Université de Sherbrooke

Téléphone : (819) 821-7852

Télécopieur : (819) 821-7974





# L'ENVIRONNEMENT, UNE OCCASION D'AFFAIRES ?



P. Durand - Sygma / Publiphoto

**D**ans la nouvelle économie mondiale, il arrive que des retards locaux et des « nuisances » se transforment en technologies de pointe et en occasions d'affaires. Cela fait plus de dix ans qu'on en parle au Québec, au sujet de l'environnement. Quand la région de Boston prit conscience de son problème de pollution des eaux, au début des années 80, beaucoup d'ingénieurs québécois y virent une occasion de leur vendre leur expertise. Mais, dans l'ensemble, ces promesses ne se sont pas encore concrétisées. La crise économique, il est vrai, a peut-être un peu retardé l'expansion du « marché vert ». Mais ce n'est que partie remise.

*Question : le Québec sera-t-il en mesure de profiter demain de l'expansion prévue pour ce secteur ? Pas sûr ! D'abord, parce que l'industrie québécoise de l'environnement est morcelée en un grand nombre de petites entreprises, très jeunes et ayant peu d'expérience du marché international. Dans le secteur des déchets domestiques et industriels, le marché est dominé par trois géants nord-américains, Waste Management International, Laidlaw et Browning Ferris, et quelques autres firmes multinationales (Stablex, notamment). Les équipements utilisés au Québec sont en grande majorité fabriqués à l'étranger, ce qui diminue notre capacité concurrentielle sur les marchés extérieurs. En fait, l'industrie québécoise de l'environnement est beaucoup plus une industrie de services que de production.*

Le gouvernement du Québec a tout de même identifié le secteur de l'environnement comme une grappe stratégique, c'est-à-dire un secteur non encore concurrentiel à l'étranger, mais qu'il convient de raffermir. Les avenues sont multiples. Le secteur des biotechnologies pourrait devenir un des pôles d'excellence, avec la présence à Montréal de l'Institut de recherche en biotechnologie (affilié au CNRC), avec le réseau de groupes affiliés au Centre québécois de valorisation de la biomasse, avec des entreprises comme Biogénie, SNC-Lavalin (division Envirotech) et quelques autres. Reste que les réalisations concrètes sont encore modestes.

## VOLVOX : UN SYSTÈME EXPERT EN ENVIRONNEMENT

Par Pierre SORMANY

**P**our prendre une décision rapide et efficace, lors d'un déversement pétrolier, d'un accident nucléaire ou de toute autre catastrophe naturelle ou accidentelle, il faut non seulement tout savoir de la nature de l'événement (et des produits dispersés dans l'environnement), mais aussi connaître la configuration

du territoire, la direction des vents et des courants marins, les données météo, les mouvements de population. Les responsabilités sont multiples. Les sources d'information aussi. C'est le jeu du téléphone. Et quand les responsables ne sont pas d'accord, on risque le cafouillage...



Tout serait tellement plus simple, si l'information existait, complète, accessible en un seul endroit.

Plus simple ? Ce n'est pas évident ! Car, s'il faut prendre en compte des millions et des millions de données, qui donc saura y voir clair ? On risque alors de se replier vers le bon vieux « pif ». À moins de disposer d'un outil informatique d'aide à la décision.

Neuf entreprises privées québécoises, dix organismes de recherches, en plus de quelques firmes de juristes et de comptables, en tout plus d'une vingtaine de partenaires se sont associés dans le projet Volvox, dans le but de mettre au point, d'ici trois ans, un tel outil général d'assistance technique en cas d'urgence environnementale. La maîtrise d'œuvre du projet a été confiée à la société d'informatique CGI. Sur la table, 55 millions de dollars et déjà quelques clients.

Le nom du projet est évocateur : le volvox est une créature unicellulaire qui vit en colonie, à la manière d'un pluri-

cellulaire. C'est un peu l'image de cette synergie que les partenaires veulent donner.

Un système informatique d'aide à la décision (SIAD), plus souvent désigné par le marché commercial sous le vocable de « système expert », est un logiciel informatique capable d'analyser des données à la lumière de l'expertise accumulée dans sa « mémoire » et de proposer des solutions. Ce genre de système ne remplace pas un décideur, mais lui permet d'avoir un accès immédiat à toute l'expertise accumulée dans un domaine et lui propose des raisonnements logiques, pour l'aider à prendre ses décisions.

Un grand nombre de systèmes experts ont déjà été commercialisés : en médecine (aide au diagnostic), en chimie (analyse de molécules), en gestion de réseaux ou de machinerie (diagnostic des pannes), en gestion (analyse de données financières et boursières), etc. Toutefois, comme l'a constaté le groupe d'entreprises québécoises, en matière de gestion environne-

mentale, un tel outil d'aide aux décisions en cas d'urgence n'existait pas. Ni du reste pour les décisions « courantes », lorsque l'expertise requise pour une analyse environnementale complexe est difficile à rassembler. Le marché est donc immense. Et s'il est local dans un premier temps, des approches ont déjà été faites auprès de partenaires européens (belges et français, notamment).

Le défi est considérable : pour réaliser leur SIAD, il faudra introduire, dans la « base de connaissances » du système, non seulement des règles d'expertise, mais des éléments de cartographie et de météorologie, bref de l'imagerie, ainsi que des analyses dynamiques nécessitant une quantité de calcul qu'on ne retrouve pas souvent dans de tels systèmes experts. En fait, le SIAD de Volvox risque bien d'être le système expert le plus complexe à n'avoir jamais été produit. Aussi le consortium comprend-il des partenaires comme Alex Informatique (calcul en parallèle), le Groupe SM (télé-détection

## UNIR LES FORCES POUR INNOVER

Le Centre québécois de valorisation de la biomasse est une corporation du gouvernement du Québec qui a pour mission de promouvoir la R-D dans le domaine de la valorisation de la biomasse. Son action, complémentaire à celle d'un réseau de partenaires issus des milieux scientifiques, industriels et gouvernementaux, vise à créer un climat favorable à la concertation, à susciter des alliances stratégiques durables et à réaliser des projets de R-D orientés vers l'innovation.

Qu'il s'agisse de la réunion de partenaires potentiels, de la formation de comités scientifiques, de la réalisation d'études, d'appuis techniques ou de participations financières à la concrétisation de projets de R-D prometteurs, le CQVB est en mesure de s'associer aux entreprises dynamiques soucieuses d'innover et ouvertes à la concertation avec les milieux scientifiques et gouvernementaux.

UNIR  
LES  
FORCES

Centre québécois de valorisation de la biomasse  
3180, chemin Sainte-Foy  
Québec (Québec) G1X 1R4  
Tél.: (418) 657-3853 Téléc.: (418) 657-7934



Une équipe engagée  
dans la promotion de la R-D.

Le CQVB est dirigé par un conseil d'administration dont les membres sont nommés par le gouvernement du Québec. Cette équipe est composée d'intervenants scientifiques, industriels et gouvernementaux reconnus pour leur rôle de premier plan dans les domaines de la R-D et de l'innovation technologique. Il s'agit de:

**M. Michel Amyot**  
Directeur  
Direction du développement scientifique  
Ministère de l'Enseignement  
supérieur et de la Science

**M. Georges Archambault**  
Directeur  
Direction générale de la technologie  
Ministère de l'Industrie, du Commerce  
et de la Technologie

**M. Bernard Bélanger**  
Président et directeur général  
Les Tourbières Premier Itée

**M. Jean-Marc Billy**  
Président  
J.-M. Billy & associés Inc.

**M. Joël de la Noüe**  
Directeur  
Département de Sciences  
et technologie des aliments  
Université Laval

**Mme Claudette Durocher**  
Vice-présidente administration  
Service aux caisses  
Fiducie Desjardins

**M. Réal Fafard**  
Président  
Les produits horticoles  
Fafard Itée

**M. Gilles Frisque**  
Directeur  
Centre multirégional  
de recherche en foresterie  
Université du Québec

**M. André Journault**  
Directeur général  
L'Islet Société mutuelle  
d'assurance générale

**M. Réal V. L'Archevêque**  
Vice-président  
Recherche et technologie  
SNC inc.

**M. Jean-Léon Marquis**  
Président  
Hydro Fraser inc.

**Monsieur Daniel Pineault**  
Directeur  
Département de Recherche  
et Développement  
A. Lassonde & Fils inc.

**Monsieur Maurice St-Jacques**  
Vice-recteur adjoint à la recherche  
Bureau de la recherche  
Université de Montréal

**Monsieur Georges-Albert Tremblay**  
Directeur de la gestion des programmes  
Office de planification et de  
développement du Québec

**Monsieur Marcel Risi**  
Président et directeur général  
Centre québécois de valorisation  
de la biomasse

### DIRECTION DU CQVB

**M. Marcel Risi**  
Président et directeur général

**M. Jean-Maurice Plourde**  
Vice-président exécutif

**M. Boufeldja Benabdallah**  
Directeur  
Recherche-développement



# DES BACTÉRIES CONTRE LA POLLUTION

Par René VÉZINA et Raymond LEMIEUX

et traitement d'image), Mosaic GL (information sur vidéodisques), Matrox (cartes graphiques à haut rendement), Lamtag-Géogester-GVD (géomatique), avec la collaboration d'à peu près tous les centres universitaires avancés en informatique et en intelligence artificielle du Québec.

Autour du système central d'aide à la décision (le noyau), Volvox développera quatre domaines d'application, qui constituent autant des produits livrables utiles que des « tests » de validité de leur approche. La première de ces applications sectorielles porte sur l'évaluation des impacts et la gestion environnementale des équipements hydroélectriques. Tous les aspects de ces projets doivent être couverts, c'est-à-dire autant les analyses environnementales prospectives que la gestion des travaux, les modalités d'exploitation sécuritaire et les actions à entreprendre en cas d'accident.

Le second SIAD sectoriel portera sur la gestion du territoire. Il reposera principalement sur le déroulement de scénarios de planification, d'aménagement et de développement, et analysera leurs conséquences possibles.

Le troisième système portera sur les risques pour la santé liés à la production, au transport, à l'entreposage ou à l'élimination de substances toxiques. Enfin, le quatrième sera un logiciel d'aide à la gestion de crise et à la prise de décision en cas de catastrophe.

Outre son utilité certaine, le projet Volvox se définit comme un moteur de développements technologiques majeur, au niveau des partenaires du consortium. Ces développements portent notamment sur le traitement en parallèle sur réseaux de micro-ordinateurs, l'utilisation du vidéodisque interactif pour accéder rapidement à de grandes quantités d'information, l'utilisation de l'image et sa manipulation pour la présentation de scénarios par exemple, la résolution de calculs et de manipulations de données en temps réel, la compatibilité des technologies intégrées et leur mise au point en tenant compte des normes internationales, et ainsi de suite. Les retombées, en plus de l'expertise environnementale proprement dite, concernent autant les procédés de traitement des données qui seront perfectionnés que les équipements matériels qui pourront ensuite être commercialisés par les partenaires, indépendamment du système informatique Volvox.



Le centre de traitement des sols Ultramar à Montréal-Est, conçu et opéré par Biogénie inc.

Un jour, tôt ou tard, les enfants apprennent que des particules microscopiques et invisibles, appelées « microbes », peuvent les rendre malades n'importe quand si on ne fait pas attention. Révélation terrifiante, vite tempérée par l'annonce qu'il existe également de « bons » microbes. Comme il est plutôt difficile de les reconnaître, plusieurs personnes passent ensuite leur vie à les éviter tous. Pas Réjean Samson.

Chef du groupe de génie de l'environnement, à l'Institut de recherche en biotechnologie de Montréal (IRB), M. Samson a fait des microbes ses alliés dans la lutte contre la pollution. Encore faut-il déterminer quels microbes peuvent être ainsi mis à contribution, et dans quelles conditions. C'est précisément le sens d'une importante recherche que le Dr Samson mène actuellement avec ses collègues de la section de la décontamination des sols, dans le cadre d'un projet d'Environnement Canada pour la récupération des zones contaminées, dans la vallée du Saint-Laurent.

La tâche est importante. Un inventaire effectué par le ministère québécois de

l'Environnement, en 1990, révélait l'existence de 340 lieux de déchets dangereux, dont les trois quarts étaient situés dans cette même vallée. Avec sa forte concentration industrielle, la région de Montréal est la plus touchée. En ajoutant les données de la Commission Charbonneau, qui parle de centaines de milliers de tonnes de déchets dangereux qui s'évanouissent chaque année dans la nature, pas étonnant qu'on ait fait de l'épuration des sols contaminés un des enjeux majeurs de la lutte à la pollution industrielle.

## TROP DE CERVEAUX, PAS ASSEZ DE RESSOURCES ?

Sauf exceptions, la grande industrie est elle-même d'accord pour agir, mais il n'est pas facile de passer des intentions aux actes. Le Québec manque cruellement d'infrastructures de traitement. Dans la région de Montréal, on ne retrouve par exemple qu'un seul lieu d'enfouissement accrédité pour les déchets dangereux, à Ville LaSalle, et encore n'accepte-t-il pas tous les rejets industriels. Ces opérations



sont au demeurant très coûteuses. La tâche des entreprises qui s'efforcent de répondre aux demandes gouvernementales en est singulièrement compliquée, sans parler de l'incontournable méfiance des citoyens, qui n'aiment pas qu'on vienne jouer dans leur cour.

Un *Inventaire de l'offre et des besoins en matière de savoir-faire environnemental*, réalisé en 1990 par la défunte firme Lavalin environnement, pour le compte de la Chambre de commerce du Montréal métropolitain, en arrivait à la conclusion que le Québec était dorénavant bien pourvu en cerveaux, mais demeurait faible en ressources physiques.

« Pourquoi enfouir ce que l'on peut traiter par biodégradation ? », demande Réjean Samson, en proposant une solution moins radicale. Le procédé n'est pas nouveau. Tous les cultivateurs qui récupèrent le purin de porc savent qu'en le mélangeant avec de la terre et en le compostant avec de la paille et autres ingrédients végétaux, on obtient de l'excellent engrais. La nature s'autonettoie continuellement par biodégradation. Il suffit de suivre son exemple, en appliquant les bons procédés pour maximiser l'action des bactéries. Mais la chose n'est pas si facile : il existe une variété quasi infinie de combinaisons.

« Oui, les biotechnologues ont souvent fonctionné à l'âge peu près, reconnaît Réjean Samson. Nous cherchons maintenant à mieux reconnaître les situations, pour dresser une sorte de tableau périodique des micro-organismes. » La biotraitabilité des sols demeure également une contrainte importante, et les chercheurs de l'IRB ont mis au point un protocole précis pour mieux l'évaluer.

Au départ, une analyse physique du sol permet de déterminer s'il peut supporter une activité biologique importante. Une autre analyse porte ensuite sur la nature de la contamination. La présence de polluants inorganiques, par exemple, peut causer une inhibition. Dans une troisième étape, on établit le potentiel génétique de l'écosystème du sol, pour savoir si les micro-organismes présents sont de nature à biodégrader les polluants. Un relevé préliminaire vient ensuite indiquer si ces polluants ont effectivement été dégradés, ce qui conduit enfin à la détermination de l'activité biologique par respirométrie, c'est-à-dire par la mesure du dioxyde de carbone rejeté par ces micro-organismes. On réussit ainsi à saisir leur activité biologique dans un sol donné par rapport à un sol témoin.

Une fois cette observation faite, on peut ensuite favoriser la croissance de ces micro-organismes en ajoutant les agents nutritifs appropriés. « L'industrie y trouve son compte, précise M. Samson. Une opération qui prend aujourd'hui trois ans pourra se faire en trois semaines si l'on privilégie les micro-organismes appropriés. Elle devient ainsi beaucoup plus avantageuse. »

#### LES CELLULES DE TRAITEMENT DE SHELL

Marc Saint-Cyr approuvera sûrement. Coordinateur de l'environnement à la raffinerie Shell, de Montréal-Est, il se retrouve lui-même en zone névralgique. Tout juste à côté, le fantôme de Lavalin plane encore sur les installations désaffectées de Kemtec, dont on ne sait plus trop quoi faire, notamment parce que le sol environnant est contaminé. Les raffineries existantes ont aussi leur part de problèmes. Chez Shell, d'anciennes conduites ont laissé échapper, au fil des ans, assez d'hydrocarbures pour polluer 1 500 mètres cubes de terre. Pas facile de se débarrasser de ce chargement, dix fois trop contaminé pour être enfoui dans les lieux usuels.



#### QUE D'EAU! ET TANT À CONNAÎTRE.

Les eaux de l'estuaire, du golfe du Saint-Laurent et celles bordant le Québec nordique regorgent de ressources. Depuis Mont-Joli, notre équipe de plus de 250 personnes poursuit des recherches de pointe sur l'état de cet environnement marin et sa mise en valeur. Nous sommes fiers d'être un partenaire important dans la recherche sur le milieu marin au Québec.

### INSTITUT MAURICE-LAMONTAGNE CENTRE DE RECHERCHES EN SCIENCES DE LA MER

Renseignements :

Institut Maurice-Lamontagne  
Ministère des Pêches et des Océans  
850, route de la Mer  
C.P. 1000, Mont-Joli (Québec)  
G5H 3Z4  
Tél. : (418) 775-0500



Pêches et Océans Fisheries and Oceans

Canada

« Nous faisons de la biodégradation depuis une vingtaine d'années, mais il a fallu innover dans ce cas-ci », raconte Marc Saint-Cyr, qui a trouvé dans la biotechnologie l'arme qui combine efficacité et économie. On a d'abord construit en béton trois cellules de traitement de 60 mètres sur 20, en déposant au fond du concassé et des tuyaux d'aération, avant d'y mettre la terre contaminée et des bactéries. Une bâche protectrice empêche les eaux de pluie de se souiller au contact de la terre. Un brassage régulier active la réaction biologique. « En fait, les micro-organismes digèrent les hydrocarbures pour relâcher du carbone et de l'hydrogène », précise M. Saint-Cyr, tout heureux de souligner que la terre sera bientôt assez décontaminée pour servir au remblayage dans les lieux d'enfouissement conventionnel.

Puisque les points de vue se rejoignent, pourquoi ne pas unir les forces ? C'est ce que Réjean Samson et Marc Saint-Pierre ont dû se dire, et le projet de l'IRB est maintenant testé dans une des cellules de traitement de Shell. En vérifiant le rythme de dégradation selon les concentrations de bactéries, il sera possible d'établir la meilleure adéquation possible pour accélérer le rendement biotechnologique.

## LA BIOVENTILATION D'ULTRAMAR

Sur la rive Sud de Québec, la compagnie pétrolière Ultramar s'apprête à inaugurer à son tour, au printemps, un centre de traitement des sols contaminés par les hydrocarbures légers (essences, mazout, diesel). Situé à Saint-Romuald, ce centre pourra recevoir annuellement 6 000 mètres cubes de terres polluées. Il utilisera une technologie de décontamination récemment mise au point par la firme Biogénie, de Québec. Ce procédé, dit de « bioventilation », a été expérimenté avec succès, l'an dernier à Montréal-Est, par la pétrolière Ultramar.

« Ce procédé est, somme toute, assez simple, confie Pierre Labrie, biochimiste à Ultramar. On ne fait qu'accélérer, de façon appréciable, le processus de biodégradation naturelle des hydrocarbures légers. » Deux techniques sont simultanément mises à contribution pour effec-

tuer cette décontamination. D'une part, des pompes aspirent les vapeurs d'hydrocarbures, qui sont conduites vers des filtres de charbon actif ou de compost ; puis, en même temps, on ajoute de l'azote ou du phosphore pour stimuler la croissance des bactéries déjà présentes dans les sols, afin de favoriser la bio-oxydation et, ainsi, la dégradation des hydrocarbures.



*La terre, traitée grâce au procédé de biodégradation de Shell, sera bientôt assez décontaminée pour servir au remblayage.*

Le site expérimental de Montréal-Est a reçu 1 800 mètres cubes de sols l'an dernier. La concentration d'hydrocarbures légers qu'on y mesurait oscillait entre 300 et 3 000 parties par million, alors que la norme acceptable fixée par le ministère de l'Environnement du Québec (MENVIQ) est de 150 ppm. Après six semaines de bioventilation, 60 % du volume de terre affichait une concentration d'hydrocarbures en deçà de la norme. Cette terre peut alors être réutilisée à des fins de remblaiement.

Lorsqu'elles remplacent les réservoirs abîmés de leurs stations-service, les compagnies pétrolières doivent se débarrasser d'environ 100 mètres cubes de terre souvent imprégnée d'hydrocarbures. Corrodés, percés, ces réservoirs laissent en effet fuir de l'essence, du diesel ou du mazout qui contaminent le sol et menacent la nappe phréatique. Selon le MENVIQ, près de 50 000 réservoirs de stations-service devront être remplacés ces prochaines années au Québec.

À elle seule, Ultramar compte 1 500 stations-service, totalisant environ 4 000 réservoirs. Il en coûte environ 100 000 \$ pour changer les réservoirs de chaque station. Un montant qui ne comprend pas la décontamination du sol, dont le coût est évalué, par la compagnie pétrolière, à 60 \$

la tonne. « En guise de comparaison, rappelons qu'il faut dépenser 70 à 100 \$ pour éliminer chaque tonne de terre dans des sites d'enfouissement, précise Pierre Labrie. On le constate facilement : tout en étant moins risquée pour l'environnement, la décontamination est une solution de rechange bien moins coûteuse. »

Le potentiel de ces techniques est immense : tout comme les raffineries, les papetières, les complexes pétrochimiques et autres industries ont souvent quelques squelettes dans leur placard dont ils aimeraient bien se débarrasser à moindre coût. Ne serait-ce qu'à cet égard, la biotechnologie leur sourit.

## L'UNITÉ MOBILE DE TRAITEMENT DE L'EAU

Et si l'entreprise ne possède pas la technologie, pourquoi la technologie ne se rendrait-elle pas sur place ? C'est là la philosophie qui

anime les promoteurs de l'unité mobile de traitement d'eau par biofiltration, chez SNC-Lavalin, division Envirotech. Avec l'appui du Centre québécois de valorisation de la biomasse (CQVB), on a ainsi conçu un module d'une quinzaine de mètres de longueur, qui permet d'aller filtrer sur place les nappes d'eau contaminée.

