

# QUÉBEC SCIENCE

## POLLUTION DOMESTIQUE PREPARE AUX CHAMPIGNONS!

## LE CANADA EN ORBITE

## JACQUES ROUSSEAU: LE DERNIER DES EXPLORATEURS

## ELECTRICITÉ À VENDRE

## OBÉSITÉ ABDOMINALE: UN DÉPÔT DANGEREUX



UNIVERSITÉ  
DU QUÉBEC

20  
AN S

UQ  
UQAH  
ENAP  
UQAT  
ETS  
UQAR  
IAF  
UQAM  
INRS  
TELUG  
UQTR  
UQAC

*Une génération  
au service  
des Québécois*



Université du Québec

# SOMMAIRE

## ARTICLES

### 20 Pollution domestique Gare aux champignons!

*Parce qu'elles sont trop bien isolées, nos maisons renferment de nombreux polluants microbiologiques.*

Par Gilles Parent

### 26 Le réseau hydro-québécois Pleins feux sur les exportations

*Les ventes d'électricité aux États-Unis sont-elles vraiment rentables? Quelles implications ont-elles sur le réseau?*

Par Raynald Pepin

### 32 Le Canada en orbite

*L'équipe spatiale canadienne composée de six astronautes prépare ses prochaines missions dans l'espace.*

Par Françoise Côté

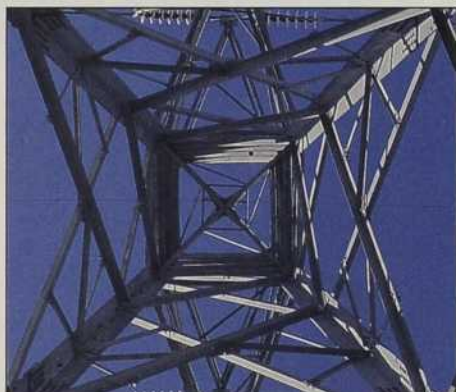
### 38 Attention! Dépôt dangereux

*L'endroit où on porte le surplus de graisses importe beaucoup. Ainsi, la bedaine de monsieur est particulièrement dangereuse.*

Par Gilles Drouin



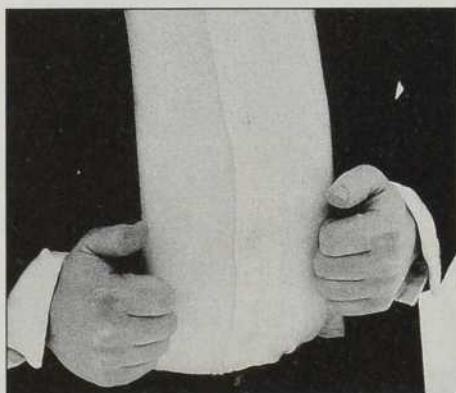
Page 20



Page 26



Page 32



Page 38

## CHRONIQUES

### 8 LES PIONNIERS

*Jacques Rousseau: le dernier des explorateurs*  
Par Claire Chabot

### 15 ACTUALITÉ

Par l'Agence Science-Presses

*Les déchets biomédicaux*

*Bagarres dans les estrades*

*Une technique rassurante pour les cardiaques*

*Des recherches qui ne font pas de bruit*

*Produire du mazout avec de la boue*

*Une station d'épuration modèle*

*Jus de fruit: la modération*

*a meilleur goût*

### 44 MICROMÉGA

*Le micro-ordinateur branché sur Alex*

Par Jean Lalonde

### 47 LA DIMENSION CACHÉE

*Un terrain glissant*

Par Raynald Pepin

### 5 ENTRE LES LIGNES

### 48 EN VRAC

### 49 LU POUR VOUS

*La médecine mécanisée*

*Les délices du futur*

### 50 DANS LE PROCHAIN NUMÉRO

QUÉBEC SCIENCE, magazine à but non lucratif, est publié 11 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 signées sont dus à la rédaction. Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés.

Télex: 051-31623

Dépôt légal: Bibliothèque nationale du Québec

Premier trimestre 1989, ISSN-0021-6127

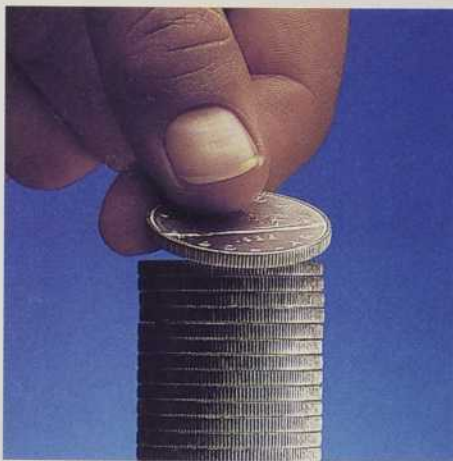
Répertorié dans Point de repère

© Copyright 1989 QUÉBEC SCIENCE

PRESSES DE L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

# Au total, 2 milliards injectés chaque année dans notre économie

**H**ydro-Québec, une des plus importantes sociétés de services publics du monde, injecte chaque année plus de 2 milliards de dollars au Québec. Grâce à ses achats de biens et de services, elle soutient annuellement plus de 55 000 emplois directs et indirects. Elle contribue ainsi largement à notre prospérité. Hydro-Québec est également un moteur de notre



développement. Avec ses tarifs, parmi les plus bas en Amérique du Nord, elle attire chez nous de nouvelles entreprises, et donne à celles qui y sont déjà un avantage impor-

tant vis-à-vis des concurrents étrangers. Dynamisme industriel et technologies nouvelles: une autre façon pour Hydro-Québec de contribuer à notre qualité de vie.

**L'ÉLECTRIFICITÉ**



# QUÉBEC SCIENCE

2875, boul. Laurier,  
Sainte-Foy (Québec) G1V 2M3  
Tél.: (418) 657-3551 — Abonnements: poste 2854  
Rédaction: SCIENCE-IMPACT: (418) 831-0790  
On peut rejoindre la rédaction  
de Québec Science par courrier électronique,  
au numéro Infopua QS 00101,  
ou par télécopieur: (418) 831-0009

## DIRECTEUR

Jacki Dallaire

## RÉDACTION

La coordination rédactionnelle de  
QUÉBEC SCIENCE est effectuée par  
Les communications SCIENCE-IMPACT  
C.S.I. ltée

Rédacteur en chef  
Jean-Marc Gagnon

Adjointe à la rédaction  
Lise Morin

Révision linguistique  
Robert Paré

Recherches iconographiques  
Ève-Lucie Bourque

## Collaborateurs

Jean-Marc Carpentier, Claire Chabot,  
Gilles Drouin, Claude Forand, Michel Groulx,  
Fabien Gruhier, Éline Hémond,  
Madeleine Huberdeau, Jean Lalonde,  
Yvon Larose, Claude Marcil, Félix Maltais,  
Danielle Ouellet, Raynald Pepin, Gilles Provost,  
Jean-Guy Rens, René Vézina.

## PRODUCTION

Conception graphique  
Richard Hodgson

Réalisation graphique  
Line Nadeau

Typographie  
Raymond Robitaille

Photo couverture  
Alain Vézina

Séparation de couleurs et photogravure  
Gravel Photographeur Inc.

Impression  
Interweb inc.

## PUBLICITÉ ET MARKETING

Marie Prince  
2875, boulevard Laurier  
Sainte-Foy, Québec G1V 2M3  
Tél.: (418) 657-3551, poste 2842

## COMMERCIALISATION

Abonnements  
Nicole Bédard

Distribution en kiosques  
Messageries dynamiques

Membre de:



CPPA

## Abonnements

Au Canada: Régulier: (1 an/11 nos): 28,00\$  
Spécial: (2 ans/22 nos): 49,00\$  
Groupe: (1 an/11 nos): 25,00\$  
(10 ex. à la même adresse)  
À l'unité: 3,25\$  
À l'étranger: Régulier: (1 an/11 nos): 39,00\$  
Spécial: (2 ans/22 nos): 68,00\$  
À l'unité: 4,00\$

Pour la France, faites votre chèque à l'ordre de:  
DAWSON FRANCE, B.P. 40, 91121,  
Palaiseau, Cedex

Pour abonnement ou changement d'adresse

QUÉBEC SCIENCE  
C.P. 250, Sillery G1T 2R1



# Entre les lignes

**P**lus elle avance, plus la série d'articles de Claire Chabot sur les pionniers de la science québécoise nous fait réaliser à quel point nous sommes redevables à ces précurseurs. Jacques Rousseau, cofondateur du Jardin botanique de Montréal et l'un des plus proches collaborateurs du frère Marie-Victorin, était à la fois botaniste et ethnologue. Personnage coloré, sa vie et son œuvre racontées par Claire Chabot ressemblent à une véritable saga!

Certes, on ne peut pas parler de saga de l'espace pour le Canada. Pas encore! Mais notre pays a quand même su, au cours des dernières années, se tailler une place enviable dans la recherche spatiale. Après Marc Garneau, ce sera bientôt au tour de Steve MacLean de réaliser, à bord d'un prochain vol de la navette spatiale américaine, d'importantes expériences, entre autres, sur un système canadien de vision spatiale. Un dossier que Françoise Côté, une journaliste chevronnée qui a su conserver un enthousiasme contagieux, a élaboré avec le plus grand soin.

Si les Canadiens peuvent désormais utiliser la navette spatiale américaine, ce n'est pas d'hier que les Américains, eux, se servent de l'électricité que nous leur exportons. Se situant au-delà des débats passionnés et partisans, notre collaborateur Raynald Pepin complète son reportage sur le réseau hydro-québécois en traitant à fond des exportations d'électricité. À lire pour être vraiment au courant.

On s'en doutait bien, mais on peut l'affirmer, maintenant que les recherches aboutissent à une conclusion claire: les personnes qui ont tendance à accumuler la graisse à l'abdomen sont beaucoup plus vulnérables que la moyenne des gens au développement de troubles cardiaques, du diabète ou d'accidents cardio-vasculaires. Un dossier original de Gilles Drouin sur la distribution «régionale» du tissu graisseux.

Le syndrome de Saint-François-d'Assise, vous connaissez? L'air de cet hôpital de Québec serait à ce point contaminé par des moisissures toxiques qu'il serait dangereux d'y travailler et d'y séjourner... Mais il n'y a pas que les édifices publics qui seraient en cause. Nos maisons, rendues étanches pour économiser la précieuse énergie, risquent de se transformer en foyers de contamination. Gilles Parent fait le point sur ce problème inattendu, mais important.

Ce numéro ne serait pas complet si on n'y retrouvait pas les pages d'actualité de l'Agence Science-Press et les chroniques très appréciées de nos lecteurs: «La Dimension cachée» (Raynald Pepin y aborde un sujet glissant...) et «MicroMéga» (Jean Lalonde explique comment se brancher sur Alex avec un micro-ordinateur).

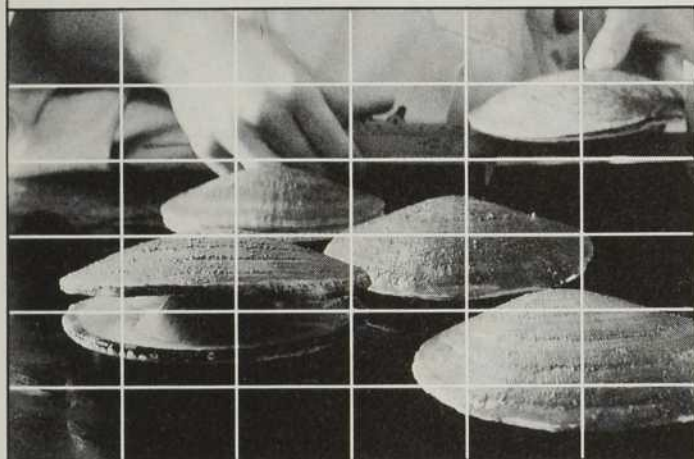
Une chose que les lecteurs et lectrices de Québec Science apprécient aussi: les lampes de poche offertes en prime. Elles se sont envolées si vite qu'il a fallu en doubler le nombre!

Jean-Marc Gagnon



# INRS

OCÉANOLOGIE



En mai dernier, on annonçait, à Rimouski, la construction de la nouvelle station aquicole de Pointe-au-Père. L'INRS-Océanologie s'enrichit ainsi d'installations de premier ordre qui lui permettront de renforcer le rôle moteur qu'il joue en recherche océanologique.

De vastes bassins d'expérimentation en eau de mer, des dispositifs permettant l'étude des écosystèmes marins et des phénomènes de pollution, des laboratoires pour les études fines de la biologie des espèces importantes sur le plan commercial. Tous ces équipements serviront une meilleure

compréhension et une exploitation plus rationnelle des richesses marines.

Bien ancrés dans le Québec maritime, l'INRS-Océanologie et son laboratoire de Pointe-au-Père sont aussi, dès maintenant, un atout majeur pour le développement des industries de la mer dans cette région.

#### Un contexte idéal pour la recherche océanologique:

- Environnement marin
- Milieu physique côtier
- Écotoxicologie
- Processus physiologiques et biochimiques en milieu marin
- Processus liés à l'aquiculture

#### Renseignements:

Tél.: Québec (418) 654-2500  
Rimouski (418) 724-1651

**L'INRS  
LE SCEAU DE QUALITÉ  
EN RECHERCHE ORIENTÉE**



Université du Québec  
Institut national de la recherche scientifique

# JACQUES ROUSSEAU: le dernier des explorateurs

par Claire CHABOT \*



*Explorant en canot la péninsule d'Ungava, le botaniste québécois a découvert les trésors de la toundra: ses fleurs, ses lichens, ses caribous, ses carcasses et, surtout, la culture de ses habitants. « Esprit curieux dans un corps ambulante », Jacques Rousseau a personnifié le botaniste idéal, celui qu'avait décrit le philosophe Jean-Jacques Rousseau. Sans chercher de parenté lointaine avec son célèbre homonyme, on se surprend pourtant à leur trouver une ressemblance du côté de l'humanisme.*

**C**ofondateur du Jardin botanique de Montréal, Jacques Rousseau a été l'un des plus proches collaborateurs du frère Marie-Victorin. Au fil des ans, il a également poussé ses expéditions botaniques de plus en plus loin vers le nord du Québec, jusqu'à la péninsule du Québec-Labrador où il a découvert et classifié une centaine de nouvelles espèces. C'est à partir de ses descriptions du paysage végétal nordique qu'il a créé le concept d'une zone de transition entre la forêt boréale et la toundra: la zone «hémiarctique».

Ses nombreuses descriptions ethnographiques des Montagnais-Naskapis et des Inuit font de Jacques Rousseau l'un des pionniers de l'anthropologie au Québec. Son intérêt pour l'ethnobotanique l'a mené à de véritables enquêtes historiques sur les connaissances botaniques et médicinales des Amérindiens et des premiers colons, suivant les traces des Cartier, Lescarbot, Boucher. À sa mort, il a laissé de nombreux travaux inachevés, dont la traduction du journal du botaniste finlandais Pehr Kalm, venu au Canada en 1749.

Jacques Rousseau est l'un des premiers «nordistes» québécois. Son amour pour le Nord et ses habitants a dépassé de loin le simple intérêt scientifique: il s'est intégré à son imaginaire. «Ô soleil accablant de l'été arctique! écrit-il. Depuis des jours, aucun nuage pour tiédir la flamme du ciel. Je cherche l'ombre, j'ai l'obsession de l'ombre. Je fuis l'étuve de la tente pour l'abri du canot

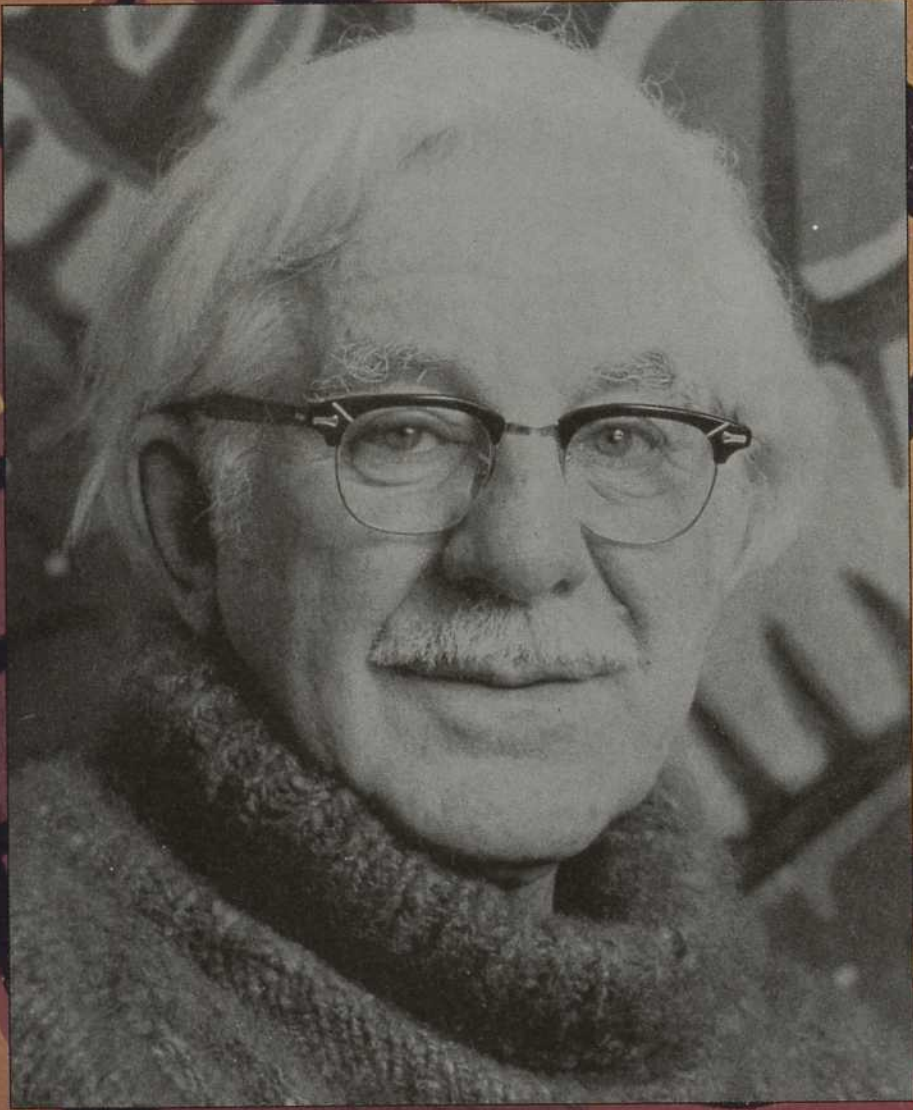
renversé sur la grève, avant de retrouver l'huile vive du lac. J'ai plein les yeux des océans de lumière, j'ai plein la peau des saharas de soleil, la toundra exhale une haleine fiévreuse.»

## UN BOTANISTE À LA MARIE-VICTORIN

«On demandait souvent à mon mari de raconter quelques anecdotes au retour de ses voyages, se rappelle Mme Madeleine Rousseau. Pour lui, l'aventure, c'était de voir un ruisseau qui n'avait coulé pour les yeux de personne. Il trouvait encore plus de beauté à un site en appelant les choses par leur nom, même si c'était en des termes rébarbatifs.» «[...] le clapotis menu de la vague du canot, écrit encore Jacques Rousseau, le petit Esquimau qui sourit à sa mère dans le capuchon de l'anorak, la trouvaille sur la plage d'un caillou qui narre l'histoire de la terre ou, sur le talus, une plante que personne n'a encore vue, une herbe insignifiante, sans nom, qui ajoute un chaînon aux connaissances humaines. Ce sont là grandes aventures.»

L'aventure de Jacques Rousseau commence dans le sous-sol de la jeune Faculté des sciences de l'Université de Montréal, rue Saint-Denis, en 1926. Élève studieux et timide, il deviendra successivement expérimentateur, chargé de cours et professeur agrégé au Laboratoire de botanique. Fils spirituel du frère Marie-Victorin, il partage le même enthousiasme pour le développement scientifique du Québec et la même ardeur au

\* La rédaction de cette série d'articles a été réalisée dans le cadre du Programme de soutien aux activités de diffusion de la culture scientifique et technique du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science.



travail. Jacques Rousseau devient ainsi le plus fougueux et fidèle collaborateur du célèbre botaniste, participant activement à ses principales œuvres : il est le premier secrétaire de l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences (ACFAS), animateur à Radio-Colège et aux Cercles des Jeunes Naturalistes, professeur à l'Institut botanique et assistant-directeur au Jardin botanique de Montréal.

Lui reconnaissant un talent en taxonomie, Marie-Victorin demande à Jacques Rousseau d'écrire, dans la *Flore laurentienne*, les chapitres sur les violettes et les astragales. Ce dernier sujet fera l'objet du doctorat de Jacques Rousseau. Il ira même jusqu'à en construire les clefs analytiques des genres et des familles. Approfondissant plusieurs domaines à la fois, le jeune botaniste instaure un cours de paléobotanique ainsi que le premier cours de génétique donné à la Faculté des sciences, pour lequel il rédige un manuel qui servira dans quelques universités.

En 1942, Jacques Rousseau entreprend une expédition à l'île d'Anticosti afin de poursuivre les herborisations de Rolland-Germain et du frère Marie-Victorin, lequel ne peut, à cause de l'état de sa santé, entreprendre ce périple. Seul, son bagage sur le dos, il traverse l'île à pied : de la Vauréal à la crique à la Chaloupe



*Jacques Rousseau fait le point avec ses guides amérindiens sur la route à suivre. Photo prise à l'époque des grandes expéditions qu'il réalisa au Nouveau-Québec entre 1944 et 1951.*

et, sur la rive sud, de la rivière MacDonald à la rivière Jupiter. À partir de cette époque, Jacques Rousseau va pousser ses expéditions de plus en plus au nord et se détacher peu à peu de la tradition botanique de l'Institut en s'ouvrant à l'étude ethnologique des Amérindiens.

Quand le frère Marie-Victorin meurt, au retour d'une herborisation en 1944, Jacques Rousseau est en expédition au lac Mistassini.

## EXPLORER LES PAYSAGES NORDIQUES

«La série de ses grandes explorations au Nouveau-Québec, de 1944 à 1951 : lac Mistassini, rivière George, rivière Payne et Kogaluk, rivière Korok jusqu'au mont Torngat, sont des exemples d'énergie et de courage qui semblent frôler parfois la témérité», affirme le mycologue René Pomerleau. «Cependant, il ne laissait rien au hasard. Il savait calculer les risques et mesurer les efforts physiques selon ses normes et ses propres forces. Il choisissait avec grand soin ses guides amérindiens qu'il traitait comme des égaux car, sur leur propre territoire, leur expérience dépassait la sienne.»

«Son esprit frondeur, écrit le géographe Louis-Edmond Hamelin, le poussait à être le premier à faire les choses. Avec les moyens disponibles à cette époque, il a effectué des expéditions pénibles en canot, qui ne sont pas étrangères à son vieillissement précoce. Peu de gens avant lui, s'il y en a eu, ont traversé le col de l'Ungava arctique. Au nord-est du Nouveau-Québec, une expédition sur la rivière George en 1947, cours d'eau tristement célèbre, lui a fait voir les derniers campements des Naskapis régionaux.»

En 1905, Mme Hubbard descendit la rivière George avec un guide indien sur les traces de son mari disparu. Chroniqueur sportif, il était parti au Labrador sans provisions, avec un équipement de chasse et de pêche qui s'est avéré inadéquat pour la faune boréale. Des trappeurs le trouvèrent mort de faim. «Lorsque Mme Hubbard descendit la rivière, écrit Rousseau, les troupeaux de caribous étaient considérables alors, et l'un de ceux qu'elle rencontra comptait plusieurs centaines de têtes. Mais, où sont les caribous d'antan? Seules les sépultures isolées le long de la rivière attendent du haut de leur promontoire le retour du caribou.» Sur les rives de la rivière George, le botaniste ne rencontre que désolation : les caribous et les hommes ont déserté peu à peu ce désert glacial.

**Nom:** Rousseau

**Date et lieu de naissance:** le 5 octobre 1905, à Saint-Lambert, d'une famille de 14 enfants. Il est mort le 4 août 1970, à Lac-Ouareau, dans les Laurentides.

**Prénom:** Jacques



Jacques Rousseau était à la fois botaniste et ethnologue. Ses études couvrent des champs aussi divers que la taxonomie, la géographie, l'ethnobotanique, l'ethnologie et la linguistique. Jacques Rousseau est le dernier des chercheurs explorateurs. Ses expéditions dans la péninsule d'Ungava coïncident avec la fin de l'ère des explorateurs, en raison de la couverture aérienne des régions éloignées. Il a découvert une centaine d'espèces de plantes et huit entités botaniques (Rousseauii) lui ont été dédiées.

René Pomerleau se souvient d'une expédition avec lui dans les monts Otish, en 1949. «Accompagné d'un guide indien, Rousseau est parti pour une randonnée avec du thé comme seule provision. Loin du campement, il a eu sa première crise cardiaque: il dut coucher à la belle étoile.» Resté seul avec le jeune fils de Rousseau, François, René Pomerleau ne dort pas de la nuit. Le lendemain, le botaniste revint au camp exténué, mais heureux: il avait récolté une nouvelle espèce, l'*Agoseris naskapensis*.

Jacques Rousseau rapporte de ses expéditions une fascination pour le Nord, mais aussi de nombreuses données scientifiques inédites: il cartographie des régions encore explorées, découvre une centaine de nouvelles espèces de plantes et définit une zone géographique intermédiaire, la zone hémiarctique, située entre la forêt boréale du plateau laurentien et la toundra de la péninsule d'Ungava. Le terme «hémiarctique» n'a pas été adopté de façon généralisée par la communauté scientifique internationale, bien que, dans le domaine de la zonation, on se réfère aux travaux de Rousseau. En effet, cette zone de toundra forestière, de superficie importante au Québec, est presque inexistante, ailleurs, dans l'ensemble de la région circumpolaire, sauf en Sibérie orientale.

