

# QUÉBEC SCIENCE

## LES BOÎTES NOIRES

TEMOINS FIDÈLES  
DES TRAGÉDIES AÉRIENNES

POLLUTION  
DOMESTIQUE  
LA CHASSE  
AU RADON

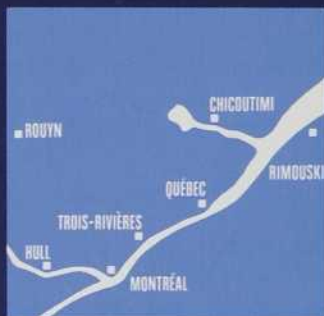
LA NOUVELLE  
DENTISTERIE

SLADE STATISTIQUE

RENDA MILNER  
DE LES ABÎMES  
DE LA MÉMOIRE



# L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC



Créée en 1968 par l'Assemblée nationale, l'Université du Québec constitue aujourd'hui un réseau implanté dans sept villes et rayonne, en outre, dans quelque 35 sous-centres.

Le réseau compte 11 établissements : **six universités constituantes** — l'Université du Québec à Montréal (UQAM), l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR), l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC), l'Université du Québec à Rimouski (UQAR), l'Université du Québec à Hull (UQAH), l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT); **deux écoles supérieures** — l'École nationale d'administration publique (ENAP), l'École de technologie supérieure (ETS); **deux instituts de recherche** — l'Institut national de la recherche scientifique (INRS), l'Institut Armand-Frappier (IAF); **un établissement de formation à distance** — la Téléuniversité (TELUQ).

L'Université du Québec regroupe aujourd'hui une communauté universitaire de plus de 78 000 étudiants, plus de 1 800 professeurs réguliers et 3 000 employés non-enseignants.

L'Université du Québec offre 370 programmes d'études de 1er cycle, 117 programmes d'études de 2e et 3e cycles.

Elle rassemble aussi une communauté scientifique travaillant sur plus d'un millier de projets de recherche recensés et disposant annuellement de 34 millions de dollars en subventions, contrats et commandites.



Université du Québec

## LE RÉSEAU DE L'EXCELLENCE

# SOMMAIRE

## ARTICLES

### 20 Les secrets bien gardés des boîtes noires

*Témoins des tragédies aériennes, les boîtes noires permettent souvent d'en dévoiler les mystères.*  
Par Ivan Lamontagne



Page 20

### 26 La nouvelle dentisterie

*Les techniques et les matériaux se multiplient et se raffinent davantage en médecine dentaire.*  
Par Claude Forand



Page 26

### 31 Pollution domestique

- Imprévisible radon!
- L'air de la maison

*La chasse au radon et la ventilation: des moyens de préserver la qualité de l'air des maisons.*  
Par Gilles Parent

### 38 Salade statistique

*Des données statistiques sur le Canada d'aujourd'hui présentées de façon... très digestible.*  
Par Élane Hémond



Page 31

### 42 Des stages en France

*Des jeunes Québécois découvrent, outre-mer, d'autres facettes de la communication scientifique.*  
Par Élane Hémond



Page 38

## CHRONIQUES

### 8 LES PIONNIERS

*Brenda Milner: dans les abîmes de la mémoire*  
Par Claire Chabot

### 15 ACTUALITÉ

Par l'Agence Science-Presses  
*Tous les chemins mènent aux oncogènes*  
*Un deuxième code génétique?*  
*Vers la voiture électrique*  
*La maison au «solaire passif»*  
*E.T. phones Canada*  
*Art et nouveaux matériaux*  
*Alerte dans les porcheries*  
*Pour des mines moins polluées*  
*De l'amiante dans les poumons*

### 45 LA DIMENSION CACHÉE

*Du pain et des toasts*  
Par Raynald Pepin

### 46 MICROMÉGA

*La comptabilité personnelle sur micro-ordinateur*  
Par Jean Lalonde

### 5 ENTRE LES LIGNES

### 6 COURRIER

### 48 EN VRAC

### 49 LU POUR VOUS

*Sans danger immédiat?*  
*Soleils éclatés*

### 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

# LA Biomasse

## UNE RESSOURCE À VALORISER

À l'origine, le Soleil et la photosynthèse, l'oxygène, le carbone et l'hydrogène. Le résultat, la biomasse. Néologisme créé par les écologistes, le concept de biomasse englobe toute matière vivante qu'elle soit végétale ou animale. Du plancton au poisson, du champignon à l'arbre, de la graine au pommier, la biomasse occupe pleinement la biosphère.

L'abondance et la nature même de la biomasse lui confèrent une valeur économique indéniabie. Au Québec seulement, la forêt, l'agriculture et la pêche fournissent un emploi, directement ou indirectement, à plus de 300 000 personnes et génèrent des milliards de dollars en revenus. Toutefois, dans l'ensemble nous ne mettons en valeur qu'une faible partie du potentiel économique de la biomasse. Par exemple, il y a quelques années, Rexfor estimait que seulement de 40% à 50% de la biomasse forestière était utilisée. Chaque année, environ 9 millions de tonnes de résidus forestiers seraient disponibles pour une transformation en produits. La tourbe constitue un autre exemple d'une biomasse qui pourrait rapporter beaucoup plus qu'elle ne le fait déjà. Elle est largement employée dans le domaine horticole, mais ses intéressantes propriétés d'adsorption, la capacité à retenir des particules, pourraient en faire un excellent filtre des émissions polluantes de nos usines.

Dans cette optique, le Centre québécois de valorisation de la biomasse (CQVB) a reçu le mandat de promouvoir la recherche et le développement (R-D), en vue d'utiliser la biomasse comme matière première pour la production de biens commerciaux par le biais d'un développement technologique. Cette corporation, qui a commencé ses opérations en 1986, relève du ministre de l'Enseignement supérieur et de la Science, Monsieur Claude Ryan. Le CQVB est avant tout un organisme qui identifie les besoins industriels en R-D et repère les équipes de recherche en mesure d'y répondre. Il agit comme un promoteur en favorisant la concertation entre les milieux de la recherche gouvernementaux, universitaires et industriels.

Des recherches sont en cours pour mettre en valeur les diverses biomasses. La biomasse forestière comprend les différentes essences de bois qui sont transformées en papier ou en matériaux de construction, mais aussi les résidus de coupe comme les branches, les écorces ou les souches. Elle constitue la plus importante biomasse au Québec. Par exemple, les rési-



du de l'exploitation forestière pourraient entrer dans la production de produits chimiques ou cosmétiques ou servir d'agents de charge capables d'accroître la résistance des matériaux composites.

La biomasse agricole inclut toutes les cultures et productions, des champignons aux fruits et légumes en passant par les fleurs et les fines herbes sans oublier les plantes fourragères et les céréales, de même que le lait et le bétail. Fertilisants, inoculants, éthanol, colorants et

additifs naturels ne sont que quelques-uns des produits de mise en valeur de cette biomasse.

Les océans, les lacs et les cours d'eau sont la source de l'importante biomasse aquatique. On y retrouve bien sûr les poissons et crustacés, mais aussi les végétaux et le plancton. L'aquiculture, l'extraction de saveur, la production d'aliments fermentés pour animaux sont quelques éléments qui pourraient augmenter le potentiel économique de ce secteur.

Tous les déchets que nous produisons comptent aussi comme biomasse. Les boues des usines d'épuration pourraient servir d'engrais. La production de méthane est aussi possible.

Enfin, la tourbe constitue une forme particulière de biomasse. Elle est composée de résidus organiques qui proviennent de la décomposition incomplète de plantes. Outre ses qualités absorbantes, la tourbe pourrait, entre autres, entrer dans la fabrication d'un compost, ou servir à la production de protéines d'organismes unicellulaires pouvant entrer dans l'alimentation animale.

Le CQVB finance les projets de recherche les plus prometteurs qui lui sont proposés par ses partenaires industriels, universitaires ou gouvernementaux. En 1987-1988, 3 millions de dollars ont ainsi été consacrés à la R-D dans la valorisation de la biomasse.



CENTRE QUÉBÉCOIS  
DE VALORISATION  
DE LA BIOMASSE

3180, chemin Sainte-Foy  
Sainte-Foy G1X 1R4 Tél.: (418) 657-3853

# 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 *Infopuq* 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, Élane 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

Lise 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, rue de la Prairie  
91146 Villebon/Yvette Cedex France

Pour abonnement ou changement d'adresse

#### QUÉBEC SCIENCE

C.P. 250, Sillery G1T 2R1



## Entre les lignes

**L**a maison sur la couverture de notre numéro de février n'est certes pas un modèle à imiter pour ventiler votre domicile... mais, plutôt, une vision fantaisiste de la situation imaginée par les deux concepteurs habituels de la page couverture de Québec Science. Ces deux créateurs, le graphiste Richard Hodgson et le photographe Alain Vézina (notre photo), ne manquent ni d'imagination, ni d'humour!

Les menaces à la qualité de l'air de nos domiciles ne se limitent pas à celles décrites le mois dernier. S'y ajoute, entre autres, un nouvel ennemi qui, tout naturel soit-il, n'en est pas moins pernicieux puisque radioactif: le radon. Inutile de s'alarmer, pour l'instant du moins. Mais il est essentiel de se tenir informé sur la question et de recourir aux bons moyens pour le détecter. Un article exclusif de Gilles Parent à lire absolument.

Les autres articles sont plus légers. L'un d'entre eux traite de la reconstitution des catastrophes aériennes grâce aux données enregistrées par les «boîtes noires» placées dans chaque aéronef. Si, pour vous comme pour moi, le fonctionnement de ces témoins a toujours été un peu mystérieux, l'article d'Ivan Lamontagne, un jeune reporter qui ne laisse rien au hasard, vous intéressera sûrement.

Après le radon dans l'air et le plomb dans l'aile, un peu de plomb dans vos dents... à 450 000 tours à la minute! C'est à cette vitesse que tourne désormais la fraise du dentiste, soit des milliers de fois plus vite qu'il y a 20 ans. La dentisterie est en train de connaître une mini-révolution technologique. Claude Forand a fait le tour des spécialistes pour faire le point sur la question. Il nous décrit ces nouvelles techniques indéniablement plus efficaces, esthétiques et... sans douleur. Mais il reste encore à convaincre les quelque 40% de la population qui, sauf urgence, ne vont jamais chez le dentiste!

Légère également est la sauce avec laquelle Élane Hémond a apprêté la salade statistique qu'elle nous sert dans ce numéro. Elle a trouvé ainsi une manière fort originale de rendre digestibles les données plutôt sèches des dernières statistiques disponibles sur le Canada et ses habitants. Élane Hémond nous offre également un petit dessert rafraîchissant en relatant l'expérience passionnante vécue en France par deux groupes de jeunes lors d'un stage en communication et en muséologie scientifiques.

Enfin, retour aux boîtes noires. Cette fois, il s'agit d'une vraie: la mémoire — phénomène mystérieux s'il en est — dont la mécanique complexe échappe encore à la science actuelle. Claire Chabot présente l'une des pionnières les plus chevronnées de la recherche québécoise en ce domaine, Brenda Milner, une femme étonnante et admirable qui a transformé la neuropsychologie en une science expérimentale.



Jean-Marc Gagnon

## LE SLOWPOKE DÉRANGE

Je me permets de vous faire une brève remarque concernant l'article paru dans la chronique «Actualité», du numéro de décembre dernier et intitulé: «Le Slowpoke contesté à Sherbrooke».

On associe les autorités de l'Université de Sherbrooke et ses dirigeants à ce projet. C'est plutôt un projet du Centre hospitalier universitaire de Sherbrooke (CHUS) qui est un établissement autonome. Il s'agit donc de l'Hôpital et non de l'Université.

**Aldée Cabana, recteur  
Université de Sherbrooke**

Depuis plusieurs années, je suis une lectrice assidue de votre revue. Vous ajoutez à ma fierté de Québécoise.

J'aimerais bien que vous publiiez un jour un article sur les réacteurs nucléaires. En attendant, je me demande si beaucoup de gens sont au courant du projet d'implantation du Slowpoke à Sherbrooke?

Quant à moi, à la lumière de mes connaissances sur le sujet, je suis contre ce projet, d'autant plus qu'on peut très bien se procurer des isotopes autrement.

**Liliane Coderre, Sherbrooke**

Votre magazine, qui est des plus intéressants, m'a rendu furieux lorsque j'y ai lu que des scientifiques veulent installer un Slowpoke, une véritable bombe, à l'hôpital de Sherbrooke. Oui, une bombe nucléaire — tout aussi dangereuse que celle de Tchernobyl, de Three Mile Island et de combien d'autres de par le monde.

Si on traduisait le terme Slowpoke en français, peut-être que tous les Québécois comprendraient et se réveilleraient. Ils comprendraient que ce Slowpoke veut dire bombe à retardement.

Mais à quoi pensent donc nos scientifiques pour en arriver ainsi à vouloir nous imposer ces engins de malheur? Ils ont probablement dépassé les limites de l'intelligence et sont sans doute rendus près de la folie? Quand vont-ils arrêter de vouloir se détruire et nous détruire?

**Émile Paradis, Saint-Mathieu-de-Belœil**

## LES SCIENTIFIQUES QUÉBÉCOIS

Bravo à *Québec Science* et à Claire Chabot pour l'article sur Thérèse Gouin Décarie! Je suis toujours très heureux lorsqu'on reconnaît le talent scientifique québécois.

Nos universités regorgent de gens talentueux qui se distinguent, entre au-

tres, lors des congrès internationaux annuels et il me semble que l'on se doit, en tant que société qui cherche constamment à s'affirmer, de reconnaître l'effort de ces gens qui, plus souvent qu'à leur tour, travaillent dans l'ombre.

Tentons donc de les reconnaître un peu plus, de découvrir leur cheminement et, surtout, offrons-les en exemple à tous ces jeunes qui songent à entreprendre une carrière scientifique. Compte tenu des budgets ridicules qui leur sont alloués, nos chercheurs se défendent très bien, tant au niveau national qu'au niveau international. Hélas! alors que nous devrions tous en être fiers, il arrive trop souvent que nous ne soupçonnions même pas leur existence.

J'encourage donc très fortement *Québec Science* à présenter des profils ou des entrevues avec nos chercheurs québécois. Mais, de grâce, n'attendons pas qu'ils gagnent un prix Nobel ou un prix Léon-Gérin avant de les applaudir!