L'unité abrite notamment deux bioréacteurs tapissés de schiste, milieu poreux idéal pour assurer le développement des micro-organismes. Bassin d'entreposage, décanteur, filtre à sable et système de pompage et d'injection complètent l'installation. « Le même principe s'applique aux rejets gazeux, que l'on intercepte avant de les biofiltrer », souligne Mehdi Benzine, directeur du traitement de l'eau chez SNC-Lavalin Envirotech. Un essai est présentement en cours chez Multipak, une usine qui se spécialise dans l'impression des plastiques, au nord de Montréal, tandis qu'une entente devrait être conclue prochainement avec une raffinerie française pour le traitement d'eau contaminée.

Ambitieuse, la biotechnologie ? Pour Réjean Samson, il ne s'agit finalement que d'un juste retour des choses. « Tout dans la nature est biotechnologie. Il est donc naturel que l'on place la biotechnologie au service de l'environnement. »

LA

# RECHERCHE:

ÉLÉMENT CLÉ DU  
DÉVELOPPEMENT DES

# TRANSPORTS

**P**ar les actions que posent directement ses spécialistes, mais surtout par le rôle de catalyseur et de pivot qu'il joue auprès de différents partenaires à l'intérieur de ses divers programmes, Transports Québec reconnaît que la solution à plusieurs des problèmes auxquels nous devons collectivement faire face passe par la recherche et l'innovation.

Pour stimuler, soutenir et coordonner cette recherche, Transports Québec a mis en place plusieurs programmes d'aide visant des catégories précises de chercheurs.

## Chercheurs en entreprises

- Programme d'aide à la recherche et au développement en transport (PARDT);
- Volet recherche de l'Entente auxiliaire Canada-Québec sur le développement des transports;
- Recherche à contrat.

## Organismes de transport

- Subventions à des projets spécifiques.

## Étudiants

- Bourses d'études en transport.

## Chercheurs universitaires

- Action concertée de soutien à la recherche en sécurité routière;
- Action concertée sur le transport des marchandises;
- Programme de subvention à la recherche universitaire sur l'entretien et la réfection du réseau routier;
- Recherche à contrat.

Pour plus de renseignements, nous vous invitons à communiquer avec la Direction de la recherche et de l'innovation de Transports Québec au (418) 643-6355 à Québec, et au (514) 873-4266 à Montréal.

ON VA DE **L'AVANT**



**Transports**  
Québec



# LEVURES DU QUÉBEC ET VINS FRANÇAIS

Par Monique LAMBERT



Lallemand inc.

De prime abord, l'endroit ne paie pas de mine : des bâtiments de briques et de panneaux d'aluminium sans caractéristiques particulières, d'immenses cuves d'acier concoctant un jus étrange, une cour pavée, grillagée, le tout dégageant un fumet de levure à 500 mètres à la ronde. Pourtant, ici réside une PME québécoise des plus dynamiques, devenue maintenant leader mondial en levures de vinification et ayant des collaborateurs dans tous les coins du monde. Avec ses filiales aux États-Unis, en France et au Danemark, Lallemand produit plus de 100 souches de levures et une trentaine de souches de bactéries différentes.

Cependant, tout n'a pas toujours été facile pour le levurier de la rue Préfontaine à Montréal. Pour passer de la vente de produits de boulangerie, tels les garnitures à tartes, à la mise en marché de levures de spécialité, il a fallu faire des pas de géants et rapidement.

## VERS LES SOUCHES DE SPÉCIALITÉ

En 1971, un concurrent américain, Anheuser Busch, fabricant de la bière Budweiser, réussit à contourner la barrière tarifaire canadienne et distribua sa levure en vrac à toutes les grandes boulangeries industrielles en plein essor à ce moment-là. La petite usine de Montréal, florissante dans un marché jusque-là protégé, fut acculée à la faillite. Pour survivre à cette concurrence féroce, l'entreprise laissa tomber la fabrication et la distribution d'une impressionnante quantité de produits alimentaires,

*Les viticulteurs de grands vignobles de France n'aiment pas l'avouer, mais pour garantir la qualité de leurs vins, ils sont de plus en plus nombreux à faire appel à une entreprise québécoise. Il y a 20 ans, pourtant, Lallemand risquait la faillite. Comme quoi l'innovation peut payer !*

pour concentrer toutes ses opérations sur la levure. Robert Briscoe, le technicien de la maison, visita des levuriers du monde entier. Dès lors, plusieurs améliorations techniques furent apportées : on changea la souche de levure de boulangerie, modifia et raffina les procédés de séchage et de fermentation, et investit dans l'entreposage et le transport des produits.

Depuis, la firme est constamment à l'affût de nouvelles techniques pour améliorer sa production, trouver d'autres applications et développer des nouveaux marchés. Les résultats sont spectaculaires. Lallemand est devenu aujourd'hui le plus important levurier du nord-est de l'Amérique du Nord.

Après avoir obtenu ses premières commandes de levures de vinification d'un laboratoire californien, Jean Chagnon, président de l'entreprise, mit peu de temps à constater qu'un tel marché commençait à naître en Europe. Personne encore ne fabriquait les nombreuses souches régionales dont les viticulteurs ont besoin.

Traditionnellement, le vin fermente grâce aux levures présentes à l'état naturel dans le raisin. Cependant, la fermentation prend parfois une tournure imprévisible et il arrive que des souches sauvages gâchent le goût du vin.

« Il existe une relation entre la typicité du cépage et la levure. Cette dernière ne doit pas interférer, mais plutôt soutenir le goût du vin », explique Richard Degré, directeur de la Recherche et du Développement chez Lallemand. Les souches régionales sont sélectionnées, par des instituts œnologiques ou des coopératives viti-vinicoles, pour les caractéristiques spécifiques qu'elles confèrent à un vin. M. Degré cite en exemple une souche qui donne un goût de banane, typique du Beaujolais nouveau. En ensemençant leur vin avec les souches



désirées, les viticulteurs s'assurent un meilleur contrôle sur le produit final.

Lallemand produit également des levures destinées aux distilleries et aux brasseries et des levures flocculentes, responsables d'une deuxième fermentation en bouteille du champagne. La majorité de ces levures sont produites à l'usine de Grenaa, au Danemark, et vendues en Europe, en Australie, en Amérique du Sud et aux États-Unis. Par ailleurs, en Amérique du Sud, on se prépare à tester une autre levure, destinée cette fois à la fermentation des fèves de cacao, indispensable, semble-t-il, au bon goût du chocolat.

Une autre filiale de Lallemand, Equipharm/Equilait, à Aurillac en France, se spécialise dans la production de bactéries. « Ces micro-organismes ont plusieurs applications dans l'industrie alimentaire et en pharmacie, souligne Richard Degré. Elles peuvent, entre autres, désacidifier les champagnes et les vins nordiques, assurer l'ouverture des fromages bleus ou remplacer avantageusement certains produits de conservation dans l'ensilage. »

### LES LEVURES RECOMBINANTES

Au fil des ans, Lallemand a su mettre à profit d'étroites collaborations dans le domaine de la recherche avec plusieurs universités, des centres de recherches ou d'autres entreprises au Canada, aux États-Unis et en Europe. Ceci a permis de mener à terme des projets originaux, de faire du transfert technologique ou de soutenir certaines recherches déjà en cours. C'est ainsi que Richard Degré s'est intéressé aux travaux d'Howard Bussey, de l'Université McGill, et de David Thomas, de l'Institut de recherche en biotechnologie (IRB), sur la modification génétique de certaines levures.

Les souches de levures Killer ( $K_1$  et  $K_2$ ) sécrètent des enzymes toxiques, inhibant la croissance de souches rivales. Les deux souches peuvent se retrouver dans la nature, où elles s'excluent mutuellement. L'équipe de chercheurs a réussi à synthétiser le gène codant pour la toxine  $K_1$  et à l'insérer dans le génome d'une levure  $K_2$ . Cette nouvelle levure double, Killer  $K_1K_2$ , non seulement peut résister aux autres souches Killer, mais elle élimine également toutes les souches sensibles. Avant Thomas et Bussey, Richard Degré avait compris qu'une telle levure, utilisée en

vinification, maximiserait ses chances d'implantation dans le moût.

Une demande d'essai a été déposée auprès de la Commission de génie biomoléculaire, en France, qui a toutefois exigé de nouveaux tests de toxicité avant de se prononcer. À ce jour, l'usage de micro-organismes recombinants n'a pas encore été autorisé dans l'industrie alimentaire.

Néanmoins, les essais se poursuivent à l'échelle du laboratoire. « D'autres gènes peuvent apporter des qualités désirables aux levures, explique Richard Degré. Certains commandent la production d'enzymes qui dégradent de grosses molécules d'hydrate de carbone, les dextrines, en glucose et en fructose. Actuellement, les distilleries doivent ajouter ces enzymes en cours de fermentation. D'autres permettent la synthèse des protéases, qui clarifient les vins blancs troubles. Dans le domaine du contrôle biologique, on tente de mettre au point une levure sécrétant une toxine contre le mildiou, particulièrement funeste pour la culture en serre.

### LE PROFIL DES LEVURES

Pour travailler avec des souches semblables, issues d'une même espèce, il est essentiel de les identifier correctement. Aux

méthodes biochimiques traditionnelles, les chercheurs de Lallemand ont substitué une analyse par empreintes génétiques.

La molécule d'ADN est extraite de la cellule et découpée, à l'aide de ciseaux moléculaires, en fragments de différentes longueurs. Ces derniers sont séparés dans un champ électrique et imprimés en bandes sur papier buvard. Les fragments à identifier sont sélectionnés à l'aide de sondes radioactives. Un scanner à haute résolution permet ensuite de créer une image numérique qui sera analysée grâce à un logiciel, selon des paramètres prédéterminés.

On a ainsi créé une banque de données contenant le profil génétique d'un grand nombre de souches. Comme cette méthode d'identification requiert peu de temps, elle permet de confirmer la nature exacte des levures en production, assurant ainsi un strict contrôle de qualité. Sa précision en fait également un excellent atout, lors d'une demande de brevet.

Malgré un contexte économique défavorable, les compétences des quatorze personnes de l'équipe de recherche de Lallemand, ainsi que la volonté d'innovation de sa direction contribuent à maintenir cette entreprise en très bonne santé financière.

### LE CENTRE DE RECHERCHE ET DE DÉVELOPPEMENT SUR LES ALIMENTS

Créé il y a moins d'une décennie, le Centre de recherche et de développement sur les aliments de Saint-Hyacinthe a atteint depuis quelques années sa vitesse de croisière et est devenu un des principaux lieux de recherche au service de l'industrie agroalimentaire, un autre secteur « stratégique », identifié dans la politique industrielle québécoise.

Le Centre, c'est un groupe de trente chercheurs, qui ont publié près de 300 articles scientifiques en 4 ans. Leurs projets comprennent, entre autres :

- la production de *colorants et d'arômes naturels* pour remplacer les additifs chimiques, de plus en plus décriés ;
- la production de *suspensions concentrées* et la *lyophilisation* de bactéries lactiques, destinées à la désacidification du vin, ainsi que de bifidobactéries, des bactéries de la flore intestinale humaine, qui améliorent la digestion des fibres et des produits laitiers (un usage « thérapeutique » destiné aux personnes âgées, notamment) ;
- les techniques de *conservation des fruits frais par emballage sous atmosphère riche en CO<sub>2</sub>* (les fraises et le bleuet, notamment) ;
- le développement de la technique d'*extraction dite « par fluide supercritique »*, pour alléger la teneur en huile des arachides, la teneur en cholestérol des œufs et des produits laitiers, ou la caféine du café ;
- les différentes techniques de *séparation par membrane (osmose, microfiltration, etc.)*, qui permettent de réduire la teneur en eau des mélanges liquides, sans altération due au chauffage.

Tout comme les autres centres québécois du CNRC (l'Institut des matériaux industriels de Varennes, l'Institut national d'optique de Québec ou l'Institut de recherche en biotechnologie de Montréal, notamment), le CRDA de Saint-Hyacinthe s'est donné comme mission de travailler étroitement avec l'industrie et de favoriser un transfert rapide de ses procédés vers l'entreprise québécoise. Ses partenaires actuels comprennent des entreprises comme A. Lassonde et Fils, la Laiterie Mont-Saint-Hilaire, Julac, Saputo, Setexam (Maroc), les Aliments Carrière, etc.



# LE DÉFI DE LA VALORISATION



Guy Beauchesne

Le Québec possède cinq grappes industrielles compétitives, à l'échelle internationale. Parmi elles, le secteur des équipements de production, de transport et de distribution d'énergie électrique. Le cœur de cette industrie est lui-même formé de cinq sous-secteurs : le matériel électrique de commutation et de protection ; le matériel électrique d'usage industriel ; les transformateurs ; les fils et câbles ; les turbines, alternateurs et autres équipements de production et de transport du courant.

Cette production est destinée surtout à Hydro-Québec, plus marginalement aux industries métallurgiques : l'aluminium, le magnésium, l'acier, l'industrie du placage et de l'électrolyse. Mais c'est bien la présence d'Hydro-Québec qui a permis le développement de ces entreprises ou favorisé l'implantation chez nous d'unités de fabrication appartenant à des entreprises multinationales (Siemens, GEC Alsthom, Westinghouse, Asea Brown Boveri, General Electric, par exemple).

Cependant, ces entreprises sont tournées vers le marché local. L'industrie exporte très peu, et la balance commerciale du secteur est toujours déficitaire. Les firmes multinationales donnent très peu de mandats mondiaux à leurs installations québécoises, et la technologie qu'elles offrent a été développée à l'étranger. Quant aux firmes québécoises, elles manquent de financement pour se lancer à l'assaut des marchés en forte croissance, dans les pays en voie de développement, et elles n'ont pas l'habitude de travailler en consortium avec d'autres fabricants, des fournisseurs, des ingénieurs et des consultants, ce qu'exigerait la réalisation

des projets « clé en mains », privilégiés par ces marchés. Quant aux marchés plus « matures » d'Europe et du Japon, les organismes publics, principaux acheteurs de ces produits, appliquent une politique d'achat local qui n'est pas favorable à l'industrie québécoise, et seul le développement au Québec de technologies radicalement nouvelles permettrait aux entreprises innovatrices de franchir ces barrières.

### LE MARCHÉ LOCAL COMME « MARCHEPIED »

Reste que la demande locale demeure encore très ferme. Le plan de développement d'Hydro-Québec prévoit des investissements de 38 milliards sur dix ans, et le secteur de la métallurgie, grand utilisateur d'équipement électrique industriel, figure aussi parmi les grappes technologiques compétitives au Québec.

Ce marché local en expansion pourrait fournir un marchepied pour l'innovation. D'autant plus qu'Hydro-Québec a entrepris d'y jouer un rôle moteur. Après avoir concentré ses recherches sur les besoins de son réseau, avec la création de l'Institut de recherche en électricité de Varennes (IREQ), au début des années 70, l'entreprise a créé, dix ans plus tard, son laboratoire sur les technologies électrochimiques et électrometallurgiques (LTEE) de Shawinigan, pour « offrir » des innovations à l'industrie locale (et développer en même temps son réseau d'utilisateurs). Au menu du LTEE, des projets aussi variés qu'un nouveau procédé de vitrification des cendres toxiques, ou la fabrication électrochimique d'antraquinone, le substitut le plus prometteur du chlore, dans les procédés de blanchiment du papier. Cent cinquante brevets ont été déposés, pour ce seul procédé !

Hydro-Québec s'est aussi donné l'objectif de favoriser la valorisation locale de ses innovations. Elle a créé, en collaboration avec Asea Brown Boveri, un petit centre de recherche et de valorisation de l'innovation, le CITEQ. Les sous-produits, fabriqués au Québec chaque fois que cela serait possible, seraient ensuite distribués à travers le monde par le réseau d'ABB. Là aussi, une histoire à suivre.

Puis il y a enfin cette fameuse pile à base de polymères, la pile ACEP, qui sera bientôt commercialisée par le géant japonais Yuasa (voir *Québec Science*, mai 1991). L'ACEP devrait s'accaparer, d'ici-trois ans, une part importante du marché des accumulateurs, un bassin potentiel total de quelques centaines de milliards de dollars, à travers le monde !

# À L'IREQ

QUELQUES  
RECHERCHES  
POUR  
L'ÉNERGIE  
D'ICI,

MAINTENANT...  
ET DEMAIN

*Les résultats  
obtenus avec la  
petite pile ACEP  
permettent  
d'envisager le  
développement  
d'accumulateurs  
pour la traction  
dans un avenir  
rapproché.*



accumulateur à électrolyte polymère est formé de films minces d'électrodes et d'un électrolyte

polymère dont l'épaisseur totale est de quelque 0,1 mm. C'est une technologie de surface qui permet d'obtenir l'énergie et la puissance voulues par simple accroissement de la surface d'une pile mince de configuration donnée. Il a une durée de vie remarquable (de 500 à 1 000 cycles avec décharges profondes), et sa capacité par unité de poids est supérieure de 3 à 5 fois à celle de l'accumulateur au plomb. Son efficacité énergétique est de l'ordre de 80 % et il a une autodécharge extrêmement faible (moins de 0,01% par an à 25°C).

Les travaux actuels des scientifiques de l'Institut de recherche d'Hydro-Québec (IREQ) et du Laboratoire des technologies électrochimiques et des électrotechnologies (LTEE), aidés financièrement par les



ministères québécois et canadien des Transports, sont orientés vers la définition des exigences en matière de traction automobile. La production de modules élémentaires de 100 à 300 Wh et d'assemblages de 2 kWh à 24 V a été réalisée. Cette unité de 2 kWh, qui servira en 1992-1993 aux premières démonstrations des configurations de type «traction», pourrait servir par exemple au déplacement de fauteuils roulants.

Par ailleurs, l'intérêt suscité aux États-Unis, en Europe et au Japon par les véhicules électriques de pointe a mis en lumière le

potentiel de la filière lithium-polymère. Celle-ci devrait en effet valoir à Hydro-Québec plusieurs demandes de prototypes de la part de divers constructeurs.

Les développements récents devraient jouer en faveur de l'entreprise dans les négociations

en cours avec le United States Advanced Battery Consortium (USABC). Ce consortium, qui regroupe les grands de l'industrie américaine de l'automobile, s'est en effet fixé pour objectif de construire un véhicule électrique grand public d'ici à l'an 2000. Le USABC prévoit investir à cette fin près de 260 millions de dollars au cours des trois prochaines années dans la mise au point d'accumulateurs de traction performants, notamment les ACEP. Les chances du Québec de s'imposer dans ce domaine sont donc excellentes.



## POUR LA LIGNE

Le laboratoire Grande puissance de l'IREQ vient d'entreprendre la construction d'une nouvelle ligne expérimentale d'essais mécaniques. La ligne expérimentale de Varennes, construite au coût de 3,7 millions de dollars, est située près de la montée Sainte-Julie, à proximité de l'Institut de recherche. Elle est destinée à l'étude des vibrations des conducteurs aériens lors de vents de faible intensité, lesquels ont un impact sur la fiabilité des réseaux de transport et de répartition. La nouvelle station d'essais, dont l'exploitation est prévue pour juillet 1992, servira également à la mise au point de systèmes antivibratoires, d'amortisseurs, d'entretoises, etc.

Longue de 1,5 km et comprenant 4 pylônes, la nouvelle ligne, non alimentée électriquement, est érigée sur un site balayé par des vents de faible intensité et de faibles turbulences. Elle comprend trois portées de suspension de 400, 425, et 450 mètres, ainsi que deux portées d'arrêt de 150 mètres.

Les études et les essais que permettra de réaliser la nouvelle ligne sont requis pour fixer les paramètres de réglage des nouveaux systèmes de conducteurs et pour spécifier les dispositifs antivibratoires (dispositifs qui éliminent ou tout au moins amortissent les vibrations) qui devront les équiper. Ces travaux devraient conduire à des choix technologiques en matière de conducteurs qui permettront éventuellement d'accroître la puissance électrique transmise sur une même ligne et de réduire la hauteur des pylônes. En corollaire, on peut envisager une diminution du nombre de nouvelles lignes requises, ce qui signifierait un moindre impact sur l'environnement, notamment sur les terres agricoles.

*Ce n'est pas la nouvelle ligne expérimentale de Varennes, mais le type de lignes qui sera amélioré grâce aux essais réalisés sur la nouvelle installation de l'IREQ.*



## UNE HISTOIRE D'EAU ET DE BULLES

L'eau des rivières cause des dommages aux turbines hydrauliques par l'érosion de cavitation. Les cavités (bulles) qui se forment dans l'eau en mouvement frappent les roues des turbines et en usent l'acier.

Les spécialistes de technologie des matériaux de l'IREQ ont proposé plusieurs innovations pour résoudre ce problème. Ils ont mis au point un robot super-compact, un nouveau type d'acier (Ireca) et un logiciel de pointe (le Cavitologue) qui permet d'évaluer l'efficacité de ce nouvel acier et de planifier les travaux de réparation.

Le nouveau robot est muni d'un système de vision par caméra laser. Il effectue automatiquement toutes

les opérations nécessaires à la réparation du métal abîmé des roues des turbines. Le nouvel acier, quant à lui, est au moins 25 fois plus résistant que l'acier doux généralement employé. Le Cavitologue, mis au point en collaboration avec les gens d'exploitation d'Hydro-Québec, permet d'effectuer un suivi rigoureux du comportement des turbines, de l'inspection à la réparation des dommages. Il centralise un grand nombre de données telles que l'emplacement et l'ampleur des dommages, la nature des matériaux érodés, etc. Il peut également établir, en fonction de l'historique de chaque turbine, un modèle qui prévoit le taux d'érosion selon les matériaux utilisés et l'emplacement de l'aube, le temps d'incubation et l'agrandissement des surfaces. Par extrapolation, on peut donc prédire pour une certaine période les progrès de l'érosion. De plus, une vision globale des dommages de cavitation peut être obtenue, facilitant la planification des interventions, la réduction de leur fréquence et l'accroissement de la disponibilité des équipements de production.