## LA CULTURE AMÉRINDIENNE EN PÉRIL

Nommé directeur du Jardin botanique de Montréal, en 1944, Jacques Rousseau va se battre pour la construction des nouvelles serres, prévues dans le plan initial. Après la Deuxième Guerre mondiale, les budgets du Jardin sont plus importants que jamais; les mesquineries, les jalousies et les conspirations tourmentent le botaniste. Les altercations avec le nouveau maire, Jean Drapeau, et ses élus municipaux s'amplifient; il se décide à accepter le poste de directeur du Musée de l'Homme à Ottawa. Pour des raisons encore obscures, le botaniste n'y sera pas longtemps: on le congédie deux ans après son arrivée. Il choisit alors l'exil!



*«De la jeunesse, j'ai gardé bien peu de choses, mais j'en ai encore au moins épargné une: la faculté de m'émouvoir, de m'indigner et d'aimer. Pour comprendre les hommes, il faut les aimer», déclarait Jacques Rousseau lors du congrès national de la Fondation française d'études nordiques.*

Ces années d'intrigues n'ont pas diminué pour autant l'ardeur au travail de Jacques Rousseau; ses études ethnographiques sur les Montagnais et les Cris, rencontrés dans la région de Mistassini, et les Inuit de l'Ungava et de la baie d'Hudson présentent les multiples facettes de la culture amérindienne. Anthropologue autodidacte, il a mis à profit ses connaissances en sciences naturelles pour décrire la culture matérielle des «premiers Canadiens», en rapport étroit avec le milieu naturel. Dans ses descriptions sur l'organisation socio-économique des Amérindiens, il a tenu compte de l'influence directe de la venue des Européens en Amérique sur les nombreuses modifications des modes de vie traditionnels, dessinant ainsi de véritables esquisses historiques de l'Amérique du Nord.

«Au cours de ses expéditions, affirme l'anthropologue Marc-Adélaïde Tremblay, Jacques Rousseau a pu observer directement les pratiques religieuses amérindiennes. Il les a décrites abondamment, allant des pratiques divinatoires individuelles aux cérémonies collectives présidées par les jongleurs. Si les premières sont faciles d'accès pour les ethnologues, il n'en était pas de même des

secondes puisqu'elles étaient bannies par les autorités religieuses. «Grâce aux rapports amicaux qu'il entretenait avec les autochtones, il a été investi de secrets et a été témoin de pratiques magiques et religieuses que peu de Blancs de son époque ont connues.»

En 1953, il assiste à une cérémonie de la «tente tremblante», rituel qui a aujourd'hui quasi disparu. Autour de quelques jeunes bouleaux plantés en cercle, les participants disposent des peaux de caribous pour former une tente conique, laissant une ouverture à son sommet. Au coucher du soleil, le sorcier en fait trois fois le tour, soulève les peaux et pénètre dans la tente. À l'extérieur, l'assemblée silencieuse entoure la tente qui se met à trembler. En transe, le sorcier entre en communication avec le grand manitou, l'esprit pourvoyeur: ils parlent de l'absence du gibier et de la faim, des tabous à respecter...

En 1959, Jacques Rousseau s'embarque pour la France: on lui a confié un poste de professeur associé au Centre d'études arctiques de la Sorbonne et à l'École pratique des Hautes Études. Celui qui l'accueille à Paris, le nordiste Jean Malaurie,



*Jacques Rousseau en canot avec un guide amérindien. Lors de ses voyages dans le Nouveau-Québec, Jacques Rousseau a entretenu des rapports amicaux avec les Amérindiens dont il fit connaître la culture par ses études et ses articles de journaux.*

raconte dans quelles conditions le botaniste quittait son pays natal. «Ignoré des universités et des organismes de recherche de sa province d'origine, il a dû, pour vivre, vendre sa bibliothèque à un riche industriel d'origine scandinave et postuler un poste à l'étranger.» Il est en correspondance avec les autorités d'Éthiopie quand il reçoit l'invitation française !

Pour parer au mal du pays, le botaniste québécois continue à écrire des articles sur la culture amérindienne, dans le journal *La Patrie*, où il remet en question les stéréotypes véhiculés sur les Indiens, tels le flegme et l'insensibilité à la douleur, qui mènent irrémédiablement au racisme, cette «abominable monstruosité». Si les ponts sont coupés avec les universités du Québec, le courant se maintient avec la population qu'il veut éduquer. Dans ses nombreuses descriptions, il parle de la transformation culturelle des Amérindiens, au niveau de l'alimentation, des vêtements et des armes, il y présente leur vision du monde, leur religion, etc.

Jacques Rousseau souligne le degré d'acculturation auquel sont arrivées ces populations et dénonce les conditions d'asservissement qu'elles subissent à cause de contraintes biologiques (épidémies de variole, de tuberculose), économiques (échange

inégal), politiques (législation canadienne) et idéologiques (évangélisation). «C'est un défenseur des nations autochtones — non des traditions amérindiennes —, écrit Marc-Adélaïde Tremblay, car il estime que les Amérindiens ne peuvent être stationnaires et, à l'image de toutes les autres civilisations, ils doivent s'ajuster et évoluer en fonction des dynamismes qui s'exercent sur eux. L'objectif à poursuivre, selon lui, n'est pas de les «ghettoïser» et de les figer irrémédiablement dans des patrons de culture qui sont dysfonctionnels, mais plutôt de leur permettre d'évoluer à leur rythme, dans leur style vers des formes culturelles qu'ils estiment progressives, c'est-à-dire bénéfiques pour eux dans le temps présent et pour leurs descendants dans les années à venir.»

Selon l'anthropologue, les dénonciations et les interventions de Rousseau, si elles reflètent la fougue de son caractère et sa détermination, sont annonciatrices d'un nouveau type d'anthropologie : l'anthropologie participante et engagée.

#### **POUR UNE VÉRITABLE MULTIDISCIPLINARITÉ**

Au début des années 60, Louis-Edmond Hamelin, fondateur du Centre d'études nordiques de l'Université Laval, veut faire revenir Jacques Rousseau à Québec. «Quand

je suis allé au conseil de la Faculté, raconte-t-il, personne ne voulait de Rousseau. Il y a même un vice-recteur qui est venu me dire de changer d'idée: on ne voulait pas avoir de troubles... et que, si ça ne marchait pas, j'en serais le seul responsable. Maintenant que l'expérience a réussi, tous sont fiers d'y avoir collaboré.» Finalement, en 1962, le doyen de la Faculté des sciences de l'Université Laval, Mgr Alexandre Vachon, se rend à Paris proposer à Jacques Rousseau de poursuivre ses recherches au Centre d'études nordiques.

Jeune étudiant, Louis-Edmond Hamelin avait connu le botaniste en suivant les cours de Radio-Collège, puis à Laval en 1948, où Jacques Rousseau avait donné un cours. «Il m'a profondément influencé au niveau de la multidisciplinarité, pas celle des sciences connexes, mais la vraie!» dit M. Hamelin. La multidisciplinarité à laquelle pense le nordiste est celle qui a fait écrire au géologue André Cayeux — que M. Hamelin avait également fait venir au Centre d'études nordiques —, un article dans une revue de philosophie et, à M. Rousseau, des articles sur la flore de la rivière George ou sur les rites religieux des Montagnais-Naskapis.

En effet, Jacques Rousseau était l'un des rares chercheurs, avec l'écologiste Pierre Dansereau, à avoir couvert un champ de disciplines s'étendant des sciences naturelles aux sciences humaines. Pour ses recherches en ethnobotanique, il a mis à profit ses connaissances en botanique dans de nombreuses études sur l'utilisation des plantes «économiques» et médicinales par les Amérindiens.

Une étude approfondie a permis à Jacques Rousseau de déterminer l'identité de l'*Annedda*, le remède des Amérindiens pour guérir le scorbut. Dans le récit des voyages de Jacques Cartier, on peut lire une description de cette maladie qui ne laisse aucune équivoque, mais le manuscrit se termine là où commence la description de la fameuse plante. Très tôt, l'iden-

ité de l'*Annedda*, appelée aussi «arbre de vie», a été oubliée. Samuel de Champlain et Marc Lescarbot, premier historien de la Nouvelle-France, ont vu le fléau s'abattre sur les premiers colons sans pouvoir trouver le remède qu'avait utilisé Jacques Cartier.

À partir des manuscrits des contemporains de Jacques Cartier et en tenant compte des études précédentes faites sur le sujet, Jacques Rousseau fait une recherche qui demande des connaissances non seulement botaniques mais aussi linguistiques, soit pour discerner les différentes nomenclatures, soit pour traduire le vieux français ou même reconnaître les fréquentes fautes de syntaxe de Champlain, qui peuvent porter à confusion. C'est finalement à partir d'un manuscrit du moine André Thévet, qui s'était entretenu avec Cartier et Donnacona, le chef indien de Stadaconé emmené en France en 1536, et de la description des arbres plantés à cette époque dans le jardin royal de Fontainebleau que Jacques Rousseau a identifié l'arbre de vie: le *Thuja occidentalis*. Au même moment, l'analyse biochimique de divers conifères susceptibles d'être l'*Annedda*, faite par Auguste Mockle, de la Faculté de pharmacie de l'Université de Montréal, confirma la présence de vitamine C aux propriétés antiscorbutiques dans les feuilles du cèdre blanc.

### UN HUMANISTE BOUILLANT

Jacques Rousseau est l'un des rares érudits qu'ait produit le Québec. «Ce n'était pas un homme ordinaire! affirme Louis-Edmond Hamelin. C'était un homme de croisade avec le sens de la tragédie. Son caractère n'était peut-être pas commode, mais celui qu'on lui a prêté a joué contre l'homme; le caractère qu'on lui reconnaissait exagérément celui qu'il avait. Il ne fallait pas traiter Rousseau n'importe comment, ajoute M. Hamelin, le prix à payer était très élevé. Il avait une puissance de réponse, mais il recherchait surtout le dialogue, un dialogue serré et épuisant par des conversations ininter-



À Payne Bay, en 1947. Des visiteuses Inuit assistent à la confection de l'herbier de Jacques Rousseau. Collaborateur du frère Marie-Victorin, il a découvert une centaine d'espèces de plantes lors de ses nombreuses expéditions botaniques.

rompues, longues parfois de six heures.»

Jacques Rousseau disait souvent aux jeunes chercheurs: «Ce n'est pas suffisant de faire une recherche pointue, il faut la porter au grand public.» À l'instar du frère Marie-Victorin, il fut l'un des chercheurs qui a consacré le plus de son temps à écrire des articles de vulgarisation aussi divers que «La surprenante histoire du maïs», «Les Indiens aussi rêvent pour être heureux», «La formation de l'eau d'érable» et «Le glossaire du parler français du Canada». Si, par exemple, un industriel l'appelait pour lui demander s'il était possible de cultiver des huîtres dans la baie James, il pouvait consacrer trois jours à chercher des informations précises.

Pendant les dernières années de sa vie qu'il passe à l'Université Laval, il demeure au cinquième étage d'une résidence pour étudiants. «Sa porte était toujours ouverte, raconte Louis-Edmond Hamelin. Les étudiants allaient lui parler, se confiaient à lui. Ils le considéraient un peu comme un sage. Tous les soirs, il était le dernier à fermer la lumière dans le pavillon des étudiants, raconte Louis-Edmond Hamelin. Je me souviens de la seule fois où Rousseau est entré en furie dans mon bureau pour me raconter qu'on refusait de fermer l'Université à 15 h à cause d'une tempête de neige:

il se faisait du souci pour les étudiants et les travailleurs. Réaction étonnante, de la part de cet explorateur qui a bravé mille tempêtes!»

«Jacques Rousseau était amusant, se souvient l'écologiste Pierre Dansereau. Il avait de l'esprit. Et quel fin gastronome! Entre autres, il connaissait très bien la cuisine chinoise. Un jour, il avait amené tout le personnel du Jardin botanique dans un restaurant du quartier chinois. Pour chacun d'entre nous, il avait préparé d'avance un menu avec l'identification botanique de toutes les plantes qu'on allait manger.» René Pomerleau, lui, se rappelle de certains mets que le botaniste avait préparés dans le Nord québécois avec les moyens du bord: un lagopède des saules aux bolets roux et un filet de touladi aux pholiotes des monts Otish. Quel menu pour ces deux mycophiles!

Derrière le scientifique se cachait aussi l'amateur d'art. Le peintre québécois René Richard a suivi le chercheur dans l'une de ses expéditions dans le Nord, au mont Torngat. Madeleine Rousseau se souvient aussi de l'expédition qu'elle a faite avec son mari à Sandy Lake dans l'extrême nord de l'Ontario pour chercher les dessins et tableaux de Norval Morrisseau, artiste ojibwé, à l'occasion d'une exposition qu'ils avaient organisée au Musée du Qué-

bec, en 1966. Ensemble, les Rousseau ont parcouru 2 000 kilomètres de chemin de fer, ont fait cinq heures d'autocar et une heure d'avion pour atteindre le bassin de la baie d'Hudson.

Jacques Rousseau a décrit ainsi leur arrivée: «Le minuscule avion nous dépose devant le poste de traite, que des pistes de raquettes, d'étroits sentiers battus par l'auto-ski et la «tobagane» relie capricieusement aux maisons de bois rond, dispersées parmi les conifères alourdis de neige. Une demi-heure de marche et nous sommes chez Norval Morrisseau, entouré de ses cinq enfants et de sa jeune femme, Harriet.» C'est ensuite dans ces termes qu'il commente l'œuvre: «Tous ses sujets sont tirés de la faune réelle ou mythique; mais ils comptent à l'occasion des demi-dieux, des hommes-sirènes, des jongleurs inspirés, partiellement métamorphosés. Dépourvu de l'anthropomorphisme coutumier, il y voit une symbiose incessante des êtres vivants, des éléments et même des esprits.»

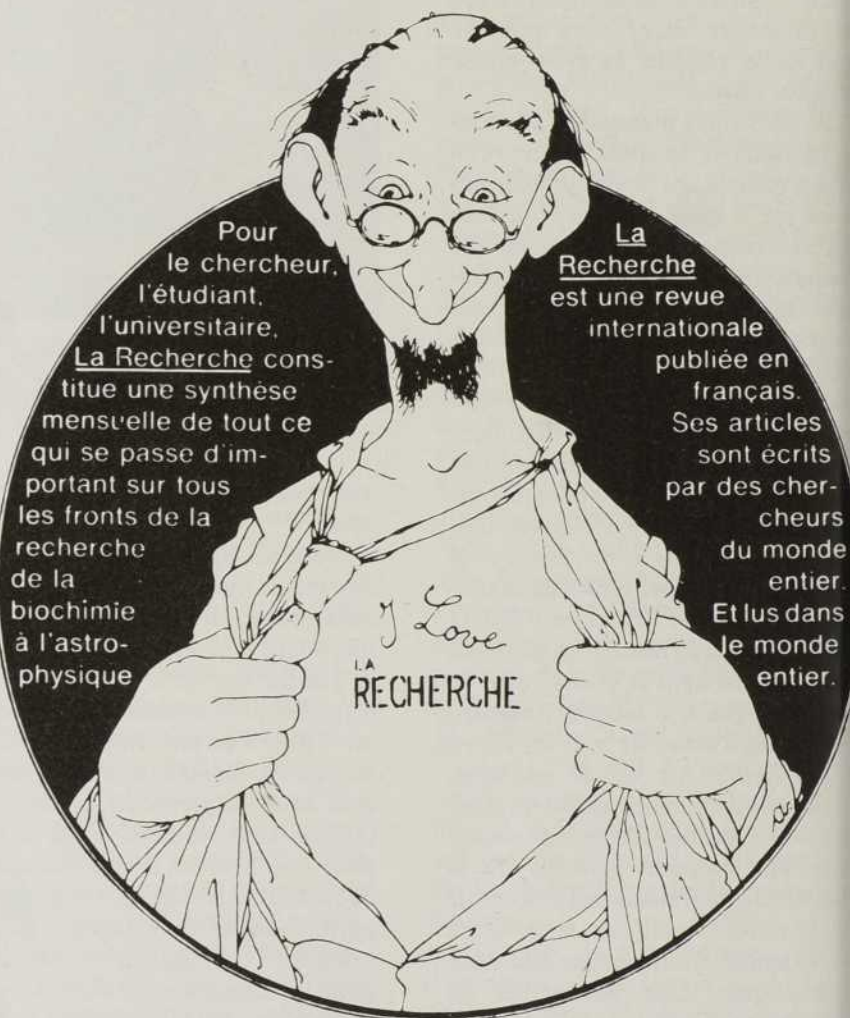
Dans un émouvant hommage à Jacques Rousseau, Jean Malaurie cite des paroles que le chercheur québécois avait prononcées à un congrès international de la Fondation française d'études nordiques: «De la jeunesse, j'ai gardé bien peu de choses, mais j'en ai encore au moins épargné une: la faculté de m'émouvoir, de m'indigner et d'aimer. C'est peut-être là un de mes ultimes conseils. Pour comprendre les hommes, il faut les aimer. Je vous quitterai abruptement à la fin du jour; j'ai foi en l'avenir et, pour cela, je refuse de me coucher avant que la nuit ne soit réellement descendue.»

Jacques Rousseau est mort subitement, à l'âge de 65 ans, à son chalet du lac Ouareau. Le botaniste a été foudroyé par une crise cardiaque, en plein soleil, parmi les fleurs.

**Pour en savoir davantage:**

ROUSSEAU, Jacques, «Le Nouveau-Québec. Contribution à l'étude de l'occupation humaine», coll. Bibliothèque arctique et antarctique 2, École pratique des Hautes Études (Sorbonne), p. 29-94.

## La Recherche a des lecteurs dans 83 pays: pourquoi pas vous?



### Offre spéciale \*

**Je désire souscrire un abonnement d'un an (11 numéros) La Recherche au tarif de 39 dollars canadiens au lieu de 54,45 dollars (prix de vente au numéro).** Un délai minimum de huit semaines interviendra entre la date de la demande d'abonnement et la réception du premier numéro. L'abonné(e) le sera pour un an, à compter du premier numéro reçu.

nom \_\_\_\_\_

adresse \_\_\_\_\_

pays \_\_\_\_\_

à retourner accompagné de votre paiement à  
**DIMEDIA, 539, boul. Lebeau, Ville Saint-Laurent, P.Q. H4N 1S2**

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

# ACTUALITÉ

par l'Agence Science-Press

Il n'existe au Québec aucun plan d'ensemble préconisant le recours à des techniques éprouvées d'élimination des déchets biomédicaux. Un projet de politique est attendu cet hiver, mais avant d'entreprendre d'éliminer correctement ce type de déchets, les hôpitaux du Québec devront apprendre à parler de la même chose.

«La plus grande difficulté provient en effet des différentes interprétations que font les hôpitaux de ce qu'est un déchet biomédical», explique M. Clément Veilleux, directeur des stratégies et politiques environnementales au ministère de l'Environnement du Québec. C'est pourquoi un groupe de fonctionnaires de ce ministère et de celui de la Santé et des Services sociaux a commencé la rédaction d'un projet de politique et de réglementation des déchets biomédicaux par un essai de définition. «C'est un exercice qui peut paraître simple, mais qui s'est avéré plus complexe que prévu», ajoute M. Veilleux.

Évidemment, la principale distinction doit se faire entre les déchets infectieux et ceux qui ne le sont pas. L'appendice d'une personne saine, par exemple, ne risque pas de causer de dommages à l'environnement. Il en va autrement des vaccins ou des médicaments périmés, ou encore des produits antinéoplasiques qui servent au traitement du cancer et dont certains sont eux-mêmes cancérogènes. Les seringues, les scalpels, les éprouvettes ou les compresses souillées sont aussi classifiés selon qu'ils sont contaminés ou non. Les parties du corps humain — à l'exception du sang — ainsi que les fœtus font déjà l'objet d'une réglementation particulière. Des distinctions seront aussi faites pour les déchets des compagnies pharma-

## Les déchets biomédicaux



ceutiques, des établissements vétérinaires ou des laboratoires de recherche.

La quantité de déchets biomédicaux qui requièrent un traitement particulier varie de 50 grammes à 7 kilogrammes par jour et par lit, car l'appréciation du risque n'est pas la même dans tous les hôpitaux. Certains ne séparent pas les déchets contaminés des déchets ordinaires, augmentant ainsi les besoins d'élimination contrôlée. D'autres se débarrassent sans précautions des déchets contaminés. Dans certains cas, c'est la pagaille: le manque de concertation est tel que des déchets contaminés, soigneusement emballés, sont déposés dans le corridor du bloc opératoire et... envoyés avec les déchets de cuisine dans une benne à ordures qui les écrase, faisant éclater les sacs et se répandre les liquides contaminés. D'autres cas font état de matériel piquant ou tranchant, jeté sans précautions avec les ordures ordinaires.

Des chiffres du gouvernement fédéral permettent d'estimer à 6 000 tonnes la quantité de déchets biomédicaux jetés par les hôpitaux québécois chaque année. Mais, encore une fois, ce n'est qu'une approximation.

Il existe de nombreuses méthodes pour éliminer ces déchets. La plus connue reste l'incinération à température contrôlée, mais elle est coûteuse et même dangereuse quand elle est mal pratiquée. Un autre procédé, américain, consiste à compacter puis à laver à l'eau de Javel les produits infectieux. L'autoclave est une autre méthode de désinfection reconnue.

«Il s'agit donc, précise M. Veilleux, d'utiliser la méthode appropriée à chaque catégorie de déchets. Mais, avant cela, il faut apprendre à mieux définir le risque posé par chaque type de déchets et, ainsi, en arriver à réduire les quantités de ce qui est coûteux à éliminer.» Car, évidemment, la question sous-jacente est

toujours la même: les coûts. Selon M. Veilleux, ceux-ci pourraient représenter un dixième d'un pour cent du budget annuel de l'établissement, soit quelques dizaines de milliers de dollars pour un hôpital moyen.

Clément Veilleux estime que son groupe sera en mesure de déposer sous peu un projet de politique et de réglementation de l'élimination des déchets biomédicaux. Il ne s'agira pas d'une loi, mais plutôt d'une politique assortie de règlements que les établissements de santé publics et privés, les cliniques vétérinaires, les entreprises funéraires, les compagnies pharmaceutiques et les laboratoires de recherche devront respecter.

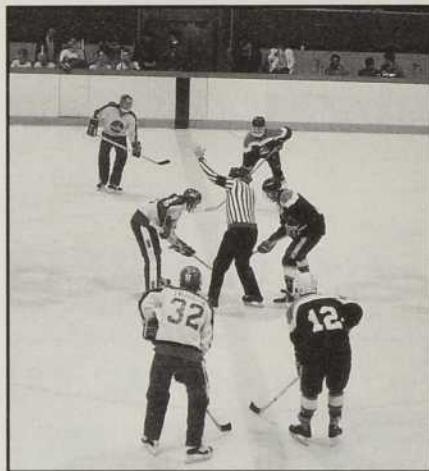
Avec les BPC, les autres déchets toxiques et la pollution du fleuve, les déchets biomédicaux représentent une autre facette de la dégradation de notre environnement sur laquelle nos politiciens devront se pencher.

Marc Ledoux

## BAGARRES DANS LES ESTRADES

«Durant une compétition sportive, il y a toujours deux matches: l'un se joue sur le terrain, l'autre dans les estrades. Si le premier a parfois une influence sur le second, il s'agit généralement de deux parties totalement différentes.» Telle est la conclusion de Michel Marois qui termine sa thèse de doctorat en science politique sur le phénomène de la violence dans les foules sportives.

«La violence du sport et le nombre de spectateurs, poursuit M. Marois, n'ont pas de rapport direct avec la façon dont la foule réagit. Les bagarres résultent d'une interaction entre les partisans des équipes en présence, et même entre des factions partisans d'une même équipe, souvent sans rapport avec ce qui se passe sur le terrain.»



*La violence des foules se manifeste surtout lors d'événements se rapportant au sport national.*

Ainsi, les grandes bagarres surviennent souvent à la suite de peccadilles. En 1981, lors d'un match de soccer entre amateurs, à Lima, au Pérou, 600 spectateurs ont trouvé la mort dans l'affrontement qui a suivi une décision contestée de l'arbitre. En 1899, au Québec, la police a dû intervenir dans une partie de hockey pour sauver un arbitre du lynchage.

C'est, le plus souvent, le sport national qui donne lieu aux plus graves affrontements. Au Québec, dans le hockey, on a de tels exemples à tous les niveaux de compétition — même lors de joutes d'enfants de 12 ans, comme on l'a déjà vu. D'autres sports sont touchés, telles la lutte et les courses de chevaux: de violentes émeutes ont eu lieu, dans le passé, à Blue Bonnets et à l'ancienne piste Richelieu, toutes deux à Montréal.

La violence au soccer, en Angleterre, est toutefois un phénomène bien particulier. «Il s'agit là d'une véritable sous-culture, de dire Michel Marois. On croit que des gens irrationnels n'hésitent pas à provoquer, alors qu'ils ne sont que quelques-uns, des centaines de partisans de l'équipe adverse. En fait, un tel geste constitue une forme de valorisation reconnue à l'intérieur de cette sous-culture.»

Selon M. Marois, on aurait tort d'associer les *Hooligans* à la classe

défavorisée de certains quartiers ouvriers anglais. «Il n'y a pas plus de chômeurs ou de jeunes chez les *Hooligans* que dans la population en général; c'est pourquoi il faut se garder d'explications sociales ou politiques simplistes.» Même l'émeute qui a suivi la suspension de Maurice Richard par le président anglophone de la Ligue nationale de hockey, à la fin des années 50, était, selon M. Marois, beaucoup plus le résultat de l'état d'excitation de la foule à ce moment-là que la manifestation d'un conflit nationaliste.

Pour contrôler les foules, les Britanniques sont en train de transformer leurs stades en forteresses, avec des cloisons de béton et des barbelés. Ah! le merveilleux monde du sport!