**Guy Déragon  
Montréal**

## LE PROGRAMME SHAD VALLEY

J'ai lu avec beaucoup d'intérêt votre reportage sur le programme Shad Valley. Ce programme d'été pour les jeunes «talentueux», offert pour la première fois dans un milieu francophone, a été très apprécié des participants et du personnel. Nous répéterons certes l'expérience, car elle s'est avérée extrêmement positive.

**Aldée Cabana, recteur  
Université de Sherbrooke**

## RICKETTSIES ET SCLÉROSE EN PLAQUES

Qu'en est-il des résultats des recherches du Dr Morrisset sur les rickettsies, résultats que celui-ci devait livrer lors du congrès des microbiologistes canadiens, à Vancouver?

**Léo Gagné  
Sainte-Foy**

*Québec Science a fait état, dans le numéro de novembre 1988, des travaux amorcés plus tôt dans l'année par le Dr Richard Morrisset, chef du Département de microbiologie et des maladies infectieuses de l'Hôtel-Dieu de Montréal, sur le lien possible entre la présence de rickettsies dans l'organisme et la sclérose en plaques.*

*Cette étude — la première du genre — consistait en l'analyse des sérums san-*

*guins de 53 personnes atteintes et d'un groupe témoin de 51 personnes saines. Les rickettsies ont été dosées selon deux méthodes: celle dite micro-agglutination de Giroux, que quelques centaines de Québécois ont utilisée l'an dernier, et une méthode plus moderne, recommandée par l'Organisation mondiale de la santé: l'immunofluorescence indirecte.*

*Les résultats ont permis de démontrer, d'une part, que la micro-agglutination de Giroux ne permet pas d'obtenir des résultats fiables, et que, d'autre part, les dosages effectués par immunofluorescence indirecte montraient une certaine relation entre la sclérose en plaques et un dosage élevé de rickettsies dans le sang. Alors que les sérums dosés selon la première méthode affichaient autant de diagnostics positifs dans les deux groupes, le dosage par immunofluorescence indirecte indiquait la présence d'anticorps des rickettsies chez deux fois plus de malades que de personnes saines.*

*Ces résultats sont encourageants pour les milliers de personnes qui espèrent voir se confirmer l'hypothèse défendue depuis 30 ans par le médecin français Paul Le Gac, selon laquelle une sorte de bactérie, les rickettsies, serait à l'origine de la maladie associée jusqu'ici à une cause neurologique.*

*Mais le Dr Morrisset estime que l'échantillonnage retenu pour cette première expérience est trop faible pour établir scientifiquement ce lien. C'est pourquoi, grâce à une nouvelle subvention de la Fondation Pierre Saintonge, il entreprendra cette année un deuxième programme de dosage des rickettsies dans le sang, avec un groupe plus consistant: environ 300 personnes atteintes de sclérose en plaques et un groupe témoin moitié moins nombreux.*

*Ce n'est que si les résultats de cette deuxième étude confirment ceux de la première que les milliers de personnes touchées sauront si elles ont raison ou non d'espérer.*

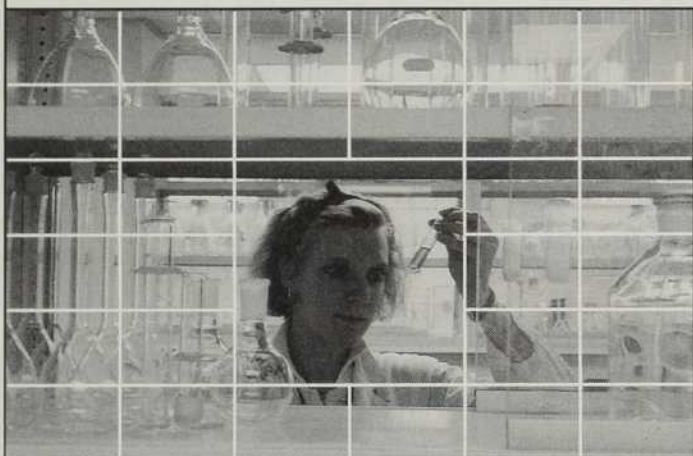
**Marc Ledoux, journaliste**

**Une publicité dans  
QUÉBEC SCIENCE  
rejoint près de  
100 000 lecteurs**

**Contactez  
Mme Marie PRINCE  
(418) 657-3551  
poste 2842**

# INRS

SANTÉ



Calgary 1988. Le centre de dépistage du dopage de l'INRS-Santé a joué un rôle crucial dans toutes les compétitions. Il a soumis à ses contrôles 425 athlètes, dont tous les médaillés. Il est l'un des trois laboratoires accrédités par le Comité international olympique.

C'est grâce à ses recherches poussées en pharmacologie, sur le métabolisme des médicaments, que l'INRS-Santé a mis au point des

techniques de dépistage des substances dopantes, reconnues et utilisées dans le monde entier. La santé et la sécurité de nos jeunes sportifs seront ainsi mieux protégées.

**À l'INRS-Santé,  
une recherche de pointe  
pour le mieux-être de la société :**

- Santé et sécurité dans les sports
- Applications biomédicales de peptides
- Toxicologie de l'environnement
- Étude de la maladie d'Alzheimer

**Renseignements :**

Tél. : Québec (418) 654-2500  
Montréal (514) 630-8800

L'INRS-Santé offre un programme de maîtrise en pharmacologie.

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



Université du Québec  
Institut national de la recherche scientifique

# BRENDA MILNER: dans les abîmes de la mémoire

par Claire CHABOT\*



*Dans l'univers de la science, il subsiste encore quelques «boîtes noires», des énigmes qui, lorsqu'on croit en avoir enfin compris les mécanismes, témoignent du gouffre profond de notre ignorance. La mémoire est l'un de ces phénomènes mystérieux dont la mécanique complexe nous échappe. Cette faculté du cerveau, si précieuse pour la pensée humaine, a captivé l'esprit scientifique de Brenda Milner, neuropsychologue.*

**F**ondatrice et actuelle directrice du Département de psychologie de l'Institut neurologique de Montréal, Brenda Milner a transformé la neuropsychologie en une science expérimentale. Ses études sur les patientes et les patients de l'Institut, opérés pour des problèmes graves d'épilepsie, ont aidé à fournir des diagnostics plus précis, mais ont aussi grandement contribué à accroître les connaissances sur le fonctionnement du cerveau.

Par ses travaux, Mme Milner a réussi à cerner le rôle de l'hippocampe dans le processus de mémorisation et à démontrer l'importance du lobe temporal droit au niveau des perceptions visuelles et auditives. Ces dernières années, la neuropsychologue a élucidé les fonctions d'organisation temporelle des lobes frontaux, l'une des régions du cerveau les plus difficiles à mettre en relation avec le comportement humain. À 70 ans, et à la veille de fêter ses 50 ans de carrière, Brenda Milner est parmi les chercheurs canadiens les plus susceptibles de recevoir le prix Nobel.

Assise, toute menue, sur sa petite chaise de bois, Mme Milner parle de ses recherches comme s'il s'agissait d'un roman policier. Elle s'anime et son discours, sérieux, est parfois entrecoupé de petits rires de jeune fille. Mais sa grande curiosité pour l'être humain n'a plus rien d'enfantin; c'est un esprit cartésien qui porte son regard sur la vie. «Ce qu'il y a d'extraordinaire chez elle, c'est cette curiosité si particulière», raconte son

collègue Michael Petrides, professeur agrégé au Département de psychologie de l'Université McGill. «Son intérêt suprême dans la vie est de recueillir des données de ses malades et de les examiner, passionnément, quelques fois jusqu'aux petites heures du matin. Et quand surgissent des données vraiment intéressantes, elle devient tout excitée, comme un enfant avec un nouveau jouet.»

## EN ROUTE VERS LA RECHERCHE

La vie de Brenda Milner, née Langford, n'a rien d'un labyrinthe. Elle s'est tracé une voie, bien droite, vers un but: l'excellence. Déterminée, elle n'a pas eu peur du risque. À 18 ans, à l'encontre des désirs de sa mère qui la destinait à l'étude des langues, elle choisit d'étudier les sciences à l'université la plus réputée à cette époque: l'Université de Cambridge. Malgré la forte concurrence, elle est la seule à n'avoir pas formulé de demande d'admission ailleurs, pas même à Oxford.

Trois ans plus tard, c'est comme première de classe qu'elle obtient le B.A. anglais en psychologie expérimentale. «Mais c'est parce que j'avais un but, explique Mme Milner. Je voulais faire de la recherche et il fallait pour cela que je reçoive une bourse. J'y ai mis toute mon énergie.» Elle semble vouloir convaincre que sa réussite ne dépend pas de son intelligence supérieure. Son raisonnement de spécialiste ne la quitte donc jamais: elle connaît bien le rôle

\* 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.

oire

a. profi  
nt de p  
Gall. «S  
ie est  
s malab  
nnéme  
tites he  
issent d  
antes, e  
ne un e  
L.»

née Lan  
mbhe. E  
ronte, ve  
minée, e  
À 18 an  
a mère c  
ngues, e  
es à l'is  
époque  
e. Malg  
st la se  
demain  
même

est com  
obtien  
ie expo  
que l'au  
filmer.  
reche et  
spove a  
mon é  
convain  
pas de s  
on raiso  
la qu  
rien le r

socter  
assigues



de la volonté et du travail dans le processus d'apprentissage.

Dotée d'une bourse de recherche, la jeune psychologue anglaise entreprend des travaux sur la perception visuelle. En septembre 1939, la guerre éclate en Europe. Nommée officière dans le service civil, elle oriente ses recherches vers des besoins plus immédiats et utiles à son pays, la Grande-Bretagne. Elle étudie les sensations et les perceptions, parfois illusoirs, que ressentent des pilotes de chasseurs à partir des indications de leurs instruments de vol; ses observations lui serviront à créer des tests qui permettront aux pilotes de s'orienter soit vers les chasseurs, soit vers les bombardiers.

En 1941, Brenda Langford obtient un poste dans un laboratoire de recherches expérimentales sur le radar. D'abord situé sur la côte sud de l'Angleterre, le laboratoire est rapidement transféré en pleine campagne, dans un lieu secret, par peur qu'on vienne s'emparer des grands «cerveaux» spécialistes en physique et en mathématique qui s'y trouvent. C'est là qu'elle rencontre son mari, Peter Milner, un ingénieur devenu psychologue, qui invente un appareil pour enseigner à faire fonctionner des radars. Avec lui, Brenda Milner élabore des méthodes d'apprentissage pour détecter les avions et les missiles.

Puis, un jour, Peter Milner est appelé à aller travailler un an au Canada, sur l'énergie atomique, avec une équipe de physiciens dont John Cockcroft. Ce départ précipité force Brenda et Peter Milner, devenus de grands amis, à se marier. «Je n'avais jamais pensé me marier, raconte Mme Milner, mais en ce temps-là, on n'accompagnait pas un homme en amie.»

À Montréal, cependant, une surprise attend Brenda Milner. Son diplôme de B.A., même avec une mention honorable, n'impressionne guère; on exige une maîtrise et un doctorat. «À Oxford et à Cambridge, explique la psychologue, la maîtrise n'a pas la même signification. Après un certain temps, une probation de respectabilité, on pouvait acheter le diplôme. Le M.A. coûtait cinq livres sterling et je n'avais pas jugé bon de déboursier une telle somme, à l'époque.» Finalement, l'Université de Montréal lui offre un poste de professeure à l'Institut de psychologie: son français, qu'elle avait pratiqué en lisant la littérature française et des livres de mathématiques, lui ouvre les portes. Elle donne un cours sur la mémoire d'après le système de son professeur de Cambridge, F. C. Bartlett, et un cours sur le comportement animal.

## OUVRIR LA BOÎTE NOIRE DU CERVEAU

Partageant son temps entre l'enseignement et la recherche dans son laboratoire de l'Université de Montréal où courent des rats dans des labyrinthes, Brenda Milner doit se résoudre à faire son doctorat. Elle sert de personne-ressource dans des séminaires dirigés par Robert Macleod, du Département de psychologie de l'Université McGill. Celui-ci, à cette époque, fait venir le psychologue canadien Donald O. Hebb, qui va attirer rapidement autour de lui un groupe de brillants chercheurs. Brenda Milner «décide» qu'il sera son directeur de thèse.

Donald O. Hebb revenait à McGill d'une tournée des grandes universités et des principaux centres de recherche en psychologie: Chicago, Harvard, Yerkes Laboratories of Primate Biology. À son arrivée, en 1947, il apporte le manuscrit de son livre qui le rendra célèbre: *The Organization of Behavior*, l'une des premières tentatives d'explication des phénomènes psychologiques par le fonctionnement du cerveau. Utilisant les meilleures notions d'anatomie et de physiologie de l'époque, il a créé des modèles pour relier les comportements perceptifs, émotifs et cognitifs à l'organisation du cerveau.

L'influence de Hebb sur Brenda Milner n'est pas directe: le psychologue tient sa renommée de ses théories, beaucoup plus que de son expérimentation. «C'était un grand théoricien qui, aujourd'hui encore, a une influence énorme sur la psychologie et la neurologie, affirme Mme Milner. Les physiologistes de son époque pensaient que ses modèles étaient de la pure spéculation. Ils nous déconseillaient de faire de la psychologie physiologique et ils avaient tort. Aujourd'hui, il est pris au sérieux. Quand on ouvre n'importe quel livre de science neurologique, on parle des synapses de Hebb et de ses modèles.»

«À cette époque, dit pour sa part Michael Petrides, la majorité des psychologues regardaient le cerveau comme une boîte noire: oublions ce

**Nom:** Milner

**Prénom:** Brenda

**Date et lieu de naissance:** le 15 juillet 1918, à Manchester en Angleterre.

Mme Milner vit à Montréal, depuis son arrivée au Canada, en 1944. Elle est la fondatrice du Département de psychologie de l'Institut neurologique de Montréal qu'elle dirige actuellement.

On doit à cette pionnière en neuropsychologie la mise au point de nombreux tests qui ont permis d'étudier le fonctionnement de la mémoire et de localiser les zones du langage dans le cerveau.



qu'il y a à l'intérieur, mais essayons de décrire les comportements! Par contre, les neurologues, qui connaissent le cerveau, se sont toujours intéressés au comportement.» C'est en 1861 que Broca a décrit pour la première fois des troubles du langage en relation avec les dommages causés au cerveau. Il a défini une zone du langage, l'aire de Broca, située dans le lobe frontal gauche. Par la suite, les neurologues, souvent fascinés ont continué à décrire les troubles de leurs malades atteints de tumeurs ou de traumatismes crâniens.