*Le diffractomètre à rayons X, un des appareils du laboratoire de caractérisations des matériaux de l'IREQ utilisés lors des recherches sur la cavitation*



Technologie et IREQ

# LE DOUBLE DÉFI

D E L ' I N R S

**F**ort de ses sept centres de recherche thématique, l'Institut national de la recherche scientifique relève le double défi de «la performance universitaire et la pertinence sociétale» en favorisant la multidisciplinarité des équipes de recherche et le développement de partenariats et de collaborations.

Les résultats obtenus au chapitre de ses activités de recherche orientée témoignent du dynamisme de l'Institut et de sa volonté d'apporter des réponses concrètes aux besoins de la société. Plusieurs de ces activités ont conduit au développement d'innovations technologiques qui connaîtront des applications commerciales importantes.

## Système pour la gestion des eaux d'épuration

La mise en service des stations d'épuration des eaux usées a soulevé de nombreuses questions sur l'efficacité et le rendement des systèmes mis en place, notamment en ce qui a trait aux débordements des réseaux d'eaux usées occasionnés par les orages.

L'INRS-Eau s'est penché sur cette question. Dans le cadre d'une importante étude menée pour le compte de la communauté urbaine de Québec, des chercheurs du Centre ont développé un système expert pour la gestion de la circulation et du stockage des eaux usées.

Précieux outil, ce système «intelligent» permet de simuler les écoulements des eaux usées dans le réseau unitaire d'égouts et de réaliser la prédiction à court terme des débordements prévus en fonction de l'intensité des orages. Doté d'un modèle d'optimisation, le système procède automatiquement à l'ouverture ou à la fermeture des conduites laissant déborder les eaux usées. Enfin, ce système permet à l'opérateur du réseau de visualiser les opérations demandées et d'intervenir si nécessaire.



La fenêtre intelligente peut, selon les modifications apportées à sa transparence, moduler l'entrée de chaleur dans une pièce.

## Fenêtre intelligente

Une équipe de chercheurs du centre INRS-Énergie et Matériaux a conçu une fenêtre intelligente qui, à la façon des verres de soleil photochromiques, permet de moduler l'entrée de chaleur et de soleil dans les pièces.

Le recouvrement à effets électrochromes mis au point par les chercheurs, permet de régler l'absorption de la lumière, d'assombrir ou de rendre transparent la fenêtre; il réfléchit les rayons infrarouges, empêchant la chaleur de pénétrer ou de sortir. Branchée sur le secteur ou sur une simple pile, cette mécanique astucieuse peut être contrôlée directement par l'utilisateur ou automatiquement à partir d'une cellule photoélectrique.

## Jauge nucléaire à transmission

Motivés par la compréhension des mécanismes de mise en place des grandes structures sédimentaires marines, par le soutien à la recherche

des concentrations de métaux et de pétrole en mer, de même que par les multiples applications dans les domaines du développement côtier et extra-côtier associées à leurs études, les scientifiques du Centre océanographique de Rimouski ont dû développer de nouveaux équipements et de nouvelles techniques d'analyse.

Une équipe du Centre met ainsi la dernière main à une jauge nucléaire à transmission. Expérimenté depuis 1984, le système est maintenant en cours de développement industriel, et un premier prototype devrait être mis sur le marché en 1992.

## Renseignements :

Information et relations publiques  
Téléphone : (418) 654-2500



# LES RETOMBÉES DE RADARSAT

Par Danielle OUELLET



Spar Aérospatiale

*En 1989, l'Agence spatiale canadienne accordait à Spar Aérospatiale un contrat de 320 millions de dollars pour la construction de Radarsat. Lancement prévu : décembre 1994.*

*Avec ce premier satellite capable d'observer la nuit ou par temps nuageux, le Canada s'assurera le leadership dans le domaine de l'imagerie spatiale, un marché probable de 15 à 20 milliards en l'an 2000.*

*Mais c'est au sol, que la révolution se produit. L'infrastructure industrielle se met en place pour profiter de ce marché. Coup d'œil sur la naissance d'une industrie.*

**E**n 1972, la NASA (National Aeronautics and Space Administration) lançait LANDSAT, le premier satellite d'observation de la Terre. Quelques années plus tard, les Français ripostaient avec la mise en orbite et la commercialisation des satellites SPOT. Fin 1994, le Canada entrera plus avant dans la course avec le lancement du premier satellite de télédétection construit au pays, RADARSAT.

Pendant cinq ans, RADARSAT tournera autour de la Terre à une altitude de près de 800 kilomètres. Il passera au-dessus de l'Arctique au moins une fois par jour, survolera la plupart des régions du Canada toutes les 72 heures et couvrira la planète entière tous les 24 jours. Une fois l'antenne déployée, le satellite ressemblera à une immense libellule de 17 mètres de longueur sur 4 mètres de largeur.

### UN REGARD PAR RADAR

L'originalité de RADARSAT est son système de détection. Alors que SPOT et LANDSAT utilisent la lumière visible et les fréquences infrarouges pour photographier la planète, les chercheurs de l'Agence spatiale canadienne, qui travaillent en collaboration avec Spar Aérospatiale depuis 1980 à la conception de ce nouveau satellite, ont décidé d'utiliser une technologie radar basée sur les micro-ondes. La plupart des satellites d'observation terrestre dépendent de la lumière du Soleil, réfléchie par la Terre, pour la récep-

tion et la transmission de données. Ils deviennent donc inopérants à la noirceur ou par temps nuageux.

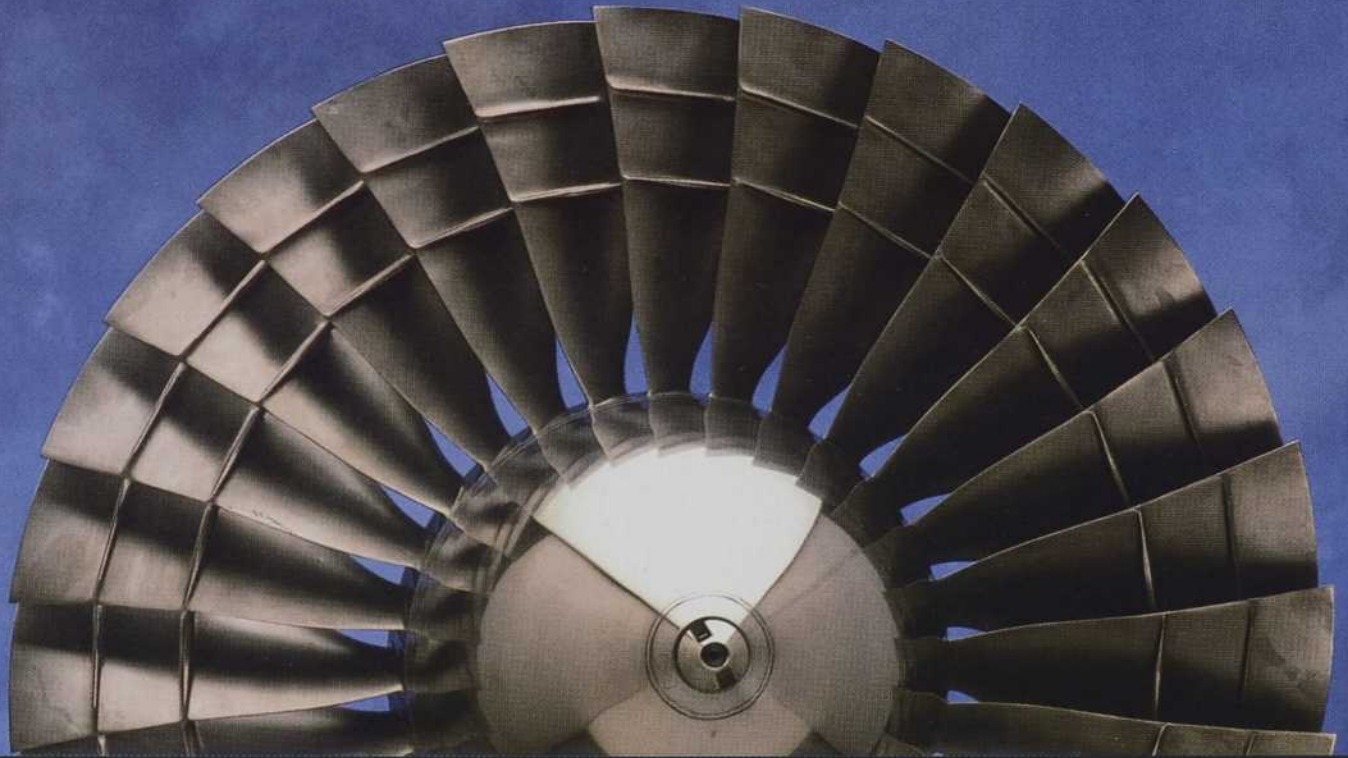
RADARSAT aura l'immense avantage d'être équipé d'un radar à ouverture synthétique (ROS), un système qui envoie des signaux en direction des objets et enregistre les signaux réfléchis sur un récepteur. L'intensité de ces signaux radars varie selon les cibles. La longueur d'onde relativement importante du ROS et le fait qu'il assure son propre éclairage permettront de transmettre et de recevoir des données très précises, quels que soient les conditions atmosphériques ou le moment de la journée.

Le radar extrêmement sensible de RADARSAT permettra de surveiller et de mieux gérer les forêts des régions côtières, souvent ennuagées, de l'Atlantique et de la Colombie-Britannique, ainsi que les forêts tropicales, presque toujours recouvertes d'une épaisse couche de nuages. Il pourra même fournir des informations sur l'humidité des sols et sur la végétation, favorisant ainsi une meilleure gestion des récoltes d'ici et d'ailleurs, tout en identifiant les régions géologiques propices à la prospection minière ou pétrolière.

Ce n'est pas tout. RADARSAT mesurera également l'amplitude des vagues et des vents, améliorant ainsi les prévisions météorologiques ou océaniques. Il recueillera des données inédites sur la nature et les déplacements des navires dans les glaces de l'Arctique. La pêche, le transport maritime, la prospection minière et la recherche en mer n'en seront que plus efficaces



**PRATT & WHITNEY  
CANADA**



LE POUVOIR DE L'IMAGINATION



et plus  
tront de  
plus pr  
Les en  
sur  
naturel  
séchere  
les dév  
C'e  
accès a  
frais au  
d'une r  
riats, q  
sont pré  
struction

L'indus  
voit am  
force su  
mes d'o  
de l'im  
Le. mar  
Terre a  
attendre  
prév  
à vingt  
réal est  
le dom  
RADAR

Les  
se sont  
Radarsat  
responsa  
ment pri  
leur dist  
les droit  
internati  
fre d'affa  
des miss  
dans le  
structure  
que les E  
tuer prof

Un de  
tera de la  
en finca  
requière  
sophistiq  
données  
clients év  
qu'une m  
Québec: l  
ballons  
sieurs. Au  
perfection  
formants  
d'entrepr



et plus sécuritaires. Les données permettront de dresser des cartes topographiques plus précises, fort utiles aux géologues. Les environnementalistes pourront mieux surveiller l'évolution des catastrophes naturelles, comme les inondations, les sécheresses ou d'autres cataclysmes, tels les déversements de pétrole.

C'est la NASA qui, en échange d'un accès aux informations, procédera à ses frais au lancement de RADARSAT à bord d'une fusée Delta II. D'autres partenariats, avec l'Allemagne et les États-Unis, sont prévus à différents stades de la construction.

### L'ÉMERGENCE D'UNE INDUSTRIE

L'industrie aérospatiale canadienne se voit ainsi offrir l'occasion d'entrer en force sur le marché grandissant des systèmes d'observation de la Terre et sur celui de l'interprétation des données recueillies. Le marché mondial des images de la Terre a doublé, entre 1985 et 1990, pour atteindre trois milliards de dollars, et les prévisions pour l'an 2000 sont de quinze à vingt milliards. Actuellement, Montréal est la quatrième ville au pays, dans le domaine de la télédétection. Avec RADARSAT, elle vise le premier rang.

Les premières entreprises intéressées se sont regroupées dans le consortium Radarsat International. Ce groupe sera responsable de la cueillette et du traitement primaire des données, ainsi que de leur distribution. Il possède actuellement les droits exclusifs de commercialisation internationale. L'importance de son chiffre d'affaires sera fonction de la demande des utilisateurs potentiels, au Québec ou dans le monde. Il s'agit en fait d'une structure commerciale analogue à celle que les Européens ont mise en place pour tirer profit de leurs satellites SPOT I et II.

Un deuxième groupe d'entreprises profitera de la possibilité de traiter des données, en fonction de besoins précis. Leurs activités requièrent des équipements informatiques sophistiqués, qui permettent de traiter les données pour les rendre accessibles aux clients éventuels. Il y a cinq ans, il n'existait qu'une seule entreprise de ce genre au Québec : le coût des équipements et des installations informatiques en décourageait plusieurs. Aujourd'hui, les ordinateurs se sont perfectionnés, ils sont plus petits, plus performants et moins coûteux. Une dizaine d'entreprises sont nées, depuis.

L'une d'entre elles, Viasat Technologie, aura un an ce mois-ci. Son président, Pierre Vincent, en explique l'originalité : « Nous tentons de marier deux technologies, la télédétection et le positionnement (*global positioning satellite*), dans le but de diminuer le temps d'accès à l'information finale. » Pour lui, c'est à ce niveau que se fera l'amélioration au cours des prochaines années : actuellement, il faut compter environ trois mois entre la réception des données par satellite et leur livraison à l'utilisateur final.

Pierre Vincent rêve du jour où l'information sera accessible en temps réel. Pour

cela, il espère voir l'implantation de nombreuses stations de réception, où des entreprises comme la sienne pourront avoir accès plus directement à l'information : « Pour l'instant, on prévoit deux stations de réception des données de RADARSAT, une à Prince-Albert, dans l'Ouest canadien, et l'autre à Gatineau, au Québec. Il est encore trop tôt pour les multiplier, mais peut-être dans cinq ans la conjoncture le permettra-t-elle. » D'autres entreprises établies depuis plus longtemps, notamment SNC-Lavalin et ses filiales, se préparent aussi à recevoir et à traiter les données de RADARSAT.

## OBSERVER ET COMPRENDRE NOTRE PLANÈTE MODÉLISER ET PRÉVOIR SON ÉVOLUTION

PAR LA TÉLÉDÉTECTION ET LES SYSTÈMES D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE

Le Centre d'applications et de recherches en télédétection (CARTEL) de l'Université de Sherbrooke, est un des centres les plus importants dans ce domaine en Amérique du Nord.

Son équipe interdisciplinaire, formée de physiciens, de mathématiciens, de géographes, de géologues, d'écologistes et d'ingénieurs développe aussi bien la recherche fondamentale en télédétection aérospatiale que les applications intégrées de modélisation environnementale pour les sols, les forêts, l'agriculture, les ressources en eau, l'urbanisme et le développement international.

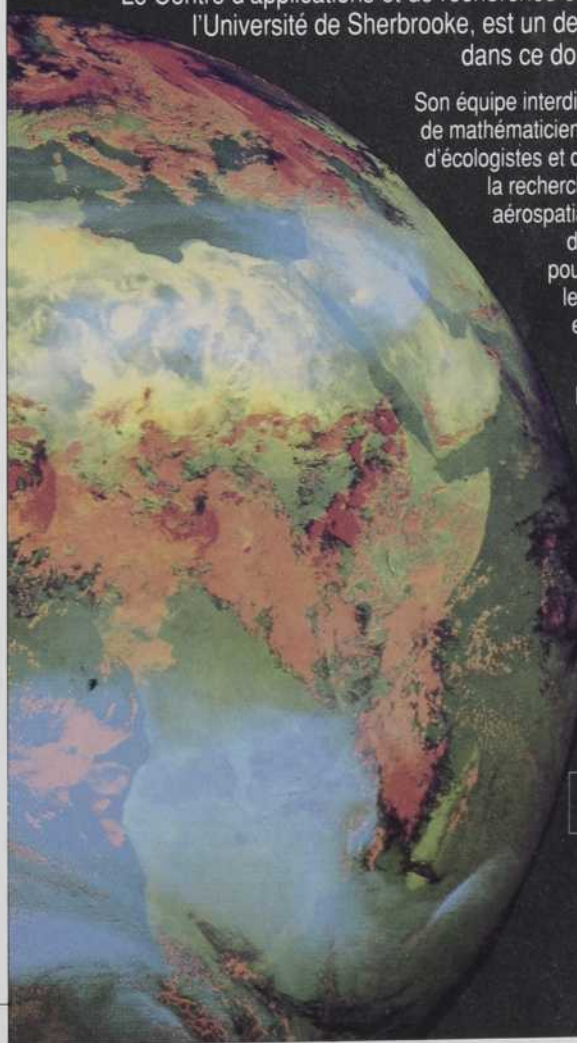
Elle travaille en association avec les industries, les gouvernements et les organismes internationaux.

Elle encadre, finance et forme des étudiantes et des étudiants de 2<sup>e</sup> et de 3<sup>e</sup> cycles à l'intérieur des programmes de doctorat en télédétection et de maîtrise en géographie, biologie et génie électrique. Elle offre aussi des programmes personnalisés de formation courte.



UNIVERSITÉ  
DE SHERBROOKE

Centre d'applications  
et de recherches  
en télédétection (CARTEL)  
Sherbrooke (Qc) J1K 2R1  
Tél. : 819-821-7180  
Télécopieur : 819-821-7944





## Le Macroscopie Informatique <sup>MC</sup>

CHANGE L'ORGANISATION, ORGANISE LE CHANGEMENT

*Dans le monde concurrentiel des années 1990, les entreprises doivent effectuer des changements importants pour atteindre de nouveaux niveaux de performance.*

*Conscients de l'importance des technologies de l'information pour leur compétitivité, seize entreprises et organismes ont convenu de s'allier pour former **Le Macroscopie Informatique Inc.** afin de rechercher des solutions concrètes et économiquement utiles pour renforcer leur position sur le marché, notamment par le biais du développement de méthodes et d'outils logiciels adaptés à leur stratégie de croissance.*

*Leur objectif est d'obtenir un progrès marqué des connaissances et des pratiques en ce qui a trait à l'utilisation des technologies de l'information et de bénéficier d'une longueur d'avance qui facilitera leur ouverture vers les marchés mondiaux et soutiendra leur présence à l'échelle mondiale.*

*Le projet Macroscopie Informatique s'inscrit dans le cadre du programme des projets mobilisateurs du gouvernement du Québec et approuvé par le Fonds de Développement Technologique.*

**Les partenaires technologiques :** Alcan, Banque Nationale du Canada, Bombardier, Culinar, Groupe La Laurentienne, Hydro-Québec, Ministère de la Main-d'œuvre et de la Sécurité du revenu et de la Formation professionnelle (MMSRFP), Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ), effectueront l'expérimentation de la recherche et des produits.

**Les partenaires industriels :** CSA Recherche, Groupe DMR, Info Innov, Lambda, effectueront le développement des méthodes, des outils logiciels et le transfert technologique.

**IBM Canada Ltée** fournira la plate-forme Cycle/DA et les services de supports techniques.

Le Centre Francophone de Recherche en informatisation des organisations (CEFRIO) et le Centre de Recherche Informatique de Montréal (CRIM) effectueront la recherche de base.

Le maître d'œuvre et le promoteur du projet, le Groupe DMR, a développé le Macroscopie Informatique qui propose une solution d'ensemble aux problèmes des TI qui s'inscrivent dans quatre domaines de connaissances et d'expertise :

**Stratégie :** la planification stratégique des technologies de l'information.

**Architecture :** l'organisation ou la structuration des solutions liées aux technologies de l'information.

**Productivité :** la livraison efficace de ces solutions.

**Bénéfices :** le gain et la récupération des bénéfices.

**Le Macroscopie Informatique** s'applique à développer des moyens afin que l'architecture et la mise en œuvre de systèmes informatiques soient intégrées à la stratégie d'affaires de l'entreprise lesquels permettront une meilleure gestion des bénéfices à réaliser.

1200, avenue McGill College, Bureau 230, Montréal (Québec) H2B 4G7, Canada (514) 877-3301



Puis viennent les utilisateurs des données. Il s'agit d'entreprises qui œuvrent dans le domaine des ressources naturelles, notamment des firmes d'ingénieurs en géologie, en foresterie, en environnement ou en hydrologie. L'accès à des données traitées provenant de satellites, à peu de frais, est récent. C'est toute une nouvelle culture technologique qui s'implante actuellement.

Pour plusieurs de ces firmes, embaucher des informaticiens ou des spécialistes de la télédétection ne fait pas encore partie de la tradition. On peut imaginer que leur intérêt s'accroîtra rapidement, à mesure que les grandes entreprises privées, publiques ou parapubliques manifesteront leur intérêt pour la mise sur pied de banques de données ou autres. Les ministères et les organismes publics, au niveau provincial ou fédéral, Hydro-Québec, les grandes papetières ou les entreprises d'exploration géologique constituent aussi des utilisateurs potentiels des informations de RADARSAT.

Le gouvernement québécois a investi environ 30 millions de dollars dans le projet Radarsat. Cette première action doit se poursuivre par une incitation de l'entreprise privée à transformer ou à se prévaloir de l'information qui deviendra disponible. Pour l'instant, la recherche universitaire va bon train. Le département de géomatique de l'Université Laval s'intéresse plus particulièrement à la recherche en positionnement et en cartographie. L'INRS-Eau et le département de géographie de l'UQAM étudient la cartographie des régions enneigées, comme l'Arctique. L'Université de Sherbrooke élabore des moyens d'extraire les informations pertinentes des données satellites, plus particulièrement sur les forêts tropicales.

Avec sa dizaine de professeurs spécialisés, cette université est d'ailleurs un des plus importants centres de formation et de recherche en télédétection en Amérique du Nord. Des projets de synergie entreprise-université commencent à s'organiser, mais il reste encore du travail à effectuer pour convaincre les entreprises d'amorcer le virage de l'image radar.