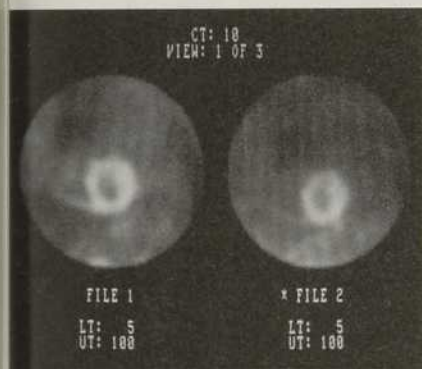
Michel Marsolais

## UNE TECHNIQUE RASSURANTE POUR LES CARDIAQUES

«Docteur, vais-je m'en tirer?» interroge, anxieux, le cardiaque qui a été terrassé par une crise. À cette question, le médecin ne pouvait guère répondre, jusqu'à maintenant, que par des vagues «sans doute» ou «je crains que non». Il devait se fier à ses seuls jugements et expérience de clinicien, car aucun moyen objectif et vraiment sûr ne permettait d'évaluer l'espérance de vie des victimes d'infarctus. Mais une technique, à l'essai à l'Institut de cardiologie de Montréal, pourrait changer tout cela et permettre aux médecins soit de rassurer leurs patients, soit de savoir s'il est urgent de tout mettre en œuvre pour les sauver.

Cette technique est toute simple: sept à dix jours après la crise, le patient est appelé à faire des exercices sur un tapis roulant ou sur une bicyclette ergométrique.

On lui injecte alors du thallium. Cet élément radioactif est davantage absorbé par les régions saines du muscle cardiaque, que par celles qui fonctionnent mal; les zones mortes du cœur ne l'absorbent pas du tout. À l'aide d'une caméra spéciale, sensible aux rayons gamma, on photographie le cœur. L'image en trois dimensions ainsi obtenue est interprétée à l'aide d'un ordinateur, pour révéler l'activité et la vitalité des différentes régions du cœur.



Institut de cardiologie de Montréal

*Image normale du muscle cardiaque produite à l'aide du cardiolite, un radioactif.*

Cette photo «permet de savoir si le patient a beaucoup, peu ou pas de chances de s'en sortir», explique le Dr George Beller, de l'Université de Virginie, l'un des inventeurs de cette technique. «On peut donc établir quels patients ont absolument besoin de chirurgie pour s'en sortir.» Des essais cliniques ont démontré que les pronostics obtenus étaient valables au moins jusqu'à deux ou trois ans après le test initial.

Afin d'améliorer cette technique, l'Institut de cardiologie fait l'évaluation d'un autre traceur radioactif, le cardiolite, récemment mis au point par la compagnie DuPont et l'Institut de cardiologie. Le cardiolite renferme du technetium, un élément synthétique dont les radiations peuvent être captées plus facilement (les photos obtenues sont meilleures), tout en étant moins dommageables pour le patient. Le cardiolite a aussi

l'avantage de se fixer aux tissus du cœur de façon très stable; s'il est injecté au patient dès son entrée à l'hôpital, une photo prise le lendemain montrera le cœur tel qu'il était au moment de la crise. Le cardiolite permet enfin de voir comment le cœur répond aux traitements et d'adapter ceux-ci en conséquence.

Cette technique est plus sûre et moins coûteuse que l'angiographie à laquelle on a eu recours jusqu'ici en cardiologie. Elle ne nécessite pas, comme cette dernière, d'intervention chirurgicale. Le thallium est déjà utilisé en clinique et le cardiolite pourra l'être, si les tests confirment sa valeur.

*Michel Groulx*

## DES RECHERCHES QUI NE FONT PAS DE BRUIT

Achevée en 1981, au coût de 70 000 \$, la chambre anéchoïque de l'École Polytechnique de Montréal est une des deux seules installations de ce genre au Québec. Construite à même le roc et indépendante de la structure de l'immeuble, cette salle, absolument sans écho, permet de réaliser des expériences en acoustique qui trouvent déjà des applications pratiques.

Des essais se poursuivent notamment sur des écrans ajourés «déphaseurs». Conçus par le professeur Maurice Amram, ces écrans sont munis de fentes qui déphasent les ondes sonores, leur permettant presque de s'annuler mutuellement. Ces recherches pourraient améliorer l'efficacité des murs antibruit traditionnels qui réfléchissent les sons, sans toutefois les éliminer.

«Le spectre sonore d'un réseau routier est cependant trop large pour que ce type d'écran soit efficace à 100%», explique Germain Ostiguy, professeur de



École Polytechnique

*La salle sans écho de l'École Polytechnique où des expériences sur les bruits sont réalisées.*

mécanique appliquée et concepteur de la chambre anéchoïque de l'École Polytechnique. Mais cette technologie peut être très performante pour éliminer les sons purs à basse fréquence, comme ceux émis par les transformateurs d'Hydro-Québec.»

Le professeur Ostiguy travaille également à tester les propriétés acoustiques de différents engrenages. «Il est possible, explique-t-il, d'utiliser des engrenages de plastique dans des industries comme le textile, ce qui réduirait énormément le bruit dans les usines.» Des silencieux pour petits moteurs (comme ceux des tondeuses à gazon) sont aussi testés dans la chambre anéchoïque. Cependant, souligne le chercheur, la réduction des vibrations à la source reste le meilleur moyen de contrôler le bruit, dans le domaine de l'industrie.

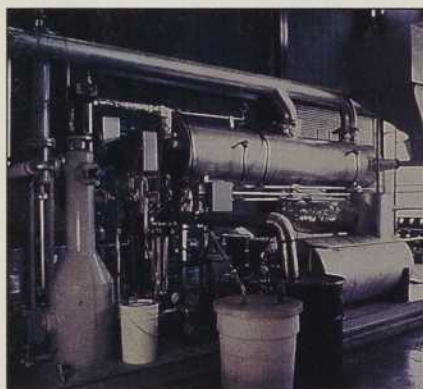
Orientées vers des applications industrielles, les recherches réalisées par l'École Polytechnique dans la chambre anéchoïque se heurtent toutefois à un manque de personnel qualifié. «Ça fait sept ans, déplore M. Ostiguy, que nous cherchons, sans succès, un docteur en acoustique pour poursuivre des travaux. Nous ne pouvons pas répondre aux demandes de l'industrie avec le personnel actuel.»

*Michel Marsolais*

## PRODUIRE DU MAZOUT AVEC DE LA BOUE

Au Centre technique des boues usées d'Environnement Canada, à Burlington, en Ontario, on produit du mazout un peu comme la Nature... mais en 30 minutes plutôt qu'en quelques millions d'années! Cela, tout simplement en cuisant les boues des stations de traitement des eaux usées. L'économie est double, car on évite ainsi les frais d'élimination de ces boues.

Les boues d'épuration séchées sont introduites dans un four grâce à une vis sans fin. Au sein du réacteur, la température oscille entre 300 et 350 °C, ce qui rend la boue chimiquement très réactive. Une tuyauterie favorise la recirculation des vapeurs et leur transformation.



Environnement Canada

Le système récupère de l'eau, des gaz non condensables et de l'huile. Ce mazout peut ensuite être transformé en pétrole et commercialisé. Les gaz non condensables et le charbon peuvent être réutilisés pour sécher les boues usées ou pour chauffer le réacteur. Près de 95% de l'énergie contenue dans la boue d'épuration est ainsi récupérée.

Environnement Canada met actuellement en place une installation pilote à la station d'épuration des eaux d'Halifax, en Nouvelle-Écosse. On compte ainsi traiter 20 tonnes de boues par jour.

Selon les spécialistes d'Environnement Canada, on pourrait traiter 350 000 tonnes de boues par année, au pays. À 30\$ le baril de mazout, les 700 000 barils produits annuellement permettraient une économie d'environ 20 millions de dollars.

Le procédé présente un intérêt pour les municipalités à travers le monde, particulièrement en Europe où l'élimination coûte cher. Le Centre technique des eaux usées a breveté son réacteur et n'attend plus que l'entrée en fonction de son démonstrateur d'Halifax pour mousser sa publicité.

*Alan Mc Lean*

## UNE STATION D'ÉPURATION MODÈLE

La petite ville d'Orford, en Estrie, possède depuis avril dernier la station d'épuration la plus moderne au Canada. Conçue par l'ingénieure Alexandra Kantardjieff, de la firme Teknika de Sherbrooke, elle servira de modèle aux futures stations de Sherbrooke et de Québec parce qu'elle incorpore deux innovations majeures.

Après des étapes préliminaires de dégrillage et de décantation, qui permettent d'éliminer le papier et les phosphates, les eaux usées passent par un filtre de biocarbone. Employé pour la première fois au Canada, ce filtre est composé de schiste expansé, des petites pierres concassées de 3 à 6 mm sur lesquelles s'attachent des micro-organismes qui digèrent les déchets. «Ce procédé, explique Mme Kantardjieff, nous fait sauter une étape, celle de la séparation de la boue et des micro-organismes, puisque ceux-ci demeurent attachés au schiste.»

Quelques municipalités utilisent encore le chlore pour désinfecter l'effluent qui retourne à la nature.



Or, au ministère de l'Environnement, on croit fortement que ce chlore réagit avec les matières organiques pour former des organochlorés, ces molécules qu'on croit responsables de certains cancers. Mais, à Orford, on désinfecte aux ultraviolets, «un procédé efficace, sécuritaire et peu coûteux», soutient Mme Kantardjieff.

En avril 1988, l'usine terminait sa période de rodage et entrait en fonction. On attend maintenant de voir comment elle réagira cet hiver à la «production organique» de 10 000 skieurs, soit cinq fois la population normale de la ville.

*Carole Brodeur*

## JUS DE FRUIT: LA MODÉRATION A MEILLEUR GOÛT

Ne donnez pas trop de jus de fruit à vos jeunes enfants, car cela peut provoquer des crampes d'estomac et de la diarrhée. Tel est le conseil du Dr Robert Issenman, de l'Université McMaster, à Hamilton. De plus, il souligne que le fait d'absorber trop de jus crée un déséquilibre en augmentant l'apport en hydrates de carbone (sucres). En fait les jus, même naturels, contiennent souvent autant de sucre que les boissons gazeuses. De plus, malgré leurs vertus, les jus ne peuvent pas remplacer le lait, fait remarquer le spécialiste.

# Bourses Fernand-Seguin

## Concours de journalisme scientifique

Les **bourses Fernand-Seguin** de l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences ont pour but de reconnaître les nouveaux talents qui émergent dans le domaine du journalisme scientifique non professionnel.

Pour participer à ce concours, les personnes intéressées doivent présenter un article portant sur un thème scientifique ou technologique et dont le contenu est vulgarisé. Le thème choisi peut relever aussi bien des sciences humaines que des sciences physiques ou des sciences de la nature.

### Admissibilité

- Est admissible à ce concours toute personne qui réside au Québec et qui n'a jamais occupé d'emploi à temps plein dans un organe de presse, ni déjà tiré la majeure partie de ses revenus d'une activité de rédaction scientifique ou de journalisme à la pige.
- Ne sont pas admissibles: les lauréats et les lauréates des concours précédents.

### Modalités de participation

Le dossier soumis doit comprendre:

- une description de l'ensemble de la recherche: lectures, entrevues et démarches préparatoires à la rédaction;
- un article inédit de 5 à 10 feuillets, dactylographié à double interligne sur du papier blanc (215 mm sur 280 mm);
- le curriculum vitae.

Quatre copies du dossier devront parvenir à l'Acfas au plus tard le **10 mars 1989**. Aucun dossier, ou pièce de dossier, ne sera retourné aux candidats et candidates.

### Critères d'évaluation

Parmi les critères d'évaluation, on retiendra:

- la qualité du français écrit;
- le degré de vulgarisation;
- le sens critique et l'esprit de synthèse;
- la qualité de la recherche, la diversité des entrevues et de la documentation;
- la portée sociale du sujet traité.

Le jury tiendra compte de la polyvalence de la personne qui soumet un article, c'est-à-dire de son aptitude à traiter un sujet débordant du cadre de sa formation scolaire ou professionnelle.

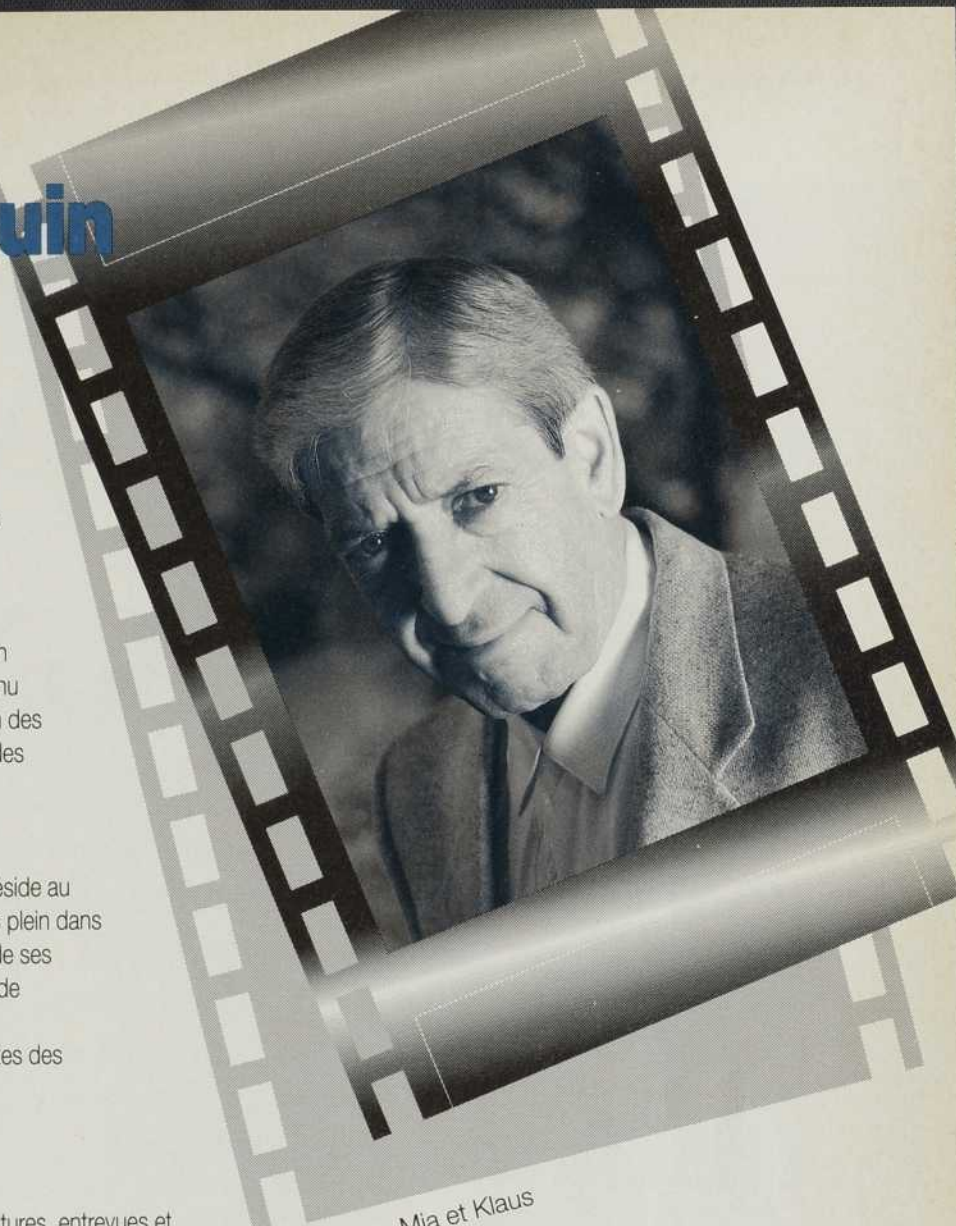


Photo: Mia et Klaus

### Résultats

- On attribue un maximum de trois bourses.
- Les décisions du jury sont finales et sans appel.
- L'Acfas annoncera le nom des récipiendaires à la fin d'avril 1989.

### Stage de formation

Chacune des personnes gagnantes choisira, dans l'ordre de son classement, celui des organes de presse participants où elle désire effectuer un stage d'une durée de trois mois, aux dates de son choix. Pour cette période, une allocation de 4 000 \$ lui sera versée. Les organes de presse participants pourront recevoir, sur présentation des pièces justificatives, un remboursement des frais d'encadrement des stagiaires pouvant aller jusqu'à 2 500 \$.

### Envoyer le dossier à:

#### **Acfas**

**2730, chemin de la Côte-Sainte-Catherine  
Montréal (Québec) H3T 1B7**

**Pour plus d'information, téléphoner au (514) 342-1411**

**Date de dépôt: 10 mars 1989**

**Ce concours est commandité par le ministère de  
l'Enseignement supérieur et de la Science du Québec.**

## Pollution domestique

---

# GARE AUX CHAMPIGNONS!

---

**À force de vouloir protéger nos maisons  
contre des éléments extérieurs, nous risquons de les transformer  
en foyers qui abritent des êtres... pas très familiers.**

---

par Gilles PARENT

---

**D**epuis quelques années, les Tremblay souffrent de problèmes d'allergies: inflammations, yeux rougis et autres symptômes semblables. La situation est pire pour les deux plus jeunes enfants. À la clinique d'allergie, on fait ce qu'on peut, mais... Un bon matin, le téléphone sonne. Une équipe de biologistes spécialisés dans l'analyse des polluants de l'air propose de venir échantillonner l'air intérieur de la résidence. Une fois sur place, ils font remarquer qu'une corde de bois de chauffage, entreposée au sous-sol, est vraisemblablement la cause du problème. En deux temps trois mouvements, la corde de bois se retrouve à l'extérieur et c'est la fin de tous les ennuis de santé de la famille.

Pour reprendre une formule connue, l'histoire que vous venez de lire est vraie. Seuls les noms ont été changés pour protéger la réputation des victimes. Victimes de quoi, au juste? Des champignons microscopiques

ou, si vous préférez, la partie non visible des moisissures, dont on compte près de 80 000 espèces différentes. Les humidificateurs et les sous-sols humides, mal ventilés, constituent d'excellents milieux pour la prolifération des champignons. Les quelque 100 familles visitées par Paul Comtois et son équipe d'aérobiologistes de l'Université de Montréal en savent quelque chose.

---

### UNE QUESTION D'ÉTANCHÉITÉ

---

Pourtant, cette situation existe depuis belle lurette. Pourquoi commence-t-on à s'en préoccuper maintenant? «Au cours des dernières années, explique M. Paul Comtois, les maisons sont devenues de plus en plus étanches. Le taux d'humidité y est plus élevé, ce qui favorise le développement des moisissures. En plus, les micro-organismes nuisibles demeurent davantage emprisonnés dans la maison.» Autre facteur important:

nous passons jusqu'à 90% de notre temps à l'intérieur des maisons.

L'air extérieur est également chargé de micro-organismes. Pensons seulement aux pollens responsables, entre autres, du rhume des foins. Les champignons microscopiques sont, quant à eux, présents partout dans la nature, mais le grand air les empêche d'affecter notre santé. Quand on analyse l'air intérieur, on remarque toujours la présence des mêmes champignons qu'à l'extérieur. Aucun problème jusque-là. Mais, si l'on retrouve d'autres souches, alors on peut se poser des questions, puisque cela signifie que les foyers de propagation sont à l'intérieur.

La présence de spores de champignons dans l'air peut provoquer différents symptômes, qui varient, dans le cas des réactions allergiques, selon la sensibilité des individus. Ces symptômes sont, la plupart du temps, reliés à des dermatites ou à de l'asthme.

À leur tour, les spores dégagent des mycotoxines qui peuvent causer



*Chez les Bégin, de Saint-Louis-de-Pintendre, près de Québec, des vices de construction seraient à l'origine de la prolifération de moisissures dans leur maison. L'absence de pellicule imperméable goudronnée sur l'extérieur des fondations, de même qu'un drain périphérique défectueux, auraient créé une humidité excessive propice au développement de moisissures au sous-sol (en mortaise).*



Michel Hamel

toute une gamme de réactions allant des plus bénignes à celles qui sont fatales, en passant par des symptômes à ceux de la grippe, par l'inflammation des alvéoles pulmonaires, voire à des modifications irréversibles de la fonction pulmonaire. Les mycotoxines inhalées peuvent être transportées dans le sang et causer d'autres types de dommage. Par exemple, l'*Aspergillus fumigatus* et le *Trichoderma viride* émettent de la gliotoxine, laquelle a un puissant effet immunosuppresseur. Dans le cas de l'hôpital Saint-François-d'Assise, à Québec, on soupçonne sérieusement le *Stachybotrys atra* d'avoir affecté la santé des employés en causant, entre autres, un syndrome de fatigue extrême.

### DES MAISONS CONTAMINÉES?

Nos maisons sont-elles pour autant devenues des endroits dangereux? Pas vraiment. David Miller, d'Agriculture Canada, a été l'un des premiers à se pencher sur les risques pour la santé humaine causés par des champignons en milieu résidentiel. En 1986, il a procédé avec son équipe à des analyses minutieuses de 47 sortes de moisissures dans l'air d'une cinquantaine de maisons à travers le Canada. «Il est vrai, précise-t-il, que les spores du *Stachybotrys atra* peuvent émettre de très puissantes toxines. Mais nous n'en avons trouvées que dans une seule des 50 maisons étudiées.»

Dans deux autres résidences du groupe étudié, on a décelé de l'*Aspergillus fumigatus*, une autre souche considérée comme potentiellement très toxique. Même si une faible présence d'un champignon toxique ne veut pas nécessairement dire qu'il y aura émission de mycotoxines, le Dr Miller recommande de ne pas courir de risques. Dans une publication scientifique récente, il affirme que la présence d'un champignon comme le *Stachybotrys atra* est inacceptable dans l'air intérieur des maisons.

Une famille de Chicago aurait certainement pu profiter d'un tel con-

## LES POLLUANTS MICROBIOLOGIQUES

Plusieurs types de micro-organismes circulent dans l'air intérieur des bâtiments. En fait, la circulation y est pas mal plus dense qu'on ne le croit. Ici, c'est un acarien, petite bestiole à peine visible à l'œil nu et qui ressemble vaguement à une araignée. Là, c'est une moisissure sur une orange oubliée sur le comptoir de la cuisine. Plus loin, dans le système de ventilation, ce sont des bactéries qui se promènent. À travers tout ça, il y a le *Penicillium*, en plus du *Cladosporium* et *Aureobasidium*, champignons microscopiques dont les noms rappellent les personnages d'Astérix.

Tout un trafic! Pour s'y retrouver, prenons une à une ces petites bestioles. D'abord les **bactéries**. On sait qu'elles peuvent se promener dans l'air après qu'une personne a toussé ou éternué. Mais les bactéries peuvent aussi être transportées par l'eau, se multiplier et changer de véhicule pour se disséminer ensuite dans l'air des maisons. C'est ainsi que l'on expliquerait la fièvre des humidificateurs. Chez certaines personnes dont le système immunitaire est affaibli, les bactéries peuvent provoquer des pneumonies. Justement, la *Legionella* adore l'eau chaude chargée de matière organique. Des études épidémiologiques pointent du doigt cette bactérie comme cause de 10% à 15% des cas de pneumonie dans les hôpitaux. La *Legionella* peut donner simplement des symptômes comme ceux de la grippe, mais elle peut aussi causer des pneumonies fatales.

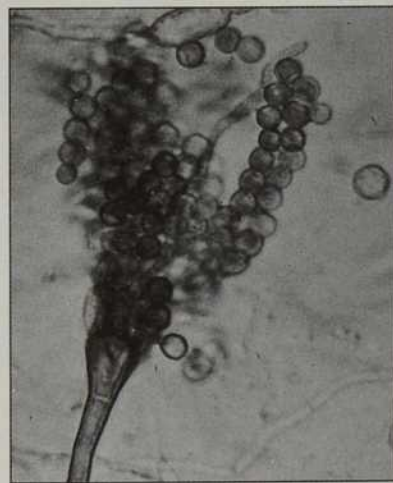
Quant aux **virus**, ils ne peuvent se multiplier que chez leur hôte. De plus, les virus humains sont presque totalement spécifiques aux humains. Il est donc peu probable qu'ils jouent un rôle important dans les problèmes de qualité de l'air dans les édifices.

Les **acariens** sont souvent ignorés comme organismes allergisants, même si l'un d'entre eux est un antigène qui vient au second rang des causes d'asthme bronchique allergique. Ces insectes microscopiques aiment bien la poussière surtout si elle est humide. Les acariens semblent faire bon ménage avec l'humidité et les moisissures.

Les fameux **champignons**, eux, font partie du règne végétal, mais contrairement aux plantes, ils sont dépourvus de chlorophylle. Ils se con-

tentent souvent de décomposer la matière organique, ce qui leur vaut le nom évocateur de saprophytes. Les champignons charnus, comme ceux que l'on mange ou que l'on rencontre aux champs, ne sont en fait que l'organe reproducteur d'une thalle, l'appareil végétatif de l'ensemble. Quand on soulève un tel champignon, on retrouve inévitablement une moisissure sous sa tige. Sous le chapeau du champignon, il y a des lamelles d'où partent de grandes quantités de spores qui vont coloniser d'autres milieux.

Dans le cas des champignons microscopiques, l'appareil reproducteur s'appelle conidie. Supposons qu'une spore soit émise à partir des conidies et qu'elle rencontre une belle orange un peu trop mûre qui traîne sur un comptoir. Elle s'y établit et, rapidement, une partie filamenteuse se développe: le mycélium. Le tout est toujours invisible à l'œil nu, mais un ensemble de mycéliums devient une thalle enfin visible. C'est à partir de cette étape que l'on parle de **moisissure**. La couleur de base est blanche ou jaunâtre, mais les spores peuvent

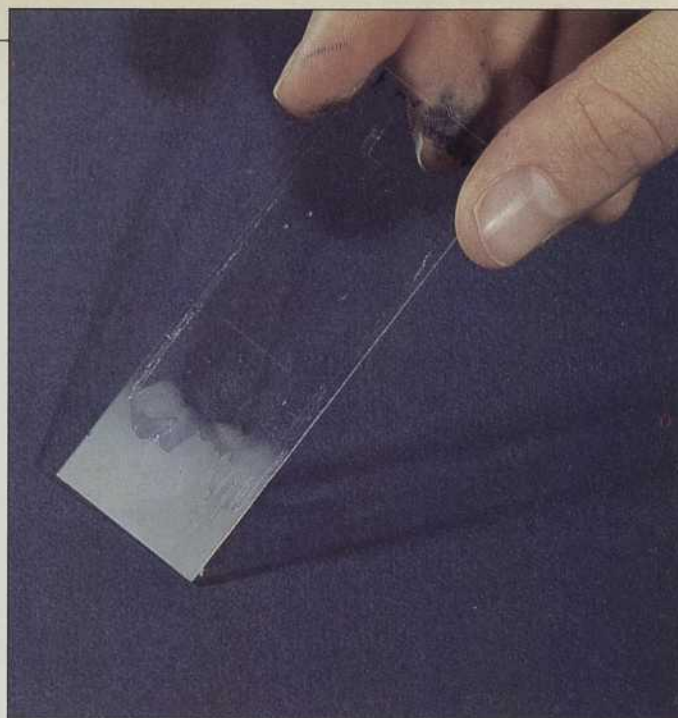


Une moisissure de type *Aspergillus*. Les moisissures profitent de l'ombre et du calme de la maison pour coloniser les lieux et les choses.

aussi donner une autre coloration, comme le vert. Ce sont surtout ces spores qui, émises en grandes quantités dans l'air, peuvent être à l'origine de certains problèmes de santé.