En 1950, Donald Hebb propose à Brenda Milner d'étudier les patients et les patientes de l'Institut neurologique de Montréal. Hebb, qui avait passé deux années à l'Institut, avait fait promettre au docteur Penfield de recevoir un de ses étudiants, voyant là des possibilités intéressantes de recherche. «Brenda Milner, raconte M. Petrides, fut l'une des premières psychologues à entrer dans un hôpital neurologique pour étudier systématiquement des malades ayant des troubles circonscrits au lobe temporal. Elle a analysé la nature de leurs problèmes en utilisant la méthodologie de la psychologie expérimentale. C'est vraiment une pionnière en neuropsychologie.»

«Pendant longtemps, mais beaucoup moins aujourd'hui, explique quant à elle Mme Milner, les médecins ont eu tendance à traiter la psychologie comme un sens commun, que tout le monde peut comprendre. Mais l'essence de la psychologie est de mesurer les comportements pour les distinguer et, pour cela, il faut élaborer des tests et analyser scrupuleusement les données recueillies. La majorité des médecins, comme tout le monde, ont une vue globale du comportement des individus. Parce qu'une patiente peut paraître très bien élevée, répondre avec courtoisie et être bien habillée, le médecin va souvent surestimer son niveau intellectuel. Tandis qu'une jeune femme plus introvertie, moins attirante et venant d'une famille pauvre, sera peut-être sous-évaluée, malgré son succès dans les tests. Dans ces con-



Bert Payton

*En 1944, au laboratoire de psychologie de l'Université de Montréal. Les rats blancs font partie du quotidien de Brenda Milner qui partage son temps entre l'enseignement et la recherche sur le comportement animal.*

ditions, les résultats obtenus par le médecin et le psychologue pourront se contredire. J'étais tellement furieuse quand je voyais dans certains dossiers: arriéré mental!»

#### **H. M. : UN AMNÉSIQUE CÉLÈBRE**

En 1950, le Dr Wilder Penfield, directeur de l'Institut neurologique de Montréal, accueille donc Brenda Milner avec le scepticisme commun aux médecins de l'époque. Hebb avait déjà tenté de faire entrer la psychologie à l'Institut neurologique; le neurochirurgien et le psychologue avaient voulu prouver qu'un foyer épileptique pouvait endommager différentes fonctions du cerveau et que l'excision du foyer devait rétablir les fonctions endommagées. Le séjour de Hebb à l'Institut, où l'étude des patientes et des patients opérés aux lobes frontaux n'avait rendu compte d'aucun changement des fonctions intellectuelles, n'avait évidemment pas convaincu le Dr Penfield. Le neurochirurgien continuait à croire qu'il pouvait établir lui-même théoriquement, sans recourir à la méthodologie expérimentale, les relations entre le comportement et le fonctionnement du cerveau.

Peu de temps après l'arrivée de Brenda Milner, un événement grave

se produit: un des malades du Dr Penfield, opéré au lobe temporal gauche, devient amnésique à la suite d'une intervention routinière. Deux mois plus tard, la même chose se produit avec un autre patient, un ingénieur qui avait déjà été opéré, sans succès, puisqu'il continuait à avoir des crises d'épilepsie fréquentes.

«Il a perdu la mémoire après l'opération, raconte Mme Milner. Son amnésie était antérograde, c'est-à-dire que, dès que son attention était détournée, il oubliait ce qu'il venait de dire et de faire. Je me souviens qu'il nous avait dit: «Mais qu'est-ce que vous avez fait?» Cette question, il devait se la poser à tout instant...» Dans un rapport à la Société américaine de neurologie, Brenda Milner et Wilder Penfield formulent l'hypothèse qu'il doit y avoir une lésion occulte dans la même région de l'autre hémisphère.

À la suite de ce rapport, le Dr Penfield reçoit un appel d'un neurochirurgien de Hartford, au Connecticut, qui dit avoir la preuve tangible de ce qu'ils avancent. Intriguée, Brenda Milner se rend immédiatement sur les lieux. En 1955, elle rencontre H. M., qui deviendra son plus célèbre patient. Sous ces initiales, se cache un jeune homme de 27 ans souffrant de crises d'épilepsie; leur fréquence avait atteint un point tel qu'il pouvait subir jusqu'à 12 crises mineures en deux heures et 50 crises majeures par année. À la suite d'une intervention chirurgicale du Dr W. B. Scoville de Hartford, ses crises disparurent, mais il souffrit d'une importante amnésie. Le chirurgien lui avait retiré, de chaque côté du cerveau, le noyau amygdalien et l'hippocampe, les organes les plus susceptibles d'être le siège de ces crises d'épilepsie.

L'amnésie de H. M. ne l'empêchait pas de parler et de s'émouvoir. Son quotient intellectuel avait même augmenté depuis l'arrêt de ses crises d'épilepsie. Mais ses souvenirs se sont subitement interrompus à 27 ans. Il ne peut se rappeler où il demeure mais se souvient très bien de la maison de son enfance. Dès ses premières rencontres avec lui, Brenda



*Brenda Milner est une neuropsychologue bien connue au plan international. L'intérêt de ses recherches et le soin qu'elle accorde à la préparation des cours et des conférences qu'elle donne aux quatre coins du monde l'ont rendue célèbre dans la communauté scientifique.*

Milner fait une découverte importante: la mémoire immédiate de H. M. est intacte. Il peut retenir une courte liste de chiffres, mais si son attention est détournée, par une sonnerie de téléphone par exemple, il oublie non seulement la liste, mais aussi l'endroit où il est et ce qu'il faisait. Par contre, il apprend, à une vitesse normale, à effectuer certains tests d'habileté. S'il oublie qu'il a exécuté le test en question, sa performance s'améliore néanmoins d'une fois à l'autre.

Cette découverte de Mme Milner, qui prouve l'existence d'une mémoire des faits et d'une mémoire des habiletés, est déterminante pour la neuropsychologie. La mémoire ne peut plus être considérée comme un système global. Dorénavant, la psychologue va consacrer toute son énergie à mettre au point des tests et à analyser les données des malades opérés pour éviter que des accidents chirurgicaux ne se reproduisent. À partir de ce moment, la nécessité de la recherche en psychologie expérimentale et de ses applications cliniques est devenue évidente pour le Dr Penfield et les autres chirurgiens qui vont lui succéder.

#### DES TESTS POUR COMPRENDRE LE CERVEAU

À l'Institut neurologique de Montréal, Brenda Milner crée des tests qui permettent d'évaluer les différentes facettes de la mémoire et de situer le siège de la parole. De loin le plus spectaculaire, le test du sodium Amytal, mis au point par le neurologue japonais Wada, le Dr Rasmussen et Brenda Milner, permet d'endormir un hémisphère en injectant une drogue dans la carotide du patient. Le psychologue a alors environ dix minutes pour faire les tests qui vont déterminer les zones du langage et, peut-être, révéler des lésions occultes pouvant affecter la mémoire. Le jour suivant, le test est repris pour l'autre côté.

Au début des années 60, les recherches dérivées des tests élaborés avec l'aide du sodium Amytal ont permis à Mme Milner de fournir les données statistiques définitives de la relation entre l'utilisation de la main et la localisation des zones du langage dans le cerveau, et de déterminer pour chaque individu à opérer, dans quel hémisphère se trouvent ces zones. Au siècle dernier, on avait

constaté que les personnes atteintes à l'hémisphère gauche avaient souvent des problèmes de langage et on avait noté que la plupart étaient droitiers. On a d'abord cru que pour les gens gauchers le siège du langage était situé dans l'hémisphère inverse, mais plusieurs neurologues ont constaté que la représentation de la parole chez ces personnes était plus difficile à repérer. Les recherches de la psychologue canadienne ont permis de déterminer qu'en effet, pour la grande majorité des droitiers (96%), la zone du langage est située dans l'hémisphère gauche, mais que, contrairement à ce qu'on pensait, pour 70% des personnes gauchères cette zone est située dans le même hémisphère et que, pour 15% de ces personnes, elle est répartie dans les deux hémisphères du cerveau.

«La plupart des tests utilisés pour étudier les lobes temporaux et frontaux en neuropsychologie, affirme le neuropsychologue Gabriel Leonard, ont été élaborés ici, à l'Institut neurologique de Montréal.» Son Département de psychologie a été un pionnier dans ce domaine, et reste l'un des meilleurs au monde. «J'ai entendu parler de Brenda Milner pour la première fois pendant mes études à Dublin, en Irlande. Plusieurs la considèrent comme la fondatrice de la neuropsychologie. C'est certainement l'une des plus grandes. Elle n'a pas inventé tous les tests; certains viennent de la psychologie expérimentale et sont destinés à évaluer d'autres phénomènes. Par contre, elle doit les développer et, bien souvent, les adapter comme ceux qui ont été utilisés avec H. M., et qui doivent être réduits en fonction de la capacité d'apprentissage de ce dernier et tenir compte de son amnésie.»

Aujourd'hui, il ne se fait pas d'opérations à l'Institut neurologique de Montréal sans que les psychologues, responsables de la clinique, ne soient mis au courant. «Nous voyons les malades avant l'opération, explique Michael Petrides, mais la plus grande part de notre travail se fait après la convalescence. Les tests psychologiques nous donnent beau-

coup de renseignements sur le patient ou la patiente et, la plupart du temps, on peut déterminer l'hémisphère où se situent les zones du langage sans l'aide du test du sodium Amytal, lequel est utilisé le plus souvent pour les personnes gauchères. Pour des cas plus compliqués, Mme Milner se rend dans la galerie de la salle d'opération pour répondre aux questions du chirurgien. » À sa façon, la psychologue guide le bistouri...

Si la contribution de Brenda Milner est plus connue dans la connaissance du fonctionnement des lobes temporaux en relation avec la mémoire, son élucidation plus récente du rôle des lobes frontaux est importante. On croyait, il n'y a pas si longtemps, que les lobes frontaux, particulièrement développés chez l'être humain, logeaient les plus hautes capacités intellectuelles et, pendant longtemps, les scientifiques ont tenté de déterminer le rôle de cette région du cerveau. Les lobotomies frontales pratiquées chez les personnes aliénées mentales n'ont pas permis de comprendre la fonction de ces zones, bien qu'on ait souligné des troubles de personnalité difficiles à analyser. Déjà, le Dr Penfield, qui avait opéré sa sœur souffrant d'une tumeur et lui avait enlevé une grande partie du lobe frontal, avait constaté ses problèmes d'organisation et décrit sa difficulté à préparer un repas.

Au milieu des années 70, Mme Milner a démontré le rôle des lobes frontaux dans l'organisation temporelle. Les patients et les patientes qui ont des lésions à cet endroit ne sont pas amnésiques mais éprouvent de la difficulté à se remémorer l'ordre des événements dans le temps; si on leur montre une série de trois photos, ils vont se souvenir de les avoir vues mais ne peuvent se rappeler laquelle ils ont vue en premier. Les recherches de la psychologue ont aussi prouvé une certaine inflexibilité dans le comportement des malades; par exemple, ils ont beaucoup de difficulté à faire plusieurs choses à la fois. Ce qui explique que la sœur du Dr Penfield avait peine, entre autres,



*Cette photo a été prise à la fin des années 40 à l'Université de Montréal. À cette époque, Brenda Milner donne des cours sur la mémoire à l'Institut de psychologie. Son enseignement s'inspire largement de celui qu'elle a reçu de son professeur de Cambridge, M. F. C. Bartlett.*

à surveiller le rôti tout en pensant aux légumes à préparer.

## L'ENFANT CHÉRIE DE LA PSYCHOLOGIE

Un congrès de neurologie à New York, une conférence à Londres ou à Marseille, un doctorat honorifique en passant, la vie de la plus célèbre neuropsychologue ressemble à un marathon sans fin. Même si elle se prête volontiers à des émissions de radio et à des entrevues avec des journalistes, c'est dans la communauté scientifique que Brenda Milner est le plus populaire. «Elle est une célébrité dans son domaine», affirme Laughlin Taylor, collaborateur de la première heure et directeur de la clinique de neuropsychologie à l'Institut. «Elle revient justement de New York où une partie de l'auditoire dut s'asseoir dans les couloirs parce qu'il n'y avait plus de place dans la salle!» La psychologue prépare ses conférences avec un soin inouï: elle élabore un scénario accompagné de diapositives sur lesquelles elle «improvise». Par ailleurs, elle va jusqu'à vérifier la couleur des murs de la salle de conférence pour harmoniser ses vêtements...

Son souci de la perfection fait d'elle une chercheuse très exigeante

pour elle-même mais aussi pour ses assistants. «Elle écrit très lentement, raconte M. Taylor; elle peut prendre une journée pour écrire une seule phrase, jusqu'à ce qu'elle soit satisfaite.» «Je ne crois pas qu'il y ait un directeur de thèse plus exigeant qu'elle en Amérique du Nord», avoue pour sa part M. Leonard, qui semble avoir surmonté l'épreuve. «Les mémoires sont réécrits plusieurs fois, jusqu'à ce qu'ils soient parfaits», ajoute-t-il. Ses étudiants l'ont surnommée le «Manchester filter», du nom de sa ville natale, mais la psychologue dit tenir ce goût pour la prose scientifique de son maître, Donald Hebb.

La notoriété du Département de psychologie de l'Institut neurologique de Montréal tient en grande partie à ce côté perfectionniste de sa directrice. La psychologie expérimentale se basant essentiellement sur la méthodologie et l'analyse des données, ainsi que la rigueur en garantissent la crédibilité. «Depuis quelques années, explique Mme Milner, la grande explosion qu'ont connue les techniques d'imagerie, nous permet de voir le cerveau comme on ne l'a jamais vu auparavant. Le développement de la technologie a rendu les disciplines de la neuropsychologie encore plus précises.»

«Pourtant, on ne sait pas encore ce qu'est la mémoire; plusieurs questions restent sans réponse. Les malades ne peuvent pas tout nous révéler. Il faut tirer des études faites chez les singes les informations qu'on ne peut vérifier chez l'être humain, en raison des limites des interventions chirurgicales.» La plus grande contribution de Brenda Milner est d'avoir approfondi les connaissances fondamentales sur le cerveau en prenant soin de les orienter vers des applications cliniques. C'est pourquoi, aujourd'hui, plusieurs patients et patientes lui doivent leurs plus beaux souvenirs.

### Pour en savoir davantage :

CHABOT, Claire, «À la recherche de la mémoire». *Québec Science*, vol. 23, n° 4, décembre 1984.