Pour l'instant, d'autres sociétés nationales ou internationales ont commencé à occuper ce marché. On pense par exemple à INTERA, une société privée canadienne qui possède son propre radar micro-onde à bord d'un avion. La bande de fréquence de ce radar est différente de celle de RADARSAT, mais l'entreprise a acquis un savoir-faire unique dans l'interprétation de ce type de données. Par ailleurs, le lancement récent du satellite européen ERS apportera lui aussi de nouvelles sources de données, qui influenceront le marché de RADARSAT.

D'autres retombées indirectes de RADARSAT touchent tout le domaine du génie informatique, notamment la simulation par ordinateur avant construction et les différentes liaisons satellites. Ces développements en informatique impliquent d'importantes équipes de chercheurs, sur de longues périodes de temps. L'ensemble du projet Radarsat permettra aux entreprises canadiennes de se maintenir en première ligne, dans le domaine de la télédétection, jusqu'au cours des premières années du troisième millénaire.



# INFORMATIQUE, OPTIQUE ET RÉSEAUX INTELLIGENTS



Sygnus / Publiphoto

**L**e secteur stratégique de l'information comprend à la fois les télécommunications (plus de 12 000 emplois, répartis dans une cinquantaine d'entreprises), l'industrie des composants électroniques (5 000 emplois, une quarantaine d'entreprises), les équipements informatiques (plus de 3 500 emplois, une trentaine d'entreprises), les logiciels et les services informatiques (de 15 000 à 18 000 emplois, dans plus de 2 000 entreprises).

À cause de la force du secteur des télécommunications (Bell, Northern Telecom, Canadian Marconi, Téléglobe, SR-Telecom, etc.), mais aussi de la présence de quelques grands fabricants (IBM, Matrox, Circo Kraft, Philips, entre autres) et d'entreprises majeures dans les services informatiques (les groupes DMR, CGI, IST et LGS, notamment), ce secteur est très certainement, avec l'aéronautique et les produits pharmaceutiques, une des grappes technologiques les plus performantes au Québec. Les entreprises de ce groupe ont, par le passé, largement profité des politiques d'appui gouvernementales, ce qui a assuré notamment l'essor des télécommunications et des services informatiques.

À l'exception de Northern Telecom, l'industrie québécoise est toutefois peu présente dans les produits destinés au grand public ou dans la bureautique de base, malgré le fait que c'est à Montréal que sont nés, dans les années 70, les deux premiers leaders de ce secteur (AES Data et Micom, détrônés par l'arrivée des micro-ordinateurs, puis absorbés par des multinationales). Depuis, les succès québécois se concentrent sur des produits spécialisés, à haute valeur ajoutée : des cartes vidéographiques spécialisées, des simulateurs de vol et autres produits électroniques destinés à

l'aéronautique, un logiciel de gestion des flottes de transport en commun, vendu partout dans le monde, etc.

Identifiée depuis plus de dix ans comme un secteur de développement prioritaire, l'industrie informatique a bénéficié de nombreuses actions gouvernementales de soutien à la recherche. Mentionnons entre autres la création par Ottawa du Centre canadien de recherche sur l'informatisation du travail, la formation du Centre de recherche informatique de Montréal, regroupant McGill, l'Université de Montréal et l'UQAM, du Centre de recherche en calcul appliqué, lancé tout récemment (Université de Montréal, McGill et Concordia) pour développer les outils de simulation numérique de haute performance, sans oublier l'INRS-Télécommunications, étroitement associé à Recherches Bell-Northern (RBN), et l'Institut national d'Optique à Québec, qui travaille notamment sur l'opto-électronique.

Énumérer tous les projets prometteurs dans ce secteur deviendrait fastidieux. Nous en avons arbitrairement choisi un certain nombre, provenant d'horizons divers.

Du côté des télécommunications d'abord, nous vous présentons le nouveau système de commutation optique sur lequel compte Northern Telecom pour devenir avant dix ans le leader mondial du secteur, ainsi que le système de téléphonie point-multipoint de SR-Télécom.

Puis, sous un angle plus « logiciel », une application spectaculaire du « réseau intelligent » sur lequel travaillent les ingénieurs de RBN : le numéro de téléphone personnalisé.

Ensuite, divers projets de recherches interreliés sur le traitement de la parole par les ordinateurs et le terminal Médialog, une application des réseaux informatiques au domaine de la culture.



# NORTHERN TELECOM : BIENTÔT LES PREMIERS AU MONDE ?

Par René Vézina

**N**orthern Telecom compte plus de 5 000 employés au Québec, avec un investissement de 90 millions de dollars en recherche et développement en 1990. Son usine de Saint-Laurent, honorée cette année du titre de « Centre d'excellence mondial », exporte déjà 90 % de sa production à l'extérieur du Québec. Mais il s'y prépare une révolution cruciale : l'optonumérique universel. L'objectif de l'entreprise : « En l'an 2000, nous serons les premiers au monde. » Rien de moins !

« Beaucoup d'employés ici ont trente ans de service », répond Chahram Bolouri quand on lui demande si c'est une culture d'entreprise toute neuve qui explique la progression continue de Northern Telecom sur le marché mondial des télécommunications. M. Bolouri est directeur du secteur de l'optoélectronique à l'usine de Ville Saint-Laurent, un impressionnant bâtiment qui abrite près de 2 200 travailleurs spécialisés. Avec l'annexe construite en 1991, l'usine dépasse les 50 000 mètres carrés.

Pour Chahram Bolouri, le succès futur de Northern Telecom passe par l'optonumérique universel et les équipements de transmission qui en découlent. L'optonumérique, c'est le codage numérique de signaux acheminés par fibre optique. Ce codage devient « universel » lorsqu'il obéit aux standards internationaux, la norme SONET notamment, et respecte les bandes réservées pour ces transmissions. « Nous détenons actuellement un avantage indiscutable quant à la capacité de transmission avec l'OC 48 », déclare M. Bolouri.

## LE STANDARD LE PLUS PUISSANT AU MONDE

OC 48 ? Ce nom sibyllin désigne un système de transmission par fibres optiques enchâssé dans des commutateurs automatisés, capables de traiter 32 000 conversations téléphoniques par paires de fibres, une fibre pour l'aller, l'autre

pour le retour. Dimension de l'appareil : trois mètres de hauteur sur un mètre de largeur. On est loin des anciens standards téléphoniques qui logeaient dans des édifices complets ! À poids égal, l'OC 48 est de loin le plus puissant système de commutation au monde.

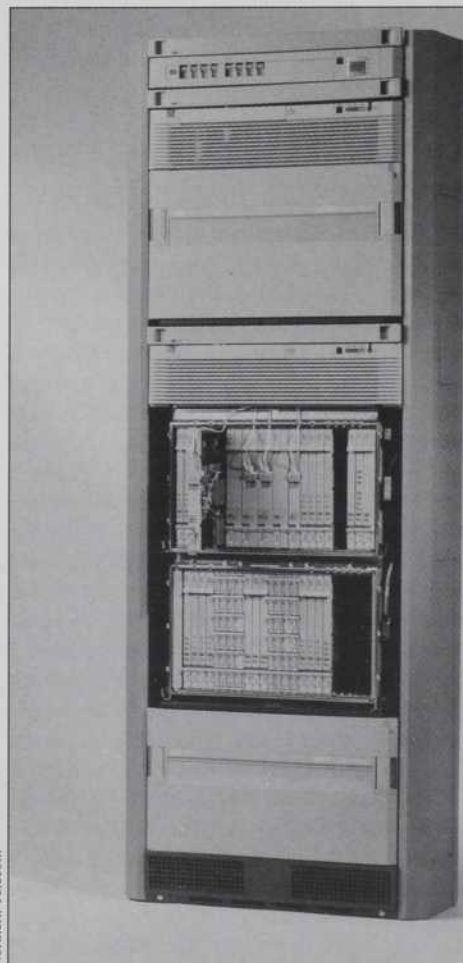
En fait, l'avènement de l'optonumérique multiplie par mille les capacités actuelles de transmission, tout en jouant sur une plus grande largeur de bande. « Nous atteignons le débit incroyable de 2 gigabits/s, ou 2 milliards 400 millions de signaux numériques par seconde, ce qui nous confère actuellement le leadership en la matière », affirme Chahram Bolouri.

On connaît depuis plusieurs années l'immense potentiel des fibres optiques dans la transmission des données. Mais c'est le travail de la division BNR (Recherches Bell-Northern), à Ottawa, qui a permis de multiplier la capacité porteuse de ce cheveu de verre en « amont » de la transmission.

À l'arrivée au terminal, la charge de chaque ligne est beaucoup plus limitée. C'est en améliorant les techniques de multiplex (superposition de plusieurs messages sur une même fréquence porteuse) que les scientifiques de BNR ont réussi à comprimer 32 000 conversations sur une fibre optique. Cette percée a ensuite servi aux ingénieurs de l'usine de Saint-Laurent, pour la mise au point de l'OC 48, le dernier venu dans la famille des systèmes TransportNode, ou systèmes de transmission respectant la norme internationale SONET.

Northern Telecom évolue déjà dans une ligue très sélecte, qui regroupe les géants internationaux des télécommunications, où elle se retrouve au quatrième rang, après les compagnies française Alcatel, allemande Siemens et américaine ATT. Avec ces nouveaux produits dans l'optonumérique universel, elle espère prendre la tête d'ici l'an 2000. « C'est un marché gigantesque, dit Chahram Bolouri. Notre seule division pense atteindre le milliard de dollars de chiffre d'affaires en 1997. »

« Et ce n'est pas fini, enchaîne M. Bolouri. La grande famille de l'optonumérique s'agrandit sans cesse, avec des produits comme le Vidéo-codec, qu'on utilise déjà à des fins pédagogiques dans le nord de l'Ontario. La transmission d'images par fibres optiques va connaître une forte expansion. En fait, c'est bientôt toutes les communications qui vont être



Northern Telecom

*Le succès futur de Northern Telecom passe par l'optonumérique universel et les équipements de transmission, tel l'élément de réseau OC 48, le plus puissant système de commutation au monde.*



codées numériquement, pour avoir accès au support de la lumière. Et nous voulons plus que notre part, nous voulons être les meilleurs ! »

### LA CONCURRENCE ENTRE PETITS ET GRANDS

Si le secteur des télécommunications a été désigné comme un domaine d'excellence de la haute technologie, au Québec, c'est qu'il peut également compter sur d'autres firmes, qui se distinguent en ciblant des marchés précis. C'est le cas de SR Telecom, reconnu comme un chef de file en distribution téléphonique point-multipoint, un système particulièrement utile en zone rurale ou moins densément peuplée.

SR Telecom offre ainsi un véritable réseau « clés en main ». Une station centrale, reliée au central téléphonique, rejoint des stations secondaires en envoyant des signaux dans des bandes à haute fréquence comprises entre 1,4 et 2,7 gigahertz. La portée de la station centrale atteint 40 kilomètres par l'intermédiaire de répéteurs. Les liaisons radio-électriques point-multipoint permettent donc d'éliminer les problèmes de raccordement en zone accidentée, désertique ou simplement isolée, et les impulsions sont décodées à destination. Les abonnés sont ensuite reliés à cette station de façon conventionnelle, tout en ayant accès à des services modernes de téléphone et de transmission des données.

La stratégie de SR Telecom semble porter fruit, puisque ses produits se retrouvent aujourd'hui dans plus de 60 pays, au Botswana et au Pérou, mais aussi en Corée du Sud, en Suède et dans d'autres pays développés. Des firmes privées d'exploitation de ressources, pétrolières ou autres, y trouvent également leur compte, pour améliorer les communications entre leurs différentes unités.

En fait, la présence de petites entreprises performantes comme SR Telecom, à un jet de pierre d'un géant comme Northern Telecom, illustre tout à fait la notion de « grappe technologique » qui fonde la nouvelle politique industrielle du Québec. Loin de se nuire, les entreprises qui se font concurrence dans un même champ d'activité assurent le développement accéléré d'un secteur.

C'est la condition nécessaire pour se hisser au rang de leader mondial, affirme l'économiste américain Michael Porter.



**PHYSIQUE, ARCHÉOLOGIE, BIOLOGIE, CHIMIE, MATHÉMATIQUES, SCIENCES DE LA TERRE, INFORMATIQUE, ETC.**



**CHAQUE MOIS, LA RECHERCHE**

**SUIT, POUR VOUS, L'ACTUALITÉ INTERNATIONALE DE TOUTES LES DISCIPLINES SCIENTIFIQUES**



**LA RECHERCHE COUVRE TOUS LES CHAMPS DE LA SCIENCE MODERNE**

**11 NUMÉROS PAR AN DONT UN NUMÉRO SPÉCIAL**

**OFFRE PRIVILÉGIÉE D'ABONNEMENT**

Oui, je souscris un abonnement d'un an (11 numéros dont un numéro spécial) à LA RECHERCHE au tarif de 49,00 \$ (+ 7% TPS = 52,43 \$) seulement, au lieu de 83,26 \$ (prix de vente au numéro avec taxes).

Nom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Ville \_\_\_\_\_ Province \_\_\_\_\_ Code postal \_\_\_\_\_

Bon à retourner accompagné de votre règlement à Dimedia, 539, bd Lebeau, Ville Saint-Laurent, P.Q. H4N 1S2.

\*Offre réservée aux particuliers, à l'exception de toute collectivité.



# UN NUMÉRO DE TÉLÉPHONE QUI VOUS SUIVRA PARTOUT

Par Marie-Claude DUCAS

« Dites-moi à quel numéro je peux vous joindre. » De nos jours, la réponse est rarement simple. Beaucoup doivent décliner une véritable liste de numéros : à la maison, au bureau, celui du cellulaire, celui du télécopieur... Et après un déménagement, il faut tout renouveler. En faisant attention de ne pas donner, par erreur, les anciens numéros. « Les gens sont de plus en plus mobiles, affirme Marc Leroux, directeur, développement du service des réseaux, à Recherches Bell-Northern, à l'Île des Sœurs. Pour combler leurs besoins, on a empilé les technologies. Mais ça devient incroyablement compliqué. »

Avec le temps, une solution est apparue aux membres de son équipe : pourquoi chacun n'aurait-il pas *son* numéro de téléphone, qui le suivrait partout et n'appartiendrait à personne d'autre ? D'ici quelques années, le numéro de téléphone pourrait bien devenir aussi personnel que le numéro d'assurance sociale.

« Pour l'instant, un numéro ne donne pas accès à autre chose qu'à un poste, explique Marc Leroux. Même avec le téléphone cellulaire, on est prisonnier de la géographie. Pour rejoindre quelqu'un,

on doit littéralement aller à la chasse. Il faut déterminer où la personne a des chances de se trouver, réfléchir, faire des déductions. À l'avenir, c'est le réseau qui pensera à notre place. »

Le « réseau intelligent », comme on l'appelle, est au départ un concept, une « architecture », plutôt qu'une technologie. « L'innovation ne repose pas vraiment sur un développement technologique spectaculaire, constate Marc Leroux. Ce qui est révolutionnaire, c'est une nouvelle logique, une façon totalement différente d'envisager les réseaux de communications. »

Du côté technique, tout repose simplement sur l'ajout et le perfectionnement de bases de données. Plus puissantes, plus rapides, elles seront capables de répondre immédiatement aux instructions données, au téléphone, par les abonnés. M. Leroux, lui-même physicien, dirige une équipe composée d'informaticiens, de mathématiciens et de quelques ingénieurs, tous spécialistes des réseaux. Au départ, ceux-ci cherchaient simplement un système permettant de rebrancher instantanément un abonné après un déménagement.

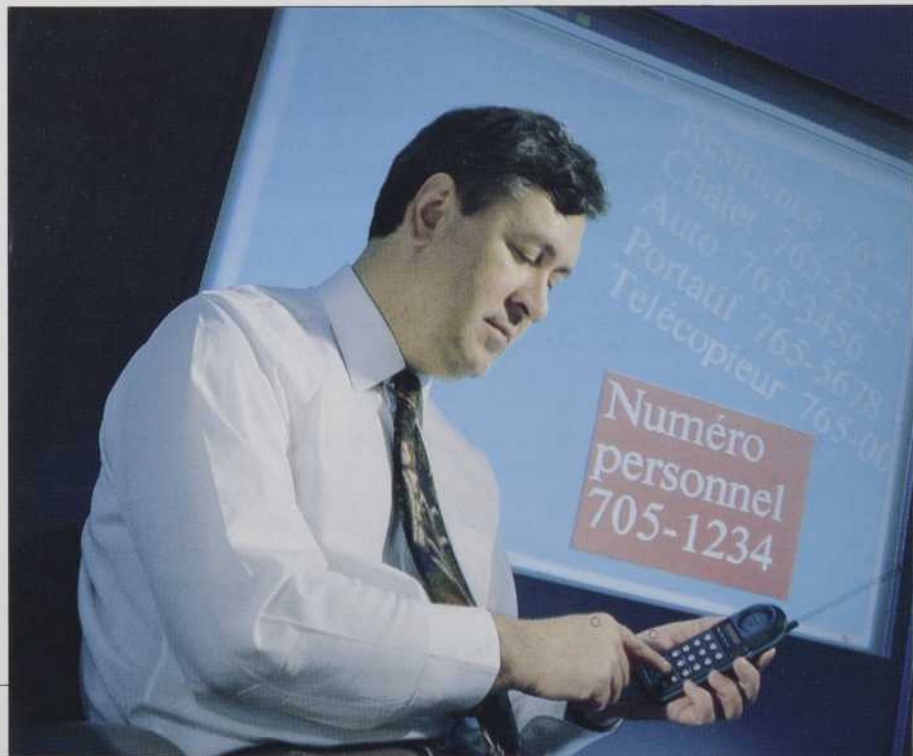
« Nous avons vite réalisé qu'en allant un peu plus loin, nous pourrions combler d'autres besoins, encore plus criants, raconte Marc Leroux. Pendant la période où nous menions ces recherches, la demande pour les téléphones cellulaires et pour des services comme les « boîtes vocales » a littéralement explosé. »

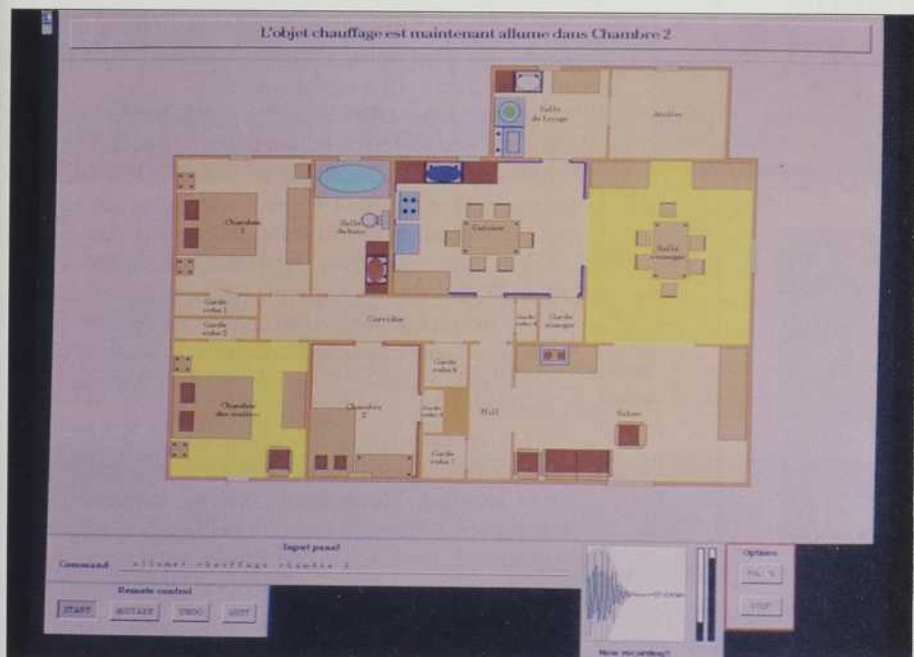
Le jour où vous aurez votre numéro personnel, quiconque composera ce numéro pourra vous joindre, par exemple jusque chez le dentiste où vous devez passer une heure. Vous n'aurez, en arrivant, qu'à décrocher le téléphone et à composer un code. La base de données « comprendra » où vous êtes et y acheminera les appels dès que quelqu'un composera *votre* numéro. « Vous pourrez véritablement prendre possession de n'importe quel téléphone, dit M. Leroux. Et plusieurs personnes pourront en même temps faire la même chose, pour le même appareil. »

Une fois sorti de chez le dentiste, vous pourrez décrocher votre téléphone cellulaire et refaire votre code, pour faire suivre vos appels dans votre voiture. Esclavage ? Par forcément : vous pourrez toujours, à n'importe quel moment, acheminer vos appels vers un « casier vocal », qui prendra vos messages. « Les réseaux intelligents feront le trait d'union entre les différentes technologies, qu'il s'agisse du téléphone cellulaire, du télécopieur ou de la transmission de données, explique M. Leroux. Au rythme où vont les développements, ça devenait primordial. Les compagnies doivent pouvoir implanter de nouvelles technologies sans risquer de se retrouver coincées. »

Pour l'instant, la balle est dans le camp des compagnies de téléphone. Ici, le numéro personnel pourrait devenir assez vite une réalité : Bell Canada fait déjà des essais, entre autres dans la région de Hull. « C'est un service qui, pour nous, est encore à l'état embryonnaire, dit Sylvie Bastien, porte-parole de la compagnie. Il nous faut vérifier divers scénarios de fonctionnement et arriver à des ententes pour adopter les mêmes normes partout. Bell n'a pas fixé d'échéances pour l'instant. Mais, au rythme où vont les choses, on peut sans doute envisager des développements d'ici un an ou deux. »

Il vous reste donc un peu de temps pour renouveler votre répertoire d'excuses. Pensez qu'on ne vous demandera plus « Où étais-tu, le week-end dernier ? On ne pouvait pas te rejoindre », mais plutôt : « Pourquoi ne prenais-tu pas tes appels ? »





CRIM

# PARLER À SON ORDINATEUR

Par Étienne DENIS

*Les ordinateurs commencent déjà à comprendre la parole humaine. Même si de nombreux problèmes restent à surmonter, c'est toute notre relation avec les machines, qui sera modifiée. Des centres de recherches québécois s'attaquent à ce marché mondial.*

Cet article a été écrit en enfonçant les touches d'un clavier. Mais cette méthode sera bientôt archaïque : dans environ une décennie, nous pourrions commencer à dicter nos textes à notre ordinateur. La technologie existe, elle a simplement besoin d'être raffinée. Certains logiciels de recherche permettent déjà à nos petits ordinateurs personnels de reconnaître la prononciation de plusieurs dizaines de mots-clés.