R. Renaud



L'analyse de l'air intérieur commence dans cet appareil volumétrique qui recueille les échantillons d'air (à gauche). L'aérobiologiste procède ensuite à leur analyse microbiologique en laboratoire. Cet examen peut démontrer la présence de spores de champignons (à droite) comme celles que l'on voit, en blanc, sur la lame microscopique.

seil. Pendant des années, les membres de cette famille ont souffert de maux de tête et de gorge, de fatigue, de diarrhée et de dermatites. Des spores de *Stachybotrys atra* ont été découvertes dans une conduite d'air froid, non isolée, et dans des carreaux de plafond humide. Un nettoyage en règle de la maison, pour en retirer toute trace de champignon, a fait disparaître les symptômes. Il s'agit d'un des rares cas documentés de contamination par mycotoxines.

Par ailleurs, même si un comité se penche sur la question, au niveau fédéral, il n'y a aucune norme à l'heure actuelle quant à la quantité de colonies de champignons tolérable dans l'air intérieur. Aux États-Unis, il est question de fixer le seuil à 500 ou 1 000 colonies par mètre cube d'air. Le Dr Miller suggère plutôt de faire varier la norme entre 50 et 300 colonies selon la diversité et la toxicité des souches, sans oublier la norme 0 pour le fameux *Stachybotrys atra*.

### LES AÉROBIOLOGISTES À L'ŒUVRE

Bref, certains champignons peuvent être très toxiques. Heureusement, il ne faut pas s'attendre à en trouver

dans chaque maison. L'équipe de Paul Comtois en a toutefois découverts dans quelques édifices à bureaux de Montréal. Si on trouve de tels champignons, il est nécessaire de les éliminer au plus tôt. Voilà qui solutionne une partie du problème.

Mais il n'y a pas que les problèmes de forte toxicité. Il y a aussi la sensibilité de l'individu et les problèmes d'allergie. Ici, l'intervention des aérobiologistes arrive à point. On procède à des tests en clinique, pour les 6 espèces de moisissures les plus communes — mais pas pour les 79 994 autres! Il devient alors tout à fait pertinent de se rendre sur place pour la poursuite de l'enquête, surtout si les malaises des occupants disparaissent lorsqu'ils quittent leur maison.

Les recherches du groupe de l'Université de Montréal n'ont pas permis d'établir de liens de cause à effet incriminant les moisissures, mais elles indiquent une corrélation entre le nombre de moisissures et les symptômes d'allergie. Le seul moyen d'en savoir plus est de procéder à un nettoyage en règle, d'éliminer les milieux favorables au développement des moisissures et de vérifier si les symptômes disparaissent, ce qui s'est déjà produit dans bon nombre

de cas. Il faut aussi tenir compte de la quantité de spores en circulation. «Aucun des membres de mon équipe, explique Paul Comtois, n'est allergique à quoi que ce soit. Mais, lorsqu'on retrouve dans l'air intérieur de 12 000 à 15 000 colonies par mètre cube, alors que la moyenne est de 100 ou 200, plusieurs d'entre eux attrapent de sérieux maux de tête. Il n'est pas étonnant que les gens qui vivent dans de telles conditions soient malades.»

### ATTENTION AUX VIEILLES MAISONS!

Les recherches de Paul Comtois indiquent également une corrélation entre le nombre de moisissures présentes dans l'air intérieur et l'âge des maisons. Il semble que les pires cas soient les vieilles maisons sur lesquelles ont été effectués des travaux d'isolation et qui ont été rendues plus étanches. La meilleure conjoncture, pour créer des problèmes de santé, est d'avoir une zone humide où se développent les champignons et une zone adjacente plus sèche qui favorise le déplacement des spores.

Les endroits à surveiller sont les systèmes de chauffage-climatisation à air pulsé, les climatiseurs, les filtres

**R**arement, un cas de pollution intérieure n'aura fait parler autant que celui de l'hôpital Saint-François-d'Assise, à Québec. Depuis 8 ans, plus de 150 membres du personnel de l'hôpital se plaignent de différents problèmes de santé, surtout de fatigue extrême.

Tantôt, on a cru avoir affaire au virus d'Epstein-Barr, associé à la mononucléose, ou au cyto-mégalo-virus (CMV), mais jamais ces deux virus pathogènes n'ont pu expliquer l'ensemble des cas. Pas plus que d'autres hypothèses, plus ou moins sérieuses, comme le fait que les employés n'aient pas une bonne alimentation ou qu'ils souffrent de problèmes psychologiques.

De son côté, le syndicat CSN a soulevé l'hypothèse d'un problème de contamination du système de ventilation. Le dossier s'est vite transformé en saga patronale-syndicale. Aucune étude épidémiologique n'est venue faire la lumière sur cette situation. Les parties patronale et syndicale, de même que le Département de santé communautaire (DSC) de Saint-Sacrement, dont relève l'hôpital, n'ont tout simplement pas voulu s'engager dans cette voie ou n'ont pu s'entendre sur la façon de procéder.

C'est dans ce contexte que le Dr Pierre Auger, du DSC du Centre hospitalier de l'Université Laval (CHUL), a rencontré, au fil des ans, des employés souffrant de ce qui était devenu le « syndrome Saint-François-d'Assise ». Associé à la partie syndicale, le Dr Auger a poursuivi ses recherches et précisé l'hypothèse du système de ventilation, en pointant du doigt un champignon toxique.

En 1982, incapables d'obtenir la collaboration de l'administration de l'hôpital Saint-François-d'Assise pour faire valider cette hypothèse, des représentants syndicaux prennent clandestinement des échantillons de moisissures et les font analyser par le Laboratoire de biotechnologie de l'environnement de l'Université du Québec à Montréal (UQAM). Le rapport des mycologues indique la présence de *Stachybotrys atra*. L'administration refuse de reconnaître la valeur de ce test.

Quelques mois plus tard, l'Institut de recherches en santé et sécurité du travail (IRSST) entreprend un programme de recherche pour vérifier l'efficacité de différentes méthodes de décontamination des systèmes de ventilation. En guise d'avant-projet, le chercheur Jacques Lavoie croit utile



Michel Hamel

de prélever des échantillons des moisissures à différents endroits.

Rédigé avec l'aide de la mycologue Sophie Pineau, du Groupe de recherches aérobiologiques de l'Université de Montréal, le rapport de l'avant-projet de l'IRSST est rendu public en novembre 1988 et donne raison aux théories du Dr Auger et de la partie syndicale.

Au niveau de l'air ambiant, on pointe du doigt la salle des soins intensifs de la pouponnière, où l'on retrouve plus de 1 000 colonies de *Penicillium chrysogenum* par mètre cube, une concentration qui peut constituer un risque pour les occupants des lieux, d'après les auteurs du rapport. Au niveau des systèmes de ventilation, on retrouve le *Stachybotrys atra* à au moins cinq endroits différents. Toujours selon les auteurs du rapport, ce champignon peut, selon les souches, produire de la trichothécène, une puissante toxine considérée comme mortelle chez les animaux et qui peut aussi affecter la santé des humains. D'autres espèces potentiellement toxiques sont aussi présentes dans le système de ventilation. La situation n'est guère différente du côté des échantillons de surface. Sur les 34 frottis recueillis, 12 lieux de prélèvement contiennent des moisissures élaborant diverses mycotoxines.

Pourquoi y a-t-il plus de moisissures à Saint-François-d'Assise qu'ailleurs? Principalement parce que, dans l'un des bâtiments, des infiltrations d'eau non corrigées pendant des années ont créé de nombreux foyers de propagation des moisissures. Ajoutez à cela un toit qui coule et un système de ventilation qui n'a jamais fait l'objet d'un nettoyage en règle et voilà réunis des éléments favorables à la multiplication des polluants microbiologiques.

Malgré les conclusions du rapport de recherche de l'IRSST, la direction de l'hôpital ne reconnaît que du bout des lèvres le risque associé à la présence de champignons. Des représentants de l'administration ont même affirmé qu'il ne fallait pas s'inquiéter puisqu'il y avait davantage de spores dans l'air de nos campagnes! Cette affirmation ne tient pas compte des règles les plus élémentaires de la mycologie, en ne considérant pas la toxicité des différentes espèces de spores. Bien sûr, aucun lien n'a encore été établi entre la présence des champignons et les problèmes de santé des employés. Il serait d'ailleurs étonnant que l'on ait trouvé de tels liens, puisqu'on n'en a jamais cherché! En effet, même si le problème perdure depuis des années, aucune étude épidémiologique n'a encore été entreprise.

Un peu avant la réalisation de l'avant-projet de l'IRSST, le ministère de la Santé et des Services sociaux s'est préoccupé davantage du dossier et a entrepris le déblocage de fonds importants pour la décontamination de l'hôpital. La facture risque d'être élevée: environ cinq millions de dollars. Le dossier Saint-François-d'Assise n'est pas clos pour autant. Il faut voir maintenant si les travaux de décontamination, entre autres du système de ventilation, seront effectués à la satisfaction de toutes les parties. Aurait-il mieux valu utiliser les deniers publics pour prévenir cette situation au lieu d'attendre si longtemps? Voilà une des nombreuses questions qui demeurent sans réponse. Tout comme le lien précis entre la présence de champignons et la santé des employés, c'est l'un des nombreux mystères de Saint-François-d'Assise...

d'humidificateurs, les carreaux insonorisants, etc. On a même retrouvé des moisissures à l'intérieur des murs. Et il ne faut pas oublier la fameuse corde de bois du sous-sol qui constitue, selon Paul Comtois, un risque évident de contamination.

Alors, faut-il éliminer complètement les moisissures? Pas question. Celles-ci sont essentielles à la décomposition de la matière organique. Sans elles, les feuilles mortes de l'automne ne deviendraient pas un humus régénérateur, quelques saisons plus tard. En fait, pas de moisissures, pas d'agriculture! Pas de biotechnologie, non plus. Les moisissures ont en effet la capacité de coloniser plusieurs milieux et sont de véritables usines de transformation des produits chimiques. Le seul problème, c'est que, parfois, ces micro-usines se mettent à polluer elles aussi!

Mais cette pollution, contrairement à celle des usines pleine grandeur, peut être facilement contrôlée. « Les gens sont tous prêts à collaborer et à adopter des mesures simples, comme changer de tapis, nettoyer l'humidificateur ou tout simplement ventiler certains espaces », note Paul Comtois. En somme, s'il est parfois complexe de décontaminer des édifices commerciaux qui abritent des champignons toxiques, les solutions aux problèmes d'allergie causés par la pollution microbiologique intérieure en milieu résidentiel tient à peu de choses.

Il faudra donc se résoudre à faire la différence entre les bonnes et les mauvaises moisissures, à éliminer les indésirables et à conserver les autres. D'ailleurs, en effectuant tous ces travaux de nettoyage, si la faim vous tenaille et que vous décidez de prendre une pause, servez-vous donc une bonne tranche de roquefort. Son goût unique est dû à une moisissure: *Penicillium roqueforti*. Bon appétit! □

#### Pour en savoir davantage:

Santé et Bien-être social Canada, Groupe de travail sur les champignons dans l'air des maisons, supplément spécial à la revue canadienne de santé publique, vol. 78, n° 2, 1987, 32 pages.

# CANMET

Centre canadien de la technologie  
des minéraux et de l'énergie

## PROGRAMME DE CONVERSION DE L'ÉNERGIE

Dans le cadre de son Programme de conversion de l'énergie, CANMET lance des appels d'offres pour l'exécution de travaux de recherche et de développement à frais partagés. Le Programme promeut le développement de techniques permettant l'utilisation efficace des combustibles fossiles au Canada.

Les sociétés intéressées à participer à des projets conjoints avec CANMET, dans les domaines spécialisés de recherche et développement portant sur le traitement des combustibles, sont invitées à faire des soumissions. CANMET dispose d'un personnel hautement spécialisé et d'installations modernes aptes à répondre aux besoins des industries canadiennes.

Le Programme de conversion de l'énergie vise, entre autres, à promouvoir le développement d'installations de recherche dans le secteur privé au Canada. Les soumissions seront étudiées à la lumière de plusieurs disciplines dont la conversion et l'utilisation du charbon, la récupération et la valorisation du bitume et du pétrole lourd, le développement de catalyseurs, l'enrichissement des distillats et la conversion au gaz naturel.

La participation du gouvernement fédéral pourrait atteindre 50 % du coût des soumissions acceptées.

Pour de plus amples informations, veuillez vous adresser à l'adresse suivante :

Bureau de développement commercial  
Laboratoires de recherche sur l'énergie CANMET  
555, rue Booth  
OTTAWA (Ontario)  
K1A 0G1  
(613) 995-1493



Énergie, Mines et  
Ressources Canada

L'Hon. Marcel Masse,  
Ministre

Energy, Mines and  
Resources Canada

Hon. Marcel Masse,  
Minister

Canada

# LE RÉSEAU HYDRO-QUÉBÉCOIS

## PLEINS FEUX SUR LES EXPORTATIONS

**Pour augmenter les exportations d'électricité aux États-Unis, Hydro-Québec doit améliorer son réseau hydroélectrique. Au bout du compte, ces ventes sont-elles vraiment rentables?**

par Raynald PEPIN

**LA** question des exportations d'électricité soulève les passions. Non seulement est-elle hautement teintée de partisanerie politique, mais elle touche aussi les conceptions des Québécois sur l'environnement, ainsi que sur le Québec et son développement économique. Le bilan objectif et complet des exportations reste à faire; ce n'est pas le but de cet article, qui s'intéressera à des questions plus concrètes. Pourquoi vendre de l'électricité à l'extérieur, alors qu'on en manque parfois au Québec? Comment se fait-il que les Américains paient parfois «notre» électricité moins cher que nous?

Hydro-Québec exporte de l'électricité depuis longtemps, mais le mouvement s'est accéléré depuis le début des années 80. Les installations du complexe La Grande sont alors entrées en service et, à cause du ralentissement économique, la demande a crû beaucoup plus lentement que ne l'avaient prévu et espéré Hydro-Québec et les constructeurs du barrage. La société d'État s'est retrouvée avec d'importants surplus. «Cette situation n'est pas particulière au Québec, avance Jacques Guevremont, vice-président exécutif, responsable des marchés externes à la société d'État. Après la crise du pétrole, toutes les compagnies d'électricité ont trop construit.» Résultat: tout le monde s'est retrouvé avec des capacités de production dépassant la demande.

Puisque les autres ont aussi des surplus, comment Hydro-Québec peut-elle alors exporter? À cause de ses coûts de production. «Nous avons un avantage, affirme M. Guevremont. Une fois les immobilisations faites, produire de l'électricité à partir de l'eau coûte beaucoup moins cher que la produire au moyen de centrales thermiques utilisant du charbon ou du pétrole. (Le coût marginal de l'électricité produite par une centrale hydroélectrique est inférieur à 0,1¢ le kWh; pour une centrale thermique, il dépasse 2,5¢ le kWh<sup>1</sup>). Si les Américains peuvent acheter notre électricité à un prix moins élevé que ce qui leur en coûterait pour la produire, ils font une bonne affaire et nous aussi. Une fois nos centrales construites, il était préférable et plus rentable pour nous de vendre de l'électricité, que de déverser l'eau en pure perte. Le seul coût supplémentaire relié aux exportations d'électricité excédentaire est l'usure de nos machines.»

Le prix de vente de ces surplus était fixé à 80% de ce qu'il en aurait coûté aux Américains pour produire cette électricité à partir du pétrole (80% de leur coût marginal). Ainsi, s'il en coûtait 4¢ du kWh supplémentaire à la New York Power Authority (NYPA), Hydro-Québec le lui vendait à 3,2¢, après s'être assurée des coûts de production de NYPA. Voilà

1. Un kilowattheure (1 kWh) correspond à l'électricité consommée en une heure par un appareil de 1 000 watts.

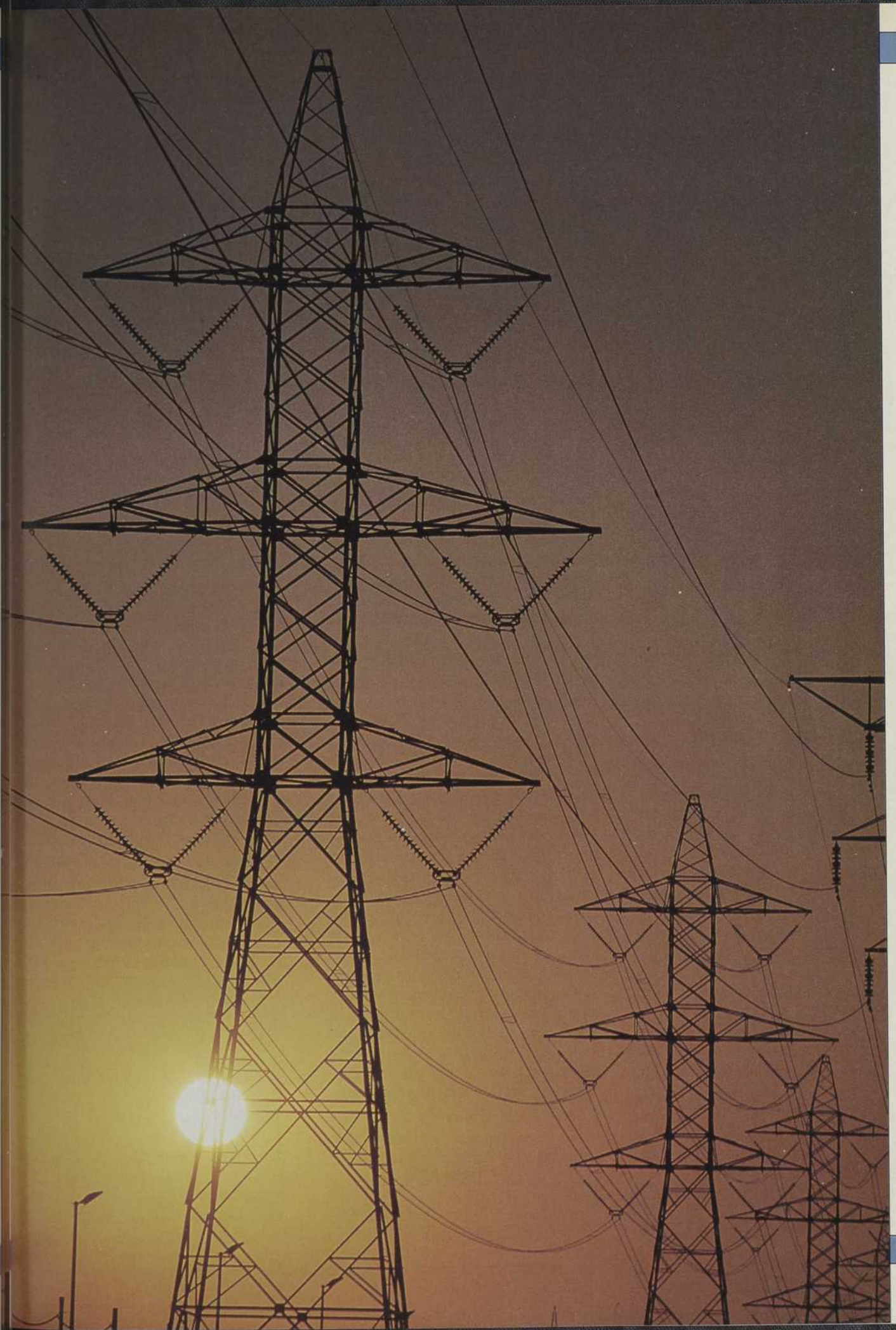


Tableau 1  
LA VALSE DES PRÉFIXES

Préfixe:	Équivalence et symbole
Kilo = 10 <sup>3</sup>	1 kilowattheure 1 kWh 1 000 Wh <i>Exemple:</i> électricité produite en une heure par un appareil de 1 000 W.
735 kilovolts	735 kV <i>Exemple:</i> tension utilisée pour les lignes de transport.
Méga = 10 <sup>6</sup>	1 mégawatt 1 MW 1 000 000 MW <i>Exemple:</i> LG-2 produit 5 300 MW.
Téra = 10 <sup>12</sup>	1 térawattheure 1 TWh un milliard de kWh <i>Exemple:</i> les Québécois consomment 1 TWh d'électricité en deux jours.

pourquoi, quand les prix du pétrole ont baissé il y a quelques années, Hydro-Québec a subi une importante perte de revenus.

### CONSTRUIRE POUR EXPORTER

Les exportations d'Hydro-Québec entrent maintenant dans une nouvelle phase. Auparavant, la majorité des contrats signés concernaient de l'électricité excédentaire, dont les ventes étaient décidées d'heure en heure sur le «spot market». Le client n'était pas obligé d'acheter et Hydro-Québec n'était pas non plus obligée de vendre. Par exemple, le contrat NEPOOL (phase 1), signé en 1983 avec le New England Power Pool, prévoyait des ventes de 33 TWh, de 1986 à 1997, avec un maximum de 5 TWh par année. Cette énergie n'était pas garantie, c'est-à-dire qu'elle n'était livrée que si elle était disponible.

D'autres contrats antérieurs portaient sur de l'énergie garantie, c'est-à-dire qu'Hydro-Québec livrait une certaine quantité d'énergie annuelle en se conformant à des conditions fixées par contrat. C'était le cas du contrat conclu en 1985 avec

NEPOOL (phase 2): Hydro-Québec s'engageait à lui vendre, de 1990 à l'an 2000, 2 TWh par année. Cette quantité d'électricité est nécessitée par l'usage répandu des climatiseurs aux États-Unis, la pointe s'y produisant durant l'été.

Sous l'impulsion du premier ministre Robert Bourassa, Hydro-Québec cherche maintenant à conclure des contrats de vente de puissance ferme, c'est-à-dire selon lesquels une puissance minimale doit être fournie de manière continue. De tels contrats permettent de construire des centrales supplémentaires avec l'assurance qu'il sera possible d'écouler l'électricité produite. «Les Américains ont le choix entre construire de nouvelles centrales chez eux ou acheter ici, rapporte M. Guevremont. Afin qu'ils optent pour la seconde possibilité, il faut leur garantir le produit, les assurer d'un approvisionnement constant et fiable. Ainsi, ils ne sont pas obligés de fournir le capital nécessaire à l'édification de centrales et nous, nous pouvons développer nos ressources plus tôt, après nous être assurés de la rentabilité de ce devancement.»

Jusqu'ici, trois contrats de puissance ferme ont été signés avec le Vermont, le Maine et NYPA, pour des ventes totales de 2 400 MW; l'objectif d'Hydro-Québec est d'augmenter ce chiffre à 4 500 MW. Comme ces ventes ne concernent plus seulement de l'énergie excédentaire et qu'elles obligeront Hydro-Québec à construire de nouvelles centrales, le prix de l'électricité est fixé à partir de critères différents de ceux utilisés dans les contrats précédents. Ainsi, en 1985, le prix de référence de l'électricité vendue au Maine, au Vermont et à NYPA tournait autour de 6¢ le kWh. Ces prix, bien entendu, sont indexés selon une formule assez complexe qui tient compte des dépenses d'immobilisation d'Hydro-Québec et du coût de l'énergie.

### DES VENTES RENTABLES?

Six cents le kWh, prix de 1985. Si on compare avec les prix de l'électricité

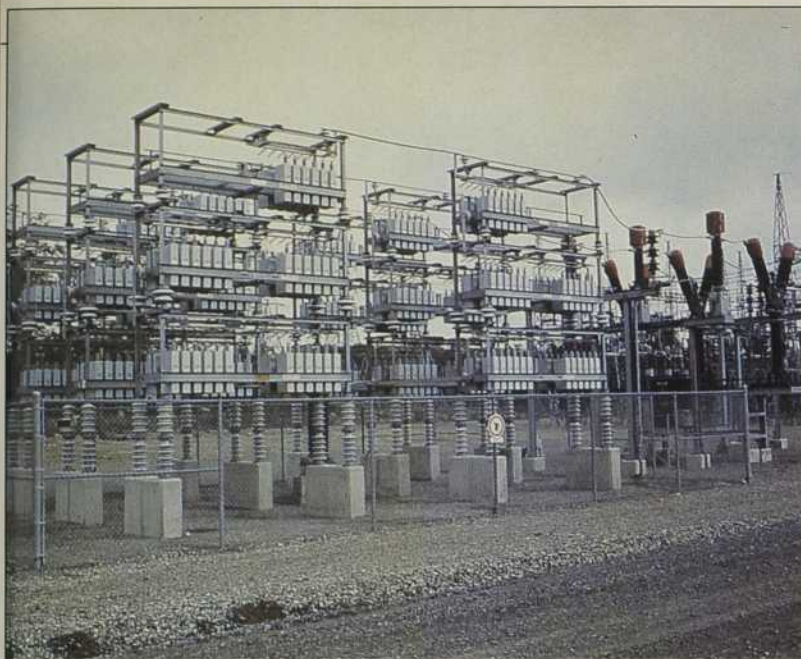
au Québec, l'affaire semble effectivement rentable. En 1988, Hydro-Québec facturait ses abonnés résidentiels 3,6¢ le kWh, pour les 30 premiers kWh de chaque jour, puis 4,2¢ pour les suivants. «En fait, dit André Mercier, vice-président à la planification du réseau chez Hydro-Québec, l'électricité exportée aux États-Unis est vendue en gros. Pour comparer les prix, il faudrait considérer les tarifs du secteur industriel au Québec, soit 2,7¢ le kWh pour la grande entreprise, en 1987. Le complexe réseau de distribution nécessaire pour fournir l'électricité aux particuliers rajoute en effet environ 1¢ le kWh à lui seul.»