## La Commission géologique du Canada... d'hier à aujourd'hui

Les élus au Parlement de la province du Canada créaient, en 1842, un organisme scientifique public: la Commission géologique du Canada (CGC). Au printemps de 1843, le siège social de la Commission était établi à Montréal. D'abord confiée à William Edmond Logan, la Commission allait devenir, 140 ans plus tard, une prestigieuse organisation à l'échelle internationale avec plus de 1 000 employés à son service. Cette production audio-visuelle d'Énergie, Mines et Ressources Canada vous convie à une rétrospective des réalisations de la CGC visant à mettre en exergue l'importance de sa contribution au développement économique du pays.

Le mandat de la CGC est clair: fournir des connaissances géoscientifiques de base pour l'ensemble du pays. Sous la direction de M. Logan, les scientifiques de la Commission ont répertorié 1 065 nouvelles espèces de fossiles et localisé des gisements de minéraux, de métaux communs et de métaux précieux. Au fil des décennies, la Commission a su s'ajuster aux impératifs

géologiques canadiens. Ainsi, la cartographie et l'exploration du vaste Bouclier canadien, contenant des réserves de minerais de nickel, de cuivre, d'argent et d'or, ont soutenu l'essor remarquable de l'industrie minière.

En dépit des travaux accomplis par l'équipe de M. Logan, l'immensité du territoire exige une révision des cartes en plus de la cartographie de la masse continentale et des régions extracôtières. *La Commission géologique... d'hier à aujourd'hui* s'attarde sur les nouvelles techniques employées par les scientifiques afin de répondre aux besoins croissants des utilisateurs de données de plus en plus nombreux.

Aujourd'hui, la Commission a élargi son champ d'action, lequel s'étend des frontières du Grand Nord jusqu'aux profondeurs de la dorsale Juan de Fuca, au large de la côte ouest. L'évaluation des accidents naturels tels que les séismes, les glissements de terrain, les éboulements ou les abysses, ainsi que le mesurage du champ géomagnétique et des variations

climatiques, sont autant d'activités qui mènent à la découverte de nouveaux gisements pétroliers et gaziers. Ces derniers nous permettront d'assurer notre avenir énergétique. Le rôle de la Commission s'est diversifié à un point tel qu'on doit la considérer comme un intermédiaire indispensable entre les sciences et l'économie.

La collaboration internationale est également de mise à la Commission. Elle se manifeste, entre autres, dans le cadre du Programme de sondage des fonds marins, dont le double objectif est d'élaborer une démarche efficace pour l'exploitation des gîtes de minéraux sous-marins et de délimiter la zone territoriale des eaux canadiennes. Forte de son expertise, la CGC a transféré son savoir-faire dans les pays en développement.

*La Commission géologique du Canada... d'hier à aujourd'hui* rend un hommage particulier aux pionniers de la géologie canadienne et à leurs successeurs.

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
- Des tremblements de terre au Canada?
- La cartographie: de l'astrolabe au laser
- Les îles au soleil de minuit

### Pour plus de renseignements veuillez écrire à:

Diane Lorenzato  
 Agente de l'audio-visuel  
 Direction des communications  
 Énergie, Mines et Ressources  
 Bureau 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

Canada

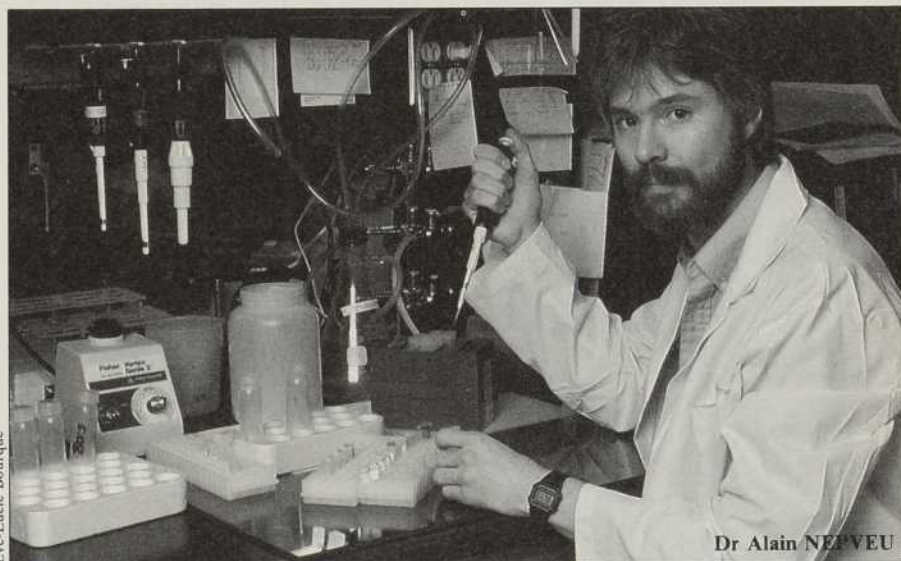
par L'Agence Science-Press

## Tous les chemins mènent aux oncogènes

Depuis des années, les chercheurs explorent de nombreuses avenues pour cerner la cause du cancer. Or, leurs pistes semblent enfin vouloir converger. Les ultimes responsables de cette maladie du siècle seraient des entités microscopiques logées au cœur des cellules: les oncogènes. C'est l'hypothèse qu'ont soulevée les meilleurs chercheurs québécois engagés dans la lutte contre cette maladie, lors d'un colloque organisé par la Société canadienne du cancer.

Les oncogènes ne sont rien d'autre que des gènes, c'est-à-dire des segments de chromosome. Tout le monde en possède. Les scientifiques se posent la question suivante: pourquoi les oncogènes déclenchent-ils parfois des cancers, et parfois pas? Heureusement, la réponse prend forme peu à peu dans l'esprit des chercheurs. «Les oncogènes produisent des protéines comme tous les autres gènes, explique le Dr Alain Nepveu, de l'Institut Ludwig de recherche sur le cancer, à Montréal. En temps normal, ils ont une activité modérée. Mais une mutation, un dommage subi par les chromosomes ou l'insertion d'un virus à leur proximité modifient leur activité. Ils produisent alors une protéine différente, ou la même protéine en plus grande quantité. Cette activation peut mener au cancer.»

Les preuves confirmant la «théorie des oncogènes» se multiplient. Le Dr Nepveu étudie un oncogène du nom de c-myc. Il suffit d'insérer ce gène dans des cellules pour que ces dernières se mettent à croître de façon rapide et anarchique et deviennent immortelles: ce sont là des propriétés typiques des cellules cancéreuses. Le c-myc a aussi été associé à de nombreuses tumeurs, chez l'homme et l'animal.



Eve-Lucie Bourque

Dr Alain NEPVEU

Comment les oncogènes agissent-ils sur les cellules? Selon le Dr John Bergeron, de l'Université McGill, les oncogènes sont responsables de la production de facteurs de croissance, substances qui stimulent la multiplication cellulaire. «Les facteurs de croissance sont fabriqués par les cellules normales, indique-t-il, mais lorsque l'oncogène est activé, les facteurs de croissance ou leurs récepteurs (les sites cellulaires où ils s'attachent) sont produits en quantité anormalement élevée. La cellule perd alors le contrôle de sa division et devient cancéreuse.»

Le Dr Paul Jolicœur, de l'Institut de recherches cliniques de Montréal, croit que les oncogènes ne commettent pas leurs forfaits seuls. Au cours d'une expérience, il a soumis des cellules normales à des agents mutagènes. Certaines des cellules sont devenues cancéreuses. Puis, il a soumis ces cellules

cancéreuses aux mêmes agents mutagènes. Surprise: quelques-unes de ces cellules sont redevenues normales. «Cela signifie qu'il existe d'autres gènes qui collaborent étroitement avec les oncogènes au déclenchement du cancer», croit le Dr Jolicœur.

Les oncogènes, pourtant à l'origine du cancer, pourraient faciliter le diagnostic et le pronostic de cette maladie. Le Dr Ted Bradley, de l'Université de Montréal, a constaté que les victimes d'une forme de cancer du poumon, qui récidivaient après le traitement, étaient généralement porteuses d'un oncogène particulier. «L'identification de cet oncogène permettrait de savoir si un patient répondra au traitement conventionnel et de lui donner, le cas échéant, un traitement plus intensif», prévoit-il. Selon l'ensemble des chercheurs, le dépistage des oncogènes devrait devenir une

routine clinique d'ici quelques années.

La guérison du cancer est-elle proche? «Les oncogènes ne nous y mèneront peut-être pas directement, affirme le Dr Jolicœur, mais leur découverte est certainement l'une des plus importantes jamais faites sur cette maladie.»

Michel Groulx

## UN DEUXIÈME CODE GÉNÉTIQUE?

Une équipe du Massachusetts Institute of Technology (MIT), à Boston, affirme avoir découvert un «second code génétique».

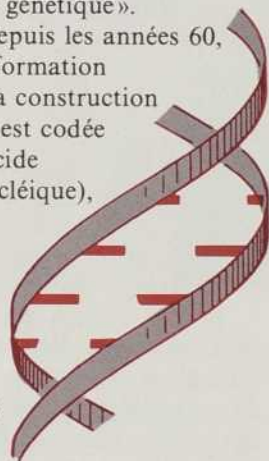
On sait, depuis les années 60, comment l'information nécessaire à la construction des protéines est codée sur l'ADN (acide désoxyribonucléique), cette longue molécule en spirale qui constitue le matériel génétique. Les molécules d'ADN sont formées de successions d'unités appelées nucléotides. Il en existe quatre sortes et ils sont groupés trois par trois. Ces groupes forment de véritables mots de code, servant à indiquer au mécanisme cellulaire comment assembler les acides aminés, lesquels sont les blocs de construction des protéines. Le répertoire de ces mots de code a été nommé le premier code génétique.

Une inconnue demeurait cependant. Ce sont de petites molécules également constituées de nucléotides, les ARN de transfert, qui transportent les acides aminés vers les petits ateliers cellulaires où s'effectue la synthèse des protéines. On savait que chaque acide aminé — il en existe une vingtaine — était transporté par un ARN de

transfert particulier, mais on ne savait pas comment ces molécules reconnaissent leur acide aminé.

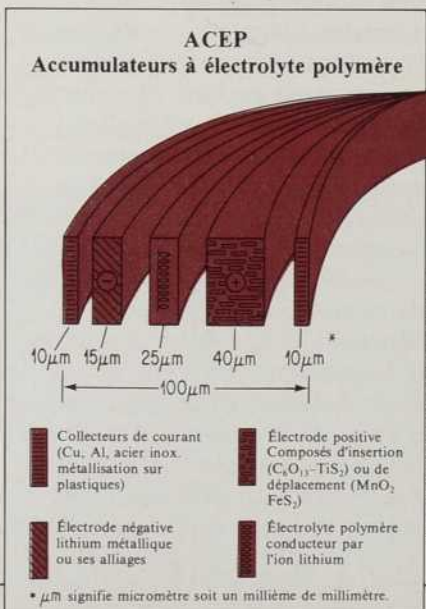
Les chercheurs du MIT croient avoir trouvé la réponse: deux nucléotides dans chaque ARN de transfert détermineraient à eux seuls quel acide aminé s'attachera à ces molécules «transporteuses». En remplaçant ces deux nucléotides particuliers par deux autres, on obtient un ARN de transfert incapable de reconnaître «son» acide aminé. Par contre, en insérant les deux mêmes nucléotides d'un ARN de transfert dans un autre, on amène ce dernier à reconnaître l'acide aminé du premier. Les chercheurs estiment que ces deux nucléotides forment un code indiquant à l'ARN de transfert quel acide aminé il doit transporter. Un code qui, dans une large mesure, reste à déchiffrer.

Michel Groulx



## VERS LA VOITURE ÉLECTRIQUE

La voiture électrique est-elle enfin pour demain? Peut-être. L'Institut de recherche d'Hydro-Québec est en train de mettre au point l'accumulateur à électrolytes polymères (l'ACEP), une batterie très performante qui pourrait rendre ce rêve



réalisable. L'intérêt de l'ACEP, c'est sa légèreté: elle se présente sous la forme d'un mince film, semblable à un ruban magnétoscopique. Ses performances sont égales à celles d'une pile au nickel-cadmium, mais, contrairement à cette dernière, elle ne perd jamais sa charge. Avant de mettre l'ACEP sur le marché, Hydro-Québec entend la rendre encore plus «électrifiante». Les premières ACEP commerciales devraient être disponibles d'ici cinq ans. Elles pourront alimenter des micro-ordinateurs, des téléphones cellulaires, des fauteuils pour personnes handicapées, etc. Puis, éventuellement, des véhicules électriques propres, propres, propres!

## LA MAISON AU «SOLAIRE PASSIF»

Les maisons solaires refont surface. Mais cette fois-ci, il n'est plus question d'immenses panneaux solaires, ni d'autres appareils coûteux et pas toujours très performants. La mode est plutôt à l'énergie solaire passive.

Les chercheurs de l'Institut GRACE (Groupe conseil et de recherche en architecture et en énergie), à Montréal, ont en tête deux idées bien simples: laisser entrer le soleil et «déplacer» les surchauffes, pour une meilleure qualité de vie.

Il s'agit de concevoir des maisons dont la surface vitrée faisant face au sud représente environ 18% de la surface nette du plancher, ce qui est considérable. «On doit également avoir accès, sans coût accru, à un solarium très différent des fameuses verrières, tellement chauffées par le soleil que les climatiseurs doivent démarrer même s'il fait -25 °C à l'extérieur,» explique M. Christian Ouellet, de l'Institut GRACE.

On évite la surchauffe grâce à un ventilateur qui déplace l'air dès



Institut GRACE

*La nouvelle maison solaire perd ses panneaux solaires et gagne du terrain au plan de la gestion de la chaleur.*

que la température intérieure atteint 26 °C. L'excédent de chaleur est alors transféré au sous-sol, dans une dalle de béton, puis redistribué pendant la nuit, ce qui permet une économie d'énergie de 30% à 40%. «Ce n'est pas tant l'économie d'énergie qui compte à nos yeux, indique M. Ouellet, que la qualité de vie: bénéficier de plein de soleil sans surchauffe.»

Une telle maison «au solaire passif» ne coûterait pas un dollar de plus que la maison conventionnelle. Cette dernière, par ailleurs, peut être adaptée au solaire passif, à condition qu'elle soit bien orientée. Il s'agit alors d'installer des conduits d'air et d'ajouter quelques fenêtres.