La démonstration du fonctionnement de ces logiciels étonne. Le chercheur Yves Normandin, du CRIM (Centre de recherche informatique de Montréal), interpelle simplement son ordinateur à l'aide d'un microphone : « Allumer lumière dans salon. » La machine comprend les trois mots-clés de la phrase, puis exécute une simulation de l'ordre.

À l'aide d'une telle technologie, les « copy », « del », « format » et autres commandes informatiques responsables de plusieurs phobies pourraient facilement

être remplacés par des phrases dictées : « Copier tous les fichiers de la disquette "a" sur la disquette "b". » Le fabricant d'ordinateurs Apple a déjà présenté son premier prototype, où des commandes verbales remplacent la souris !

Selon Yves Normandin, cette application de la reconnaissance de la parole commencera à se généraliser dans environ trois ans. Mais le CRIM, explique le vice-président Renato De Mori, vise surtout d'autres marchés, principalement les réseaux téléphoniques et tous les appareils électroniques interagissant avec les gens — les simulateurs de vol, par exemple.

## ADAPTER LA MACHINE À LA VOIX

Pourtant, malgré son apparence futuriste, le système de reconnaissance de la parole qu'utilise Yves Normandin pour ses démonstrations est une technologie déjà dépassée. Les nouveaux logiciels sont de

plus en plus polyvalents, et les chercheurs s'acharment à les adapter à notre façon de parler. C'est d'ailleurs leur principal défi. Aujourd'hui encore, l'utilisateur doit se plier à une syntaxe beaucoup plus proche de la logique informatique que de la spontanéité humaine. Car il y a un monde entre le langage synthétique (« Allumer lumière dans salon ») et la langue naturelle (« Ouv're la lumière' dans l'salon »).

La prononciation pose ici un sérieux problème. Selon Matthew Lennig, des laboratoires Recherches Bell-Northern, même des accents aussi semblables que ceux de Montréal et de Québec s'avèrent très différents du point de vue d'un ordinateur. Et nos variations anatomiques, au niveau de la bouche, de la gorge ou des cordes vocales, multiplient les façons de prononcer un même mot. Conséquemment, plusieurs logiciels obligent chaque nouvel utilisateur à entraîner l'ordinateur, en lui répétant pendant quelques minutes une liste de mots-clés. Ces logiciels deviennent ainsi « dépendants du locuteur ».

Mais pour desservir un grand public, dans un service d'information téléphonique par exemple, un système devra être indépendant du locuteur, reconnaissant la prononciation des différentes personnes. De tels logiciels existent, mais leur vocabulaire se limite à quelques mots.

Depuis janvier 1991, par exemple, c'est un ordinateur qui vous téléphone pour vous demander si vous acceptez un appel à frais virés ou un interurbain d'une personne qui veut faire facturer son appel à votre numéro. Si vous répondez « oui » ou « non », voire « yes » ou « no », l'ordinateur a 19 chances sur 20 de reconnaître votre réponse. Il établira alors la communication sans jamais avoir recours à un humain. Bien sûr, si d'autres mots sont utilisés pour répondre (« Maman, c'est pour toi ! »), un téléphoniste devra prendre la relève. Mis au point dans les laboratoires de Recherches Bell-Northern, à Montréal, ce système de reconnaissance de la parole a été implanté un peu partout au Canada et aux États-Unis. S'adaptant à n'importe quelle langue, il a un marché potentiel mondial.

Idéalement, l'ordinateur devrait reconnaître les différentes formes que peut prendre une même réponse. Le vocabulaire du logiciel de démonstration d'Yves Normandin étant limité à quelques dizaines de mots, l'ordinateur identifiera « allumer » la lumière, mais ne comprendra



Réseaux de centres d'excellence

## Ensemble pour innover



Les 15 Réseaux de centres d'excellence relient d'excellents chercheurs de partout au pays qui effectuent des travaux de recherche concertée et orientée dans des domaines d'importance économique stratégique pour le Canada. Chaque réseau fournit aux jeunes chercheurs canadiens un milieu de formation stimulant, et crée des partenariats avec l'industrie en vue d'accélérer le transfert de connaissances et de technologie au secteur privé.

Cet effort national de R et D vise à accroître la compétitivité du Canada sur le marché mondial.

### Renseignements :

Programme de réseaux de centres d'excellence

200, rue Kent

Ottawa, Canada K1A 1H5

Téléphone : (613) 995-6010

Télécopieur : (613) 992-7356

**Canada**



rien à « ouvrir » la lumière, un mot qui n'est pas dans son répertoire. L'utilisateur doit donc s'en tenir à une liste de mots qu'il aura d'abord mémorisée.

Ce problème est en voie d'être réglé. Depuis peu, une nouvelle génération de logiciels dépendants du locuteur maîtrisent plusieurs milliers de mots. Ils reconnaissent par exemple 95 % de l'énorme vocabulaire d'un journal... à condition que le lecteur fasse une pause après chaque mot, explique Douglas O'Shaughnessy, de l'INRS-Télécommunications (Institut national de la recherche scientifique). Avec une lecture continue, beaucoup plus complexe pour l'ordinateur, mais plus proche de la langue naturelle, la performance du système tombe à environ 50 %.

La recherche progresse cependant à pas de géant : alors que l'an dernier cette performance atteignait à peine 10 %, Douglas O'Shaughnessy prévoit qu'elle dépassera le cap des 90 % dans deux ans. Lorsque cette technologie atteindra un seuil de commercialisation, elle sera disponible sous licence pour toute entreprise intéressée. Mais Northern Telecom, un partenaire de l'INRS-Télécommunications, est ici placé en position privilégiée.

### COMPRENDRE MALGRÉ LE BRUIT

Malheureusement, la performance de ces logiciels est affectée par le son ambiant. Non seulement doivent-ils être indépendants du locuteur, mais aussi du microphone utilisé et de l'acoustique de la pièce où le système sera placé. « C'est l'un des obstacles qui empêchent la reconnaissance de la parole d'être appliquée à un grand nombre de tâches », précise M. Normandin. Le CRIM s'attaque à ce problème et le règle progressivement. Les solutions trouvées seront mises à la disposition des entreprises membres du consortium.

La reconnaissance de la parole serait fort utile pour les travailleurs qui doivent contrôler une machine, mais dont les deux mains sont occupées. Mais tant que les ordinateurs ne distingueront pas aisément la voix humaine parmi une multitude de bruits, les pilotes de chasse ou les opérateurs de machinerie industrielle devront se passer de la reconnaissance de la parole.

Éventuellement, l'amélioration de cette technologie débouchera sur une multitude d'applications. « Il y a 600 millions de téléphones dans le monde », fait remarquer Matthew Lennig. Grâce à la reconnaissance de la parole, leurs propriétaires pourront interroger verbalement plusieurs bases de données et autres réseaux d'information. En téléphonant à l'ordinateur de Statistique Canada, on pourrait ainsi demander directement le taux d'inflation pour Vancouver en 1971 !

La reconnaissance de la parole modifiera également le fonctionnement de quelques appareils domestiques. Aura-t-on un jour le plaisir de zapper sans télécommande, en donnant un ordre verbal au téléviseur ? Certains ordinateurs portatifs pourraient même être débarrassés de leur clavier... Et l'on imagine aisément les chaînes de *fast food* installer de vraies machines, à la place de leurs caissières au sourire robotisé !

# MÉDIALOG : L'INFORMATION CULTURELLE ACCESSIBLE PARTOUT

Par Alain FORTIER

*On nous annonce depuis dix ans que l'informatique va créer un véritable réseau culturel planétaire. Mais les technologies de démocratisation de la culture se font encore attendre. Médialog veut ouvrir le champ.*



CCRIT

**V**ous êtes étudiant et devez faire une recherche historique sur le film québécois. Un sujet fascinant, sauf si vous habitez Trois-Pistoles et que le centre de référence le plus près se trouve à au moins cinq heures de route. Eurêka ! Un nouveau concept multimédia, appelé Médialog, pourrait vous permettre, d'ici quelques années, d'avoir accès à une banque de documents visuels, sonores et textuels, dans le confort de votre bibliothèque scolaire ou municipale.

Cet appareil multimédia pourra, par exemple, vous faire voir des séquences choisies du film *Jésus de Montréal*, vous montrer la partie correspondante du scénario, vous donner une bio-filmographie des comédiens et du réalisateur, de même que des entrevues audio et articles de journaux parus à son sujet, ou vous expliquer certains trucages du film. Et vous pourrez même rapporter ces éléments de recherche à la maison, si vous le désirez.

Le Centre canadien de recherche sur l'informatisation du travail (CCRIT) a mis au point ce nouveau concept d'accès et de traitement de l'information multimédia, destiné aux utilisateurs éloignés des grands centres urbains. Conçu en 1989, Médialog regroupe diverses technologies qui, au sein d'un même poste de travail, permettront d'accéder à des données numérisées de diverses sources.

Grâce à son Programme national d'échange de personnel spécialisé, le CCRIT s'est adjoint la collaboration de spécialistes du Musée des Beaux Arts de Montréal, ainsi que de ceux de la Cinémathèque québécoise, qui ont élaboré les contenus de Médialog. On/Q Corporation, une entreprise montréalaise spécialisée dans le vidéodisque interactif, a réalisé l'indexation numérisée des contenus.

Au cours des deux premières années du projet, on a donc procédé au choix des œuvres à inclure dans la banque de don-

nées pilote. Des œuvres de peintres canadiens, tel James-Wilson Morrice, mais aussi celles de cinéastes comme Denys Arcand (dont sa plus récente création cinématographique) figurent au catalogue de cette version expérimentale de Médialog.

## UN PC TOUT GARNI

Au plan technique, Médialog consiste en un ordinateur personnel de type 386, fonctionnant à 33 mégahertz et muni d'une carte DVI (pour *Digital Video Interactive*), d'un disque rigide de 300 à 600 mégaoctets, de deux écrans couleurs VGA, ainsi que d'un lecteur CD-ROM (un disque compact sur lequel on a numérisé du texte, du son et des images). La carte DVI permet de décompresser en temps réel les fichiers numériques contenant les images vidéo, les photographies et les bandes sonores pour les afficher à l'écran. Grâce au système d'exploitation *Windows*, qui propose des icônes en guise de clés d'accès, un utilisateur novice pourra converser avec Médialog facilement.

De plus, la station Médialog sera équipée de moyens de reproduction dernier cri : une imprimante à laser (texte), une imprimante couleur (photo), un magnétoscope (vidéo) et un magnétophone-cassette (audio). Une carte de débit, munie d'une « puce » électronique, introduite pour identification en début de recherche, permettra la déduction automatique des frais de reproduction d'un document et des droits d'auteur correspondants, si l'utilisateur en désire une copie.

La perception des droits d'auteur à la source constitue un des aspects novateurs du projet Médialog. Un comité de membres des sociétés de gestion et d'associations professionnelles de créateurs est en cours de formation et sera chargé de préciser le mode de fonctionnement de ce service.

## CRÉER DES LIENS À DISTANCE

Un autre aspect inusité de Médialog réside dans la possibilité de partager ses intérêts de recherche avec d'autres utilisateurs du service, grâce à la fonction « fantôme ». En choisissant l'icône approprié (un spectre !), on peut laisser « errer » un message concernant son sujet de recherche. Le message pourra alors être lu par tous les utilisateurs du réseau intéressés par le



même domaine que vous. À l'inverse, vous pourrez consulter les messages laissés par d'autres utilisateurs. Ce bouche-à-oreille moderne permettra de créer des réseaux de collaborateurs, entre personnes qui, autrement, ne se seraient jamais rencontrées. Elle ajoutera une dimension humaine à cette nouvelle technologie de l'information.

Véritable « collection de collections », Médialog remplira donc trois besoins : la recherche d'information, la reproduction préautorisée de documents et la communication en réseau. De plus, ce dernier aspect permettra éventuellement de donner un contenu régional à Médialog.

Grâce à la technologie CD-ROM, on pourra aussi facilement mettre à jour la banque de données de Médialog, par un simple envoi postal aux abonnés du service. Un seul CD-ROM permet de stocker 650 000 pages de texte ou, pour les besoins de Médialog, 20 minutes de séquences de film, 5 000 reproductions photographiques, 6 heures d'extraits sonores et 15 000 pages de texte.

### SÉDUIRE LE MONDE DES AFFAIRES

La station prototype de Médialog, un des fleurons du Groupe des systèmes multimédias, a été conçue à l'origine en fonction de la diffusion d'une banque de données sur les arts et la culture en région éloignée. Les exigences de la commercialisation de ce produit nécessitent à ce stade l'engagement financier de sociétés privées du monde de l'information électronique. Médialog devra donc faire ses preuves à la dure école de l'entreprise privée, avant d'être implanté dans les institutions publiques.

La deuxième phase du projet, qui s'échelonne jusqu'en 1993, concerne d'ailleurs la mise sur pied d'un consortium de recherche et de développement. Des partenaires-usagers et des partenaires-associés seront invités à se joindre au CCRIT, dans le but d'évaluer les possibilités d'implantation de Médialog. En guise de première application, le CCRIT prévoit de tester Médialog à la grandeur du Canada, en installant un certain nombre de stations dans des bibliothèques spécialisées (Radio-Canada, Hydro-Québec, etc.), afin d'évaluer sa performance en réseau.

Le transfert technologique – la troisième étape du projet – est directement lié à

la commercialisation de l'invention. Les grandes maisons d'édition, celles qui se spécialisent dans l'édition électronique, ainsi que certains fabricants de matériel informatique, sont les acteurs pressentis à ce stade. Si les différents partenaires s'impliquent financièrement pour 66 % des frais du projet (estimés à 1,5 million de dollars en ce moment), Médialog aura peut-être une chance de faire sa marque au sein d'une industrie appelée à prendre un essor important au cours des années à venir.

### LA COMMERCIALISATION : UN COUP DE DÉS

Raymond Descout et Pierre Billon, concepteurs de Médialog, souhaitent favoriser le développement de l'industrie de l'information multimédia au Canada. Mais le développement des nouvelles technologies s'est jusqu'ici révélé une aventure périlleuse. Déjà, au début des années 80, Communications Canada (ministère dont le CCRIT fait partie) tentait de faire décoller l'industrie canadienne grâce à Télidon, système avant-gardiste dont la commercialisation se heurta aux problèmes de financement des compagnies canadiennes.

Plus récemment, Bell Canada essayait aussi un revers avec Alex, un concept télématique convivial qui a raté sa cible – le milieu des affaires – faute de services adéquats. En fait, ce produit n'a même jamais

atteint le seuil minimal de 5 % de pénétration du marché – alors que le grand frère français, avec son Minitel, faisait 17 %.

Le lancement de Médialog, prévu pour 1994-1995, sera donc crucial. En impliquant l'ensemble de l'industrie concernée (les pourvoyeurs et les demandeurs de services) et en présentant un prototype au contenu attrayant, les responsables du CCRIT se donnent les moyens de voir venir et de contourner les écueils qui menacent la diffusion de ce type d'innovation.

Le Groupe des systèmes multimédia, une équipe multidisciplinaire composée d'une vingtaine de chercheurs, partage ses énergies entre la recherche appliquée – par la mise sur pied de projets pilotes tel Médialog – et la recherche exploratoire. Dans cette dernière catégorie, les chercheurs sont à mettre au point le système Télétravail, un dispositif interactif qui permettra aux employés d'une même compagnie de travailler à distance, dans des bureaux satellites (donc plus près de leur lieu de résidence), tout en gardant, par différents moyens technologiques, un contact quotidien avec leurs collègues et supérieurs. L'équipe travaille aussi à plusieurs autres projets interactifs, dont Hyperborne, un kiosque qui dispensera de multiples services dans des lieux publics, de même qu'à un procédé de sous-titrage télévisuel en temps réel, pour malentendants, et à la reconnaissance de la voix par téléphonie et à l'accès des logiciels iconiques pour les aveugles.

## PRÉCIS DE TÉLÉDÉTECTION • Tome I

par Ferdinand Bonn et Guy Rochon

1992, 608 pages

45 \$

Ajoutez la TPS (7%)

**Une initiation aux applications  
de la télédétection  
et aux outils d'observation  
de la terre.**

#### EN VENTE CHEZ VOTRE LIBRAIRE

ou chez l'éditeur au (418) 657-3551, poste 2860. Télécopieur: (418) 657-2096.

Presses de l'Université du Québec, C. P. 250, Sillery, (Québec) G1T 2R1

Nom \_\_\_\_\_

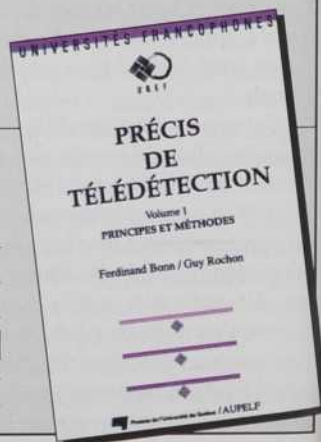
Adresse \_\_\_\_\_

Code postal \_\_\_\_\_

Chèque  Mandat postal  Visa  MasterCard  Quantité

Date d'exp. \_\_\_\_\_ Numéro \_\_\_\_\_

Signature \_\_\_\_\_





## ÉCHEC AU CANCER UN TRAITEMENT MADE IN QUÉBEC

Par Claire GAGNON



Laboratoire de recherche en endocrinologie moléculaire - CHUL

Une vraie *success story* de la recherche biomédicale. Le Dr Fernand Labrie et son équipe du Laboratoire de recherche en endocrinologie moléculaire, au Centre hospitalier de l'Université Laval (CHUL), se présentent comme les champions de la lutte contre le cancer de la prostate. Le traitement qu'ils ont mis au point est utilisé dans plus de 30 pays. Et ce laboratoire de Québec est aussi dans le peloton de tête des centres de recherches biomédicales, en Amérique du Nord, face aux cancers du sein et de l'utérus. La stratégie du Dr Labrie ? Développer de nouvelles technologies thérapeutiques, entièrement *made in Québec*. Une première dans l'industrie pharmaceutique canadienne.

La formule est novatrice : faire en sorte que les découvertes réalisées par nos chercheurs débouchent sur une production commerciale québécoise. Le Dr Labrie est arrivé à ses fins par un échange de bons procédés. Les traitements que les scientifiques du CHUL sont à mettre au point se verront commercialisés à travers le monde par le géant pharmaceutique américain Shering-Plough. La multinationale, en contrepartie, s'est engagée à implanter une usine, dans le parc technologique du Québec métropolitain, pour produire les nouveaux médicaments.

Le Dr Labrie souligne l'originalité de l'approche : « Aucun médicament n'est vraiment synthétisé au Canada. L'industrie pharmaceutique importe les substances actives qui entrent dans la fabrication des médicaments, pour ensuite les transformer en pilules ou en ampoules. Cette fois-ci, les matières actives mises au point chez nous seront fabriquées ici. » Bref, au lieu de se contenter de faire de la « mise en bouteille », l'on cherche plutôt à cultiver son propre cépage.

Arriver à se tailler une place dans l'énorme marché mondial du médicament, évalué à 170 milliards de dollars par année, dont environ un milliard au Québec seulement, nécessite d'abord... des sous. Le Centre hospitalier a récemment reçu une manne de 101 millions de dollars de différents partenaires, publics et privés, dont la société Shering-Plough qui investit à elle seule 27 millions de dollars. Ces nouveaux fonds vont permettre de doubler la superficie du Centre de recherche et de poursuivre les travaux sur le cancer.

Les adversaires sont de taille. Ensemble, le cancer du sein et de la prostate comptent pour 28 % de tous les cancers. « Les chiffres sont terribles, admet le Dr Labrie. En 1992, 134 000 hommes, aux États-Unis, se verront diagnostiquer un cancer de la prostate, 13 000 au Canada, 3 300 au Québec. Chez les femmes, les statistiques sont encore plus inquiétantes : 181 000 victimes du cancer du sein aux États-Unis, contre 18 000 au Canada et 4 500 au Québec. »

### LE SUBTIL JEU DES HORMONES

C'est une découverte réalisée en 1977, qui met le chercheur sur la piste des cancers « hormono-dépendants » — une classe à part, qui représente le tiers de tous les cancers (sein, ovaires, prostate et utérus notamment). Leur point commun ? Les tumeurs cancéreuses se développent sous l'action des hormones, mâles ou femelles (les androgènes et les œstrogènes). Dans le cas du cancer de la prostate, le traitement traditionnel était pour le moins radical : la castration chirurgicale. Mais cette opération entraîne des conséquences psychologiques importantes et elle est



## Le plus grand centre de recherche biomédicale francophone au Québec

De la recherche fondamentale de pointe à la mise en application de nouveaux médicaments et moyens diagnostiques et thérapeutiques auprès de la population :

- Plus de 100 chercheurs
- Plus de 200 étudiants gradués
- Plus de 900 publications et communications annuellement

Un Centre où l'on se penche sur les grands problèmes de santé publique :

- Cancer (prostate, sein, etc.)
- Maladies congénitales et héréditaires
- Diabète
- Sida
- Santé communautaire
- Maladies musculaires
- Problèmes d'infertilité
- Maladies auto-immunes
- Résistance aux antibiotiques
- Ophtalmologie
- Maladies lipidiques
- Problèmes de santé mentale

Un milieu de recherche dynamique et organisé où l'on mise à la fois sur le savoir faire et l'expertise de ses scientifiques et des équipements à la fine pointe de la technologie.