En 1987, selon le rapport annuel d'Hydro-Québec, la société d'État a vendu 153 TWh d'électricité (124 TWh au Québec, 29 TWh à l'extérieur), pour un montant total de 5 milliards de dollars: le revenu moyen fut donc d'environ 3,2¢ le kWh. Le tarif à l'exportation (rappelons qu'il s'agissait d'excédents, avec un coût marginal de production marginale nettement plus faible) était en moyenne de 2,5¢ le kWh pour l'ensemble des ventes hors Québec, et de 3,1¢ pour l'énergie garantie. «Bien entendu, affirme Jacques Guevremont, on donne aux Québécois l'avantage des installations construites depuis longtemps. Bien que le kWh doit coûter de plus en plus cher pour chaque nouvelle centrale, parce que nous avons déjà développé nos ressources les plus économiques,

Tableau 2  
COMBIEN COÛTE  
L'ÉLECTRICITÉ?

Facture mensuelle d'un abonné résidentiel pour une consommation de 1 000 kWh (taxe non comprise), au 1er mai 1987	
Winnipeg	43,39\$
<b>Hydro-Québec</b>	<b>44,11\$</b>
Vancouver	53,32\$
Toronto	56,30\$
St-John's	70,01\$
Chicago	107,45\$
Boston	120,97\$
New York	161,21\$

Source: Hydro-Québec



Hydro-Québec

*Pour continuer d'exporter de l'électricité, Hydro-Québec devra rendre son réseau plus fiable et répondre aux critères des réseaux du Nord-Est américain. La société devra renforcer son réseau par l'achat et l'installation d'équipements qui le rendront plus stable, comme des condensateurs (à gauche) et des inductances (à droite).*

les bénéfices retirés des exportations feront plus que compenser ces coûts supérieurs.»

Les exportations supposent des immobilisations et des frais de financement accrus, car il faut construire de nouvelles centrales avant qu'elles ne soient requises pour les besoins québécois. Selon Jacques Guevremont, ces frais sont aussi complètement récupérés par les ventes et Hydro-Québec s'est assurée d'une marge de bénéfice raisonnable. «Les exportations auront une influence positive sur les tarifs au Québec.»

M. Guevremont voit un autre avantage au développement des exportations et des interconnexions avec les États-Unis: «Un jour, quand nous n'aurons plus d'électricité à vendre, ces interconnexions nous seront encore profitables. Même quand on n'a pas besoin d'électricité, l'économie dicte de faire fonctionner les centrales nucléaires à 95%, à cause des coûts en immobilisations et du meilleur rendement des installations. En période de faible demande, les Américains pourront alors nous envoyer leurs surplus, ce qui limitera la baisse de nos réserves d'eau. Quand leur demande augmentera, on leur retournera l'électricité, en partageant les bénéfices moitié-moitié.» Une «Convention de stockage d'énergie» de ce type a déjà été conclue en

1983 entre NEPOOL et Hydro-Québec.

#### ATTENTION! FRAGILE

Le réseau d'Hydro-Québec possède certaines particularités uniques. «Les centrales hydroélectriques, souligne André Mercier, sont très éloignées des centres de consommation (la vallée du Saint-Laurent), ce qui impose l'utilisation de très longues lignes de transport; 1 000 km pour la baie James et 1 400 km pour Churchill Falls.» Comme ces lignes coûtent très cher, (plus d'un milliard de dollars pour une ligne allant à la baie James), il n'est pas question de les multiplier au-delà du strict nécessaire.

Aux États-Unis et en Ontario où les centrales thermiques et nucléaires sont situées près des villes, les lignes de transport sont courtes. Il est ainsi possible d'en installer davantage et d'obtenir un réseau plus stable, la perte ou l'instabilité d'une ligne ayant moins d'effet sur le reste du réseau. «Nous visons à obtenir un réseau aussi robuste que les réseaux voisins, reprend M. Mercier. Dans le passé, nous avons fait un compromis et considéré comme acceptable d'avoir un risque plus élevé de panne générale. Il en aurait coûté trop cher, sur les plans économique et environnemental, d'ajouter des lignes.»

Aujourd'hui, de toute façon, Hydro-Québec n'a plus le choix. Les Américains imposent en effet une limite totale de 2 200 MW aux exportations d'électricité en provenance du réseau d'Hydro-Québec, que ce soit en passant par l'Ontario, le Nouveau-Brunswick ou le Nord-Est américain. La raison: ils craignent que, si cette limite est dépassée, le réseau québécois n'entraîne les réseaux du Nord-Est américain dans sa chute, lors d'une éventuelle panne générale au Québec. Pour augmenter ses exportations, Hydro-Québec doit donc améliorer la fiabilité de son réseau.

«Une panne générale aux États-Unis est une affaire beaucoup plus sérieuse qu'ici, souligne André Mercier. Pour un réseau hydroélectrique comme le nôtre, le temps de remise en service, après une panne majeure, est généralement de deux heures et plus. Durant la panne, on arrête la production mais on laisse les turbines tourner à vide, débranchées du réseau: tout est prêt pour être reconnecté rapidement.» Pour un réseau reposant sur des centrales thermiques ou nucléaires, une panne générale est un problème majeur. Quand les centrales deviennent hors tension, il faut refroidir les chaudières et la remise en service est alors très longue (24 heures et plus).

Pour des centrales nucléaires, ce délai peut même atteindre 2 à 3 jours s'il y a «empoisonnement» du réacteur: quand celui-ci est au ralenti ou arrêté, des gaz produits par la fission s'accumulent dans le combustible nucléaire. Ces gaz, le samarium et le xénon, absorbent beaucoup de neutrons et empêchent la réaction en chaîne de se poursuivre. Ce n'est qu'une fois les gaz suffisamment désintégrés, au bout de 36 à 48 heures, que la réaction en chaîne peut reprendre.

### NEW YORK EN PANNE

Complication supplémentaire, la production d'électricité, aux États-Unis, est assurée par une multitude de petits réseaux privés, interconnectés, et la coordination de la remise en charge est très compliquée. Les pannes peuvent donc durer plusieurs jours. «Les dernières pannes dans le Nord-Est américain remontent à 1965 et à 1977, relate M. Mercier. Dans ce dernier cas, la panne a duré trois jours et a donné lieu à des émeutes et à du pillage à New York. Les Américains ne veulent pas revivre l'expérience et tiennent énormément à la sécurité de leur réseau.»

Actuellement, avec ses interconnexions, Hydro-Québec peut exporter 2 700 MW à partir de centrales isolées de son réseau: ces exportations ne sont donc pas concernées par la limite de 2 200 MW. Par exemple, la centrale de Beauharnois peut être déconnectée du réseau québécois et reliée directement à l'Ontario ou aux États-Unis. Si le réseau québécois tombe, les exportations de la centrale ne sont pas touchées.

Hydro-Québec dispose aussi d'interconnexions à courant continu d'une capacité totale de 2 600 MW, qui sont nécessairement alimentées par le réseau principal d'Hydro-Québec. Celles-ci sont soumises à la limite de 2 200 MW. «Nous gérons ces attaches de façon à ne pas dépasser la limite de 2 200 MW», rapporte André Mercier.

Cette limite aura déjà forcé Hydro-Québec à isoler du réseau principal la sixième ligne de la baie

James, ou la ligne Radisson-Nicolet-Des Cantons, sera d'abord utilisée pour exporter de l'électricité aux États-Unis. Elle a déjà fait couler beaucoup d'encre et de salive, en particulier lors du débat qui a entouré l'endroit et le mode choisis pour la traversée du fleuve. À cette occasion, Hydro-Québec avait caché l'existence d'études qui démontraient que la traversée sous-fluviale était réalisable techniquement et refusé, à cause d'échéanciers trop serrés imposés par des considérations politiques, d'envisager la possibilité de traverser le fleuve en utilisant une emprise disponible dans la région de Trois-Rivières.

Mais que vient faire cette ligne à courant continu, la plus longue jamais érigée au monde, dans le réseau à courant alternatif d'Hydro-Québec? Pour comprendre, il faut savoir comment s'effectuent les échanges d'électricité entre réseaux. «La plupart des réseaux américains, explique André Mercier, sont interconnectés et synchronisés (même fréquence, même phase). Le résultat est un immense réseau de 500 000 MW, couvrant les trois quarts des États-Unis, l'Ontario, etc. Le réseau d'Hydro-Québec, vraisemblablement, ne sera jamais rattaché de cette façon, à cause de ses particularités, notamment ses longues lignes de transport.»

Comme le réseau d'Hydro-Québec est isolé, sa fréquence n'est pas exactement égale à celle des autres réseaux. «Pour exporter, explique Jacques Gauthier, nous avons alors deux solutions. La première est d'«iloter» une centrale voisine de la frontière, c'est-à-dire isoler une centrale de notre réseau (comme celle de Beauharnois) et la brancher directement sur le réseau voisin.» On peut procéder de la même façon, pour importer et, par exemple, raccorder la ville de Hull au réseau ontarien, tout en la déconnectant du réseau québécois.

La seconde façon de contourner l'absence de synchronisme, c'est de convertir le courant alternatif en courant continu, au moyen d'un redresseur, puis de reconverter ce courant continu, au moyen d'un onduleur, en courant alternatif oscillant, cette fois, en synchronisme avec l'autre réseau. «De cette façon, poursuit M. Gauthier, nous ne sommes pas obligés de consacrer une centrale ou des groupes turbines-alternateurs au réseau voisin.» Un tel procédé permet aussi de bien contrôler les échanges de puissance entre réseaux.

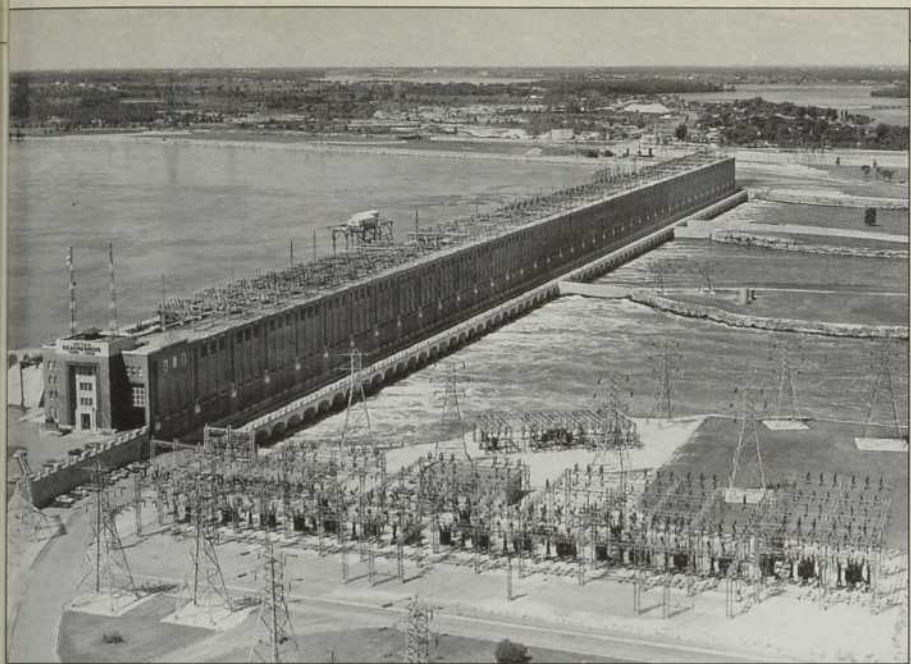
Mais les redresseurs-onduleurs sont onéreux. À tel point que la sixième ligne à courant continu coûtera plus cher que ce qu'aurait coûté une ligne CA (courant alternatif) ordinaire. Chez Hydro-Québec, on affirme que la sixième ligne n'est que le devancement d'une ligne dont le réseau aurait eu besoin de toute façon, d'ici à quelques années, pour transporter la puissance des nouvelles centrales de la baie James.



Richard Hodgson

En fait, cette ligne est à courant continu pour satisfaire les limites américaines de 2 200 MW d'électricité en provenance du réseau québécois. Ce type de courant permet d'isoler du reste du réseau, non seulement la ligne, mais aussi les groupes producteurs auxquels elle est rattachée. Ainsi la ligne ne compte pas dans la limite de 2 200 MW et Hydro-Québec peut exporter plus d'électricité. Bien qu'une ligne à courant alternatif puisse aussi être isolée du réseau, son instabilité inhérente nécessite l'ajout de coûteux et nombreux équipements (compensateurs, inductances) et, même ainsi, une ligne CA isolée peut si facilement *décrocher* qu'un tel procédé est irréaliste.

La ligne à courant continu risque toutefois de devenir un joli boulet aux pieds d'Hydro-Québec, à l'avenir. Le jour où elle ne servira plus aux exportations, il faudra la coupler avec le reste du réseau, qui fonctionne en courant alternatif. C'est possible, techniquement, mais moins intéressant économiquement, et le comportement des «attaches» reste difficile à prévoir. Une ligne CC (courant continu), est effectivement moins flexible et il n'est pas question d'en construire d'autres. De plus, cette ligne «célibataire» sera toujours plus fragile. Quand un défaut se produit sur un tronçon d'une ligne CA relié à la baie James, le courant peut toujours transiter par une autre ligne, pour éviter ce tronçon, puis revenir sur sa ligne initiale. Quand un tronçon de la ligne à courant continu sera perdu, c'est toute la ligne qui tombera.



Hydro-Québec

*Selon les contrats de vente d'électricité en vigueur, Beauharnois, une centrale québécoise située à proximité des États-Unis, fournit de l'électricité à ce pays. Si le réseau d'Hydro-Québec tombait en panne, cette centrale qui fait, pour ainsi dire, partie du réseau américain, pourrait être immédiatement raccordée au réseau québécois, afin de répondre à la demande supplémentaire d'électricité.*

James, la ligne Radisson-Nicolet-Des Cantons (2 000 MW à courant continu. Voir l'encadré: «La saga de la sixième ligne»). Ainsi, cette ligne, qui transportera de l'électricité de LG-2, ne comptera pas aux fins du calcul de la limite. «La ligne, avec ses postes convertisseurs CA-CC à chaque bout, coûtera 1,6 milliard de dollars, déclare M. Mercier, mais elle aurait été requise de toute façon pour les besoins internes. Nous devançons sa construction et faisons complètement payer par les Américains les frais supplémentaires que cela entraîne (intérêts, conversion en courant continu); si nous avons chargé le coût de la ligne en entier aux Américains, le contrat n'aurait plus été rentable pour eux.»

La ligne à courant continu sera reliée au reste du réseau d'Hydro-Québec aux postes Nicolet et Des Cantons, mais restera toujours plus ou moins compatible avec le reste du réseau, qui fonctionne en courant alternatif.

Cette sixième ligne sera mise en service en 1990 pour satisfaire aux exigences du contrat NEPOOL (phase 2). La capacité d'exportation d'Hydro-Québec augmentera alors de 1 300 MW. Une fois la ligne en service, il restera 1 900 MW d'inter-

connexions reliées au réseau d'Hydro-Québec: la limite sera respectée. En 1992, toutefois, les livraisons au Maine vont amener Hydro-Québec à exporter au moins 300 MW de plus à partir de son réseau (par une nouvelle interconnexion), provoquant ainsi le dépassement de la limite de 2 200 imposée par les États-Unis. Il faut impérativement qu'Hydro-Québec ait complété l'amélioration de son réseau d'ici là et que le North-East Power Coordinating Council (NPCC), l'organisme établissant les normes, ait approuvé les modifications.

#### LA STABILITÉ SE PAIE

Renforcer le réseau québécois pour se conformer aux critères des autres réseaux du Nord-Est américain va coûter cher. Dans son plan de développement publié en 1988, Hydro-Québec parlait de 600 millions de dollars. Lors de notre entrevue, à la fin de l'automne dernier, André Mercier admettait des coûts minimaux de 1,2 milliard de dollars, dont 300 millions pour des correctifs additionnels sur les futures douzième et treizième lignes. Le dernier chiffre (non officiel) considéré au sein des services de planification d'Hydro-Québec atteint plutôt 1,5 milliard et il est fort

possible que ce montant soit dépassé. Ces coûts représentent les frais associés à l'achat et à l'installation d'équipements de stabilisation du réseau, comme des compensateurs statiques, des compensateurs série (condensateurs branchés en série avec la ligne, ce qui réduit l'effet inductif; ces compensateurs peuvent coûter jusqu'à 50 millions pièce) et divers automatismes.

M. Mercier prédit que la fréquence des pannes passera, une fois les travaux terminés, à une par 20 ou 30 ans. Selon lui, «parce que les Québécois acceptent mal les pannes, Hydro-Québec aurait renforcé son réseau même sans les exportations. Nous effectuerons simplement les travaux plus rapidement». Le NPCC aurait déjà accepté une partie des modifications proposées par Hydro-Québec, mais la question n'est pas encore réglée. Au milieu de l'automne, les services de planification de la société d'État ne s'entendaient pas encore sur les façons de satisfaire les critères du NPCC et devaient travailler sous pression à cause des enjeux politiques associés à ce dossier. M. André Mercier confirme que, depuis la panne du 18 avril dernier, «les Américains posent plus de questions». Mais le temps passe et Hydro-Québec est déjà en retard par rapport à l'échéancier. «Nous pensons pouvoir terminer les travaux pour 1993, mentionne le vice-président à la planification des équipements. Si on ne réussit pas, il faudra respecter la limite en vigueur en ce moment pour nos exportations.»

Les exportations semblent rentables, mais le moins que l'on puisse dire, c'est que les obstacles et les coûts qu'elles suscitent font l'objet de moins de triomphalisme que la signature de contrats. De gros intérêts, politiques et économiques, sont en jeu dans le dossier des ventes d'électricité. De plus, la construction de barrages et de lignes de transport supplémentaires a des effets considérables sur l'environnement. Malheureusement, et probablement pour toutes ces raisons, la question des exportations n'a jamais fait l'objet d'un vrai débat public au Québec. □

# LE CANADA EN ORBITE

**Les astronautes canadiens préparent leurs prochaines missions dans l'espace. En cinq ans, le Canada est devenu une compétence reconnue en recherche spatiale.**

par Françoise CÔTÉ

**LE** lancement réussi de la navette *Discovery*, le 29 septembre dernier, a marqué le retour de la NASA dans l'espace. Pour le Dr Steve MacLean, choisi comme deuxième Canadien de l'espace un mois seulement avant l'explosion de *Challenger*, survenue en janvier 1986, ce lancement est le feu vert pour son propre vol spatial. Présent avec Marc Garneau à Cap Canaveral pour le lancement de *Discovery*, Steve MacLean avait du mal à contenir son enthousiasme. Il assistait à son premier lancement, car jusqu'à maintenant, contrairement aux autres astronautes canadiens, il avait toujours été retenu loin de Cap Kennedy par d'autres tâches.

Le Dr MacLean, qui connaissait deux des membres du malheureux équipage de *Challenger*, le commandant Dick Scobee et le spécialiste de mission Ron MacNair, déclare: «Nous avons toujours connu les risques des vols spatiaux, mais ce jour-là ils se sont matérialisés dramatiquement sous nos yeux.» Pendant les deux années et demie d'interruption du programme des vols spatiaux américains, Steve MacLean s'est consacré au perfectionnement des expé-

riences qu'il doit exécuter à bord de la navette. «Ces expériences, dit-il, étaient déjà prêtes en mars 1987, date prévue de mon vol, qui fut reporté indéfiniment jusqu'au retour des navettes de la NASA dans l'espace.»

Pour les expériences en sciences de la vie, Steve MacLean, âgé de 34 ans, dit en riant: «Je serai surtout un cobaye... un cobaye heureux.» Il sera en effet sujet d'expériences relatives au syndrome d'adaptation spatiale mises au point à l'Université McGill par le Dr Doug Watt, autorité mondiale dans ce domaine. Des tests sur le mal de l'espace, des tests de simulation visuelle, des expériences destinées à mesurer la dépense énergétique du corps humain au cours de vols spatiaux et enfin des tests du système proprioceptif visant à détecter les mouvements et la position du corps dans l'état de microgravité compléteront les activités spatiales du Dr MacLean.

Au cours de l'été 1988, Steve MacLean a eu des rencontres de travail avec l'équipe d'une vingtaine de personnes de la NASA qui prépare le vol. «J'ai été très impressionné par l'enthousiasme manifesté lors de cette rencontre, c'était phénoménal.» Ex-

pert en physique du laser, le Dr MacLean a comme expérience prioritaire les tests du Système de vision spatiale (SVS). Cette technologie de «photogrammétrie en temps réel», mise au point par le Conseil national de recherches du Canada (CNRC), fournit des données précises, renouvelées 30 fois par seconde, sur la position et l'orientation d'un objet.

Conçu par des chercheurs de l'Établissement aéronautique national du CNRC et par des spécialistes en photogrammétrie de la division de physique, le SVS a pour maître d'œuvre Spar Aerospace Ltd., de Toronto, qui a décroché le contrat principal de trois millions de dollars, tandis que Leigh Instruments Ltd., d'Ottawa, est le principal sous-traitant. La mise au point du SVS a été entreprise pour améliorer les moyens de vision à bord de la navette, étant donné l'absence de points de référence visuels et les conditions d'éclair-





Conseil national de recherches du Canada

rage parfois défavorables dans l'espace qui rendent difficile l'évaluation des distances et de la vitesse par l'œil humain.

La précision est un facteur important, quand, dans la soute de la navette, les astronautes doivent manœuvrer et arrimer de très grosses charges utiles à l'aide du télémanipulateur canadien de 15 m de long, le Canadarm. C'est là que le système de vision spatiale devient très utile. En plus de cet œil informatisé de la navette spatiale, un système dérivé du SVS pourrait également être utile pour la construction et l'entretien de la future station spatiale.

Les essais en orbite du SVS expérimental visent à faire l'évaluation de tous les éléments du système dans des conditions opérationnelles. Les cibles du SVS seront placées sur une petite plate-forme appelée «Canadian Target Assembly» (CTA), qui, elle-même, sera placée dans la soute

de l'étage orbital de la navette. Au cours de la mission, la CTA sera saisie par le Canadarm et entraînée dans une longue série de manœuvres. On espère avoir ainsi une étude complète susceptible d'influer sur la conception d'un modèle commercialisable. Au cours d'un séjour de trois mois à Toulouse, en France, Steve MacLean a pu constater l'intérêt manifesté par ce pays à l'endroit du Système de vision spatiale canadien comme «œil informatisé» pour le «bras» de conception hollandaise qui doit équiper l'avion spatial européen *Hermes* construit par la firme Aérospatiale.

Depuis plusieurs mois, en simulation, on effectue toutes les expériences que Steve MacLean doit faire dans l'espace. Le Dr Lloyd Pinkney, concepteur du SVS, travaille en étroite relation avec le Dr MacLean et l'astronaute de relève, pour ce deuxième vol d'un Canadien, l'ingé-

nier spécialisé en mathématiques appliquées et en aérodynamique, le Dr Bjarni Tryggvason, âgé de 43 ans. Ce dernier apporte aux travaux une riche expérience dans les essais en soufflerie à couche limite, et dans la recherche et l'enseignement dans les disciplines de l'aérodynamique des bâtiments, des statistiques et des signaux stochastiques, c'est-à-dire comportant la présence de variables aléatoires. Le Dr Tryggvason fut membre de l'équipe du CNRC qui a étudié le naufrage de la plate-forme pétrolière *Ocean Ranger*, au large de Terre-Neuve. Pour les fins de cette étude, il y a conçu et dirigé les essais d'aérodynamique visant à calculer les pressions du vent sur la plate-forme.

Au cours du vol spatial, le Dr MacLean effectuera les essais d'une autre expérience canadienne sur le Wide Angle Michaelson Doppler Imaging Interferometer (WAMDII), conçue par le Dr Gordon Shepherd, physicien de l'Université York, qui dirige une équipe de chercheurs provenant de quatre universités. Le WAMDII est un dispositif de mesure de la vitesse des vents qui soufflent dans les couches électriquement chargées de la haute atmosphère. Il a fallu 10 ans pour mettre au point cette expérience sur les phénomènes d'ionisation qui se produisent à une altitude variant de 85 à 400 km, et sur les interactions des vents solaires et du champ magnétique terrestre. Une seconde version de cet instrument, le WINDII (pour Wind Imaging Interferometer), doit être placée à bord d'un satellite de la NASA pour étudier les couches de l'atmosphère.

#### DANS LA FOULÉE DE MARC GARNEAU

Seul à posséder l'expérience d'un vol de huit jours dans l'espace, le capitaine Marc Garneau est très engagé dans la préparation des deux prochains vols de Canadiens. Il a fait des recommandations, à la suite des tests préliminaires effectués avec le SVS, ainsi que sur l'expérience OGLOW, qui porte sur la luminescence de la navette, déjà observée lors de vols

précédents. Une analyse des photos prises par le capitaine Garneau démontre que cette luminescence ne nuisait pas aux mesures optiques sensibles que l'on veut faire avec le WAMDII.

Ainsi, une fois atteint le principal objectif de l'expérience de Marc Garneau, on a mis au point, pour la mission du Dr MacLean, l'expérience OGLow-2 qui vise l'exploration plus en détail des réactions gazeuses provoquées par la mise à feu des moteurs-fusées de la navette, ainsi que le spectre lumineux engendré par ceux-ci. Le spécialiste canadien des charges utiles devra donc photographier la queue de la navette à l'aide de filtres spéciaux et d'un «intensificateur» d'images au moment où les moteurs-fusées seront mis à feu. Une caméra de télévision permettra d'obtenir les images vidéo correspondantes.

Quant à la troisième mission, qui sera entièrement consacrée à des expériences des sciences de la vie à bord du SPACELAB, lequel est un module cylindrique arrimé dans la soute de la navette, le capitaine Garneau considère qu'il faut la préparer avec autant d'intensité que la deuxième, afin de faire face à l'éventualité d'un changement dans le calendrier des vols de la NASA. Pour les deux premières missions, on parle de 1991, mais l'une pourrait avoir lieu dès 1990. De plus, l'ordre pourrait être inversé. «Nous voulons être prêts pour le milieu de l'année 1990, juste au cas», dit-il.