Dans les années 70, les maisons solaires étaient souvent très inconfortables: les pièces de la maison devenaient surchauffées, avant que les épais murs de pierre ou de brique ne commencent à emmagasiner la chaleur. De même, une forte baisse de la température intérieure était nécessaire pour que les murs libèrent cette chaleur. «Je me suis fait hara-kiri, dans un sens, quand j'ai abandonné l'idée des grosses masses thermiques, alors que j'en avais été le propagandiste durant des années», avoue Christian Ouellet.

Cependant, l'un des collaborateurs de GRACE, Marvin Shapiro, a mis au point une nouvelle génération d'accumulateurs de chaleur. Il s'agit de simples feuilles

de gypse («Gyproc») que l'on peut juxtaposer dans un placard. Les feuilles contiennent 25% d'huiles saturées. Puisque les différentes huiles captent ou libèrent la chaleur à des températures spécifiques, il suffit de placer côte-à-côte des feuilles saturées de gras différents: la chaleur s'accumule ou se libère graduellement, sans qu'il ne se produise de grands écarts de température. Grâce à ce procédé, on peut maintenant rêver d'habitations solaires confortables, même lors de pannes d'électricité...

Carole Brodeur

## E.T. PHONES CANADA

L'observatoire ontarien Algonquin, fermé en 1986 à cause de coupures budgétaires, pourrait ouvrir à nouveau, cette fois pour se mettre à la recherche d'éventuelles civilisations extraterrestres. Telle est du moins l'hypothèse envisagée par les autorités de la NASA (l'Agence américaine de l'aéronautique de l'espace). Cette dernière veut dépenser 110 millions de dollars pour un vaste programme de recherche sur la vie intelligente extraterrestre. Pour cela, elle aura besoin de plusieurs radiotélescopes (qui captent les ondes radio — comme celles de la télévision et



Conseil national de recherches du Canada

des radars — plutôt que les ondes lumineuses). L'observatoire Algonquin conviendra parfaitement à ces fins. Ce serait la première fois qu'un observatoire canadien participe à ce type de recherche — avec l'argent des Américains, en plus.

## ART ET NOUVEAUX MATÉRIAUX



OSM

*Les violons de l'avenir seront-ils encore fabriqués en bois?*

Un ingénieur torontois, Leonard John, vient de fabriquer le premier violon en graphite au monde (le graphite est un matériau utilisé surtout dans l'industrie aérospatiale, à cause de sa solidité et de sa légèreté). Selon M. John, le graphite a certains avantages sur le bois: d'abord, c'est un matériau uniforme dont la densité ne varie jamais, ensuite, il n'est affecté ni par les changements de température ni par l'humidité. Son premier instrument, M. John l'a fabriqué... dans le four de sa cuisine! Malgré ce petit côté amateur, une grande revue musicale britannique a jugé le violon excellent. «Si je peux produire ces violons en série, a dit M. John, leur prix sera d'environ 500\$ chacun.»

## ALERTE DANS LES PORCHERIES

L'air des porcheries est fortement contaminé par une grande quantité de micro-organismes. Et le phénomène est encore plus fort dans les porcheries d'engraissement que dans les maternités. Cette conclusion découle d'une étude réalisée par des chercheurs de l'hôpital Laval, à Sainte-Foy, et de l'Institut de recherche en santé et sécurité du travail.



Magella Chouinard / MAPAQ

*Après avoir constaté la pollution de l'air dans les porcheries, des chercheurs étudient ses effets sur la santé des fermiers.*

De janvier à avril 1987, les chercheurs ont analysé l'air dans quatre porcheries (deux d'engraissement et deux de maternité). Ils y ont identifié et mesuré 14 genres différents de moisissures, 5 de levures, 12 de bactéries Gram négatif et 6 de bactéries Gram positif.

Selon des études antérieures, aux États-Unis notamment, certains des micro-organismes qui flottent dans l'air des porcheries seraient responsables d'affections respiratoires chez plusieurs fermiers. On parle, entre autres, d'alvéolite allergique extrinsèque, de bronchite chronique et d'asthme.

Les travailleurs québécois sont-ils affectés? «On ne le sait pas», admet le Dr Yvon Cormier, du Centre pneumonologique de l'hôpital Laval. «Les études épidémiologiques et immunologiques que nous menons présentement

devraient cependant nous permettre de répondre à la question.» Si la réponse est positive, l'étude déjà réalisée sur l'identification des agents responsables devrait faciliter le choix des solutions.

*Lyne Lauzon*

## POUR DES MINES MOINS POLLUÉES

Dans beaucoup d'industries canadiennes, on utilise des véhicules à moteur diesel. Dans les mines, par exemple, on en compterait entre 3 000 et 4 000. Cela cause un problème, car ces moteurs dégagent des vapeurs et des suies toxiques. Deux solutions se présentent: installer d'imposants systèmes de circulation d'air ou réduire l'émission de polluants. Les scientifiques du Laboratoire canadien de recherche sur les atmosphères explosives ont travaillé sur ces deux plans. Ils ont d'abord mis au point un filtre en céramique qui retient jusqu'à 90% de la suie produite par le moteur. Ils ont



Energie Mines et Ressources Canada

*Un filtre en céramique a été installé sur ce chargeur-transporteur de minéral.*

ensuite trouvé une méthode simple et peu coûteuse pour mesurer les émissions de gaz carbonique et déterminer le niveau de ventilation nécessaire pour assurer un milieu de travail sûr.

## DE L'AMIANTE DANS LES POUMONS

L'amiante est associé au cancer du poumon, c'est prouvé. Mais comment les petites fibres de ce minéral causent-elles leurs dégâts? En perçant la paroi des cellules pulmonaires, en pénétrant dans leur noyau et en y sabotant littéralement le matériel génétique. C'est ce que vient d'établir, pour la première fois, le chercheur Edward Johnson, de la Mount Sinai School of Medicine de New York.

Les fibres de chrysotile (variété d'amiante blanc communément utilisée dans l'industrie) pénètrent d'abord dans les cellules. Là, elles s'associent à des complices: des brins d'ADN qui «flottent» naturellement dans le milieu cellulaire. Les fibres d'amiante, liées à cet ADN, entrent dans le noyau où se trouve le matériel génétique, également constitué d'ADN. L'arrivée de cet ADN «étranger», fixé sur des brins d'amiante, provoquerait alors toutes sortes de perturbations: mutations, activation de gènes dormants, dérèglement du contrôle de la croissance de la cellule. Ces perturbations mèneraient, en fin de compte, au cancer.

Ce scénario permettrait d'expliquer pourquoi les fumeurs sont particulièrement vulnérables à une exposition à l'amiante. Le tabac tend aussi à agir sur le matériel génétique; or les chercheurs savent que ce dernier doit subir une série de transformations avant que la cellule ne devienne cancéreuse.

Cette découverte pourrait aussi aider à trouver des substituts non nocifs à l'amiante. C'est en effet parce que les fibres de chrysotile ont une charge électrique positive qu'elles se lient à l'ADN qui, lui, est chargé négativement.

*Michel Groulx*



# LES SECRETS BIEN GARDÉS DES BOÎTES NOIRES

Souvent les seuls témoins d'un accident  
aéronautique, les boîtes noires permettent  
de reconstituer la tragédie...  
et d'en éviter d'autres.

par Ivan LAMONTAGNE

**IL**y a foule, ce matin, à la boutique hors taxe de l'aéroport de Gander. Des jeunes soldats américains de la 101e Division aéroportée profitent d'une dernière escale d'une heure, le temps de refaire le plein, au retour d'un séjour de six mois dans le désert du Sinaï. Parmi les «souvenirs» les plus populaires, un tee-shirt proclamant en grosses lettres: I SURVIVED GANDER, NEWFOUNDLAND. À 6 h 45, le Arrow DC-8 est enfin autorisé à prendre son envol. En cette nuit de décembre 1985, une couche de glace s'est formée sur les ailes des autres avions stationnés à Gander. Certains pilotes ont même pris la précaution de dégivrer leur appareil avant de décoller. Le capitaine du DC-8 n'a pas cru bon de faire de même: l'avion en a déjà vu bien d'autres.

En juillet de la même année, le vieux DC-8, presque aussi âgé que certains de ses passagers (il a été

fabriqué en 1969), avait raté son décollage quand l'un de ses quatre moteurs avait pris feu. Un mois plus tôt, il avait déjà flanché une première fois, lorsque sa queue s'était écrasée sur la piste de l'aéroport de Grand Rapids, au Michigan, avec 99 *marines* à bord.

Tant pis. À 6 h 49, l'avion s'élève au-dessus de la piste 22. Moins d'une minute plus tard, à 300 mètres d'altitude, l'appareil de 90 tonnes, rempli à ras bord de 60 tonnes de fuel et de 256 passagers, commence à s'incliner anormalement vers la droite... puis à piquer du nez. Le DC-8 s'écrase finalement, queue d'abord, à moins d'un kilomètre du bout de la piste. Aucun survivant.

L'impact est tel que seule une section de fuselage, d'une dizaine de mètres à peine, en sort intacte. Les enquêteurs du Bureau canadien de la sécurité aérienne (BCSA) chargés d'élucider tous les «faits aéronautiques» survenus en territoire canadien





Ivan Lamontagne

*Elias Politis, ingénieur en aéronautique au Centre de dépouillement d'enregistreurs de vol, est à l'écoute d'un enregistreur phonique. Les informations recueillies à partir des boîtes noires, qui sont, en fait, rouges (en mortaise), permettent de reconstituer les faits survenus lors d'un accident aéronautique.*



viennent, en décembre dernier, de livrer leurs conclusions: une accumulation de glace sur les ailes du Arrow DC-8 expliquerait l'accident survenu à l'aéroport de Gander. Pour reconstituer les derniers moments du vol, ils ont dû avoir recours à la photogrammétrie aérienne. Les 378 arbres réduits en miettes par l'avion ainsi que le DC-8 lui-même ont été reconstruits à échelle réduite.

L'enregistreur de données de vol (*Flight Data Recorder*), un vieux modèle, n'a enregistré que cinq paramètres de vol (altitude, accélération verticale, vitesse des vents, direction et synchronisation), alors que le micro de l'enregistreur phonique (*Cockpit Voice Recorder*), qui devait normalement tenir compte des conversations et bruits à l'intérieur de la cabine de pilotage, ne fonctionnait tout simplement pas...

#### FAIRE PARLER LA «BOÎTE NOIRE»

À première vue, l'enregistreur de données de vol et l'enregistreur phonique n'ont vraiment rien en commun avec leur surnom de «boîte noire». En apparence, ils se ressemblent étrangement. Tous deux mesurent environ 13 centimètres de largeur sur 18 centimètres de hauteur sur 20 centimètres de longueur, sauf l'enregistreur phonique qui fait 33 centimètres de longueur. Leur poids varie de 10 à 15 kilogrammes, selon le fabricant. Et ils ne sont pas noirs, mais plutôt jaunes ou «orange international», et recouverts de bandes réfléchissantes pour les rendre plus facilement repérables, particulièrement sous l'eau.

Chaque «boîte» doit, de plus, être munie d'un localisateur qui, lorsqu'il est enclenché au contact de l'eau ou de la neige, émet un timbre sonore aigu et répétitif de 37,4 kilohertz permettant de détecter la boîte jusqu'à une distance de 4 kilomètres ou à une profondeur de plus de 6 000 mètres. La durée de vie du localisateur est de 30 jours. C'est notamment grâce à ce son strident que les plongeurs ont réussi à récupérer les deux enregistreurs du vol 90 d'Air Florida

qui s'est abîmé dans les eaux glacées de la rivière Potomac, près de Washington, le 13 janvier 1982.

Les informations recueillies et interprétées à partir des deux boîtes noires servent, bien souvent, à recoller les pièces jusque-là hétéroclites d'un tragique casse-tête. Dans le cas d'Air Florida, l'enregistreur de données de vol a permis d'établir que l'avion avait commencé à redescendre à seulement 110 mètres d'altitude. Pourquoi? En comparant le son des moteurs du Boeing 737 avec le son émis lors d'un décollage normal, on devait confirmer grâce à l'enregistreur phonique, que le pilote n'avait pas suffisamment poussé les gaz, compte tenu de la couche de glace et de neige qui recouvrait l'avion cette journée-là.

Même évidence «circonstancielle» dans le cas du DC-9 d'Air Canada qui, en feu, a atterri d'urgence à l'aéroport de Cincinnati, en 1983. L'enregistrement phonique révèle non seulement le bruit de l'alarme à incendie, mais aussi et surtout, un fond sonore inhabituel provenant des fusibles surchargés de la salle de toilette situés derrière le mur de la cabine de pilotage, un détail pour le moins crucial dans la recherche d'indices sur la cause de l'incendie.

En novembre 1963, un DC-8 ayant 118 personnes à son bord s'écrase à Sainte-Thérèse. Cet événement tragique incita le gouvernement canadien à adopter, en janvier 1969, la première réglementation officielle en matière d'enregistreurs de vol. Au moment de l'accident, Air Canada testait son propre enregistreur de bord. On était alors convaincu que, si le DC-8 avait été équipé d'un tel enregistreur, les modifications nécessaires auraient sans doute été apportées à temps pour éviter un autre accident survenu dans les mêmes circonstances, à peine trois mois plus tard, à la Nouvelle-Orléans. D'après les recommandations de 1969, les enregistreurs de données de vol devaient capter pas moins de 16 à 20 paramètres bien précis.

On est bien loin de la version primitive que transportait Lindbergh lors de sa mémorable traversée trans-



À l'aide de l'enregistrement des conversations et des données de vol, l'infographie permet d'analyser et d'animées les derniers moments d'un vol. Sur la photo, un technicien effectue le dépouillement d'enregistreurs de vol, simulés, en bout de piste, à Dorval, le 16 décembre 1982.

atlantique. Sa boîte n'enregistrait que l'altitude et l'heure, deux éléments clés destinés simplement à authentifier son exploit.

#### L'ANCIEN ET LE MODERNE

«Larry, we're going down! Larry!  
— I know it!»

C'était là les derniers commentaires «entendus» par l'enregistreur phonique avant l'écrasement du vol 90 d'Air Florida.

L'enregistreur phonique a essentiellement pour but de capter sur une bande magnétique (semblable à celle des magnétophones conventionnels) tout ce qui se dit à l'intérieur de la cabine de pilotage par le biais de quatre canaux. Le capitaine, le second et l'ingénieur de bord se partagent les trois premiers micros qui ne fonctionnent qu'en circuit fermé, alors que le quatrième est continuellement ouvert et enregistre les bruits et autres conversations de la cabine. La capacité d'enregistrement n'est cependant que de 30 minutes.