Le Centre de Recherche du CHUL

## L'avenir de la recherche biomédicale au Québec



irréversible. L'autre solution, de fortes doses d'hormones femelles, qui empêchent la synthèse des androgènes par les testicules, n'est guère plus intéressante. Ce traitement est à l'origine de complications cardiaques pouvant être mortelles. Et puis, dans un cas comme dans l'autre, le cancer a tendance à récidiver.

Un peu par hasard, le Dr Labrie a trouvé une façon beaucoup plus efficace de couper le cancer de la prostate de ses sources de ravitaillement. L'histoire commence alors qu'il décortique les mécanismes d'action de la LHRH (Luteinizing Hormone Releasing Hormone), une hormone du cerveau qui régit la sécrétion des androgènes par les testicules. L'idée du chercheur est de traiter les cas d'infertilité en administrant un médicament analogue à la LHRH, en fait une molécule synthétique semblable à l'hormone naturelle, mais beaucoup plus puissante, ce qui en théorie devrait stimuler la production des hormones mâles. Mais c'est tout le contraire qui se produit. L'endocrinologue s'aperçoit que l'hormone synthétique, administrée de façon continue plutôt que cyclique, inhibe la sécrétion de l'hormone lutéinisante (la LH). Résultat : les testicules ne sont désormais plus stimulés pour produire les hormones mâles. Le Dr Labrie pense alors à appliquer cette découverte au traitement du cancer de la prostate. Victoire ! Cette castration chimique est réversible et sans effets secondaires.

Mais le jeu des hormones est subtil. « Nous avons constaté qu'une grande partie des hormones mâles, environ 40 %, provient non pas des testicules, mais des glandes surrénales », explique le Dr Labrie. La stratégie thérapeutique doit donc être repensée. C'est ainsi qu'au début des années 80, l'équipe du CHUL met au point un traitement combiné. D'un côté la castration chimique, de l'autre un antiandrogène oral, le flutamide, qui inhibe l'action des hormones produites par les glandes surrénales. L'astuce consiste à bloquer l'entrée des androgènes au niveau des récepteurs de la cellule cancéreuse – les récepteurs sont comme des « chiens de garde » moléculaires qui, postés aux parois des cellules, reconnaissent et laissent pénétrer les hormones.

Accueilli d'abord avec beaucoup de scepticisme, le traitement en tandem a rapidement fait ses preuves. Aujourd'hui commercialisé à travers le monde par les grandes sociétés pharmaceutiques,



il représente un marché annuel de 650 millions de dollars, dont 150 millions pour la seule Shering-Plough, titulaire du brevet du flutamide. On comprend le respect que la compagnie voue au Dr Labrie !

## LE CHOC DES IDÉES

Aujourd'hui, le laboratoire du Dr Fernand Labrie est une véritable PME, où s'activent plus de 200 personnes. Une PME de la créativité scientifique. Le choc des idées créé par les découvertes sur le cancer de la prostate a débouché sur des avenues de recherche passionnantes.

En effet, l'équipe du Dr Labrie vient de mettre au point une technique de dépistage de la maladie, grâce à une simple prise de sang. « L'ennui, c'est que le cancer de la prostate est très sournois. Il est difficilement détectable, car il est sans douleur. Dans 80 % des cas, il est découvert alors qu'il a déjà migré hors de la prostate et gagné les os. À ce stade très avancé, notre traitement hormonal n'offre pas de guérison, mais une prolongation de 15 mois de l'espérance de vie. » D'où l'importance du dépistage précoce, qui permet d'intervenir avant que la maladie ne devienne irréversible.

La retombée la plus intéressante des travaux réalisés par l'équipe québécoise pourrait bien profiter aux femmes. C'est qu'on essaie de répéter le même exploit thérapeutique, cette fois-ci pour le cancer du sein et de l'utérus. Le traitement fait appel au même raisonnement scientifique que pour le cancer de la prostate. « Tout comme chez l'homme, nous avons découvert que les glandes sexuelles féminines ne sont pas l'unique source de production des hormones. Au contraire, 75 % des œstrogènes provient des glandes surrénales. » C'est-à-dire que les surrénales sécrètent une substance qui, une fois convertie dans les cellules, se transforme en œstrogène actif. Rendu à ce niveau d'investigation, où l'on scrute l'intérieur même des cellules, on parle plutôt d'intracrinologie que d'endocrinologie.

L'équipe du Dr Fernand Labrie étudie présentement les mécanismes de synthèse de ces hormones et teste des prototypes de médicaments susceptibles de bloquer l'action et la formation des œstrogènes.



Laboratoire de recherche en endocrinologie moléculaire - CHUL

*L'équipe du Dr Fernand Labrie (photo) vient de mettre au point une technique de dépistage précoce du cancer de la prostate, grâce à une simple prise de sang.*

Il s'agit en somme de répéter avec le cancer du sein les résultats obtenus pour celui de la prostate. Fernand Labrie croit bien y arriver d'ici quelques années.

La recherche continue également du côté du cancer de la prostate. Les chercheurs sont en train de développer des « bloqueurs » encore plus puissants, dans le but d'améliorer le traitement actuel. « Les antiandrogènes ne font qu'inhiber

l'action des hormones. Nous cherchons à synthétiser de nouvelles molécules, capables d'annuler la formation même des androgènes, c'est-à-dire de neutraliser les enzymes qui permettent la production des hormones mâles. Les antiandrogènes deviendront alors plus performants, car ils seront confrontés à moins d'ennemis. »

En toile de fond des travaux du Dr Labrie, une philosophie des plus pragmatiques : « Tout mettre en œuvre pour éviter que les retombées scientifiques et économiques nous passent sous le nez. Il est temps de cesser de tout importer, et de se donner les moyens d'inventer des technologies thérapeutiques de fine pointe et de fabriquer nos propres médicaments. » Une dynamique qui ne sera pas sans profiter au Québec et particulièrement à la capitale. L'investissement majeur destiné à agrandir le Centre hospitalier de

l'Université Laval et à poursuivre les recherches sur le cancer devrait entraîner, dans son sillage, la création de 400 emplois, dont 75 postes de chercheurs. Et on estime que l'usine de production de médicaments, qui devrait voir le jour dans la région de Québec, fournira une centaine d'emplois en haute technologie. Décidément, le Dr Labrie n'entend pas manquer le bateau de la recherche biomédicale.

## UNE « KRAZY GLUE » BIOLOGIQUE

Par Marie-Claude DUCAS

« Nous voulons devenir la Colle Lepage du milieu biologique ! », lance Marc Paquin, président d'Haemacure. Cette entreprise s'appête à commercialiser son premier produit, Hemaseel, une « colle biologique » à base de substances coagulantes, extraites du plasma sanguin. De telles colles servent à renforcer et même parfois à remplacer la suture en chirurgie interne. Les points de suture, qui peuvent

sembler incontournables en chirurgie, présentent plusieurs inconvénients : ils déforment parfois les tissus et présentent des risques d'hémorragies et d'infections internes.

Fondée en 1990, Haemacure emploie trois chercheurs : un biologiste, un biochimiste et un chimiste. Elle prévoit (un peu comme Lepage) d'offrir bientôt tout un assortiment de colles, naturelles et synthé-



La compagnie HAEMACURE est une entreprise bio-pharmaceutique en pleine croissance dont l'intérêt principal est le développement de divers produits réalisés à partir de dérivés sanguins.

Cette organisation œuvre via deux divisions : **Haemacure Biotech Inc. (HBI)** et **Haemacure Transfusion Inc. (HTI)**. La division HBI effectue les travaux de recherche et de développement pour quatre générations d'adhésifs biologiques (bio-colle) de même que des préparations de facteur de coagulation. HTI, pour sa part, est responsable de la commercialisation et de la production manufacturière des produits développés par HBI. HTI est également distributeur de produits reliés aux domaines du prélèvement sanguin et de la conservation des tissus pour des compagnies étrangères (France).

Pour de plus amples informations, veuillez contacter  
M. Marc M. Paquin, Président.  
Tél. : (514) 630-8839, Fax : (514) 630-8845.

HAEMACURE  
BIOTECH INC.

HAEMACURE  
TRANSFUSION INC.



UN CHEF DE FILE  
EN RECHERCHE PHARMACEUTIQUE  
AU CANADA

BIO-MÉGA INC.

2100 rue Cunard, Laval (Québec) H7S 2G5 Tél.: (514) 682-4640 Télécopieur: (514) 682-8434



CENTRE DE  
RECHERCHE  
CLINIQUE

CHUS

CENTRE  
HOSPITALIER  
UNIVERSITAIRE  
DE SHERBROOKE

3001, 12<sup>e</sup> Avenue nord  
Sherbrooke (Qué)  
J1H 5N4

Etienne LeBel, M.D.  
Directeur

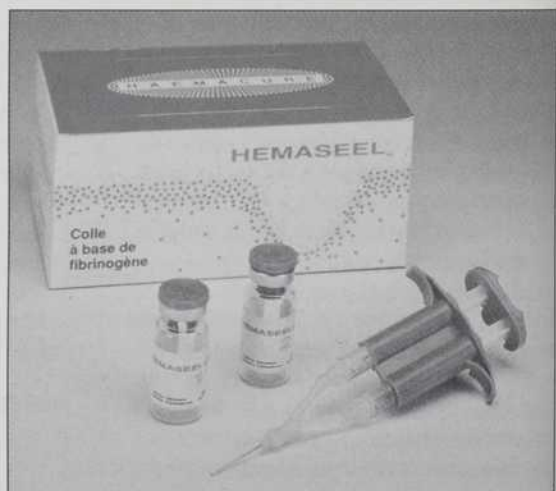
Tél. : (819) 563-5555  
poste 4662



tiques. Sa spécialité demeure toutefois les substances à base de plasma sanguin. Le principal ingrédient d'Hemaseel est la fibrine, cette substance qui, en se combinant avec quelques autres, forme une croûte par-dessus une blessure.

Les colles à la fibrine, importées d'Europe, sont pour l'instant compliquées à utiliser. Leurs différents ingrédients doivent être conservés séparément. Pour les « reconstituer », il faut les plonger une bonne demi-heure dans un bain thermique à 37 °C, pourvu d'un agitateur pour les garder homogènes. Pour l'instant, on les utilise surtout en chirurgie cardiaque : on les vaporise par-dessus les points de suture afin de rendre les joints étanches. « Une étude auprès des médecins nous a convaincus qu'il y avait de la place pour un produit plus simple et plus rapide à utiliser », dit Marc Paquin.

En mettant au point un nouveau procédé d'extraction, Haemacure a obtenu une colle prête à agir en cinq minutes, à la température de la pièce. « Si elle est désormais rendue plus facile d'application, la colle aura un usage considérablement étendu », prévoit Marc Paquin. Hemaseel sera commercialisée pour usage vétérinaire dès l'automne prochain, et pour les médecins-chirurgiens au début de 1993. Haemacure prépare déjà



une « deuxième génération » d'Hemaseel, qui contiendra des hormones de croissance pour hâter la cicatrisation des incisions et des coupures, en plus de les sceller. La firme travaille aussi sur une autre colle, synthétique celle-là, pour coller les os et hâter la guérison des fractures.

Haemacure est pour l'instant établie dans les locaux de l'INRS-Santé. L'INRS a collaboré pour certaines recherches, mais la fabrication des produits dépend entièrement d'Haemacure. Pour l'Hemaseel de la « première génération », Haemacure vise le marché international dès 1994. Elle importera alors le plasma des pays intéressés, fabriquera la colle ici, puis la leur exportera. « C'est un peu ce que font les Japonais dans le domaine de l'automobile, dit Marc Paquin. C'est la façon de faire du 21<sup>e</sup> siècle : on exporte nos compétences technologiques. »

# UN BANC POUR SOULAGER LES MAUX DE DOS

Par Marie-Claude DUCAS

Il y a quatre ans, une caissière du Provigo de Port-Cartier, sujette à des maux de dos, demandait la permission de s'asseoir. Provigo refusait : les caissières, soutenait la direction, ne pouvaient bien faire leur travail que debout. Pendant que la cause était portée par le syndicat devant la Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST), un groupe d'ergonomes et de designers se mettaient en quête d'une solution.

Leur travail a porté fruit : la première « chaise de travail assis-debout », conçue et fabriquée au Québec, sera mise sur le marché dans quelques mois. « Les caissières sont contraintes de rester debout simplement parce que leur travail les oblige à se déplacer un peu de temps à autre, explique Koen de Winter, président d'HippoDesign, la firme qui a conçu la chaise. Pour régler le problème, il suffit qu'un siège leur offre un appui à la bonne hauteur, tout en leur permettant d'être mobiles. Pourtant il n'existait rien de tel, même ailleurs dans le monde. »

HippoDesign s'est lancée dans le projet après avoir été contactée par Cinbiose, un laboratoire de recherche de l'Université du Québec à Montréal spécialisé dans la santé au travail. Cinbiose regroupe entre autres des biologistes, des généticiens, des physiologistes et surtout des ergonomes, spécialistes de l'effet sur les humains des exigences liées au travail. Dans le cadre d'un protocole d'entente entre l'UQAM et les centrales syndicales, la CSN, qui représente les employés de Provigo, a demandé à Cinbiose d'étudier le travail des caissières de Port-Cartier, pour voir si la station debout était vraiment dommageable pour la santé et s'il était possible d'utiliser un banc.

L'étude a démontré que les longues heures debout posaient effectivement un problème : presque toutes les caissières

souffraient de douleurs dans les jambes et le bas du dos. « Quant à la possibilité d'utiliser un banc, notre conclusion a été : oui, mais pas n'importe lequel », dit Nicole Vézina, ergonome à Cinbiose. En effet, même si les caissières passent les trois quarts de leur temps au même endroit, elles doivent se déplacer et pivoter régulièrement, entre autres pour encaisser l'argent des clients et emballer des articles. En étant carrément assises, elles devraient se lever et se rasseoir constamment, ce qui est aussi mauvais que de rester toujours debout. De toute façon, en position assise, les jambes prennent trop de place pour l'espace restreint dont elles disposent derrière leur comptoir.

Recommandation de Cinbiose : les caissières devraient être... « assis-debout » ! « Le terme peut sembler étrange, mais n'a rien d'absurde, dit Nicole Vézina. C'est une posture intermédiaire, où l'on est appuyé plutôt qu'assis. » La position « as-

sis-debout », qui permet d'allonger les jambes, ne prend pas beaucoup d'espace. Elle a aussi pour effet de soulager les muscles du bas du dos et des jambes.

HippoDesign a été chargée de mettre au point des prototypes et d'essayer des bancs fabriqués ailleurs. « Seuls des bancs venant de Suède, utilisés pour travailler sur de hautes tables à dessin, se rapprochaient un peu de ce que nous recherchions, dit Ginette Rochon, designer et associée dans HippoDesign. Mais ils ne permettaient aucune mobilité. »

Ginette Rochon et Koen de Winter ont donc élaboré leur propre concept. La selle de leur siège se trouve sur une tige en acier, dont la hauteur est ajustable grâce à un mécanisme pneumatique. L'utilisateur peut aussi, pendant qu'il est assis, faire pivoter la selle et en changer l'inclinaison à volonté. L'ensemble demeure toujours solidement fixé au sol : la tige repose sur une base pleine, en forme de cône tronqué. C'est la tige, pourvue d'une « articulation », qui permet de se déplacer légèrement dans tous les sens. « Les gens vont trouver eux-mêmes l'équilibre, de façon dynamique », dit Koen de Winter. Quelques aspects, comme la forme de la selle et les mécanismes d'inclinaison, sont en train d'être raffinés. « Même appuyé, l'utilisateur doit être porté à creuser les vertèbres du dos, tout comme s'il était debout, explique Koen de Winter. Ergonomiquement, c'est la meilleure position. »

La production en série devrait commencer l'automne prochain. « Le défi, raconte le designer, était de concevoir le siège le plus fonctionnel et le plus polyvalent possible, qui pourrait être offert à un coût abordable. On ne voulait pas d'un siège qui aurait été parfait, mais tellement coûteux qu'il aurait fini dans un musée. » La « chaise assis-debout » d'HippoDesign devrait coûter entre 150 \$ et 180 \$. Koen de Winter entendrait ouvrir un marché potentiel « énorme », autant au Québec qu'à l'extérieur. « Beaucoup de gens, par exemple dans les industries, sont dans la même situation que les caissières, dit-il. Un produit comme le nôtre ne se vendra pas à une personne à la fois, mais à des groupes entiers de travailleurs. »



HippoDesign

RECHERCHE  
EN SANTÉ

# *pour améliorer la qualité de vie*

Relevant du ministre de la Santé et des Services sociaux, le Fonds de la recherche en santé du Québec (FRSQ) a la fonction de promouvoir et d'aider financièrement la recherche et la formation de chercheurs dans le domaine de la santé.

Pour être informé régulièrement sur les recherches soutenues par notre organisme, sur les femmes et les hommes qui les réalisent et sur les structures à l'intérieur desquelles oeuvrent ces scientifiques, abonnez-vous gratuitement à la publication trimestrielle INFO-FRSQ.

Prière d'écrire ou de téléphoner au Service des communications.



FONDS DE LA  
RECHERCHE EN SANTÉ  
DU QUÉBEC

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



# LE ROBOT DANS L'ŒIL

Par Danielle OUELLET



Laboratoire de biorobotique - Université McGill

*Ian Hunter (à gauche), directeur du laboratoire de biorobotique, en compagnie du chercheur Serge Lafontaine.*

Les chirurgiens pourront bientôt « entrer dans l'œil » de leur patient pendant qu'ils travaillent sur sa rétine, et cela, grâce à un microrobot ultrarapide, relié à un système d'ordinateur. L'illusion sera totale : le médecin aura l'impression de se promener à l'intérieur de l'œil qu'il opère par l'intermédiaire du robot. Des chercheurs du laboratoire de biorobotique de l'Université McGill ont en effet conçu un système unique au monde. Leurs expériences, dignes des meilleurs films de science-fiction, risquent de révolutionner la chirurgie au cours des prochaines décennies.

Une étude a démontré qu'un tiers des opérations de la rétine effectuées par l'un ou l'autre des plus grands chirurgiens des États-Unis visent à corriger ou à minimiser des dommages causés par des collègues moins habiles. Même les meilleurs chirurgiens sont soumis aux limites de la dextérité humaine. Le tremblement des mains, le positionnement inadéquat ou la trop faible vitesse d'exécution sont autant de problèmes auxquels ils sont rapidement confrontés lors d'interventions délicates, comme les opérations de l'œil. Le jour est encore loin où des robots pourront opérer sans aide humaine : pour l'instant, le microrobot chirurgical doit rester sous le contrôle de chirurgiens humains, dans une relation de maître à esclave.

Dans cette optique, les chercheurs de l'Université McGill, sous la direction du

professeur Ian Hunter, ont mis au point le microrobot chirurgical télécommandé MSR-1. Le chirurgien humain dirige le robot par l'intermédiaire d'un interface appelé « master ». Tous les gestes effectués par le chirurgien, au moniteur de contrôle, seront transmis aux deux bras mécaniques du robot et reproduits à l'intérieur de l'œil. MSR-1 tremblera mille fois moins qu'une main humaine et pourra effectuer plus de mille déplacements à la seconde, à l'intérieur de l'œil du patient.

Tout l'environnement opératoire sera organisé de manière à ce que le médecin se croie à l'intérieur de l'œil. Certains qualifient à la blague cette illusion de « LSD électronique », mais, plus scientifiquement, on parle de réalité virtuelle, où il devient impossible de savoir si l'expérience induite est réelle ou non. Un micro-système, introduit dans l'œil en même temps que le robot, renverra au chirurgien des images en trois dimensions de toutes les étapes de l'opération.

Relié par un casque spécial et des gants à un système d'ordinateurs, le chirurgien pourra non seulement voir mais aussi ressentir le travail du robot. Lors d'une opération au cœur, par exemple, le chirurgien peut se guider en ressentant les forces engendrées par l'interaction entre un instrument et les tissus. Pour l'instant, les opérations de l'œil se font avec la seule aide d'un microscope, et les forces

impliquées sont trop faibles pour être ressenties par le système neuromusculaire humain. Des psychologues et des spécialistes des systèmes neuromusculaires de l'Université McGill tentent actuellement de déterminer la vitesse idéale de fonctionnement du MSR-1, pour qu'il puisse enregistrer les différentes forces et les retransmettre à l'humain. Le chirurgien pourra alors sentir qu'il est véritablement en train de couper des tissus. Grâce à ces sensations, il pourra peut-être même reconnaître les différences de texture entre des tissus en santé et des tissus malades.

Si les opérations de la rétine sont pour l'instant au cœur de la recherche, d'autres domaines, comme la neurochirurgie, trouveront certainement avantage à faire appel aux services de MSR-1. Actuellement, c'est toute la formation des futurs chirurgiens qui est remise en question. Pendant que le professeur opérera, les étudiants pourront être reliés au système d'ordinateurs et suivre un à un tous les mouvements du chirurgien. Ils pourront même effectuer l'opération en temps réel, sur leur propre ordinateur, qui enregistrera leurs mouvements sans toutefois les transmettre au robot. Les différences entre les gestes de l'expert et ceux de l'apprenti serviront de mesure d'apprentissage. Les futurs chirurgiens s'entraîneront sur un œil simulé par ordinateur, un peu comme le font les apprentis pilotes sur les simulateurs de vols.

La création de MSR-1 implique la participation d'experts dans plusieurs domaines scientifiques, notamment en optique, en informatique et en psychologie. L'Université McGill, qui a investi plus d'un million de dollars dans le projet, compte aussi sur des appuis financiers provenant d'agences gouvernementales et d'industries. Les chercheurs du laboratoire de biorobotique comptent parmi les chefs de file mondiaux de cette nouvelle technologie.

Si les composantes mécaniques de MSR-1 doivent être prêtes à subir des essais vers la fin de l'année 1992, la commercialisation de ce robot n'est cependant pas prévue avant plusieurs années. Mais les recherches vont de l'avant, et l'équipe de McGill travaille actuellement à la mise au point de MSR-2, une version améliorée qui inclura un système plus complet de réalité virtuelle. Pour le Dr Hunter, toute cette technologie préfigure une importante révolution industrielle au cours du troisième millénaire.