Après l'accident de *Challenger*, à mesure que les délais se prolongeaient, l'équipe des six astronautes canadiens a approfondi toute la problématique de l'exploitation future de l'espace, voire de la colonisation du cosmos, pour en arriver à élargir considérablement la dimension du programme canadien. En moins de cinq ans, le corps canadien d'astronautes a atteint un degré d'expertise assez important pour faire des «Six», des interlocuteurs respectés dans le club international encore relativement restreint de l'espace. C'est en décembre 1983 que l'équipe a été constituée. Moins d'un an plus tard,

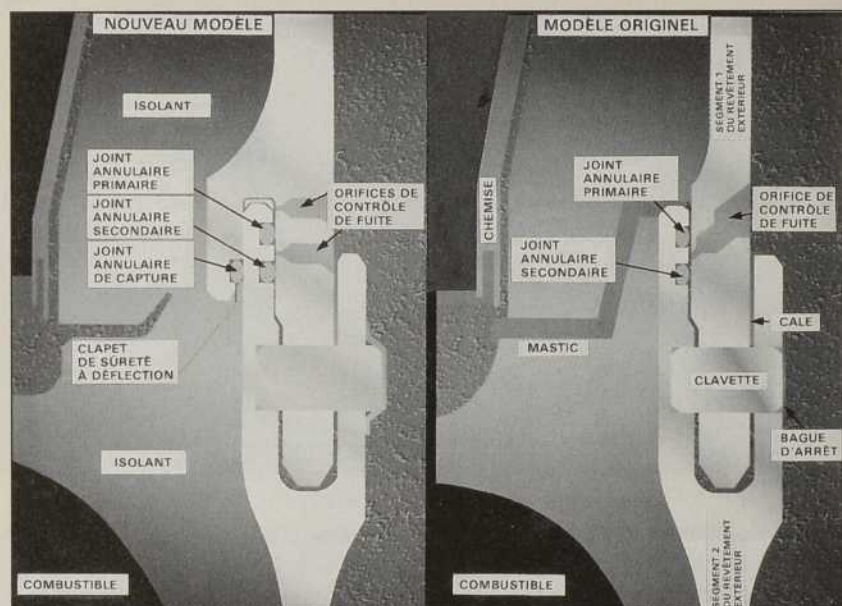
le 5 octobre 1984, Marc Garneau devenait le premier Canadien de l'espace.

Après le premier choc de l'explosion de *Challenger*, en janvier 1986, les quelque 200 astronautes, spationautes et cosmonautes ont senti le besoin de serrer les rangs. Pour les Canadiens, ce fut l'occasion de contacts plus fréquents avec l'Agence spatiale européenne (ASE), en particulier avec la France, l'URSS ainsi

qu'avec le Japon. Depuis deux ans, plusieurs astronautes canadiens sont allés à travers le monde, à la recherche de projets internationaux, de travaux que les Canadiens pourraient faire en collaboration.

La seule femme astronaute du Canada, le Dr Roberta Bondar, neurologue en voie de devenir une autorité en sciences de la vie dans l'espace, a révélé, à la fin de l'été, que le Canada s'est mis en rapport avec les

## DES JOINTS D'ÉTANCHÉITÉ PLEINS D'AVENIR



Un créneau de l'expertise canadienne a joué un rôle important dans la refonte des joints d'étanchéité des fusées d'appoint de la navette spatiale américaine. En effet, une équipe de 18 experts des laboratoires nucléaires ontariens de Chalk River, d'Énergie atomique du Canada Limitée (EACL), a fait un travail remarquable en mettant au point de nouveaux dispositifs et de nouvelles techniques d'essais permettant de simuler de façon plus précise la configuration des moteurs-fusées à combustible solide (MFCS).

C'est M. Brian Russell, de Morton Thiokol Inc., directeur du programme de refonte des fusées d'appoint et de leurs joints annulaires, qui rend ce témoignage à l'expertise canadienne. Il ajoute: «Les données obtenues grâce aux essais de l'EACL nous ont beaucoup aidés à vérifier les résultats de notre refonte et, dans plusieurs cas, elles ont changé l'orientation du programme.»

Forte de ses 20 ans d'expérience dans la conception des joints d'étanchéité, répondant à des exigences exceptionnelles pour les réacteurs CANDU, l'EACL avait offert à la NASA l'expertise de ses laboratoires de Chalk River, après la publication du rapport Rogers qui avait identifié les joints des fusées d'appoint comme responsables de l'explosion de la navette *Challenger* en 1986. L'équipe multidisciplinaire, dirigée par un ingénieur acadien originaire de l'Île-du-Prince-Édouard, M. Norman Pothier, a effectué plus d'une quinzaine de tâches.

M. Pothier déclarait, à la veille du lancement de *Discovery*: «Le contrat du joint annulaire a représenté tout un défi pour nous parce qu'il a fallu faire progresser la technologie». Un défi qui a été relevé. Les laboratoires de l'EACL ont entrepris les travaux en octobre 1986, pour terminer ce contrat de trois millions de dollars en août 1988.

Soviétiques pour discuter de la possibilité de faire des expériences sur les pertes osseuses chez les humains placés en état de microgravité, ainsi que sur les effets des radiations dans l'espace. «On veut obtenir des Russes qu'ils effectuent ces expériences à bord de leur station MIR dès cette année ou l'année suivante», dit le Dr Bondar.

«Évidemment, poursuit-elle, nous aimerions éventuellement aller à bord de leur station MIR, pour y faire nous-mêmes notre travail. Cependant, cela coûterait quelque dizaines de millions de dollars.» Actuellement, les vols des trois premiers Canadiens à bord de la navette américaine ne coûtent rien au Canada. Ils constituent en quelque sorte un cadeau de la NASA pour remercier le pays d'avoir conçu et développé le télémanipulateur CANADARM. Le Dr Bondar reconnaît que la présence éventuelle d'un Canadien à bord de la station MIR n'a pas encore fait l'objet de négociations officielles, mais a seulement été évoquée au cours de rencontres sociales à Moscou.

On envisage cependant, dans un premier temps, une série d'expériences qui seraient effectuées en collaboration avec les Russes. Ces

expériences ne se dérouleraient pas à bord de la station MIR, mais plutôt à bord du satellite BIOCOSMOS. Au cours de discussions à Moscou, le Dr Bondar a pu constater que les Soviétiques sont particulièrement intéressés à l'adaptation du système cardio-vasculaire ainsi qu'à toute la question concernant la circulation sanguine durant les séjours dans l'espace. (On sait que les cosmonautes russes détiennent le record de durée de séjour dans l'espace.)

#### «LE PÈRE DE L'ESPACE»

Très tôt après le vol de Marc Garneau, en octobre 1984, le corps des astronautes canadiens a été scindé en deux équipes spécialisées: l'une regroupant avec Marc Garneau, Steve MacLean et Bjarni Tryggvason, des ingénieurs et des spécialistes des sciences spatiales, l'autre comprenant les biophysiolgistes Roberta Bondar, Ken Money et Bob Thirsk, dans l'équipe des sciences de la vie. M. Bruce Aikenhead, affectueusement surnommé «le père de l'espace» parce qu'il fut l'un des quelque 30 ingénieurs canadiens employés par la NASA pour travailler au projet *Mercury*, après l'annulation du déve-

loppement de l'avion Avro-Arrow, à Toronto en 1959, assume la direction de l'ensemble des astronautes canadiens.

À l'origine, en 1983, l'objectif du programme était d'assurer l'entraînement et le maintien d'un corps d'astronautes ayant pour mission de coordonner et d'exécuter des expériences canadiennes en qualité de spécialistes de charges utiles à bord de la navette spatiale. Les deux autres catégories d'astronautes de la NASA, les pilotes et les spécialistes de mission, reçoivent, outre leur entraînement régulier, une préparation à des «activités extra-véhiculaires» *Extra-Vehicular Activities* (EVA), entre autres, pour la réparation d'engins spatiaux dans la soute de l'étage orbital.

Avec la décision du Canada de participer à la Station orbitale internationale de la NASA, le corps d'astronautes canadiens sera élargi au cours des prochaines années pour constituer les équipages qui devront travailler à bord de la station, dont la construction débutera vers le milieu des années 90. Comme on prévoit une occupation permanente de huit membres d'équipage à bord de la station, avec un cycle de rotation semestriel, le Canada fournira un membre d'équipage pendant six mois et ce, à tous les deux ans.

L'entraînement des équipages doit débuter vers 1990 et s'étendra sur plusieurs années. Le concours de sélection des deux nouveaux astronautes canadiens devrait avoir lieu d'ici deux ans. Pour le choix des six premiers astronautes, la sélection s'est faite parmi 4 300 candidats. Comme pour la première sélection, le concours sera ouvert à tous les citoyens canadiens.

M. Aikenhead confie qu'il reçoit constamment du courrier de jeunes, tant des écoliers que des diplômés universitaires, qui veulent devenir astronautes. On lui demande des conseils pour l'orientation future des études. «Nous cherchons à la fois à les encourager et à les décourager. Je leur dis que les chances sont statistiquement contre eux. Nous n'en choisirons probablement que deux. J'in-



Ces six astronautes canadiens ont été choisis parmi 4 300 candidats. Il s'agit, en avant (de gauche à droite), de Bob Thirsk, Steve MacLean et Marc Garneau, premier astronaute canadien à voyager dans l'espace, et, à l'arrière, de Ken Money, Roberta Bondar et Bjarni Tryggvason. Steve MacLean a été désigné pour effectuer des recherches spatiales au cours de la prochaine mission canadienne.

Conseil national de recherches du Canada

siste aussi sur le fait qu'ils doivent se préparer à une carrière parallèle vers laquelle ils pourront se tourner quand il leur faudra quitter la carrière d'astronaute.»

En ce sens, l'explosion de *Challenger* a été un point tournant dans la vie des six astronautes canadiens. À cause de l'incertitude causée par l'accident, ils ont tous pensé à la carrière qu'ils devront poursuivre en quittant le corps d'astronautes. Le Dr Bob Thirsk, l'astronaute de relève de Marc Garneau, qui était résident à l'hôpital Queen Elisabeth, à Montréal, a repris une pratique en médecine familiale à temps partiel à Ottawa. Roberta Bondar s'est aussi replongée dans la neurologie, à Toronto, tout en étant membre de l'Ontario Premier's Council, ce qui ne l'a pas empêchée de concevoir certaines expériences à tester dans l'espace. Le Dr Ken Money, doyen des astronautes canadiens, est retourné à son laboratoire à l'Institut militaire et civil de médecine environnementale de la Défense nationale, à Toronto où, depuis 1962, il collabore avec les scientifiques de la NASA, tout en étant chercheur principal à l'hôpital Saint Michael de Toronto. Mais, leur entraînement comme astronautes demeure leur priorité. On a ajouté récemment à cet entraînement des exercices de parachutisme, afin de les préparer à une évacuation d'urgence de la navette.

C'est probablement dans le domaine des recherches que le bilan des quatre dernières années est le plus impressionnant. Le directeur du Programme canadien des sciences de l'espace, le Dr A. L. Van Koughnett, souligne qu'actuellement, une soixantaine de chercheurs scientifiques consacrent la majorité de leur temps à des travaux en recherche spatiale. Environ 65% de ces chercheurs se retrouvent dans les universités, tandis que les autres travaillent surtout dans les laboratoires gouvernementaux.

### COMBINAISON ANTIGRAVITÉ

Les astronautes canadiens ont eux-mêmes mis au point certains projets de recherche. Ainsi le Dr Thirsk qui,



*Ken Money à la direction du T-33, un avion modifié par le Conseil national de recherches du Canada pour les besoins du programme de recherche en microgravité. À bord de cet avion spécialement équipé pour reproduire les conditions d'apesanteur pendant de courtes périodes, les astronautes effectuent des manœuvres, répètent des procédures, testent le matériel et vérifient des notions qui serviront éventuellement dans l'espace.*

comme Mme Bondar et M. Money, s'entraîne pour voler avec l'«International Microgravity Laboratory», lors de la prochaine mission de SPACELAB, a utilisé son expérience d'ingénieur au Massachusetts Institute of Technology (MIT) pour mettre au point une nouvelle combinaison antigraivité. Cette combinaison expérimentale comprend 11 sections gonflées d'air, contrairement à 3 sections pour la combinaison standard de la NASA. Ces 11 sections sont formées de petites chambres à air et appliquent une pression graduelle plus forte dans le bas des jambes et plus faible au niveau de l'abdomen de l'astronaute, à son retour sur terre, afin de réduire les effets du déconditionnement cardiovasculaire.

L'un des éléments intéressants du programme de recherche en microgravité du CNRC est constitué par les expériences effectuées au cours de périodes de quelques secondes de microgravité, soit à bord de l'avion Boeing 727 reconverti de la NASA, le KC-135, soit avec le T-33 du CNRC. Ces deux avions sont adaptés pour faire des montées en chandelle de 2 500 m, suivies de piqués à 45°, également de 2 500 m. Le KC-135 peut effectuer jusqu'à une quarantaine de

manœuvres paraboliques permettant des conditions de 0,01 gravité pendant 15 à 20 secondes.

L'astronaute Steve MacLean décrit ainsi l'activité canadienne dans l'espace: «Je trouve que le Canada est très efficace, comparativement à d'autres. En somme, on ne dépense que 200 millions de dollars par année.» Un document du comité interministériel sur l'espace mentionne que, «selon les normes mondiales, le Canada se classe dans la catégorie intermédiaire, en ce qui concerne l'intervention dans l'espace. Tant au chapitre des dépenses qu'à celui des sommes consacrées en tant que pourcentage du produit national brut, le Canada occupe le huitième rang». Cela est inférieur à l'URSS, aux États-Unis, au Japon, à la France et à l'Allemagne de l'Ouest, mais à peu près égal à l'Angleterre et à la Belgique. □

### Pour en savoir davantage :

CARPENTIER, Jean-Marc, *La conquête de l'espace*, Montréal, Édition Libre Expression et Radio-Québec, 230 pages, ISBN 2-89111-299-7.

DOTTO, Lydia, *Des Canadiens dans l'espace*, préface de Marc Garneau, traduction de *Canada in Space*, Montréal, Éditions de l'homme, 493 pages, ISBN 2-7619-0711-6.

# Les îles au soleil de minuit

**L**a grande majorité des Canadiens vit dans la partie méridionale du pays. Elle connaît peu ou pas la partie septentrionale du Canada, vaste étendue libre qui n'est vraiment comprise que par les Inuit.

Depuis le Nord du continent jusqu'au pôle Nord, depuis l'Alaska jusqu'au Groenland, le plateau continental polaire englobe les îles et les fonds marins de l'Arctique. Ces immensités de terre et d'eau, plongées dans l'obscurité et couvertes de glaces six mois par année, font l'objet d'études scientifiques poussées.

Haut-Arctique, plateau continental polaire, une seule et même région qui a vu de grands explorateurs, les William Baffin et les sir John Franklin, sacrifier leurs vies. Elle a aussi vu la réussite du capitaine Bernier qui, par ses voyages dans l'Arctique, a largement contribué à assurer notre souveraineté.

Le capitaine Bernier était un vieux loup de mer qui avait bien compris que la logistique était la clé du succès de tout voyage dans

l'Arctique. Cette logistique est aujourd'hui assurée par l'Étude du plateau continental polaire (EPCP) d'Énergie, Mines et Ressources Canada. En obtenant la bande magnétoscopique intitulée *Les îles au soleil de minuit... l'historique de l'Étude du plateau continental polaire*, vous pourrez vous rendre compte des initiatives prises par le Ministère pour faciliter les études scientifiques dans les régions septentrionales du pays.

L'EPCP offre un soutien efficace et coordonné aux expéditions scientifiques effectuées dans le Haut-Arctique. Cette région présente des occasions inestimables d'étudier, entre autres, le magnétisme, la gravité, le climat mondial et la dérive des continents. Chaque printemps, grâce à l'EPCP, plus de 200 équipes de chercheurs se rendent sur le terrain, érigent leur campement, se déplacent, et surtout, réalisent leurs études. Cela semble simple, mais il y a un facteur, ou plutôt un impondérable, qu'il faut essayer de contrôler: la sécurité!

Il est toujours plus facile de se consacrer à son travail de cueillette de données quand on a des spécialistes des grands espaces septentrionaux qui prévoient les services de radio, de météo, d'approvisionnement en carburant, et d'entretien des avions et des hélicoptères. Dans ces régions inhospitalières, un incident peut devenir une catastrophe. C'est pourquoi la vigilance est de rigueur.

Voyez, dans *Les îles au soleil de minuit*, les études hautement spécialisées que nos scientifiques réalisent afin d'en connaître un peu plus au sujet de nos ressources et des phénomènes naturels qui prennent place dans le monde sous nos pieds. Ce n'est cependant pas tout ce que vous verrez. Les beautés de l'Arctique et les rapports entre scientifiques et Inuit vous seront présentés. La souveraineté canadienne, ce sujet qui depuis Bernier demeure d'actualité, sera également abordée dans cette production.

N.B. Il est formellement interdit d'utiliser des extraits de ce vidéo afin de les incorporer dans d'autres productions vidéo, sans avoir reçu l'autorisation d'Énergie, Mines et Ressources Canada, et de diffuser ledit vidéo sur les ondes de la télévision privée commerciale.

## Vous pouvez également vous procurer les productions audio-visuelles suivantes:

- Les explosifs ne sont pas des jouets ni à la maison, ni à l'extérieur
- Les scientifiques des sciences de la Terre
- L'océan sans limites — la dorsale Juan de Fuca
- Lithoprobe, 40 km sous terre
- La cartographie: de l'astrolabe au laser
- La Commission géologique du Canada... d'hier à aujourd'hui
- Des tremblements de terre au Canada?

## Pour plus de renseignements veuillez écrire à:

Diane Lorenzato  
 Agente de l'audio-visuel  
 Direction des communications  
 Énergie, Mines et Ressources  
 Pièce 971  
 580, rue Booth  
 Ottawa (Ontario) K1A 0E4  
 Tél.: (613) 992-5198 (613) 992-0792



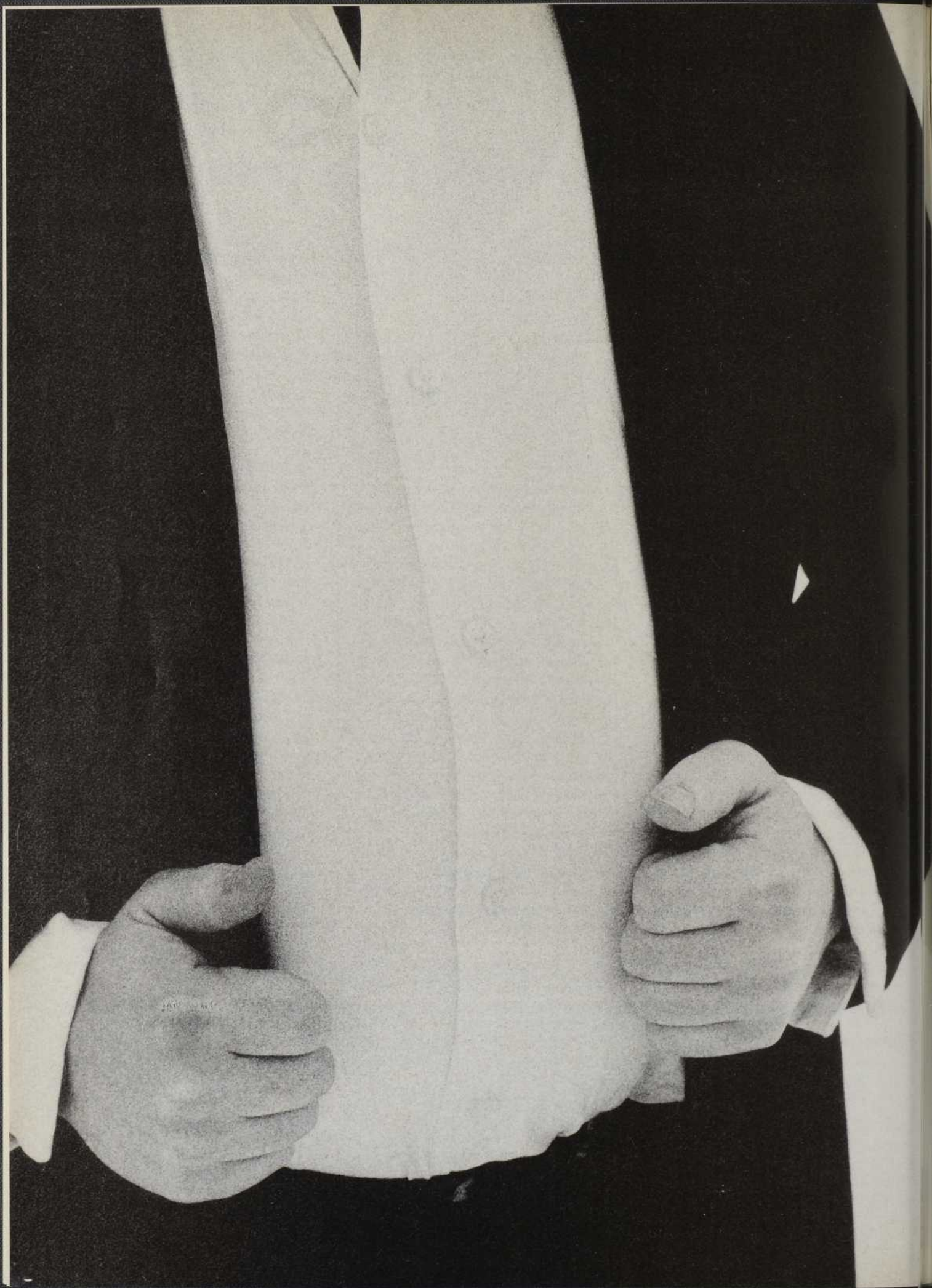
Énergie, Mines et  
 Ressources Canada

Energy, Mines and  
 Resources Canada

L'Hon. Marcel Masse, Ministre

Hon. Marcel Masse,  
 Minister

Canada



**M**  
colier de  
ours de  
ige: il  
re ass  
lar, pa  
brez à  
ment pe  
manue  
tout vo  
compre  
«Nor  
vieux c  
l'annu  
est bea  
le moye  
ment de  
diète  
cultes  
spectac  
le fact  
anal. C

# Attention!

## DÉPÔT DANGEREUX

**Hommes bedonnants, méfiez-vous! L'obésité abdominale comporte des risques sérieux pour la santé. Mais, au juste, comment la graisse s'accumule-t-elle dans l'organisme?**

par Gilles DROUIN

**M**auvaise nouvelle pour les propriétaires de gros ventre! En plus d'être des cibles de choix pour tous les vendeurs de bonne forme et de belle ligne, il se pourrait bien qu'un jour votre assureur se mette de la partie. Car, paraît-il, le pneu que vous portez à la ceinture est non seulement peu esthétique mais, de plus, il constitue un risque supplémentaire pour votre santé, une menace qui se compare à la cigarette.

«Nous sommes maintenant convaincus que les gens qui ont tendance à accumuler la graisse à l'abdomen sont beaucoup plus vulnérables que la moyenne des gens au développement de troubles cardiaques, de diabète ou d'accidents cérébro-vasculaires», précise Claude Bouchard, directeur du Laboratoire des sciences de l'activité physique de l'Université Laval. Ce constat s'appuie sur cinq

études épidémiologiques internationales menées auprès d'adultes sur une période d'une quinzaine d'années, de même que sur un grand nombre d'études expérimentales.

Ces études, réalisées indépendamment les unes des autres, soulignent clairement que la distribution «régionale» du tissu graisseux est un facteur plus important que le surplus de poids d'une personne pour évaluer les risques de maladies reliées à l'obésité. Autrement dit, une personne qui porte une dizaine de kilos en trop, mais bien répartis sur tout le corps, est moins exposée que celle qui a emmagasiné cette graisse principalement au niveau de l'abdomen. Le surplus de graisse se dépose aussi bien immédiatement sous la peau qu'en profondeur à l'intérieur du péritoine, cette membrane qui entoure les organes de l'abdomen. La graisse viscérale se trouve donc bien

placée pour perturber le métabolisme.

L'idée que la distribution régionale du tissu graisseux soit un facteur important à considérer lors de l'évaluation des risques pour la santé n'est pas nouvelle. Elle remonte à plus de 30 ans. Toutefois, la confirmation de ces soupçons est plutôt récente. Jusqu'à maintenant, les études qui avaient tenté d'associer l'obésité à certains problèmes de santé ne parvenaient pas à établir des relations claires et constantes. En tirant sur la «ficelle abdominale», il est maintenant possible de démêler une partie de cet écheveau.

### LA CHAÎNE DES LIPIDES

Pour bien soupeser les méfaits de la bedaine, il faut d'abord comprendre le métabolisme des graisses dans l'organisme. Les lipides sont des composés absolument nécessaires au

bon fonctionnement de l'organisme. Il en existe plusieurs types, mais ceux qui nous intéressent ici sont les triglycérides et le cholestérol. Les triglycérides formés d'acides gras sont en fait des chaînes d'atomes de carbone et d'hydrogène auxquelles s'ajoute un peu d'oxygène. Ils se combinent avec un alcool, le glycérol, et lorsque trois acides gras sont réunis, ils forment alors des triglycérides. Ces dernières constituent la principale source d'énergie de notre organisme. C'est ce lipide qui s'accumule dans les tissus adipeux du corps. Dans le sang, on retrouve aussi le cholestérol qui entre dans la fabrication de certaines hormones et de membranes cellulaires.

Les lipides ingérés à l'occasion d'un repas parviennent intacts à l'intestin. Une fois là, ils sont en quelque sorte pulvérisés en fines gouttelettes de façon à ce que les enzymes de digestion aient accès à un maximum de surface pour travailler. Le cholestérol et les triglycérides sont insolubles dans le sang. Il leur faut donc un moyen de transport pour circuler dans l'organisme. Ce véhicule est constitué par un type de protéine: l'apolipoprotéine. Avec les phospholipides, les apolipoprotéines s'agglutinent autour des triglycérides et du cholestérol. De cette façon, les lipides formés par les cellules intestinales prendront le chemin du foie par le biais de la circulation lymphatique (voir le schéma).