Toutefois, l'enregistreur de données de vol fait appel à une technologie un peu plus complexe. Essentially, il existe deux types d'en-



Ivan Lamontagne

... du poste de pilotage ainsi  
... en images tridimensionnelles  
... i, ingénieur du Centre de  
... de la DC-10 qui a glissé

dant le langage des boîtes noires.

Le Centre de dépouillement, qui fait partie du Laboratoire de recherche en vol du CNRC, a été fondé en septembre 1972 dans le but de regrouper en un même endroit toute la technologie nécessaire pour réaliser adéquatement un tel dépouillement. Il n'existe que trois centres semblables en Amérique du Nord, les deux autres étant situés à Washington et à San Diego. On «ouvre» en moyenne une vingtaine d'enregistreurs de vol par année dans le Centre canadien qui se trouve sur les terrains de l'aéroport d'Ottawa.

Certains enregistreurs arrivent dans un état lamentable, comme celui-ci, bien rangé dans son sac de plastique et devenu une masse de métal et de fils difforme et calcinée. «C'est celui de l'Arrow de Gander, un ancien modèle confie l'ingénieur. On estime qu'environ 40% de tous les avions commerciaux américains sont encore équipés de cette technologie désuète. Ici, le Canada fait figure de pionnier avec 99% de sa flotte munie du plus récent modèle: l'enregistreur numérique.

La plupart des boîtes numériques enregistrent les 25 dernières heures de vol avec un minimum de 17 paramètres, mais peuvent aussi être «gonflées» jusqu'à 100 paramètres. C'est ce qui fait toute leur force. Ces systèmes emmagasinent les informations sur des rubans magnétiques à plusieurs pistes réutilisables, semblables à ceux des radiocassettes, à la différence que ceux-là peuvent survivre jusqu'à un an dans l'eau salée sans être vraiment détériorés.

Les informations recueillies sont converties en signaux numériques codés et compilés sur le ruban. Les ordinateurs du Centre sont potentiellement compatibles avec 14 types différents d'enregistrement. Sauf le russe. En mars 1987, lorsque deux Ilyushin IL86 ont dérapé en bout de piste, à l'aéroport de Gander, les enregistreurs de vol ont dû être examinés en URSS, sous surveillance canadienne. Les ordinateurs traduisent et impriment d'abord les données numériques sur des mètres de papier. Toute l'opération s'effectue

dans d'étroites pièces sans fenêtres et dont les murs ont été spécialement isolés afin de réduire au minimum toute interférence électromagnétique. Même le climatiseur d'air a été conçu de façon à être à la fois efficace et silencieux.

## SIMULATION SUR ORDINATEUR

À la suite de la collision qui avait failli survenir le 8 juillet 1987 entre deux avions de ligne américains, au-dessus de l'Atlantique Nord, (ils sont passés à moins de 30 mètres l'un de l'autre), les enquêteurs du BCSA ont, pour la première fois, eu recours au tout nouveau logiciel mis au point par les ingénieurs et techniciens de la Direction de l'ingénierie du BCSA. Ce logiciel utilise les enregistrements des conversations du poste de pilotage, ainsi que les données de vol, et projette des images tridimensionnelles animées.

L'infographie, qui permet de revoir (littéralement!) les derniers moments du vol, est également fort prisée au Centre de dépouillement où nous assistons à une séance de démonstration. L'avion apparaît à l'écran, couleurs et ombres incluses. L'incident est alors simulé (un DC-10 qui a glissé en bout de piste, à Dorval, le 16 décembre 1987), «filmé» par une caméra imaginaire, en vitesse réelle ou accélérée, et sous au moins une demi-douzaine d'angles différents: dessous, devant, côtés, derrière l'avion ou même dans le poste de pilotage.

Stan Zurawski, «l'ingénieur-pilote» de l'ordinateur du Centre de dépouillement, prend soin de reproduire le tableau de bord de l'appareil qui reprend toutes les manœuvres effectuées par le pilote, selon les informations livrées par l'enregistreur. «Voyez, dit-il, le bout de la piste était glacé, mais le pilote a aussi fait quelques petites erreurs.» Impressionnée par ce genre de démonstration, l'Italie a demandé au BCSA de reconstituer un accident similaire à celui de juillet 1987.

Le facteur humain serait à l'origine d'environ 85% de tous les faits

registreurs de données de vol: l'ancien modèle et... le nouveau.

Le *scratch type*, mis au point vers la fin des années 50, tient son surnom de la technologie utilisée. Les renseignements tirés de ses cinq paramètres sont enregistrés sur une feuille de papier d'aluminium. À chaque seconde, cinq aiguilles — semblables à celles des électrocardiogrammes ou des détecteurs de mensonges — laissent un genre d'éraflure microscopique sur le papier indiquant toute variation de l'altitude, de la vitesse des vents, de l'accélération verticale ou du compas, le cinquième paramètre servant à synchroniser les quatre premiers avec l'enregistreur phonique.

«Travailler avec ce type d'enregistreur est particulièrement frustrant», commente Elias Politis, ingénieur aéronautique au Centre de dépouillement d'enregistreurs de vol, du Conseil national de recherches du Canada (CNRC). «Les renseignements qu'on en soutire sont toujours très limités et soulèvent généralement plus de questions qu'ils n'apportent de réponses.» Le travail de M. Politis est justement de porter assistance aux enquêteurs du BCSA en déco-

aéronautiques, selon le BCSA. Dans le cas des deux avions de ligne américains, «un manquement à la sécurité dans les procédures de navigation en vigueur au-dessus de l'Atlantique Nord, le couloir aérien intercontinental le plus achalandé au monde», a été clairement repéré, après étude des enregistrements des données de vol.

### FAITES POUR DURER

Mais les boîtes noires n'offrent pas toujours ces renseignements sur un plateau d'argent. «Une défektivité mécanique de l'enregistreur, un entretien inadéquat et même, dans certains cas, leur résistance lors d'un accident et les voilà plus ou moins aptes à révéler le mystère,» explique Elias Politis.

Les enregistreurs de bord sont pourtant faits pour durer. En fait, pour passer le test, ils doivent survivre pendant au moins 30 minutes à une température de 11 000 °C, supporter la charge d'une barre d'acier de 230 kilogrammes qu'on laisse tomber d'une hauteur de 3 mètres et sortir indemnes d'un impact de 1 000 gravités, quelque chose de comparable à l'énergie dégagée lors de l'écrasement d'un avion à réaction contre le flanc d'une montagne.

Les enregistreurs du vol d'Air Florida ont passé sept jours dans l'eau glacée avant d'être récupérés. Si les boîtes sortent généralement indemnes d'un accident, c'est aussi parce qu'elles sont placées dans la queue de l'appareil, endroit qui demeure le plus sûr en cas d'accident.

La simple récupération des enregistreurs constitue aussi une embûche de taille. Pour y remédier, les ingénieurs canadiens de la firme Leigh Instruments Ltd, à Ottawa, ont inventé la boîte «éjectable» actuellement utilisée dans les avions militaires. D'autres techniques, comme l'enregistrement vidéo ou sur disques compacts, ou encore le relais instantané des données par satellite à une base terrestre, sont timidement avancées. «Mais n'attendez pas de grandes révolutions dans un proche avenir,



*Elias Politis, du Centre de dépouillement du CNRC, tente d'analyser et de traduire, par le biais de son microscope, les renseignements contenus sur la feuille d'aluminium retirée d'un vieux modèle d'enregistreur de données de vol reposant sur la technologie dite du «scratch type». Le Canada a abandonné cette technologie désuète et a équipé sa flotte d'un modèle plus performant: l'enregistreur numérique.*

prévoient Elias Politis. Il y a encore de nombreux problèmes à régler, comme les puces de silicone elles-mêmes qui sont sans doute fort utiles pour emmagasiner des informations, mais qui craquent sous 600 mètres d'eau!»

### GÉNÉRALISER LEUR UTILISATION

Chargé d'enquêter sur tous les faits aéronautiques survenus au Canada (648 enquêtes en 1987), le BCSA n'a donc pas hésité à appuyer, en 1985,

les recommandations de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI). Celle-ci préconisait alors l'installation d'enregistreurs phoniques et de données de vol dans un plus grand nombre d'appareils, notamment dans les avions civils et commerciaux affectés aux vols internationaux, ainsi que dans certains hélicoptères.

Le BCSA va actuellement encore plus loin. Il exige de Transport Canada le même traitement «pour les aéronefs circulant à l'intérieur du

pays». Ce sont ces hélicoptères et ces avions (de moins de 5 700 kilogrammes) qui sont impliqués dans 90% de tous les accidents. Et le bilan est de 850 décès depuis 1980, selon le Bureau.

Essentiellement, la loi canadienne sur les enregistreurs de bord est demeurée inchangée depuis 20 ans. Encore aujourd'hui, seuls les avions commerciaux à turbines, avec cabine pressurisée, approuvés avant le 30 septembre 1969 et pesant plus de 5 700 kilogrammes au décollage, doivent être dotés d'enregistreurs de données de vol d'une capacité de stockage d'au moins 17 paramètres.

Mais ceci ne manque pas de créer, selon le BCSA, «certaines anomalies». Ainsi, le Cessna Citation II, en raison de son poids, doit satisfaire à toutes les exigences de la loi, soit 17 paramètres, alors que la version cargo du Boeing 747 peut se limiter au modèle n'utilisant que 5 paramètres. Les considérations économiques ne sont pas à négliger, non plus. Le coût d'achat et d'installation d'un enregistreur de données de vol varie entre 90 000 \$ et 150 000 \$ — entre 15 000 \$ et 30 000 \$ pour l'enregistreur phonique.

Elias Politis, qui travaille au Centre depuis bientôt trois ans, va bien au-delà des considérations simplement financières quand vient le temps de résumer les avantages des enregistreurs de bord. «Soit, les enregistreurs de bord ne rendent pas l'avion plus sécuritaire. Mais, grâce à eux, le prochain vol le sera, sans aucun doute.» □

#### Pour en savoir davantage:

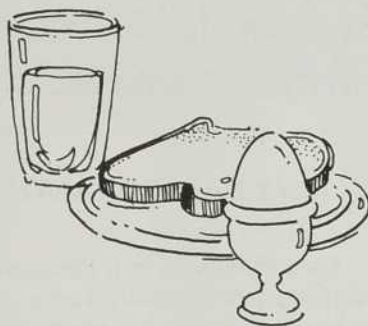
Le rapport annuel du Bureau canadien de la sécurité aérienne (BCSA). Un dossier statistique détaillé des accidents aéronautiques survenus au cours de l'année.

#### Adresse:

Bureau canadien de la sécurité aérienne  
185, avenue Dorval  
Bureau 403  
Dorval (Québec)  
H9S 5J9

MOORE, Bill, «The Secret of the Black Boxes», *Discover*, août 1986, p. 68-76.

COOKE, Patrick, «The Black Box», *Air and Space*, juillet 1988, p. 30-37.



**Ça, ça fait  
du bien!**

**PARTICIPACTION**

## Procurez-vous la reliure **QUÉBEC SCIENCE**



*Cette reliure vous permet  
de conserver soigneusement  
12 numéros  
de Québec Science  
et de les consulter  
de manière pratique  
et rapide.*

#### Je désire recevoir:

- 1 reliure pour 7,50\$ (taxe incluse)
- 3 reliures pour 18,50\$ (taxe incluse)
- 5 reliures pour 27,00\$ (taxe incluse)

Hors Canada, veuillez ajouter 10% pour frais d'expédition.

Nom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

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

Faites votre chèque à l'ordre de:

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

Tél.: (418) 657-3551, poste 2854

# La nouvelle DENTISTERIE

**Des techniques raffinées, des matériaux performants et des caries à la baisse sont en train de chasser la peur du dentiste. La médecine dentaire amorce une nouvelle ère.**

par Claude FORAND

**R**oger Tremblay n'est pas chanceux. À 37 ans, c'est la deuxième fois qu'il se casse une dent centrale en jouant au hockey dans la ligue Old Timers. Il y a cinq ans, il avait fallu plusieurs séances pénibles chez le dentiste, pour remplacer sa dent brisée par une couronne de porcelaine. Cette fois-ci, Roger en sera quitte pour une bonne frousse: le dentiste a remodelé sa dent en moins d'une heure. Peu de peur, peu de mal et, surtout, rien n'y paraît. Le coût: environ 150\$, plutôt que les 450\$ requis auparavant.

Pour la plupart des gens, une visite chez le dentiste est une chose dont ils pourraient bien se passer. La piqûre qui engourdit pendant des heures et cet épouvantable outil, la fraise, qui vous gruge la dent à plus de 450 000 tours à la minute! Brrr... avouons qu'il faut parfois une bonne dose de courage pour ne pas céder à la panique. Pas étonnant qu'on estime que 40% de la population ne va jamais chez le dentiste, sauf urgence, pour éviter la peur et la douleur. Et cette peur ne concerne pas seulement les enfants.

On n'éliminera peut-être jamais complètement la crainte du dentiste, mais on la contrôle beaucoup mieux aujourd'hui. Le recours à des anesthésiques à action locale et durable permet d'éliminer la douleur le temps requis, sans laisser la bouche enflée durant des heures. De même, la fraise tourne des milliers de fois plus vite qu'il y a 20 ans, diminuant ainsi l'inconfort des vibrations.

## DES BIOMATÉRIAUX PLUS EFFICACES

Mais la dentisterie est en train de vivre une révolution beaucoup plus profonde, notamment au chapitre des soins esthétiques. Jadis confiné à arracher et à plomber des dents, le dentiste de quartier effectue maintenant du travail de haute voltige, autrefois réservé à son collègue spécialiste. Aux États-Unis, on estime que la recherche du sourire parfait engendre 50% (16 milliards de dollars) des revenus de l'industrie dentaire. «Dans une société qui accorde beaucoup d'importance à un sourire éclatant et en santé, les patients réclament non seulement des traitements

fonctionnels, mais aussi très esthétiques», constate le Dr Pierre Desautels, de la Faculté de médecine dentaire de l'Université de Montréal.