25<sup>e</sup>  
ANNIVERSAIRE

# INSTITUT DE RECHERCHES CLINIQUES DE MONTRÉAL

Par Françoise Côté

**Après de brillants débuts à l'Hôtel-Dieu de Montréal,  
un chercheur québécois, Jacques Genest,  
se retrouve à un tournant décisif :  
devant une offre de l'Université McGill,  
il décide plutôt de consacrer sa carrière à la promotion  
de la recherche canadienne-française.**

**M**arie Trudel aime bien ses souris transgéniques. Combien en a-t-elle ? « À mon dernier décompte, je devais en avoir 2 300 à 2 400 », lance-t-elle fièrement. Cette jeune directrice du laboratoire de génétique moléculaire et de développement de l'Institut de recherches cliniques de Montréal travaille avec des souris « manipulées » (voir *Québec Science*, mars 1992) depuis sept ans. Elle fut parmi les pionnières, avant que la technique ne devienne presque banale dans les laboratoires. Elle séjournait, à l'époque, à l'Université Columbia, à New York.

Il y a deux ans, elle est revenue au Québec, emportant ses souris avec elle. Aucun regret, du reste : elle quittait peut-être la métropole américaine, mais elle se joignait à la Mecque de la recherche médicale québécoise. Ici, ses souris allaient être bien traitées. Mais elle, encore bien plus. Dans les laboratoires superéquipés de cet édifice sobre, à un jet de pierre de l'Hôtel-Dieu de Montréal, elle allait trouver le contexte idéal pour ses recherches sur deux maladies peu connues : la drépanocytose, une déformation de l'hémoglobine humaine qui provoque l'obstruction de micro-artères, accompagnée de grandes douleurs, et la polykystose, une maladie héréditaire qui provoque l'accumu-

lation de kystes dans le rein des personnes atteintes, quand elles ont dépassé la trentaine.

La première maladie, décrite au siècle dernier, ne donne lieu à aucun traitement. Contre la seconde (qui touche tout de même une personne sur 500 !), on en est réduit à la dialyse ou... la transplantation. C'est pour étudier les phases d'évolution de ces maladies génétiques que Marie Trudel a « fabriqué » ses souris. Elle espère en tirer quelque traitement.

Il ne serait pas étonnant qu'elle y parvienne. Car depuis sa fondation par le Dr Jacques Genest, il y a un quart de siècle, l'Institut de recherches cliniques de Montréal (IRCM) accumule les découvertes : sur le traitement de la maladie de Parkinson, sur le contrôle de l'hypertension, sur l'ataxie de Friedreich, sur les endorphines et, plus récemment, sur le sida. Les 75 chercheurs seniors qui y travaillent ont étudié dans les meilleurs laboratoires d'Europe et d'Amérique, avant de s'amarrer ici.

Directeur scientifique de l'Institut, le Dr Michel Chrétien a décidé d'en élargir encore les champs d'excellence. Outre la virologie, le sida, l'athérosclérose, l'hypertension, la génétique, la chimie du cerveau et la bioéthique, l'IRCM vient d'introduire dans son programme des

spécialités qui gravitent autour de la qualité de la vie, telles les recherches sur la douleur, la mémoire et les maladies dégénératives. « Ces nouveaux thèmes doivent faire partie intégrante de la recherche biomédicale moderne, affirme le Dr Chrétien. En effet, à quoi nous sert de prolonger la vie, si nous ne pouvons pas en améliorer la qualité ? »

## LA COURSE À L'HORMONE DU CŒUR

Si l'IRCM a misé sur l'excellence dès sa fondation, ce n'est que depuis dix ans que sa réputation n'est plus disputée. Depuis les travaux multidisciplinaires effectués sur l'ANF (facteur natriurétique auriculaire), familièrement nommée « l'hormone du cœur », même si cette hormone se retrouve également dans le cerveau et ailleurs dans l'organisme.

D'abord identifiée en 1980 par le Dr Adolfo J. de Bold, de l'Université Queen's à Kingston, en Ontario, l'ANF avait alors suscité une frénésie de recherches à travers le monde. Le groupe de recherche sur l'hypertension, dirigé à l'époque par le Dr Marc Cantin, mobilisa toutes les ressources de l'IRCM, en tout une dizaine de laboratoires. Il s'agissait d'abord d'isoler le peptide, de déterminer ensuite la séquence de ses acides aminés. Cet effort énorme, orchestré par le Dr Genest, leur permit de doubler la concurrence. Puis une entente fut conclue avec la firme pharmaceutique Merck Frosst, qui a alimenté les laboratoires montréalais en fortes quantités de l'hormone synthétisée. L'IRCM devint ainsi le principal foyer de recherche sur l'ANF dans le monde. « Nous avons été les seuls à avoir l'hormone synthétique, pendant plus de quatre mois », rappelle avec fierté Jacques Genest.

Les chercheurs de l'IRCM ont alors pu démontrer que l'administration répétée de doses relativement faibles de l'ANF provoque un net abaissement de la tension artérielle chez les rats. En 1988, l'American Heart Association décernait son « Distinguished Research Award » conjointement au Dr Marc Cantin et au Dr Philip Needleman, de Saint-Louis au



Ève-Lucie Bourque

*Le fondateur de l'IRCM, le Dr Jacques Genest (à droite), et son fils, le Dr Jacques Genest, un chercheur de la relève, avec comme arrière-plan l'Institut de l'avenue des Pins Ouest.*

Missouri, également engagé dans les travaux sur l'ANF. Deux ans plus tard, l'Institute for Scientific Information, de Philadelphie, révélait que les deux chercheurs montréalais, Cantin et Genest, se classaient parmi les cent savants les plus cités, au cours de la décennie 80.

Quand il repense à cette époque, leur réussite comble de joie le fondateur de l'Institut. Il y voit une consécration de ce concept qu'il avait esquissé il y a plusieurs décennies, d'établir au Québec un centre de recherche multidisciplinaire, entièrement axé sur la créativité scientifique des chercheurs. « Dans le cas de

l'ANF, tout a été fait *in house*, de la recherche fondamentale jusqu'à l'expérimentation chez l'animal et l'humain. » C'est d'ailleurs là que réside l'originalité de l'Institut, dans ce rapprochement entre la recherche fondamentale et les essais cliniques, en un lieu où le chercheur continue à avoir un accès direct aux patients.

#### DIX-SEPT PRIX NOBEL

Mais pour que cette idée de Jacques Genest prenne forme, il a fallu une véritable révolution au sein de la médecine canadienne-française. Cela a commencé

en 1948. Jacques Genest n'a alors que 29 ans, mais il a passé ses dernières années dans des universités américaines : Johns Hopkins, Harvard, Rockefeller. Il connaît bien le contexte de la recherche. Dans un article adressé à l'*Union médicale*, il pose, avec ce franc-parler qui le caractérise encore aujourd'hui, un diagnostic très sévère sur la médecine pratiquée au Québec. Il propose des mesures révolutionnaires pour introduire la médecine scientifique. L'article a l'effet d'une bombe. Le Dr Genest reçoit toutefois un appui important. Le directeur médical de l'Hôpital Notre-Dame, le Dr Ralph Boutin, déclare publiquement : « J'approuve tout ce que dit le Dr Genest, c'est la seule façon de réformer notre médecine. »

Avant d'aller aux États-Unis, il avait été initié à la médecine scientifique par le célèbre pathologiste français, le professeur Pierre Masson, venu en 1927 à l'Université de Montréal pour y créer le département d'anatomie-pathologie. C'est à cette école que Jacques Genest avait acquis la discipline de la précision scientifique. « Le professeur Masson ne tolérait rien qui ne soit parfait », rappelle le directeur, qui exige la même rigueur dans ses laboratoires.

Après dix ans passés aux États-Unis, où il refuse de faire carrière, Jacques Genest rentre à Montréal. Il rêve d'y établir une tradition de médecine scientifique. Mais auparavant, pour être mieux renseigné sur ce qui se fait ailleurs, il obtient du gouvernement québécois la charge d'effectuer une tournée des grands laboratoires de recherches biomédicales en Europe et en Amérique du Nord. Il y rencontre les meilleurs chercheurs, dont dix-sept prix Nobel, avec lesquels il maintiendra toujours le contact.

#### LE SEL, DÉBUSQUÉ

En 1952, le Dr Genest est invité par la directrice de l'Hôtel-Dieu, sœur Marie-Louise Allard, à établir un département de recherches cliniques. Il pose ses conditions : « Autonomie, liberté académique

et la possibilité de voir des patients en relation avec mes recherches. » Pas question que ses laboratoires fassent des analyses de routine pour l'hôpital. À Rockefeller, il avait travaillé avec le père de la biochimie moderne, le Dr Donald D. Van Slyke. Il avait déjà décidé de l'orientation de ses recherches : il voulait élucider le problème de la régulation du sel en relation avec l'hypertension.

En 1956 et 1962, deux contributions majeures, réalisées à l'Hôtel-Dieu, changent le cours de la recherche en hypertension. Le Dr Genest a d'abord démontré que l'hypertension artérielle humaine est associée à une forte augmentation de l'excrétion d'aldostérone, une hormone qui contrôle la régulation du sel. Cela a été confirmé par la suite dans les laboratoires à travers le monde. Puis ce fut la démon-

stration que l'angiotensine II constituait le principal facteur de contrôle de l'aldostérone, dont l'activité de rétention du sodium était reconnue. Ainsi, pour la première fois se trouvait établie la relation entre le sel, le rein (par le système rénine-angiotensine) et les glandes surrénales.

Trente-cinq ans plus tard, le maître de la recherche en hypertension, le Dr Irvine H. Page, écrivait : « Genest et son équipe de Montréal ont fait quelques-unes des plus importantes contributions dans le domaine de l'hypertension au cours des 30 dernières années. »

Dès cette première époque, Jacques Genest a en Roger Boucher un biochimiste exceptionnel comme proche collaborateur. C'est lui qui a mis au point la méthode pour la mesure de l'activité de la rénine dans le plasma. Cette méthode, reconnue pour sa spécificité et sa précision, est utilisée depuis 1961. Il y eut ensuite la découverte de la tonine, une nouvelle enzyme qui libère directement l'angiotensine. Le Dr Boucher a été associé au Groupe de recherche en hypertension pendant 20 ans, soit jusqu'à son décès en 1980.

Un autre savant a aussi été étroitement lié à l'évolution du département de recherches cliniques de l'Hôtel-Dieu : l'endocrinologue de réputation internationale J.S.L. Browne, de l'Université McGill. Grâce à lui, plusieurs jeunes chercheurs québécois du laboratoire du Dr Genest ont pu obtenir leur maîtrise ou doctorat à McGill, alors que l'Université de Montréal ne décernait pas encore ses propres doctorats. Jacques Genest considère que le Dr Browne a largement contribué, tout comme le neurologue Herbert Jasper, au rapprochement des facultés de médecine de l'Université de Montréal et de l'Université McGill.

### TROP D'ARGENT POUR COMMENCER

Au Québec la Révolution tranquille bat son plein. Le département de recherches cliniques de l'Hôtel-Dieu est à l'étroit dans le vénérable hôpital. Et le Dr Genest rêve toujours d'un centre de recherche multidisciplinaire doté de sa propre clinique pour consultations externes.

En 1964, le principal de McGill, le Dr H. Rocke Robertson, offre le poste de doyen de la faculté de médecine au Dr Genest. Il lui propose également d'aménager ses laboratoires dans le nou-

# Performance technologique

## **...parce que la concurrence n'attend pas!**

La concurrence internationale est de plus en plus vive. Le progrès de l'entreprise passe par le développement et l'intégration de nouvelles technologies.

Il existe des programmes et des services gouvernementaux sur lesquels votre entreprise peut s'appuyer pour prendre un élan technologique et améliorer sa compétitivité.

## **Nous mettons des mesures d'aide concrètes à votre portée.**

Des aides financières et des services-conseils vous sont offerts pour :

- mettre au point une stratégie de développement technologique;
- moderniser et automatiser vos activités de production;
- réaliser des transferts de technologie;
- faire de la recherche et développement pour créer de nouveaux produits et procédés;
- améliorer les compétences techniques de vos ressources humaines.

## **Prêt à l'action? On peut vous appuyer.**

Renseignez-vous auprès :

- des directions régionales du MICT
- de la Direction des transferts et de la diffusion technologiques, (514) 982-3020



Gouvernement du Québec  
Ministère de l'Industrie, du Commerce  
et de la Technologie  
Direction générale  
de la technologie

Québec



vel édifice McIntyre. Le Dr Genest est naturellement très flatté, mais le centre dont il rêve, il le veut pour le Canada français. Il demande à réfléchir.

Il informe l'Université de Montréal de l'offre de McGill. La réaction est spontanée : il ne faut pas perdre un de nos meilleurs chercheurs. Le futur chancelier de l'Université de Montréal, Me Marcel Piché, prend les choses en main. Il saisit le premier ministre Jean Lesage du dilemme. En quelques jours, le Conseil des ministres adopte un arrêté ministériel créant l'Institut de recherches cliniques de Montréal et accordant cinq millions de dollars pour la construction de l'édifice situé avenue Des Pins Ouest, face à l'Hôtel-Dieu. Le Dr Genest rencontre le premier ministre pour le remercier et expliquer son projet, disant que, pour un début, la moitié de la somme lui suffira. Quelques mois avant sa mort, M. Lesage a avoué au Dr Genest : « Vous êtes le seul homme de toute ma carrière politique que j'aie entendu dire que le Gouvernement lui offrait trop d'argent. »

En 1967 a lieu l'inauguration de l'IRCM. Au Groupe de recherches en hypertension s'ajoutent trois nouveaux axes. Ce sont les laboratoires du Dr André Barbeau, en neurobiologie, du Dr Michel Chrétien, sur les hormones hypophysaires, et du Dr Jean Davignon, sur les lipides et l'athérosclérose. Deux ans après l'inauguration, tous les laboratoires sont occupés. Il faut déjà agrandir. En 1975, on inaugure une première expansion.

## ENDORPHINES ET RÉTROVIRUS

Sur le plan scientifique, l'Institut sera le lieu d'un foisonnement de recherches de haut calibre. Le Dr Barbeau est le premier en Amérique du Nord à confirmer les bienfaits d'une double thérapie pour la maladie de Parkinson : un traitement de L-Dopa, associé à un agent qui inhibe l'action de ce médicament dans les régions du cerveau restées intactes. Un neurologue italien, le Dr Giuseppe Campanella a suggéré de nommer « syndrome Barbeau » le « Long-term L-Dopa Syndrome », en hommage au chercheur montréalais.



*La Dre Marie Trudel avec quelques-unes de ses souris transgéniques, porteuses de gènes de maladies humaines.*

« Quant au Dr Davignon, poursuit le Dr Friessen, ses études sur l'athéro-sclérose s'imposent comme un modèle de recherche clinique dans ce qu'elle a de plus frustrant mais aussi de plus exaltant. »

## LE CENTRE DE BIOÉTHIQUE

Dès le début des années 70, le Dr Genest est préoccupé par la dimension éthique de la recherche biomédicale. Il décide donc de créer, au cœur même de l'Institut, un centre de bioéthique. Confié au philosophe et mathématicien David H. Roy, ce centre fut le premier du genre au Canada. Dès le départ, David Roy s'est donné comme règle d'or ce conseil de l'ancien directeur de l'Institut Kennedy à Georgetown, le Dr André Hellegers : « Éviter de critiquer la médecine ou la science de l'extérieur. Essayer plutôt de la comprendre et d'y promouvoir une réflexion de l'intérieur. » Pour y parvenir, il faut surtout être bien informé. Le directeur du nouveau centre décide de « remonter toujours à la source ». C'est ainsi qu'un an avant la naissance de Louise Brown, le premier bébé-épiprovette, David Roy, alerté par le Dr Genest sur les travaux des deux chercheurs britanniques, s'est rendu en Angleterre pour discuter de leurs travaux sur la procréation en laboratoire. Quand la réussite britannique fut annoncée, Jacques Genest et David Roy ne furent donc pas surpris ; ils savaient !

Depuis son inauguration en 1976, le Centre de bioéthique de l'IRCM a participé à tous les grands débats : infertilité, avortement, euthanasie, intégrité de la recherche, etc. Le Dr Roy est appelé en consultation partout au Canada et à l'étranger. Aujourd'hui, engagé dans les débats sur la globalisation de l'éthique, il observe le choc des cultures. Ainsi, constate-t-il, les règles du « consentement libre et éclairé », devenues coutume en Occident, ne trouvent aucune résonance dans plusieurs pays du tiers monde.

À compter de 1967, le Dr Chrétien établit à l'IRCM un laboratoire de la chimie des peptides, le premier du genre au Québec. En 1976, quand survient la découverte des morphines naturelles du cerveau, les « endorphines », le laboratoire du Dr Chrétien est le premier à isoler la bêta-endorphine humaine et à en démontrer la biosynthèse. Depuis qu'il a succédé au Dr Genest comme directeur scientifique de l'Institut, Michel Chrétien a cédé la direction de son laboratoire au Dr Nabil Seidah, lui aussi spécialiste de la biochimie neuro-endocrinienne.

Dans un autre champ de recherche, celui des hyperlipidémies, le laboratoire du Dr Davignon a identifié cinq mutations « canadiennes-françaises » de l'hypercholestérolémie, une maladie génétique qui affecte 22 000 Québécois, alors que, pour le reste du Canada, il n'y a guère que 30 000 cas ! Les personnes atteintes de cette maladie héréditaire risquent un infarctus dans la quarantaine, ou même plus jeunes si elles ne sont pas traitées.

Le physiologiste canadien, Henry G. Friessen, président du Conseil national de recherches médicales du Canada, a fait partie du comité d'évaluation de l'IRCM en 1987. Outre l'ANF, il identifiait trois réalisations qu'il considérait comme « spectaculaires ». D'abord, les travaux des Drs Chrétien et Seidah sur les neuropeptides, telle l'endorphine. En second lieu, les travaux du Dr Paul Jolicœur sur le rôle fondamental des rétrovirus dans plusieurs maladies importantes, comme le cancer, le sida et les troubles neurologiques.

*Le Dr Paul Jolicoeur regarde une séquence d'ADN avec le technicien, Benoit Laganière, attaché au laboratoire depuis 10 ans.*

## RECHERCHE-CLINIQUE

Tout comme il estimait essentiel de placer la réflexion éthique au cœur même de son institut de recherche, Jacques Genest insistait sur la présence d'une clinique pour consultations externes. Déjà, à l'Hôtel-Dieu, il existait depuis 1952 une clinique d'hypertension. À l'IRCM, la clinique s'est étendue à quatre autres domaines : l'athérosclérose, le diabète, l'endocrinologie et la pharmacologie. Pour le Dr Genest et les chercheurs, il existe une véritable symbiose entre la clinique et la recherche.

« La clinique est un outil indispensable pour le développement de la science médicale. À l'Institut, c'est le trait d'union le plus puissant entre le malade et la recherche », explique le Dr Pierre Larochelle, directeur du laboratoire de physiologie cardiovasculaire et de pharmacologie. Au cours de l'année 1989-1990, la clinique a enregistré 22 570 visites de patients ; certains la fréquentent depuis deux décennies.

« C'est une occasion extraordinaire, qui nous permet de poser des questions aux malades, puis d'y répondre en laboratoire », soutient le Dr Davignon, qui coordonne les activités cliniques de l'IRCM. « Les découvertes que nous y faisons se traduisent ensuite en nouveaux traitements pour les malades. » Les patients sont référés à la clinique de l'IRCM par leurs médecins traitant à cause de la complexité de leurs cas. La clinique reçoit ainsi plusieurs cas rares. C'est à la clinique de l'IRCM que le Dr Jean-Louis Chiasson a coordonné les premières études sur l'insuline humaine, dans les années 80. « Nous avons été parmi les pionniers de l'insulino-thérapie avec pompes à insuline », raconte-t-il.

Pour bien situer le rôle unique de l'IRCM au Québec, l'ex-doyen de la faculté de médecine de l'Université de Sherbrooke, le Dr Gilles Pigeon, un ancien jeune chercheur du laboratoire Genest, à l'Hôtel-Dieu, déclare : « Ce que le fondateur de l'Institut a fait de plus important pour notre société, ce fut d'établir une nouvelle façon de concevoir la médecine canadienne-française. » De son côté, le président du Fonds de recherches en santé du Québec (FRSQ), le Dr Patrick



Vinay, a reconnu que l'IRCM est un « vaisseau amiral » dans le réseau québécois des 24 centres de recherches biomédicales.

C'est en tout cas forte de cette tradition d'excellence que la nouvelle génération de chercheurs de l'IRCM, comme Marie Trudel, comme Terence Coderre, avec son laboratoire sur les mécanismes de la douleur ou comme Jacques Genest

fil, avec son tout nouveau laboratoire de métabolisme et génétique cardiovasculaire, s'appête à relever les nouveaux défis de la recherche de pointe. Les outils ont changé, telles ces 2 400 souris transgéniques de Marie Trudel, mais l'esprit qui anime les corridors de l'IRCM est le même : la créativité, le travail et « rien qui ne soit parfait ».

## L'ASSOCIATION IRCM-INSTITUT PASTEUR

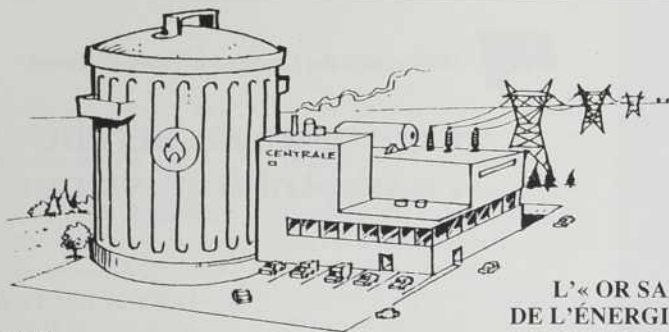
**F**in mai, une vingtaine des meilleurs cerveaux francophones de la recherche biomédicale seront à Montréal pour discuter et comparer leurs travaux les plus importants, sous le thème général « Fonctions cellulaires et interactions des macromolécules », dans le cadre du premier colloque IRCM-Pasteur. Cet événement historique – c'est la première fois que le prestigieux Institut Pasteur de Paris siège hors de France – coïncide avec le 25<sup>e</sup> anniversaire de l'Institut de recherches cliniques de Montréal (IRCM). Il sera sous la présidence d'honneur conjointe du professeur François Jacob, prix Nobel de médecine en 1965, et du Dr Jacques Genest, fondateur de l'IRCM.