Le cholestérol transporté par les apolipoprotéines peut être libre ou estérifié. Le cholestérol libre se retrouve à la surface de la lipoprotéine tandis que le cholestérol estérifié se situe en son centre, avec les triglycérides.

Il existe plusieurs familles de lipoprotéines. Une des plus importantes est constituée par les chylomicrons que l'on retrouve en grande quantité dans le sang après un repas. Ce sont de grosses particules qui renferment environ 90% de triglycérides, le reste étant des apolipoprotéines, des phospholipides et du cholestérol. Ayant atteint le foie, les triglycérides contenues dans les lipoprotéines seront dégradées par une enzyme, la lipoprotéine lipase (LPL). Cette dégradation permet aux acides gras de passer de nouveau à travers la membrane cellulaire, ce qu'ils ne pourraient réussir autrement. De cette façon, les acides gras libres sont captés par les tissus et transformés de nouveau en triglycérides pour l'entreposage de l'énergie. C'est ainsi que le tissu adipeux emmagasine les lipides consommés. L'organisme s'amuse à démonter et remonter les lipides, ainsi que d'autres éléments, pour les utiliser à différentes fins.

**L'ALPHABET DE LA GRAISSE**

Tout ce mécanisme se déroule dans les quelques heures qui suivent un repas. Nous sommes alors dans une phase nommée postprandiale. À jeun, d'autres types de lipoprotéines se chargeront du transport des triglycérides. On en retrouve trois principales définies en fonction de leur densité. Ce sont les lipoprotéines de très faible densité, connues sous l'acronyme anglais VLDL, les lipoprotéines de faible densité (LDL) et les lipoprotéines de haute densité (HDL).

Les lipoprotéines de très faible densité (VLDL) sont les lipoprotéines qui transportent les triglycérides en plus grande quantité. Le foie fabrique ce type de lipoprotéines en synthétisant les triglycérides et en les assemblant avec le cholestérol et les phospholipides. Le glucose et les acides gras libres sont des substrats qui permettent cet assemblage stimulé par une hormone, l'insuline. Lorsqu'on retrouve de grandes quantités de triglycérides dans le sang d'un sujet à jeun, c'est que la concentration des VLDL est élevée.

Les lipoprotéines de faible densité (LDL) proviennent de la dégradation des lipoprotéines de très faible densité par l'enzyme LPL. Puisque les LDL transportent surtout du cholestérol, la mesure de la quantité de LDL dans le sang donne de bonnes indications sur le taux de cholestérol total. Plus la concentration de lipoprotéines de faible densité est élevée, plus le risque d'athérosclérose et d'accidents cardio-vasculaires qui l'accompagnent est grand.

Pour leur part, les lipoprotéines de haute densité (HDL) sont formées par l'action de l'enzyme LPL sur les

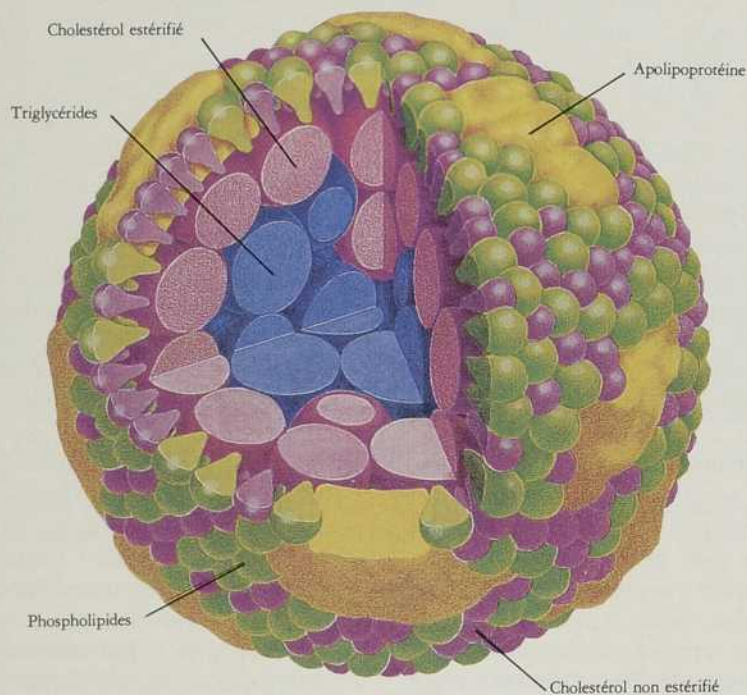
## SUR LA PISTE DE L'OBÉSITÉ

**L'**obésité est un phénomène fort complexe dans lequel interviennent des facteurs très variés qui relèvent surtout de l'environnement et, dans une moindre mesure, du bagage héréditaire. En ramenant la formule à sa plus simple expression, on peut dire que, pour engraisser, il suffit de consommer plus de calories que l'on en dépense. Du côté de l'environnement, le stress, les changements dans le rythme de vie, les habitudes alimentaires et la culture sont quelques exemples de facteurs qui peuvent modifier l'équation énergétique. Les chercheurs étudient présentement les deux volets de cette équation, les régulateurs de la dépense énergétique et les déterminants de l'apport.

Par exemple, après un repas, il y a toujours une quantité d'énergie dépensée en plus de celle de l'organisme au repos. En moyenne, les gens « brûlent » de cette façon environ 8% des calories consommées. Par contre, certains individus, à l'activité métabolique plus élevée, peuvent utiliser jusqu'à 12% de l'énergie absorbée. « Il faut maintenant vérifier si de telles variations dans la réponse thermique à la nourriture sont associées à la tendance à devenir obèse », ajoute Angelo Tremblay, un autre membre de l'équipe de l'Université Laval.

Il semblerait aussi que les hydrates de carbone jouent un rôle dans l'émission des signaux de satiété. Les gens dont l'alimentation comporte une plus grande proportion de graisses auraient tendance à prendre plus de poids et à manger plus que les gens qui mangent moins de graisses ou plus d'hydrates de carbone. « Le régulateur de l'appétit semble davantage associé aux hydrates de carbone qu'aux lipides. Ainsi, lors d'un repas comportant beaucoup de graisses, l'individu aura tendance à manger tant qu'il n'aura pas consommé une quantité suffisante d'hydrates de carbone, peu importe la quantité de lipides ingérés », explique M. Tremblay.

## MOLÉCULE D'UNE LIPOPROTÉINE (HDL)



Source: *Lipoproteins and Atherosclerosis*, bioMérieux

*Cette lipoprotéine est ainsi appelée à cause de sa haute densité. Trois structures la composent: l'apolipoprotéine, le cholestérol non estérifié et les phospholipides. L'apolipoprotéine sert de véhicule au cholestérol estérifié et aux triglycérides qui habitent au cœur de la lipoprotéine et sont insolubles dans le sang. Plus la lipoprotéine HDL est présente dans le sang, plus l'organisme est protégé des maladies cardio-vasculaires.*

VLDL. La décomposition par hydrolyse des triglycérides contenues dans ces dernières conduira à une réduction du volume des VLDL et des molécules à la surface de celles-ci, dont le cholestérol libre, se retrouveront en excès. Ces molécules formeront des HDL qui contiennent peu de cholestérol. Une autre enzyme du plasma sanguin, la LCAT, permettra la liaison du cholestérol libre avec des acides gras libres. Cette enzyme sera donc responsable de l'accumulation du cholestérol dans les lipoprotéines de haute densité et jouera, avec l'enzyme LPL, un rôle important dans la formation des HDL.

Plus il y a de lipoprotéines de haute densité dans le sang, plus l'organisme est protégé des maladies cardio-vasculaires. Les HDL sont un élément clé dans ce qu'on appelle le transport inverse du cholestérol. Ces

lipoprotéines ramènent le cholestérol dans le foie où il sera utilisé à de meilleures fins. Récemment, des chercheurs français et américains ont cependant découvert que ce ne sont pas toutes les lipoprotéines de haute densité qui font ce travail mais seulement un sous-type.

### UNE GRAISSE MAL PLACÉE

Si la graisse abdominale est maintenant clairement associée à une augmentation des risques pour la santé, les mécanismes par lesquels les complications apparaissent dans l'organisme sont encore imparfaitement compris. Cependant, les chercheurs étudient certains scénarios prometteurs.

En fait, la relation entre un haut taux de risque pour certaines maladies et la graisse abdominale s'établit par la présence dans le sang de

niveaux variables de triglycérides, de lipoprotéines de très faible densité et de lipoprotéines de haute densité. «L'obésité abdominale a justement été associée à une production accrue de triglycérides et à une circulation plus élevée de VLDL. Cette surproduction pourrait être, en partie, attribuable à l'activité métabolique élevée des cellules adipeuses de l'abdomen», souligne Jean-Pierre Després, du Laboratoire des sciences de l'activité physique de l'Université Laval.

Les chercheurs ont aussi associé une quantité élevée de tissu adipeux à l'intérieur de l'abdomen à une réduction de la concentration de cholestérol transporté par les HDL. Comme le ratio de cholestérol transporté par les HDL et les LDL est fréquemment utilisé dans l'estimation du risque de maladie cardio-vasculaire, la baisse des HDL par rapport aux LDL observée chez les gens qui présentent une obésité abdominale laisse croire que ces gens courent plus de risques.

L'équipe de l'Université Laval a observé un groupe de femmes obèses dont l'adiposité se situait surtout au niveau des fesses et des cuisses; elle a comparé certains éléments de leur métabolisme avec celui de femmes ayant sensiblement le même excédent de poids mais cette fois concentré surtout à l'abdomen. Les premières ne montraient pas de perturbations importantes du métabolisme. Toutefois, les secondes ont démontré des modifications notables dans le métabolisme des lipoprotéines et dans celui du glucose.

«Les études tendent à démontrer que les gens souffrant d'une obésité de type mâle, c'est-à-dire abdominale, présentent une plus grande incidence d'hyperinsulémie et d'intolérance au glucose. Les femmes souffrant d'obésité abdominale ont environ 10 fois plus de risques de développer le diabète», ajoute Jean-Pierre Després.

### UN MÉCANISME COMPLEXE

Lorsqu'une personne accumule des graisses à l'abdomen, comme première réaction, l'organisme tente de s'adapter. Les cellules abdominales

vont s'élargir, prendre du volume, avant de se multiplier. Elles ont alors tendance à être plus sensibles aux hormones qui activent la lipolyse, comme la noradrénaline et l'adrénaline qui appartiennent au groupe des catécholamines. La lipolyse est le mécanisme par lequel l'organisme mobilise la graisse dans les cellules.

Comme la lipolyse est plus élevée, le tissu adipeux abdominal libère plus d'acides gras libres qui circuleront dans l'organisme. Lorsque ces acides gras proviennent de la région viscérale, ils sont drainés principalement dans la veine porte du foie. Claude Bouchard explique: «Cet organe voit donc de plus en plus d'acides gras. Dans ces conditions, le tissu hépatique dégrade moins d'insuline, ce qui conduit à une hyperinsulémie dans les tissus environnants du foie. Le muscle squelettique, important dans le captage du glucose, est exposé systématiquement à des concentrations élevées d'insuline. Il devient alors résistant à l'action de l'insuline et capte moins de glucose. En conséquence, le pancréas produit encore plus d'insuline, ce qui contribue à accentuer progressivement l'hyperinsulémie.»

Comme il y a plus d'acides gras en circulation, il y a aussi une surproduction de triglycérides et de VLDL. «Ceci peut affecter le transport du cholestérol dans le sang et met en branle une chaîne métabolique qui perturbera les lipoprotéines du sang», précise M. Bouchard. Pendant ce temps, le pancréas continue à produire toujours un peu plus d'insuline pour compenser l'insensibilité des tissus. Les catécholamines en circulation et le surplus d'insuline ont sans doute aussi un effet sur la tension artérielle.

## DU TEMPS ET DES GÈNES

Les études épidémiologiques menées jusqu'ici démontrent également que le facteur temps est important alors qu'on avait eu tendance à le négliger jusqu'ici. «En moyenne, une quinzaine d'années d'embonpoint abdominal semble représenter un seuil à partir duquel l'organisme pourrait

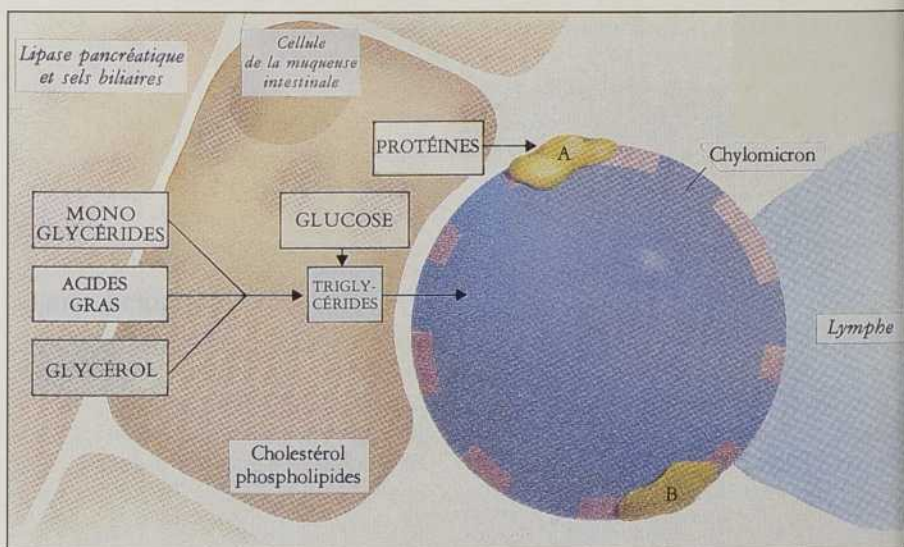
exhiber les effets à long terme du bouleversement du métabolisme», estime Claude Bouchard. La réponse métabolique à l'obésité varie beaucoup d'un individu à l'autre. Dans certains cas, il ne se passe rien mais, lorsque le terrain biologique est défavorable, le diabète, les problèmes cardio- et cérébro-vasculaires peuvent apparaître.

Le problème se complique puisque la tendance d'un organisme à emmagasiner des graisses, de préférence à l'abdomen, est fortement déterminée par l'hérédité. Ce n'est toutefois pas le cas de l'obésité générale car le génotype y joue un rôle plus secondaire, à l'exception d'une faible proportion d'individus qui sont vraiment à risque (voir l'encadré «Sur la piste de l'obésité»).

Plusieurs hypothèses ont jusqu'ici été émises pour expliquer la façon dont la graisse se distribue dans l'organisme. Il semble que le système hormonal jouerait un rôle important. Il y aurait une relation étroite entre l'accumulation de graisses abdominales et la concentration des hormones mâles, les androgènes. C'est d'ailleurs généralement à la puberté que les garçons commencent à «développer» le profil «mâle» de la distribution régionale de la graisse.

## LA PISTE GÉNÉTIQUE

La piste génétique a été mise en évidence par une expérience de suralimentation de jumeaux effectuée par l'équipe de l'Université Laval. Il s'agissait, entre autres, de savoir si, suralimentées, certaines personnes avaient une plus forte tendance que d'autres à accumuler de la graisse au niveau abdominal. Une douzaine de paires de jumeaux ont donc mangé 1 000 calories supplémentaires quotidiennement, 6 jours par semaine, pendant une période de 100 jours. Des mesures de distribution du tissu adipeux avant et après l'expérience ont été effectuées au moyen de la tomographie axiale. «Nous avons noté beaucoup de variations, rapporte Claude Bouchard. Certains ont accumulé peu de graisse à l'abdomen tandis que d'autres en ont accumulée beaucoup plus.» Par ailleurs, il est apparu que les deux individus de chaque paire de jumeaux possédaient des quantités similaires de tissu adipeux dans la région viscérale, ce qui démontre ainsi le rôle prédominant des gènes dans la distribution du tissu adipeux. «C'est une des variables biologiques que nous avons étudiées où l'effet génétique semble le plus fort», souligne Claude Bouchard.



*Tout se joue dans les quelques heures qui suivent un repas. Les chylomicrons, grosses particules renfermant surtout des triglycérides, atteignent le foie où ils seront dégradés, en prenant la voie de la circulation lymphatique. Au cours de ce voyage, les lipoprotéines auront subi de nombreuses et complexes transformations.*



Line Nadeau

*L'effet génétique semble avoir une importance prédominante dans la distribution des graisses. Ainsi, lors des études expérimentales effectuées au Laboratoire des sciences de l'activité physique de l'Université Laval, les deux jumeaux des couples observés accumulaient des quantités semblables de tissu adipeux dans la région abdominale.*

Cette tendance à accumuler la graisse dans la région de l'abdomen se retrouve également chez les personnes âgées. Habituellement, le poids d'une personne tend à se normaliser avec l'âge. On peut même perdre du poids. «Par contre, on remarque, autant chez les hommes que chez les femmes, que le vieillissement est associé à une propension à emmagasiner plus de graisse à l'abdomen. Dans un contexte de vieillissement de la population, il s'agit donc d'un facteur important», estime Claude Bouchard.

### COUPER LE GRAS

Une fois que la bedaine est bien développée, il est encore possible de faire de la prévention. Pour cela, il faut revenir en arrière et tenter

vraiment de maigrir. Une bonne diète et de l'exercice suffisent parfois à faire perdre du poids et réduire l'adiposité abdominale, en particulier chez l'homme.

Toutefois, plusieurs questions demeurent sans réponse en ce qui concerne le recours à l'exercice et à la diète pour le traitement de l'obésité. Les scientifiques ignorent toujours s'il est possible de viser précisément l'obésité abdominale. Claude Bouchard s'interroge: «Pourquoi certains individus résistent-ils plus à un bilan énergétique négatif ayant pour objectif de faire perdre du poids? Pourquoi est-il plus difficile de maigrir pour les femmes que pour les hommes?»

Les chercheurs de l'Université Laval sont d'avis que la mise au point de traitements de l'obésité abdomi-

nale est tributaire des progrès que l'on pourrait faire dans la compréhension des causes du problème. «Dans un tel contexte, il y a lieu de croire que la diète et l'exercice demeureront des modes d'intervention importants, mais ils nécessiteront sans doute un support pharmacologique», ajoute M. Bouchard.

### VERS UN DÉPISTAGE PRÉCOCE

Une meilleure compréhension des relations entre la santé et la distribution de la graisse permettra sans doute d'améliorer le dépistage des personnes à risques. Actuellement, les scientifiques tentent de mettre au point des techniques simples et efficaces de mesure de la distribution régionale du tissu graisseux qui permettraient d'évaluer l'importance de la graisse viscérale en clinique. «Le meilleur moyen de mesurer cette graisse est toujours la tomographie axiale, mais elle ne peut en aucune manière être généralisée, compte tenu des coûts», souligne Claude Bouchard.

Par ailleurs, des équipes comme celles de l'Université Laval cherchent présentement des marqueurs génétiques qui permettraient de découvrir les candidats sujets à l'obésité abdominale. «Nos pistes sont suffisamment bonnes pour nous permettre de croire qu'il sera possible de trouver de tels marqueurs dans un avenir relativement proche», conclut Claude Bouchard. Les personnes à risques pourront alors adhérer en connaissance de cause à un mode de vie préventif. □

**PATAPOUF**

Pour perdre du poids,  
mangez moins.  
Pour être en forme,  
faites plus d'exercice.

**PARTICIPATION**

**QUE-POUSSE**  
BRITE-LITE

2215 WALKLEY  
MONTREAL  
H4B 2J9

**MÉTAL HALIDE  
HP SODIUM**

**HYDROPONIQUE**

**CATALOGUE GRATUIT**

# Le micro-ordinateur branché sur Alex

par Jean LALONDE

**A** lors que vous lisez ces lignes, le réseau vidéotex Alex de Bell Canada est en service depuis quelques semaines dans la région de Montréal. Mais, au moment d'écrire cet article, à quelques jours de l'ouverture du réseau, c'est le branle-bas de combat. Les producteurs privés de banques de données rodent leurs serveurs (les systèmes qui reçoivent vos appels) et la présentation de leurs données. Chez Bell, on met la dernière main aux préparatifs du réseau et au système de distribution des terminaux AlexTel. On vient aussi tout juste de choisir les logiciels qui permettront de rejoindre le réseau Alex à partir d'un micro-ordinateur.

Selon les plus récentes informations, seulement trois familles de micro-ordinateurs pourront se brancher sur Alex: les IBM et compatibles MS-DOS (cartes graphiques CGA, EGA, VGA et Hercules), les Macintosh (Plus, SE et II) et les Amiga. Malheureusement, aucune entreprise productrice de logiciels n'a fait de proposition acceptable par Bell pour les appareils Atari ST, Commodore 64 et autres.

## PREMIERS ARRIVÉS, PREMIERS SERVIS

Ces premiers logiciels distribués par Bell sont gratuits, mais leur quantité est limitée. Pour en obtenir un exemplaire, il faut adresser une demande au centre de service Alex. Bell prévoit échelonner sur plusieurs mois la distribution de ses logiciels. Si la demande est trop importante, la compagnie dressera une liste d'attente. Mentionnons qu'il ne s'agit pas de logiciels du domaine public pouvant être reproduits à volonté. Ce sont des logiciels commerciaux que Bell a achetés (400 000\$ pour 4 000 exemplaires) pour les donner aux premiers usagers qui les demanderont.

## L'ÉQUIPEMENT REQUIS

Avant d'examiner plus attentivement les fonctions des logiciels offerts, il faut d'abord se concentrer sur une pièce d'équipement essentielle: le modem. Cet



Grâce à un logiciel d'accès, les utilisateurs d'ordinateurs personnels Amiga, IBM et Macintosh pourront accéder au nouveau service Alex de Bell Canada.

appareil servant à relier le micro-ordinateur à la ligne téléphonique ne sera pas fourni par Bell. La compagnie recommande l'utilisation de modems de vitesse 1 200 bauds et 2 400 bauds. À quelques nuances près, un baud équivaut à un bit par seconde. On peut trouver des modems 1 200 bauds à partir d'environ 200\$. On peut aussi trouver des modems 300 bauds pour beaucoup moins cher, mais ils sont déconseillés pour communiquer avec le réseau Alex, étant nettement trop lents pour recevoir les informations graphiques NAPLPS (voir «Le vidéotex deviendra-t-il populaire», *Québec Science*, octobre 1988).

L'achat d'un modem peut paraître une dépense importante. Il est évident que, pour un montant équivalent, vous

pourriez louer un terminal Alex pendant deux ans. Toutefois, l'ajout d'un modem à votre équipement informatique vous profitera de plus d'une façon. En plus de permettre l'accès aux services Alex, le modem ouvre la porte à une autre gamme de services télématiques: les serveurs textuels (on les appelle aussi les serveurs ASCII) comme Infopuq, en français, et Comuserve, en anglais. Contrairement aux services vidéotex et Minitel qui livrent leurs informations agrémentées d'images, ces systèmes se limitent à la transmission de textes. On peut cependant avoir accès à des informations variées et utiliser des services de courrier électronique et de téléconférence permettant de contacter une quantité d'usagers importante.

Avec votre modem, vous pourrez aussi contacter des babillards électroniques. Il en existe dans la plupart des grandes et des moyennes villes. Ces petits systèmes regroupent généralement des usagers qui partagent un intérêt pour une même famille de micro-ordinateurs ou pour un type d'application. En plus de rencontrer, à distance, des utilisateurs qui partagent vos préoccupations, vous y trouverez une banque de logiciels libres d'accès et gratuits, qu'il sera possible de télécharger puis, d'utiliser sur votre ordinateur. Enfin, si un ami ou un collaborateur possède également un modem, vous pourrez vous transmettre des programmes ou des données (textes, dessins, chiffriers, etc.) à la condition, bien sûr, que les deux micro-ordinateurs soient de la même famille.

En plus du modem et du logiciel de communication, il faudra prévoir deux câbles : un pour relier le modem au micro-ordinateur (un câble de type RS-232) et un autre pour la prise téléphonique. Si vous prévoyez utiliser l'ordinateur et un appareil téléphonique sur la même prise, un «Y» permettant de brancher deux appareils en même temps sera apprécié.

#### UNE QUESTION D'INTELLIGENCE

Les logiciels permettant de se brancher sur Alex ont deux fonctions : décoder et imiter. Le décodage suppose la traduction du flot de bits reçus sur la ligne téléphonique en instructions NAPLPS d'affichage graphique à l'écran. Dans les terminaux AlexTel, une petite puce se charge de cette fonction. L'imitation, elle, consiste à reproduire l'interface du terminal AlexTel. Ainsi, les touches de fonction d'un clavier de type IBM reproduiront les touches F1 à F8 (Sommaire, Suite, Envoi, etc.) du terminal AlexTel.

Pourquoi se brancher sur Alex avec un micro-ordinateur ? D'abord, cela permet l'économie des frais mensuels de location du terminal AlexTel (7,95\$). De plus, le micro-ordinateur se distingue du terminal Alex par la possibilité de recourir à l'intelligence du micro-ordinateur : son micro-processeur. Grâce à lui, l'ordinateur peut mémoriser les pages graphiques reçues et les repasser tranquillement une fois débranché du réseau Alex. L'ordinateur permet aussi d'envoyer des textes déjà rédigés au traitement de texte, directement dans la «boîte aux lettres» d'un correspondant (si les textes sont sauvegardés en format standard ASCII). Ces deux possibilités représentent elles aussi des économies, puisqu'elles permettent d'accomplir ce qui prend le plus de temps, c'est-à-dire lire les textes et écrire des messages, sans que tourne le «compteur» de la facture de téléphone.

En somme, on ne se branche pas sur Alex avec un terminal simple (*a dumb terminal*, comme on dit fort à propos en anglais). C'est toute la station de travail intelligente qui se branche sur le monde extérieur.

Tous les logiciels ne possèdent pas nécessairement toutes les fonctions que je viens de décrire, mais les représentants de Bell sont en mesure de vous donner plus de détails sur les différents logiciels offerts.