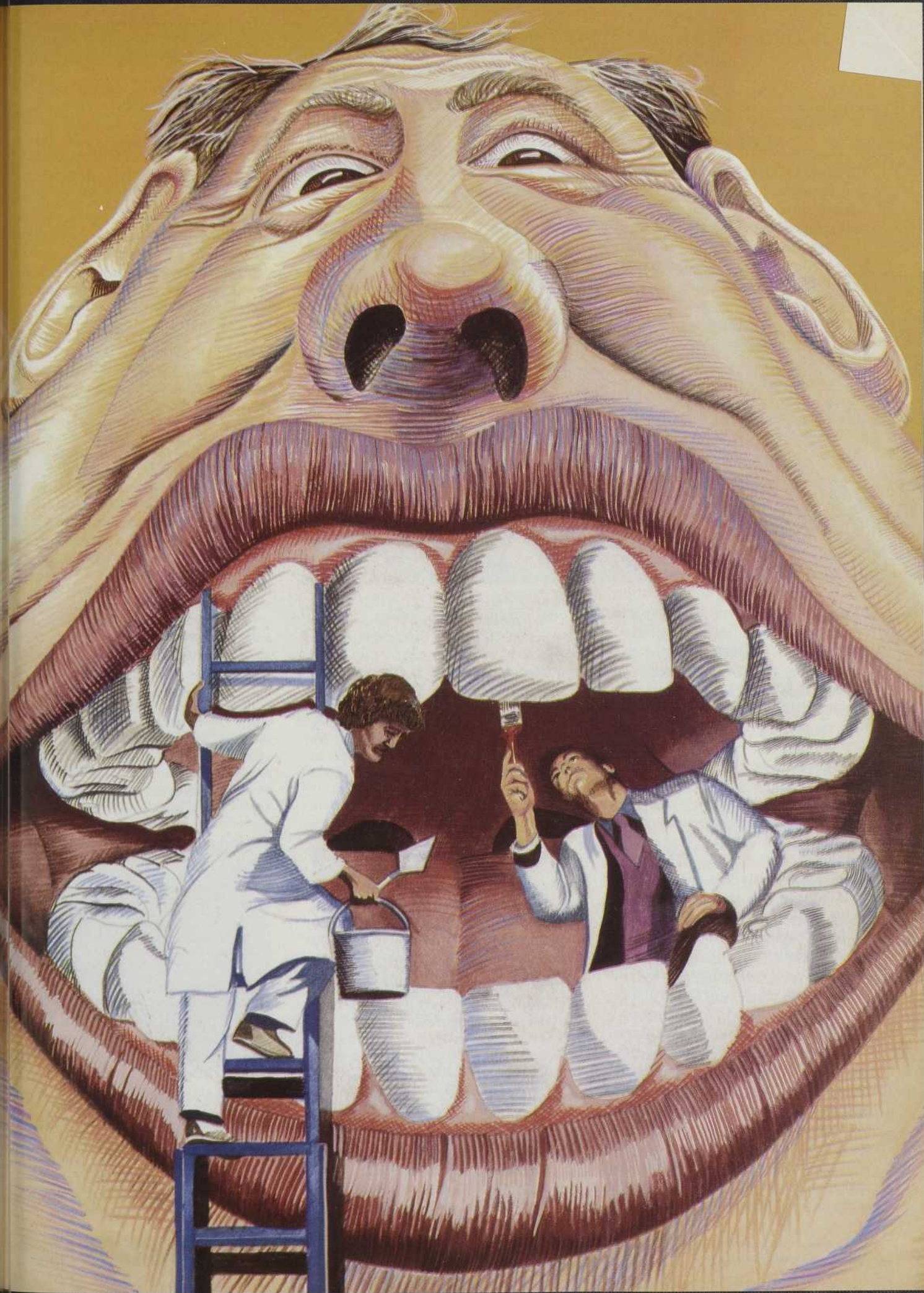
Des techniques récentes permettent désormais de sauver une dent, même très endommagée. Les résultats sont étonnants, particulièrement en ce qui concerne l'apparence. Blanchir les dents jaunies du fumeur invétéré est devenu une pratique fréquente, éliminer les espaces entre les dents sans avoir à recourir à un traitement long et pénible est aussi possible, et l'on peut également corriger les «dents de lapin» autrement que par un traitement orthodontique peu esthétique. Mais comment expliquer tous ces progrès?

Cette nouvelle ère en dentisterie est attribuable à l'arrivée sur le marché de biomatériaux (résines, polymères, vernis, etc.) dont la principale fonction est d'être à la fois très adhérents, résistants et esthétiques. «Plusieurs de ces matériaux, explique le Dr Desautels, étaient connus depuis des décennies, mais c'est tout récemment qu'on a réussi à obtenir un contact très intime entre le matériau d'obturation et la dent.»

ES

establi  
Deua  
ne de  
réal.  
perme  
e den  
s résu  
remen  
e. Bla  
tur inve  
ue fis  
ntre le  
un tra  
ssi pos  
corrig  
ent qu  
que pu  
phique

ristier  
le mas  
e poly  
ncipal  
s adis  
« P  
lique  
depu  
récom  
enir  
atériau



## POUR UNE MEILLEURE ADHÉSION

Un exploit d'autant plus remarquable que la dent, en raison de la faible énergie de surface de l'émail, n'est tout simplement pas faite pour faciliter l'adhésion. Heureusement d'ailleurs! Sinon, chaque particule de nourriture irait s'y loger pour favoriser la carie.

La technique qui permet de recourir à ces supermatériaux est le mordantage, aussi appelé *bonding*. Découvert par un dentiste de Rochester (N. Y.), il y a près de 30 ans, le mordantage n'a guère changé depuis. Puisque la dent résiste à toute adhésion directe, il a fallu user d'un stratagème. La technique consiste à créer des microporosités (sillons) dans l'émail en utilisant de l'acide phosphorique. Le dentiste applique ensuite une résine liquide qui s'infiltre dans ces sillons et s'y agrippe. Cette résine exerce une rétention mécanique sur la dent, avec laquelle elle a aussi des affinités chimiques. Grâce à cet intermédiaire entre l'émail et le matériau de finition, la surface de la dent est désormais plus «accueillante». Reste à y appliquer une résine, plutôt pâteuse, que le dentiste façonne selon la forme et l'apparence voulues et qu'il fait ensuite durcir avec une lampe.

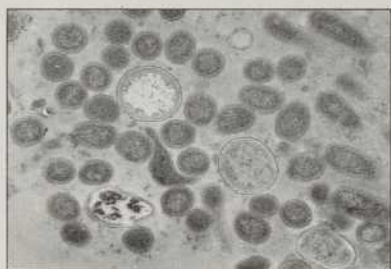
«Le choix de la résine finale (le composite) obéit nécessairement à un compromis entre la résistance et l'apparence», indique le Dr Desautels. Pour les dents de la partie arrière de la bouche, qui servent à la mastication, on a recours à des composites de fines particules. Mais à l'avant, où l'apparence des dents l'emporte sur leur fonction masticatoire, le dentiste utilise plutôt des particules microfines, qui se polissent mieux.

Le mordantage est la technique de choix pour réparer les dents écaillées, combler les espaces et les creux, recouvrir les taches et obturations décolorées. Les patients sont souvent étonnés du résultat. «La procédure est rapide et sans douleur, et s'effectue sans fraisage dans beaucoup de cas», fait remarquer le Dr Jean-Pierre Ferland, de Québec.

— Regarde maman, pas de carie! Ce cri victorieux d'un enfant au retour de la visite chez le dentiste fut le thème d'un commercial, dans les années 60.

Et avec raison. À l'époque, il n'était pas rare que l'examen buccal mette à jour au moins cinq dents gâtées chez un enfant. Mais les choses ont bien changé...

Les statistiques le confirment. Depuis une quinzaine d'années, la carie est en baisse de 30% en moyenne, dans les pays industrialisés. Un phénomène étonnant, constatent les experts, et qui va à l'encontre de la tendance générale observée depuis cinq siècles. On constate déjà que beaucoup d'enfants n'ont jamais connu la carie et n'auront probablement jamais à la subir.



Christian Mouton / Université Laval

La carie est causée par la bactérie *Streptococcus mutans*, et se forme à la surface de la dent. Le tartre (accumulation de bactéries mortes et de minéraux cristallisés sur la dent), ainsi que la plaque (voir la photo ci-dessus), en sont les grands responsables. La *Streptococcus mutans* s'attache à la salive, ingère des molécules de sucre, les soumet à des réactions chimiques et produit de l'acide lactique. Celui-ci s'attaque à l'émail des dents et le dissout, favorisant la formation de la carie.

«La fluoruration de l'eau, une bonne hygiène buccale, la mise au point de dentifrices fluorés ainsi que des visites régulières chez le dentiste, contribuent énormément à réduire la carie», fait observer le Dr Charles Tessier, du Département de santé communautaire du Centre hospitalier de l'Université de Sherbrooke (CHUS).

À elle seule, la fluoruration de l'eau affiche un rapport coût-efficacité très bas. Elle ne coûte en effet que 35¢ par individu, en moyenne. Malgré tout, moins de 15% de la population du Québec en profite, contre 65% en Ontario et 55% aux États-Unis.

«Le débat à l'encontre de la fluoruration est essentiellement d'ordre politique», précise le Dr Tessier. On tente notamment d'en étudier l'impact sur les eaux usées. Les résultats d'une étude en cours à Montréal devraient être connus d'ici la fin du printemps.

L'intérêt de la fluoruration est indéniable, et pas seulement pour les enfants. Chez les plus de 35 ans, les maladies parodontales, un mal qui ronge les gencives et l'os de soutien des dents, constituent la principale raison de la perte des dents. Ces maladies rendent les racines des dents plus sensibles à la carie, d'où le rôle de prévention des fluorures. Or, une étude menée à London, en Ontario, démontre que la carie à la racine de la dent (non recouverte d'émail) diminue de 50% dans les régions ayant recours à l'eau fluorée.

D'autres mesures, topiques, utilisées dans le cabinet du dentiste, ont aussi des effets remarquables contre la carie. C'est le cas du scellement des puits et des fissures de la dent. En ayant recours à la technique du mordantage, le dentiste applique une mince couche de résine à la surface de l'émail. Cette mesure protectrice, qui vise les dents les plus sensibles à la carie, «impermeabilise» très efficacement, durant quelques années, contre l'attaque des bactéries.

En prévention, les recherches vont bon train. À l'Université de Toronto, le Dr James Sandham travaille à la mise au point de Chlrorzoin, substance capable d'éliminer la bactérie *Streptococcus mutans*.

À l'Université Laval, à Sainte-Foy, l'équipe du Dr Luc Trahan s'intéresse au xylitol, un sucre naturel dont les effets anticarie sont prometteurs. Les travaux démontrent qu'en raison de sa structure moléculaire, le xylitol n'est pas métabolisé par la *Streptococcus mutans*, ni transformé en acide lactique, qui ronge l'émail. Le xylitol empêcherait aussi la bactérie novice de transformer d'autres sucres en acide.

Malgré cette panoplie de moyens, 25% des enfants continuent de présenter un risque élevé de carie. Un phénomène que l'on constate, mais que l'on ne s'explique pas, indique le Dr Jean-Marc Brodeur, de l'Université Laval.

En 1984, une enquête menée à la grandeur du Québec a révélé que 9,6% des enfants totalisent à eux seuls 61% de toutes les caries non traitées. En moyenne, sept à huit dents gâtées par enfant! «Ce sont eux qu'un programme efficace de prévention devrait rejoindre en priorité», affirme le Dr Brodeur. Au cours des cinq prochaines années, une étude sera menée auprès de 432 enfants, pour tenter de déterminer les facteurs les plus susceptibles de provoquer la carie.

Décidément, les caries ont la vie dure...

## FINI LE SOURIRE INOXYDABLE

Les applications les plus spectaculaires du mordantage sont certes en orthodontie, cette spécialité de l'art dentaire qui corrige la mauvaise position des dents grâce à des broches et autres appareils mécaniques. «Si c'est seulement l'aspect esthétique qui est concerné, précise le Dr Ferland, il est possible d'éliminer le recours à l'orthodontie pour corriger les espaces entre les dents.» Par un procédé de «maquillage», le mordantage permet en effet d'arriver au même résultat, sans traitement long et coûteux, et sans piquûre. Au bout du compte, une économie de plusieurs milliers de dollars. Ni la Régie de l'assurance-maladie du Québec ni les plans dentaires de la plupart des compagnies ne défraient les coûts de tels traitements, s'ils sont d'ordre esthétique.

Et, si le port des broches est malgré tout inévitable, il faut se consoler, car l'orthodontie est un domaine qui a, lui aussi, beaucoup évolué. À preuve, la clientèle de cette spécialité traditionnellement composée d'enfants et d'adolescents compte maintenant 25% d'adultes, désireux de donner un p'tit coup de pouce à Mère Nature...

Jusqu'à récemment, se faire installer des broches métalliques cons-



Denis Robert / Université Laval

*Utilisant la technique du mordantage, le dentiste a creusé des petits sillons dans l'émail des dents pour mieux y fixer une résine composite modelée selon la forme voulue. Le mordantage donne de très bons résultats (à droite).*

tituait une véritable épreuve pour le patient... et un travail de moine pour son dentiste. Il fallait d'abord écarter les dents une à une — procédure douloureuse —, afin d'amorcer leur mouvement de recul. Puis, d'une molaire à l'autre, le praticien fixait une bague en acier inoxydable sur chaque dent, avant de souder à la bague un petit boîtier métallique. Enfin, un fil était inséré dans chaque boîtier pour aligner les dents.

## APRÈS LE PLASTIQUE, LA CÉRAMIQUE

Grâce à la technique du mordantage, on colle maintenant directement sur l'émail de la dent un minuscule boîtier, relié aux autres dents par un fil. C'est sans douleur, esthétique et très efficace. «Aussi enfantin, en fait, que de coller un timbre-poste sur une enveloppe!», précise le Dr Malcolm Yasný, orthodontiste torontois qui signe régulièrement une chronique dans les journaux de la Ville reine.

Les broches métalliques sont encore prescrites pour les cas sérieux d'articulation croisée, ou lorsque les dents sont trop avancées («dents de lapin»), indique le Dr Yasný. Plus récemment, les broches métalliques installées derrière les dents, ainsi que les broches en céramique, plus résistantes que le plastique, ont fait leur apparition.