En 1989, l'Institut de recherches cliniques de Montréal a conclu une entente avec l'Institut Pasteur de Paris, prévoyant la tenue de colloques conjoints annuels, qui alterneront entre Montréal et Paris. Cette entente prévoit également des échanges de personnel scientifique, sur une base de 24 mois-chercheurs par année, ainsi que l'élaboration de programmes de recherche conjoints. « L'entente de collaboration que nous avons conclue avec l'Institut

Pasteur constitue pour nous une réalisation exceptionnelle, capitale pour notre reconnaissance internationale », affirme le Dr Michel Chrétien, directeur scientifique de l'IRCM.

Présentement, le réseau des collaborations internationales de l'IRCM s'étend à quatre continents. En Amérique du Nord, l'institut montréalais a des liens avec une douzaine de grands centres américains, dont ceux des universités Rockefeller, Johns Hopkins et Harvard. En Amérique du Sud, il y a des liens avec l'Université de Buenos Aires, en Argentine, et celle de Maracaibo, au Venezuela. En Europe, l'IRCM collabore avec l'Institut Pasteur de Paris et celui de Lille, mais aussi avec trois établissements belges, les universités de Louvain et de Liège, ainsi que l'Institut de pathologie cellulaire de Bruxelles. Enfin, il y a des liens en Grande-Bretagne, avec Cambridge, Oxford et l'Imperial College.

Grâce à un accord intervenu avec l'ACDI (Agence canadienne du développement international), l'IRCM assure en outre la formation de chercheurs chinois de la Faculté de médecine de Shanghai et de l'Académie des sciences médicales de Beijing.



**L'« OR SALE » POUR DE L'ÉNERGIE PROPRE**

**UNE FLEUR POUR L'ÉCOLOGIE**

Destiné entre autres à contribuer « à l'émergence d'une industrie horticole plus respectueuse des principes de développement durable », le futur Environtron de l'Université Laval, dont la construction doit débuter cet été, sera le fruit d'une concertation université-gouvernements-entreprises. La qualité et l'innocuité des produits horticoles, mais aussi la protection de l'environnement seront parmi les préoccupations de ce complexe de recherche en sericulture. Le moins qu'on puisse dire, c'est que le pavillon projeté, qui doit assurer en hiver le prolongement des activités estivales du jardin Van den Hende, permettra de faire voir les bons côtés de... l'effet de serre.

(Au fil des événements, 19/03/92)

Une centrale « pseudo-nucléaire » à base d'ordures ménagères, tel est le projet d'un ingénieur-chimiste à la retraite, le Pr Victor Souline. Il s'agit en fait d'une centrale thermique, qui utilise la chaleur produite par la combustion contrôlée des ordures, pour transformer en vapeur l'eau d'un haut-fourneau à bouilloire. La vapeur sous pression fait ensuite tourner des turbines, pour alimenter des alternateurs et produire du courant électrique. Selon le concepteur, alors que l'uranium a un rendement exceptionnel, mais à un coût d'entretien excessif, la centrale qu'il propose utilise un combustible à faible rendement, mais gratuit. Et cet « or sale » est inépuisable, car l'or dure...

(En Tête, 23/03/92)

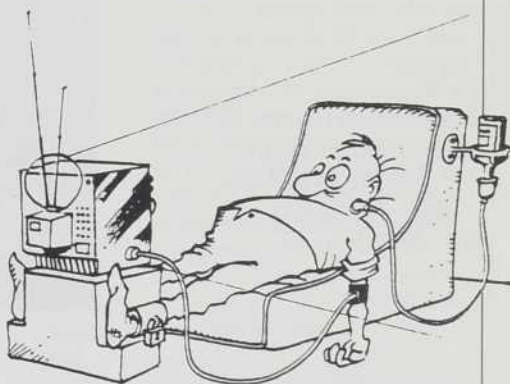
**DE L'ENTREPRISE À MCGILL**

Ça tombe bien. Le capitaine Kirk a laissé entendre, lors de sa dernière mission au grand écran (*Star Trek VI: The Undiscovered Country*), qu'il s'appretait à prendre sa retraite. L'acteur William Shatner, lui-même diplômé de l'Université McGill, aura donc tout loisir d'accepter l'honneur que désirent lui faire les étudiants de cette université, de donner son nom à leur foyer étudiant, la Students' Society of McGill University (SSMU), couramment appelé University Centre. Les étudiants devaient se prononcer à ce sujet lors d'un référendum, mais la direction de l'université ne semble pas favorable. Pourtant, la prestigieuse NASA n'a-t-elle pas elle-même baptisé *Enterprise* sa première navette spatiale ?

(The McGill Reporter, 11/03/92)

**VIDÉOWAY, UN NOUVEL ART DE VIVRE ?**

La télévision à la carte est devenue réalité. C'est du moins ce que révèle une étude du Laboratoire de recherche sur les nouvelles technologies, à l'Université de Montréal. À partir d'un échantillon de 845 foyers, l'étude montre en effet que le système Vidéoway est constamment utilisé, peu importe l'usage qu'on en fait (jeux, services télématiques, télé interactive, télé payante). La composante interactive et télématique occupe 11 heures d'écoute par semaine, par personne, et l'on parle déjà d'implantation dans le quotidien. Parmi les raisons de



ce succès (150 000 abonnés en 1992), on note l'attrait des contenus, les aspects convivial et innovateur du système, mais aussi le bon vieux « bouche-à-oreille », ou téléphone arabe, pour la promotion. Comme télématique, rien de plus interactif !

(Recherches à l'Université de Montréal, 02/92)

**UN INSEQ À L'UQAC**

Sous le thème « L'entomologie et l'informatique au service de la faunistique », la Société d'entomologie du Québec (SEQ) tiendra, en octobre prochain à l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC), sa 119<sup>e</sup> Réunion annuelle. Les conférences porteront sur des bases de données du Québec, de la France et de la Belgique, destinées à divers types d'intervenants dans les domaines de la faune et de la flore, de même que sur l'utilisation de l'informatique en biologie. Y sera aussi présenté le prototype de la Base de données faunistiques sur les invertébrés du Québec (BADIQ), sans compter les stands et expositions habituels. L'informatique alliée à l'entomologie ? Rien de plus naturel, pour les puces et les insectes.

**DES PLANÈTES PAR MILLIARDS**

Dans un univers peuplé de milliards de galaxies, elles-mêmes faites de milliards d'étoiles, il y a sûrement un peu de place pour quelques planètes autres que celles de notre système solaire. Mais comment les repérer dans l'éblouissement de leur astre solaire ? On a pu calculer, grâce aux « pulsions » réglées comme une horloge des pulsars, que de légères mais régulières variations dans la rotation de ces étoiles à neutrons pouvaient signifier la présence de planètes. Le hic, c'est que l'hypothèse conventionnelle sur la formation des pulsars (le résultat d'une supernova) interdit de croire qu'une planète puisse survivre à une telle explosion. D'où une nouvelle et élégante hypothèse, qui veut que le pulsar naisse non plus de l'explosion d'une étoile massive, mais de la fusion de deux naines blanches.

(Le Monde, 16/01/92 au 22/01/92)

**119<sup>e</sup> RÉUNION ANNUELLE SEQ**





Université du Québec à Trois-Rivières

## Centre de recherche en photobiophysique

- Des travaux à caractère fondamental sur les aspects moléculaires de la photosynthèse et de la vision.
- Des développements technologiques dans les domaines de l'environnement, de la santé et de l'optique.
- L'accès à des programmes gradués en biophysique, en sciences de l'environnement, en physique et en chimie.

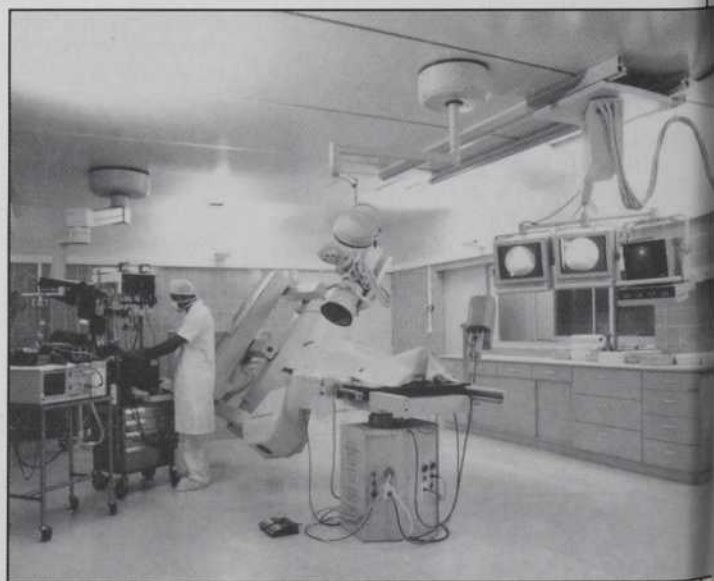
Renseignements:  
Centre de recherche  
en photobiophysique  
C. P. 500, Trois-Rivières,  
Québec G9A 5H7  
Tél.: (819) 376-5077



ELECTROMED INTERNATIONAL

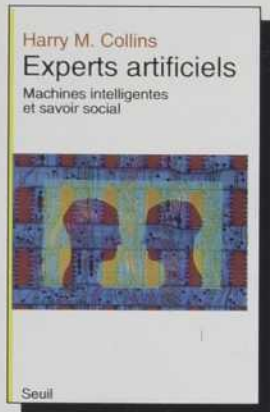
## LA TECHNOLOGIE EDEC™

De nouvelles normes  
pour la radiologie  
cardio-vasculaire



310, boul. Industriel, Saint-Eustache (Québec) J7R 5V3 • Tél. : (514) 491-2100 • Fax : (514) 491-4138

Depuis maintenant quarante ans, une foule de raisons ont été avancées pour défendre la thèse voulant que l'ordinateur ne puisse jamais rivaliser avec l'être humain : le cerveau est un réseau neuronal complexe, que ne pourra jamais remplacer l'ordinateur ; l'homme peut comprendre les choses dans leur totalité, alors que l'ordinateur doit les décomposer ; l'homme est capable d'actions autonomes, alors que l'ordinateur agit à partir de règles et de symboles qui lui sont fournis par l'homme.



**COLLINS, HARRY M.**  
*Experts artificiels. Machines intelligentes et savoir social*  
Éditions du Seuil, Paris  
1992, 320 pages, 39,95 \$  
ISBN 2-02-014751-3

Une argumentation maintes fois reprise est celle de la chambre chinoise, avancée par John Searle. Imaginez-vous dans une chambre fermée. À l'extérieur de celle-ci se trouvent des Chinois qui veulent communiquer avec vous. Vous leur répondez toujours en chinois. Ils croient donc que vous êtes vous-même un Chinois ou à tout le moins que vous parlez couramment leur langue.

Mais vous, vous avez un dictionnaire et une grammaire entre les mains. Pour les Chinois de l'extérieur, vous vous comportez comme si vous compreniez le chinois. En fait, vous ne faites qu'utiliser des règles mises à votre disposition pour leur répondre dans leur langue.

Il en va de même pour l'ordinateur. Ce n'est pas parce qu'un ordinateur se comporte intelligemment qu'il est intelligent.

À ces arguments, H. Collins ajoute celui que l'ordinateur, particulièrement l'intelligence artificielle, ne pourra jamais dépasser l'homme, parce qu'il lui manque cette dimension sociale qui définit l'intelligence humaine.

C'est à une sociologie de l'intelligence artificielle que Collins nous convie dans ce livre. Si l'intelligence artificielle est réellement équivalente à l'intelligence humaine, alors toute la sociologie de la science, qui avance que celle-ci est une construction sociale, est fautive. En effet, si l'ordinateur peut découvrir des lois, c'en est fait du constructivisme. C'est la thèse que tente de contredire Collins.

Un livre pour initiés.

*Benoît Godin*

**HURTUBISE, ROLLAND**  
*L'Intelligence artificielle du manager. Outillage de réalisation et cas d'application*  
Coll. « Gestion de systèmes »  
Éditions Agence d'ARC, Montréal  
1992, 270 pages, 38 \$  
ISBN 2-89022-307-8

Quel lien y a-t-il entre l'intelligence artificielle et le domaine du management ? Qu'est-ce qu'un système cognitif ? un système expert ? un système ou réseau neuronal ? Comment concevoir de tels systèmes ? Ce livre se veut pratique : après l'avoir lu, le lecteur devrait pouvoir réaliser ses propres systèmes cognitifs.

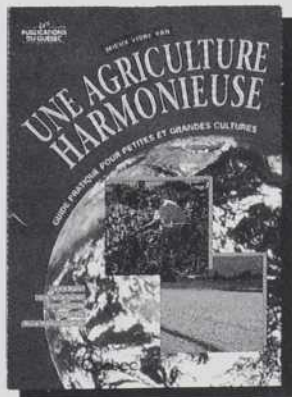
**CLEGHORN, JOHN M. ET BETTY LOU LEE**  
(Traduit par Jocelyne DELAGE)  
PRÉFACE DU DR YVES LAMONTAGNE  
*Les maladies mentales*  
*Un survol des progrès accomplis par la psychiatrie contemporaine*  
Le Jour, Montréal  
1991, 272 pages, 20,95 \$  
ISBN 2-8904-4436-8

Publié en collaboration avec l'Association des psychiatres du Canada et l'Association des médecins psychiatres du Québec, ce livre s'adresse d'abord à tous ceux et celles qui comptent dans leur entourage des personnes souffrant de désordres mentaux. Dépression,

schizophrénie, autisme, maladie d'Alzheimer, etc. Le point sur les médicaments et les traitements actuels, ainsi que des adresses utiles.

**BOULET, LOUISE ET AL.**  
*Mieux vivre par une agriculture harmonieuse.*  
*Guide pratique pour petites et grandes cultures*  
Les Publications du Québec, Québec  
1992, 216 pages, 16,95 \$  
ISBN 2-551-14491-4

Réalisé par les départements de santé communautaire de l'Hôtel-Dieu de Montmagny et de l'Hôpital de l'Enfant-Jésus, en collaboration avec l'Union des producteurs agricoles (Lanaudière) et le ministère



de l'Environnement, cet ouvrage propose des pratiques agricoles écologiques adaptées aux divers besoins, de la ferme au simple potager. On y aborde de nombreuses questions, touchant à la fois les petites et grandes surfaces : fertilisation (un chapitre entier est consacré au compostage), rotation des cultures, contrôle des mauvaises herbes, prévention des maladies. Le lecteur y trouvera donc des moyens efficaces, respectant les cycles naturels et les écosystèmes.

**CARTE GÉO TOURISTIQUE**  
*Géologie du Sud du Québec, du Bas-Saint-Laurent et de la Gaspésie*

Min. de l'Énergie et des Ressources et Publications du Québec, Québec  
1992, format : 83 x 106 cm, 9,95 \$

Sur un fond de carte routière contenant les points de référence habituels (villes, villages, rivières et lacs), est superposée la distribution des roches à l'affleurement. La carte, à l'échelle 1:500 000, contient aussi des légendes, des notes explicatives, des croquis, des descriptions de sites d'intérêt géologique et un lexique. Voyageurs et touristes, en plus de découvrir l'histoire géologique de cette région en parcourant les routes, pourront y apprendre, entre autres, que le talc est un minéral exploité depuis plus de 100 ans dans les Cantons de l'Est, que le mont Saint-Hilaire est un site minéralogique connu mondialement et qu'en Gaspésie un centre d'interprétation rend accessible à tous un site fossilifère de renommée mondiale.

**Les secrets du Saint-Laurent.**  
*Guide de météo marine*  
Environnement Canada, Montréal  
1992, 96 pages, 12,95 \$  
(Également disponible sur vidéo VHS - durée : 27 min -, 19,95 \$)  
ISBN 0-660-93592-9

Celles et ceux qui choisiront de naviguer sur le Saint-Laurent trouveront dans ce guide des renseignements sur : le comportement du vent et de la mer, la personnalité topographique du Saint-Laurent, les principaux signes annonciateurs du changement de temps, et les prévisions météorologiques maritimes et la façon d'y avoir accès directement et rapidement. On trouve également dans ce guide un répertoire de 142 lieux où les conditions exigent, par vent fort, qu'on navigue avec circonspection.



# SPÉCIAL ENVIRONNEMENT

*En marge de la conférence des Nations Unies sur l'environnement à Rio, Québec Science a retardé cette année d'un mois son « Spécial environnement ».*

## LE POINT SUR L'OZONE (Étienne Denis)

Les scientifiques s'inquiètent depuis quelques années de la dégradation de la couche d'ozone atmosphérique. Ce printemps un avertissement de la NASA relançait la panique : les rayons solaires sont-ils devenus mortels, faute de notre écran protecteur d'ozone ? Étienne Denis a examiné les données pour conclure que la dégradation de la couche d'ozone n'a pas encore d'effet significatif sur la santé.

## QUELQUES PISTES POUR SAUVER LA PLANÈTE (Ève-Lucie Bourque)

De quoi sera-t-il question, à la conférence des Nations Unies à Rio ? Et de quoi ne sera-t-il pas question ? Ève-Lucie Bourque a assisté aux débats préparatoires de New-York, le mois dernier, et fait le « tour du jardin » de ce qu'on devrait attendre de ce Sommet de la Terre.

## LA PLANÈTE GAÏA (Jean-Marc Fleury)

Quand James Lovelock a émis l'hypothèse que la Terre était un être vivant autonome, dont les multiples écosystèmes seraient les « organes », on n'y a d'abord vu qu'une image poétique. Hypothèse non scientifique. N'empêche que depuis quelques années, des chercheurs commencent à découvrir les mécanismes régulateurs de Gaïa, et à trouver riche l'hypothèse de Lovelock.

## LE GÉNIE DU BIODÔME (Collectif)

Québec Science profite en outre de l'inauguration du Biodôme de Montréal, le plus formidable musée de l'environnement au monde, pour présenter à ses lecteurs un encart de 20 pages sur les défis que les ingénieurs ont dû relever pour recréer ce monde en vase clos, sous la voûte basse de l'ancien vélodrome olympique.

## Bonjour, je m'appelle Flippo

Je vous dévoile mon nouveau nom. Ce nom, dont je suis très fier, m'a été donné par les employés et les sous-distributeurs des Messageries Dynamiques, ceux qui ont la responsabilité de la distribution en kiosques du magazine Québec Science.

Grâce à vous, amis lecteurs, qui achetez ce numéro de Québec Science en kiosque et participez au concours, ainsi qu'aux gens de Messageries Dynamiques et des sous-distributeurs, je serai bientôt en mesure de recevoir officiellement mon acte d'adoption.

Plus vite vous participerez au concours, plus vite je serai adopté.

## GAGNEZ UN SÉJOUR

**de 3 jours et 2 nuits pour deux personnes à l'Hôtel Tadoussac et une croisière d'observation des baleines.**

Votre geste vous donnera également la chance de gagner une fin de semaine pour deux à l'Hôtel Tadoussac, au cours de laquelle vous aurez l'occasion d'aller observer les baleines à l'embouchure du Saguenay et, qui sait, peut-être d'y apercevoir notre futur adopté !

Si vous avez acheté ce magazine chez un détaillant, remplissez tout simplement le coupon ci-dessous, puis découpez et remettez-lui cette annonce complète (les fac-similés ne sont pas acceptés). Vous serez ainsi automatiquement inscrit au concours.



Estampe du détaillant

Remettez au détaillant qui vous a vendu ce numéro de Québec Science

Nom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Ville \_\_\_\_\_

Code postal \_\_\_\_\_ Tél. (\_\_\_\_) \_\_\_\_\_

Cochez si vous désirez des renseignements sur la Fondation Québec Science

Route \_\_\_\_\_



**ATTENTION  
- PLANÈTE  
FRAGILE**



**POUR RÉPONDRE  
AUX GRANDES  
QUESTIONS,  
IL FAUT POSER DE  
GRANDS GESTES.**

Il y a 50 ans, nos prédécesseurs étaient fiers de leurs usines. Les Québécois aussi. À l'avenir, certaines répondront de plus en plus difficilement aux attentes environnementales. Dans les prochaines décennies, elles seront démolies ou modernisées. Le processus de reconstruction est enclenché. L'investissement requis: plus de 3 milliards \$. Mais au-delà des dollars, il y a une politique. Non seulement corrective mais préventive. De l'utilisation réfléchie des matières premières et de l'énergie jusqu'au recyclage du produit fini, Alcan s'impose des normes environnementales rigoureuses. Cette façon d'agir est le propre d'Alcan. Elle trace la voie d'une évolution sensible. Elle est surtout le signe manifeste de son engagement et du sens de la direction qui l'anime.

**ALCAN.  
UNE FORCE SENSIBLE.**



**LES BATT**



**Collection  
LAROUSSE  
VOYAGES**

(Guides de conversation  
et dictionnaires)

- Grammaire de base  
et guide de prononciation  
simplifiée.
- Dictionnaire pour les  
besoins du voyageur.

Tous les éléments pour  
être compris et faire  
face à toutes les  
situations.

**Collection  
LAROUSSE  
VOYAGES**

Tous les renseignements  
pratiques dont vous  
aurez besoin au cours  
de votre séjour.



**Collection  
MONDE ET  
VOYAGES**

Des pays à aimer, à  
comprendre, à  
connaître!

Bien plus qu'un  
guide, ce livre est  
déjà un voyage.

**les éditions françaises**

1411, rue Ampère  
Boucherville (Québec)  
J4B 5W2  
(514) 641-0514  
871-0111 . 1-800-361-9635  
Télec.: (514) 641-4893



**Larousse**

**UN VOYAGE EN IMAGES!**