#### AUSSI EN DISTRIBUTION COMMERCIALE

En plus des programmes distribués par Bell, certains producteurs indépendants préparent des logiciels qui seront distribués par les voies commerciales habituelles. On trouvera des logiciels bas de gamme qui imiteront simplement les fonctions d'AlexTel, tandis que d'autres, plus chers, offriront un éventail plus large de fonctions. Au moment d'écrire ces lignes, on ne peut que citer le cas de la maison Voilà Software (Toronto), qui offrira deux logiciels pour IBM et compatibles MS-DOS. *Voilà-Tel*, de la catégorie bas de gamme, sera vendu environ 60\$. L'autre produit, *Voilà-Plus*, dont le prix n'est pas encore fixé, offrira les fonctions avancées telles que la mémorisation des pages graphiques, l'impression des textes sans les images et la transmission de textes prérédigés. Les deux logiciels peuvent être utilisés en français ou en anglais. D'autres entreprises devraient offrir le même type de logiciels pour Macintosh.

Ces entreprises ne viseront pas tout de suite le marché résidentiel où Bell distribuera ses logiciels gratuitement. Leur clientèle se recrutera du côté des entreprises, puisque le CRTC (l'organisme réglementaire fédéral qui supervise les activités de Bell Canada) a exclu le secteur commercial de la distribution expérimentale des terminaux AlexTel. Mais, à moyen terme, après que Bell aura distribué ses 4 000 logiciels gratuits, tous les abonnés, résidentiels et commerciaux, devront se procurer leur logiciel par les voies normales du commerce.

#### HYPERCARD FRANÇAIS : PATIENCE...

Dans la chronique de novembre dernier, il a été question du programme *HyperCard* distribué avec les nouveaux Macintosh. Au moment de rédiger l'article, ce logiciel n'était disponible, commercialement, qu'en anglais. Seule une version française officieuse circulait parmi les amateurs. Il existe maintenant une ver-

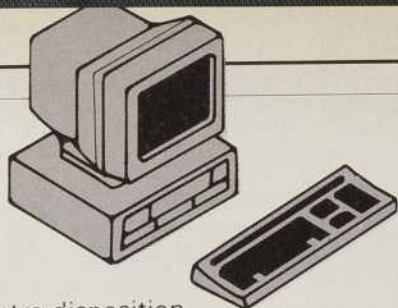
sion française d'*HyperCard*, mais, malheureusement, elle est à déconseiller... pour l'instant.

En effet, le programme français actuellement distribué par Apple Canada porte le numéro de version 1.1. Pendant ce temps, aux États-Unis, on utilise une nouvelle version, la 1.2, qui comporte plusieurs améliorations et modifications. À cause de ces différences, des piles conçues avec la version américaine, qu'elles soient commerciales ou gratuites, ne peuvent rouler sous la version française qu'au prix d'un long processus de conversion qui n'est pas nécessairement à la portée de tous. Certaines piles sont même complètement inutilisables avec la version française actuelle.

L'adaptation française de la version 1.2, réalisée en France, devrait être disponible sous peu au Canada. En attendant, plusieurs usagers d'*HyperCard* utilisent la version anglaise américaine. Mais, s'ils le font avec un système d'exploitation canadien-français, ils connaissent un autre problème, celui de la compatibilité. La version américaine 1.2 du programme ignore l'utilisation d'un format de date différent du format américain. Ainsi, au lieu de lire la date selon le format en vigueur avec un système canadien-français, c'est-à-dire jour/mois/année, le programme lit la date à l'américaine mois/jour/année. De cette façon, le 1er février 1989 (1/2/89) sera compris comme le 2 janvier 1989 (2/1/89). Quant au 28 février (28/2/89), il causera un dépassement de date puisqu'il sera interprété comme le 2 du 28e mois ! Un communiqué émis récemment par le siège social d'Apple, en Californie, indique que ce «bug» constaté il y a déjà longtemps par les usagers canadiens sera réglé dans la version 1.2.2 américaine. Selon le même communiqué, les propriétaires d'une version antérieure d'*HyperCard* pourront obtenir une mise à jour gratuite en apportant leurs disquettes originales à un détaillant autorisé.

Mentionnons enfin que la version 2.0 d'*HyperCard* devrait être sur le marché d'ici la fin de l'année (en anglais, à tout le moins...). Cette version permettra, entre autres, la manipulation simultanée de plusieurs cartes de piles différentes sur l'écran. Mais, s'il fallait toujours attendre la prochaine version, on n'en sortirait jamais...

Vous pouvez partager avec moi vos idées, vos trouvailles et vos questions en informatique en m'écrivant à : *Québec Science* ou par courrier électronique, sur Infopuq (code: QC10143) et Compuserve (code: 76606,671).



Vous avez à votre disposition un IBM PC (ou compatible) ou un Macintosh, à la maison, à l'école ou au bureau.

Vous souhaitez être au courant des principales innovations qui vous permettraient d'en profiter davantage.

Vous êtes à la recherche de trucs ou d'utilisations éducatives de votre ordinateur.

## ATOUT MICRO,

la micro-revue

des utilisateurs d'ordinateurs,

va répondre à la plupart de vos besoins pour 20\$ seulement par année.

(Son taux de réabonnement de 85% démontre l'intérêt que lui portent ses lecteurs.)

Si vous voulez profiter encore plus de votre ordinateur,

notre serveur télématique,

## ATOUT MICRO INFORMATIONS

(AMI)

*vous offre*

des nouvelles brèves sur les sciences, la santé, la technologie, la micro-informatique, l'environnement...

des bases de données (activités des musées, références de logiciels intéressants...),

un service d'aide aux utilisateurs d'ordinateurs, des centaines de logiciels à télécharger,

des salons où l'on discute de choses et d'autres, un service de courrier électronique, des annonces classées...

Tout cela avec les caractères français de votre ordinateur, quel qu'il soit, et de n'importe où au Canada, avec un coût horaire variant entre 1\$ et 13\$ seulement, selon le lieu et l'heure d'utilisation.

Les frais d'abonnement au serveur sont de 30\$.

Pour vous abonner ou obtenir des informations, contactez François Picard ou Danielle Shaw,

**PICSHA enr.,**

C.P. 240, Saint-Isidore G0S 2S0

Tél.: (418) 882-5214

## Qui Sait ...

si vous n'en profitez pas vous même ?

Le don que vous faites aujourd'hui pourrait bien servir directement à l'un des vôtres



**DONNEZ GÉNÉREUSEMENT**  
à la Société canadienne du cancer

SOCIÉTÉ  
CANADIENNE  
DU CANCER

CANADIAN  
CANCER  
SOCIETY

# SKIER

FAITES-  
LE  
DONC,  
POUR  
VOIR!



**PARTICIPATION**

# Un terrain glissant

par Raynald PEPIN

L'hiver est la saison idéale pour se tenir en forme. En plus du pelle-tage, exercice vigoureux s'il en est, voici revenus le patinage, les batailles de balles de neige et le ski. Il y a un an, cette chronique abordait la question du patinage. La fonte de la glace sous les lames de patins, due à la très grande pression exercée par les lames, crée un film d'eau qui réduit le frottement et facilite le glissement.

En ski aussi, le frottement est très faible. Il résulte encore de la présence d'un mince film d'eau entre les skis et la neige, mais les phénomènes en cause ne sont pas les mêmes que dans le cas du patinage. Ce n'est pas une question de pression: une expérience a montré que le frottement des skis sur du bioxyde de carbone gelé est aussi très faible, bien que le  $\text{CO}_2$ , contrairement à l'eau, ne fonde pas sous l'effet de la pression. D'autres expériences ont mis en évidence le fait qu'il n'y a aucun film d'eau sous un ski stationnaire. Effectivement, un skieur peut très bien se tenir immobile sur ses skis, dans une pente de 10 à 20 degrés sans qu'il ne se mette en mouvement.

C'est la chaleur dégagée par la friction entre la neige et les skis qui fait fondre quelques cristaux et produit une mince couche d'eau. En fait, à cause de la nature granulaire de la neige, une semelle de ski

n'est en contact avec la neige que sur une faible partie de sa surface. Comme la chaleur due à la friction est toute dégagée aux points de contact, il apparaît toujours un film d'eau liquide à ces endroits, même si la neige est très froide. Le frottement entre la neige et les skis lubrifiés par un film d'eau augmente proportionnellement à la vitesse des skis et s'accroît quand la température diminue.

Selon plusieurs sources les skis en métal, un matériau bon conducteur de chaleur, devraient glisser moins bien que les skis faits d'un matériau comme le bois ou l'ébonite, mauvais conducteur de chaleur. Le métal, qui conduit et éloigne de la neige la chaleur produite par le frottement, réduirait le développement du film d'eau. Le moins bon glissement du métal aurait été corroboré par plusieurs expériences. Mais, selon d'autres sources, puisque la fusion de la neige se produit vis-à-vis des aspérités, le matériau dont est fait le ski a peu d'importance tant que les surfaces présentent le même type de relief. Cette deuxième hypothèse a aussi été confirmée par l'expérience. Allez donc départager ces résultats...

Pour de la neige à  $-9^\circ\text{C}$ , un chercheur a évalué que le film d'eau, aux points de contact, avait une épaisseur de 6 à 7 micromètres (un micromètre —  $\mu\text{m}$  — équivaut à un millième d'un millimètre). Une semelle de ski non fartée ou recouverte de fart bien poli présente des aspérités ayant une hauteur de 5 à 10 micromètres.

Ainsi, un peu d'air reste emprisonné sous le ski ce qui, paradoxalement, limite le frottement. En effet, si un film d'eau continu se forme entre la neige et la semelle du ski, comme cela se passe avec une neige très humide, le frottement est alors plus élevé que s'il reste un peu d'air sous le ski.

Conclusion: il faut de l'eau pour réduire le frottement, mais pas trop. Pour obtenir un bon glissement quand la neige est humide, il faut appliquer le fart sans polir, ce qui permet d'obtenir des aspérités de 20 à 35 micromètres et de conserver un peu d'air sous les skis.

Avec un bon fartage, le coefficient de frottement cinétique entre les skis et la neige peut être aussi faible que 0,05. La vitesse maximale des skieurs reste néanmoins «limitée» à environ 200 km/h, car la principale résistance au mouvement est due à l'air et non au contact avec la neige.

En ski de fond, il faut que les planches glissent bien lors du mouvement, mais que le frottement soit élevé au repos afin que le skieur dispose d'un bon appui pour sa poussée. Lorsque le ski ne bouge pas, les pointes de cristaux de neige pénètrent dans le fart, ce qui retient le ski. Quand celui-ci est en mouvement, le frottement est réduit par la présence du film d'eau. Le fart contient des résines et du caoutchouc synthétiques pour «coller», et des cires pour améliorer la «glisse».

Bonne saison de ski et gardez bien la forme!

LA QUESTION  
DU MOIS

## UNE QUESTION SALÉE

L'épandage de chlorure de sodium (le sel ordinaire) ou de chlorure de calcium sur la glace a pour effet de faire fondre celle-ci, ce qui est fort avantageux pour les automobilistes (et moins pour les automobiles). Mais comment le sel fait-il fondre la glace?

Envoyez votre réponse, avec vos nom et adresse à:

LA DIMENSION CACHÉE

Raynald Pepin a/s Québec Science

2875, boul. Laurier, Sainte-Foy (Québec) G1V 2M3

La personne gagnante du mois de décembre 1988 est: **M. Denys Lévesque, 850, De Nogent, Charlesbourg (Québec), G1H 3W9** — Pour sa réponse à la question «Le flou sous-marin», cette personne recevra un exemplaire du Dictionnaire thématique visuel (une valeur de 39,95\$), gracieuseté des Éditions Québec Agenda.

Les règlements de ce concours sont disponibles à l'adresse de Québec Science.

## RÉPONSE

### Pourquoi la vision est-elle floue sous l'eau?

La puissance optique de la cornée dépend de l'indice de réfraction de la cornée (environ 1,38) et de l'indice du milieu extérieur. Si celui-ci est constitué d'air, la puissance de la cornée vaut environ 43 dioptries, mais si le milieu extérieur est de l'eau, d'indice 1,33, les rayons sont peu réfractés en passant de l'eau à la cornée et la puissance de cette dernière est presque nulle. L'œil humain, adapté à la vision dans l'air, n'arrive plus à faire converger convenablement les rayons sur la rétine, ce qui occasionne une vision floue.

## LE SANG DES PLANTES

Ce n'est plus un mystère, le règne végétal est bien vivant. Mais on a parfois tendance à l'oublier, entre autres à cause de l'immobilité apparente des plantes. Pourtant, celles-ci fourmillent d'une vie tout aussi riche et animée que celle du règne animal. Ainsi, les chercheurs soviétiques ont découvert, dans les tubercules de légumineuses, un analogue d'hémoglobine, cette substance qui sert au transport de l'oxygène chez l'homme. Les plantes



aussi ont besoin d'oxygène et c'est la *légoglobine* qui leur en procure. Peut-être les plantes sont-elles nos sœurs de sang. En tout cas, les poètes et les amoureux auront une raison de plus de comparer les femmes aux fleurs — à moins que ce ne soit le contraire...

## UN AUTRE TOUR D'ÉOLE

Bonne nouvelle concernant l'ozone — ou, plus précisément, une certaine absence d'ozone. Des chercheurs de l'observatoire astrophysique à Abastoumanie, en Géorgie (URSS), affirment que les «trous d'ozone» ont une cause parfaitement naturelle: le vent. En effet, des masses d'air contournant des obstacles (chaîne de montagnes, sommet isolé ou plateau élevé, comme en Antarctique) du côté du vent occasionnent de puissantes turbulences, créant une force verticale montante qui agit sur la couche d'ozone. Alors l'alerte à la catastrophe écologique... pffff! autant en emporte le vent!

## CHERCHER L'AIGUILLE

Parmi les nombreuses réalisations du génie génétique, on parle de plus en plus d'une technique d'amplification, par laquelle on peut réaliser des millions de copies d'une toute petite quantité de code génétique. Cette technique ne guérit pas le cancer ou le sida, mais elle permet,

selon le scientifique John Sninsky, de «transformer la meule de foin en aiguilles». Ses applications vont de la datation des momies égyptiennes au repérage du virus du sida chez certains patients, en passant par l'identification de criminels à partir de traces de sperme ou de cheveux. S'il se trouve encore une meule de vrai foin, il faudrait quand même faire attention de ne pas y égarer son peigne.

## DES VOLCANS À GLACE

C'est vraiment l'Univers à l'envers! Les images transmises par la sonde spatiale *Voyager*, il y a plus de deux ans, révèlent que les deux lunes d'Uranus, Ariel et Miranda, ont déjà eu des volcans qui crachaient de la glace. Parmi les nombreuses questions soulevées par cette découverte, les scientifiques se sont entre autres demandé comment, à une pareille distance du Soleil, de la glace d'eau pouvait «couler». Ils croient que la glace de ces volcans devait contenir d'autres éléments, tel l'ammoniac. On se prend à rêver à la température de l'Atlantique-Nord, s'il y dérivait des banquises de lave fumante — plus besoin d'aller en Floride...

## IL FAUT RENDRE À SHAKESPEARE...

Si l'argent n'a pas d'odeur, il n'est quand même pas sans couleurs. Afin de compliquer la tâche des faussaires et grâce à une technique passablement complexe, les



grandes banques britanniques viennent de munir leurs cartes de crédit d'un hologramme, non pas dans les «pseudo-couleurs» habituelles, mais dans la vraie couleur chair du visage de Shakespeare. L'image composée de 120 hologrammes à deux dimensions, est perçue comme un seul hologramme à trois dimensions, à cause de la vision en stéréo: chaque œil envoyant une image différente au cerveau, la seule interprétation que peut en donner celui-ci, c'est que l'objet est à trois dimensions. De quoi faire loucher Shakespeare...



## POUR «ATTRAPER» LE VIRUS

Toutes les formes de grippe ne sont pas violentes au point de tuer ceux et celles qui en sont atteints, mais le virus peut quand même être mortel, l'histoire l'a montré. C'est en transformant son enveloppe que le virus de la grippe arrive à déjouer les défenses naturelles et les vaccins. Pour le combattre, il faut presque jouer à cache-cache. C'est pourquoi les scientifiques qui ont pris ce virus en grippe doivent changer régulièrement de souche, dans la production de nouveaux vaccins. Quoi qu'on en pense, ceux-ci ont fait la preuve qu'ils pouvaient protéger contre la grippe, lorsqu'ils sont utilisés adéquatement. Avec tous ces virus qui changent constamment de costume, pas surprenant qu'on finisse par avoir le nez enchifrené.

## DAMES, CELLULES ET TÉLÉPHONE

L'expression «téléphonie cellulaire» intrigue un peu, à prime abord. Serait-ce qu'on a trouvé le moyen de remplacer les ondes par des cellules que l'on lance, comme des bulles, un peu à l'image de la messagerie pneumatique? Bien sûr que non! Le mot «cellulaire» se rapporte aux divisions géographiques du territoire qui permettent d'utiliser les services téléphoniques même lorsqu'on se déplace en automobile d'une région à une autre. Chaque division (ou cellule) comporte une station reliée au commutateur central lui, lui, est rattaché au réseau conventionnel. Le signal téléphonique provenant d'une voiture en marche se déplace de cellule en cellule, comme sur un damier, pour rejoindre toujours la station la plus proche. Ça, c'est le téléphone cellulaire. L'autre idée, l'image farfelue du début, serait plutôt la cellule téléphonique, ou, pire encore, celle du téléphone en cellule!

YVES LAMONTAGNE, M.D.

Les services de santé  
au Québec:  
éden ou enfer?

R

La  
médecine  
mécanisée

REPERTOIR 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

sjp

## LA MÉDECINE MÉCANISÉE

Dr Yves Lamontagne

Les Éditions La Presse, Montréal, 1988, 116 pages, 11,95\$

ISBN 2-89043-256-4

Bien connu pour son action auprès du grand public visant à dédramatiser la maladie mentale, le Dr Yves Lamontagne s'attaque cette fois à l'ensemble de la pratique médicale actuelle. Dans *La médecine mécanisée*, il exprime tout haut ce qu'un nombre croissant de personnes considèrent de plus en plus comme une évidence: «Le traitement médical seul n'existe plus, il doit maintenant être accompagné d'un traitement psychologique et même social.» Dans un langage clair et accessible, l'auteur brosse un tableau, pas toujours très reluisant, des services de santé au Québec. Son diagnostic est sans appel: la relation patient-médecin est gravement atteinte.

À l'aide de témoignages et d'anecdotes personnelles, souvent cocasses et parfois pathétiques, l'auteur recense quatre grandes causes à l'origine de

cette situation déplorable: la formation des jeunes médecins, excellente en science, mais nettement déficiente au niveau de la culture générale et du sens critique; le paiement à l'acte qui favorise la quantité de soins au détriment de leur qualité; l'engouement excessif des médecins pour la technologie de pointe; la lourdeur de l'appareil bureaucratique. Une incongruité du système parmi tant d'autres: pourquoi les places de stationnement des hôpitaux, lorsqu'elles ne sont pas entièrement réservées à l'administration, sont-elles si éloignées de l'entrée de l'urgence ou de la clinique externe?

L'auteur, cependant, ne se contente pas de soulever les problèmes, mais il suggère des solutions, notamment la prévention et la promotion de la santé, l'engagement des médecins dans la gestion des services

de santé, une utilisation plus rationnelle de la technologie et une plus grande sensibilisation du public, dans le but de maîtriser la consommation médicale.

Enfin, le Dr Lamontagne offre au lecteur une réflexion sur ce qu'est, à son avis, un «bon médecin»: celui-ci accorde du temps à ses patients, démontre une certaine sympathie, explique, conseille et adapte sa personnalité à celle du malade... Est-il tellement surprenant de constater qu'aucun de ces critères n'est de nature scientifique? Pas vraiment si l'on connaît l'engagement résolument humaniste de l'auteur en ce qui concerne la pratique de sa profession.

Danielle Ouellet

Fabien Gruhier

## LES DÉLICES DU FUTUR



Flammarion

## LES DÉLICES DU FUTUR

Fabien Gruhier

Flammarion, Paris, 1988, 237 pages, 25\$

ISBN 2-08-066135-3

*Les délices du futur* offre une véritable corne d'abondance de renseignements culturels et techniques sur l'alimentation d'hier, d'aujourd'hui et de demain. Farcis de mots d'esprit croustillants et de calembours savoureux, ce livre du chroniqueur scientifique du *Nouvel Observateur*, qui a été rédacteur en chef de *Québec Science* dans les années 70, propose une exploration dans les marmites de nos maîtres queux technologiques, «merchandisers» et chimistes dont l'objectif est encore d'émoustiller nos papilles pour faire marcher leurs affaires.

Le contenu de nos assiettes a bien changé, et le vocabulaire pour en parler également. Il est question maintenant de viande

restructurée, de porc allégé, de fruits de mer artificiels, de poissons cultivés, de légumes sur mesure, de pâtisseries minceur, du «manger juste», de la cuisine à l'atome, etc.

L'auteur retrace également l'évolution des appétits, des goûts et des besoins à travers l'histoire. Ainsi, alors que nos aïeux laborieux devaient brûler 4 000 calories par jour, le travailleur moyen d'aujourd'hui dépense 2 500 calories, et le chiffre est encore moindre pour un employé sédentaire. Le rôle quantitatif de l'aliment tend donc à s'effacer devant une fonction hédoniste, symbolique et culturelle.

En plus d'une incursion passionnante dans l'intimité alimentaire d'un peuple qui entre-

tient des relations ataviques et privilégiées avec la nourriture, *Les délices du futur* jette aussi un coup d'œil intelligent et critique sur les phobies, les nouveaux produits et certains comportements alimentaires de plus en plus répandus.

Mais quels seront nos goûts et nos habitudes alimentaires en l'an 2000? Selon Fabien Gruhier, les délices du futur ne seront pas, fort heureusement! ces capsules et pilules dont les nostalgiques des tourtières, des beignes et des œufs frais du poulailler craignent la menace depuis des décennies.

Élaine Hémond

### LE NOUVEL ART DENTAIRE (Claude Forand)

Les techniques et les matériaux ont bien évolué en médecine dentaire. Les biomatériaux côtoient les implants qu'on insère dans la mâchoire, le laser qui perce les gencives, la gomme anticarie, etc. Jusqu'à la fraise qui tourne des milliers de fois plus vite qu'il y a 20 ans, réduisant ainsi la douleur. Claude Forand présente la nouvelle ère de la dentisterie.



### LA POLLUTION DOMESTIQUE (Gilles Parent)

Le mois dernier, Gilles Parent désignait l'isolation comme facteur principal de la pollution de l'air intérieur des maisons. Mais les techniques et les matériaux utilisés en construction et en rénovation domiciliaire sont aussi en cause. De plus, le radon, un gaz dont on vient à peine de découvrir la présence, semble également y jouer un rôle important.

### LE SECRET À L'INTÉRIEUR DE LA BOÎTE (Ivan Lamontagne)

Témoin par excellence des catastrophes aériennes, l'enregistreur de vol, qui transcrit les différents paramètres de vol d'un avion, a beaucoup évolué ces dernières années. De plus en plus perfectionnées, les «boîtes noires» emmagasinent des quantités d'informations. Ivan Lamontagne expliquera leur fonctionnement et leur importance en aéronautique.



## en français ! le livre sur le Wordperfect 5



Traduit du best-seller américain «Mastering Wordperfect 5», ce livre de plus de 800 pages est le guide complet destiné à tous les utilisateurs de Wordperfect 5 qui désirent maîtriser totalement les multiples fonctions de ce logiciel de traitement de texte.

Éditions Sybex, 49,95\$

Diffusion: DIFFULIVRE INC.  
2973, rue Sartelon, St-Laurent (Qué.) H4R 1E6



# ZIP

# le magazine des jeunes ambitieux!



## Offrez à votre enfant son abonnement au Zip.

**FAITES-LUI LA SURPRISE  
DE RECEVOIR SON  
MAGAZINE À SON NOM**

un cadeau qui,  
chaque mois,  
se renouvelle

- 64 pages en couleurs
- Le cadeau d'une année entière de loisirs éducatifs et divertissants

Mode de paiement Carte n° Date d'expiration \_\_\_\_\_  
Chèque  mandat \_\_\_\_\_  
VISA  Master Card \_\_\_\_\_

Payable à:

**Le Magazine Zip**

Adresse de retour:

**ZIP Le Magazine des jeunes**  
Case postale 3500  
Sainte-Marie (Québec)  
G6E 9Z9

Je désire abonner mon enfant au Magazine Zip au prix spécial de 22\$ pour 10 numéros  ou 38\$ pour 20 numéros  et recevoir comme membre du Zip Club.

Nom de l'enfant \_\_\_\_\_  
Date de naissance (A/M/J) \_\_\_\_\_  
Adresse \_\_\_\_\_  
Ville \_\_\_\_\_ Province \_\_\_\_\_  
Code postal \_\_\_\_\_ Tél. (\_\_\_\_) \_\_\_\_\_  
Signature \_\_\_\_\_ détenteur de la carte

Code 44



## Énergie atomique du Canada limitée, est fière d'être associée au développement de la technologie au Québec

**É**nergie atomique du Canada limitée investit des millions de dollars dans la recherche et le développement au Québec.

L'EACL s'est joint à Hydro-Québec et à l'INRS-Énergie pour financer des recherches destinées à la première installation expérimentale consacrée à la fusion magnétique au Canada, soit le Tokamak de Varennes. La contribution de l'EACL à ce projet est de 25 millions \$.

Par ailleurs, Hydro-Québec, Canada Wire and Cable Limited et l'EACL ont formé un consortium en vue de produire un fil supraconducteur à des fins utilitaires. L'édification d'un laboratoire de recherche d'une valeur de cinq millions de dollars est prévue.

Nous avons pris l'engagement ferme de jouer un rôle de premier plan dans la mise en valeur de la technologie au Québec.

Nous ferons un plaisir de répondre à vos questions.

344 rue Slater  
Ottawa, Ontario  
K1A 0S4  
Tél: (613) 237-3270  
Télex: 053-4867  
Fax: (613) 563-9499



Énergie atomique du Canada limitée  
Atomic Energy of Canada Limited