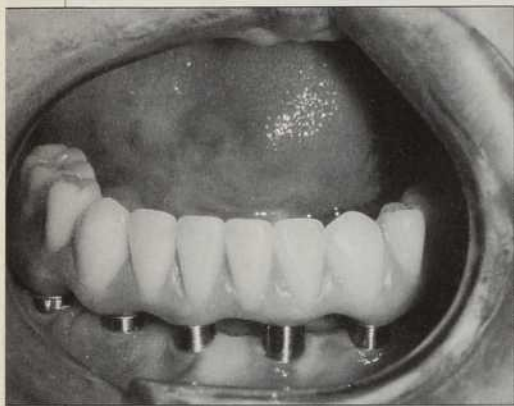


*Des premiers appareils laissant voir largement le travail de l'orthodontiste à ceux posés du côté de la langue (photo), en passant par les appareils métalliques miniaturisés, les corrections orthodontiques se font de plus en plus discrètes et le travail à la fois plus rapide et moins douloureux.*

Le recours à ces nouveaux matériaux et à ces techniques de pointe, a eu une conséquence évidente: les dentistes ne réfèrent plus leurs patients aux spécialistes que pour les cas sérieux. «Un praticien, explique le Dr Ferland, ne peut plus se contenter uniquement d'extraire ou de plomber des dents. Les traitements évoluent constamment et le public exige les techniques de pointe.»

Cela explique aussi les moyens mis à la disposition des dentistes eux-mêmes. «Les cours de formation continue restent la préoccupation majeure de l'Ordre des dentistes du Québec», indique le Dr Marc Boucher, président de cet organisme qui regroupe quelque 3 100 professionnels du Québec. En fait, il ne se passe pas un week-end sans que l'une ou l'autre des facultés de médecine dentaire du Québec n'offre un cours de perfectionnement!

Quant aux personnes qui portent des prothèses et qui sont mal à l'aise de rire ou de parler en public parce que leurs prothèses «dérangent», ou pour celles qui sont aux prises avec une édentation partielle ou totale, les implants dentaires sont peut-être pour elles...



George Zarb / Université de Toronto

*La technique d'ostéo-intégration est des plus spectaculaires. Le prosthodontiste a inséré ici six implants des minuscules chevilles de titane biocompatibles, dans l'os de la mâchoire. Quelques mois plus tard, quand les implants ont été intégrés à l'os, le spécialiste y a vissé de fausses dents permanentes.*

### DES FAUSSES DENTS VISSÉES

Il y a quelques années, les rares patients qui recouraient aux fausses dents vissées dans l'os de la mâchoire étaient en général peu satisfaits: à la longue, les implants avaient tendance à devenir instables et à provoquer des infections.

Ce n'est plus le cas aujourd'hui. La technique d'ostéo-intégration, mise au point par le Dr Branemark, en Suède, et appliquée chez nous depuis peu, constitue une percée scientifique remarquable. «Son succès est attribuable à la biocompatibilité (absence de rejet) de l'implant de titane avec l'os de la mâchoire et à la méthode de préparation de l'os, qui assure une meilleure stabilité de l'implant», souligne le Dr George Zarb, un prosthodontiste de l'Université de Toronto. Le Dr Zarb est l'un des pionniers, au pays, de la technique Branemark, technique qu'il perfectionne depuis 10 ans.

Dans un premier temps, le chirurgien creuse une cavité dans l'os de la mâchoire à l'aide d'une fraise. L'orifice est ensuite fileté et l'implant (une cheville de titane de 7 à 20 mm de longueur) est inséré. Le filetage assure une meilleure stabilité de l'implant. La gencive est refermée et suturée, et, deux semaines plus tard,

Certains traitements dentaires jugés prometteurs il y a quelques années font aujourd'hui sourire. C'est le cas du vaccin anticarie, que plus personne (ou presque) ne prend au sérieux. Ses promoteurs croyaient qu'il suffirait simplement de l'administrer aux patients sensibles à ce problème pour neutraliser la bactérie *Streptococcus mutans*, responsable de la carie...

Presque plus personne ne parle non plus de Caridex, procédé révolutionnaire susceptible de déloger une carie sans fraise, sans douleur et sans aiguilles. Trop beau pour être vrai? Presque... Mis au point en 1984 par deux dentistes de Boston, le système Caridex n'a pas rempli toutes ses promesses.

La méthode est pourtant séduisante. Le dentiste applique une solution de sodium chaude sur la dent gâtée pour amollir la carie. Quinze minutes plus tard, il retire le dépôt ramolli et prépare le plombage. Caridex n'agit que sur la dent gâtée. Jus- qu'ici, donc, pas de peur et aucune douleur.

Le hic, c'est que, pour stabiliser le nouveau plombage, il faut préparer la cavité de la dent avec la fraise, et parfois un anesthésique. Même chose, lorsque la vilaine carie se loge entre deux dents. On estime, à l'heure actuelle, que moins de 1% des dentistes ont recours au système Caridex.

Quant à l'informatique en dentisterie, son arrivée risque de provoquer rien de moins qu'une mini-révolution. Prenons, par exemple, le remplacement d'une dent cassée par une couronne de porcelaine. À l'heure actuelle, il s'agit d'une procédure assez courante et fastidieuse, qui exige de trois à quatre séances chez le dentiste, et 15 jours d'attente pour le résultat final.

le patient peut à nouveau porter ses prothèses.

Au bout de six mois, le chirurgien incise à nouveau la gencive pour dégager le sommet de l'implant, désormais intégré à l'os. La tête de l'implant est enlevée et remplacée par un pilier sur lequel sont vissées les fausses dents permanentes.

«L'expérience acquise avec cette technique, dit le Dr Zarb, nous permet d'en faire profiter une large clientèle, ce qui n'était pas le cas au départ.» Beaucoup optent pour des implants parce qu'ils sont incapables de tolérer une prothèse dentaire en

En cabinet, le dentiste fraise d'abord ce qui reste de la dent. Avant d'installer la couronne, il prend une empreinte de précision, à l'aide d'un matériel de caoutchouc épousant parfaitement la forme de la dent. Avec l'empreinte ainsi obtenue, il fabrique une réplique exacte de la dent, en plâtre ou en pierre. Par la suite, le laboratoire fabrique une couronne à partir de cette réplique. Si, par malheur, l'ajustement n'est pas parfait, on recommence!

Avec l'informatique, on peut utiliser une caméra optique pour filmer en trois dimensions la dent que le dentiste vient de fraiser. Grâce à l'image ainsi obtenue, il sera possible d'éliminer le recours à l'empreinte de précision. On espère un jour pouvoir effectuer un traitement d'une telle envergure, sur place, en moins d'une demi-journée... plutôt que les deux semaines actuellement nécessaires.

Outre l'informatique, la profession rêve au laser depuis plusieurs années. Déjà utilisée en médecine, cette technique est très récente en dentisterie. Le minuscule faisceau du laser est doté de possibilités étonnantes: au besoin, il peut traverser une plaque d'acier ou à peine effleurer la surface de la gencive.

Le laser peut couper ou cicatrifier les vaisseaux sanguins, ce qui réduit l'enflure et les saignements, percer les gencives ou encore traiter les infections. On s'accorde à dire qu'il ne remplacera jamais le scalpel du chirurgien dentaire, mais qu'il constituera un apport très valable. Pour l'instant, le laser n'est pas encore assez perfectionné pour se prêter à de multiples applications en cabinet privé. Autre limitation: son coût élevé, qui se chiffre à plusieurs dizaines de milliers de dollars.

raison de l'atrophie des gencives, fréquente à un âge plus avancé. Il s'agit d'une chirurgie buccale d'ordre mineur et des effets secondaires légers sont courants. Le taux d'échec est de 10% et le coût de la procédure varie entre 5 000\$ et 8 000\$.

Implants, mordançage, réduction de la douleur et de la peur, la dentisterie serait-elle apprivoisée? En tout cas, les nouvelles techniques constituent un pas dans la bonne direction. En préservant nos dents plus longtemps, elles donnent surtout raison au vieil adage qui dit que «les dents, c'est pour la vie...» □

# Pollution domestique

## 1 Imprévisible radon!

Depuis quelques années, on parle beaucoup du radon. La présence de ce polluant dans les maisons est-elle vraiment dangereuse?

C'est bien malgré lui que Stanley Watras a amorcé toute une controverse autour du radon aux États-Unis. Cet ingénieur de Pennsylvanie, à l'emploi d'une centrale nucléaire, se demandait pour quelle raison l'alarme indiquant un niveau de radioactivité trop élevé se mettait en marche quand il sortait de la centrale, alors que tout était normal pour ses compagnons de travail. En décembre 1984, avant même d'entrer à l'intérieur de la centrale, il a le réflexe de faire demi-tour et de se soumettre au système de détection. À sa grande surprise, l'alarme retentit. Watras en déduit que la radioactivité ne peut provenir que de sa maison.

Quelques jours plus tard, des spécialistes effectuent des tests chez lui et découvrent que le niveau de radiation est 700 fois supérieur à la limite



Trois modèles de détecteur de radon. L'instrument de gauche accumule le radon qui est absorbé par le charbon de bois activé. Le détecteur du centre mesure le niveau du radon pendant une courte période alors que celui de droite doit être accroché au mur du sous-sol pendant au moins trois mois. Ce dernier modèle, très sensible aux particules alpha, est le plus recommandé.

Eve-Lucie Bourque

jugée sécuritaire. Chaque membre de la famille Watras courait un risque d'être atteint d'un cancer du poumon équivalent à celui d'un fumeur qui consomme 280 paquets de cigarettes par jour!

Rassurez-vous tout de suite, des cas comme celui des Watras sont extrêmement rares et il est peu probable que de tels niveaux de radiation soient enregistrés chez vous. Mais il peut être intéressant de se poser des questions. Le radon présente-t-il vraiment un risque pour la santé? Existe-t-il des moyens sûrs et éprouvés pour en mesurer le ni-

veau? Comment s'en débarrasser? Malheureusement, les réponses à ces questions sont loin d'être simples et de faire l'unanimité. Assisterons-nous à une autre polémique comme celle qui entoure la fluoration de l'eau potable? Avant de considérer la justesse d'une telle comparaison, voyons tout d'abord d'où provient ce fameux radon.

### UNE HISTOIRE VIEILLE COMME LA TERRE

Lorsque la Terre s'est formée il y a quelques milliards d'années, certains

éléments ont presque immédiatement acquis une certaine stabilité. D'autres combinaisons d'éléments plus instables se sont désintégrées et stabilisées plus progressivement, en émettant de la radioactivité. Certains de ces éléments, comme l'uranium 235 et 238, ainsi que le thorium 232, n'ont pas encore terminé ce processus. Leur cheminement peut d'ailleurs être retracé de la même manière qu'un arbre généalogique.

Prenons, par exemple, le cas du radon 222, la forme la plus commune du radon. Son grand-père s'appelle uranium 238, son père, radium 226.

## L'EXPOSITION AU RADON: NORMES ET RISQUES DE CANCER DU POUMON

Normes concernant la concentration du radon	(1) Bq/m <sup>3</sup>	(2) pCi/L	(3) WL	Estimation des décès (sur 1 000)	Niveaux d'exposition comparables	Risque comparable	Urgence des correctifs
<b>FORTE</b> (plus de 200 pCi/L)	8 000	200	1	440-770	1 000 fois le niveau moyen à l'extérieur	Plus de 60 fois le risque d'un non-fumeur	Apporter les correctifs dans les semaines qui suivent.
<b>ÉLEVÉE</b> (de 20 à 200 pCi/L)	4 000	100	0,5	270-360	100 fois le niveau moyen à l'intérieur	Personne fumant 4 paquets de cig. par jour	Entreprendre des travaux correctifs dans les mois qui suivent.
	1 600	40	0,2	120-380	100 fois le niveau moyen à l'extérieur	Personne fumant 2 paquets de cig. par jour	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Santé et Bien-être Canada</li> <li>• Conseil national de radioprotection (États-Unis)</li> </ul> <b>PLUS ÉLEVÉE QUE LA MOYENNE</b> (de 4 à 20 pCi/L) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Department of Energy, États-Unis (DOE)</li> <li>• Environmental Protection Agency (États-Unis)</li> </ul>	800	20	0,1	60-210	10 fois le niveau moyen à l'intérieur	Personne fumant 1 paquet de cig. par jour	Entreprendre des travaux correctifs au cours des prochaines années et ramener à 4 pCi/L.
	400	10	0,05	30-120	5 fois le risque d'un non-fumeur	200 radiographies pulmonaires par année	
<b>FAIBLE</b> (moins de 4 pCi/L)	160	4	0,02	13-50	10 fois le niveau moyen à l'extérieur	Risque d'un non-fumeur de mourir du cancer du poumon	Peut être très difficile, voire impossible à réduire.
	80	2	0,01	7-30	Niveau moyen à l'intérieur	20 radiographies pulmonaires par année	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suède (nouvelles constructions)</li> <li>• ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers)</li> </ul>	40	1	0,005	3-13	Niveau moyen à l'extérieur		
	8	0,2	0,001	1-3			

(1) Becquerel par mètre cube: mesure de radon selon le système international.

(2) PicoCurie par litre: mesure de radon surtout utilisée aux États-Unis.

(3) Working Level (Niveau opérationnel) mesure des produits de filiation du radon, surtout utilisée aux États-Unis, mais également au Canada.

\* Adaptation du graphique de l'EPA

**Le Québec est-il une zone à risque pour le radon?**

On ne peut pas se fier entièrement au type de formation géologique pour mesurer les risques d'exposition au radon. Des spécialistes ont relevé les taux de radon les plus élevés dans l'Ouest canadien où, pourtant, le type de sol est le moins susceptible d'émettre du radon. Au Québec, des études ont révélé que certaines localités comportaient des risques plus élevés, comme Oka, près de Montréal, mais on ne peut pas affirmer que le Québec, dans son ensemble, est une zone à risque pour le radon.

**Si mon voisin a découvert du radon dans sa maison, dois-je m'attendre à retrouver la même situation chez moi?**

Pas du tout. Même si la maison de votre voisin accuse un fort taux de radon, il est tout à fait possible que la vôtre n'en ait que très peu. Et vice versa. En fait, la seule façon de connaître le véritable taux de radon dans votre maison est de le mesurer.

**Comment faire pour mesurer le niveau de radon dans ma maison?**

Il existe plusieurs méthodes pour effectuer des tests de radon. Il faut d'abord savoir que le taux de radon peut varier par un facteur de 10 en quelques heures. Alors, méfiez-vous des tests effectués à l'aide d'instruments qui donnent une lecture ponctuelle, à moins d'obtenir une contre-vérification par un test à long terme. Ces tests sont effectués grâce à une petite boîte métallique contenant du charbon activé. Après avoir accumulé le radon pendant un maximum de six

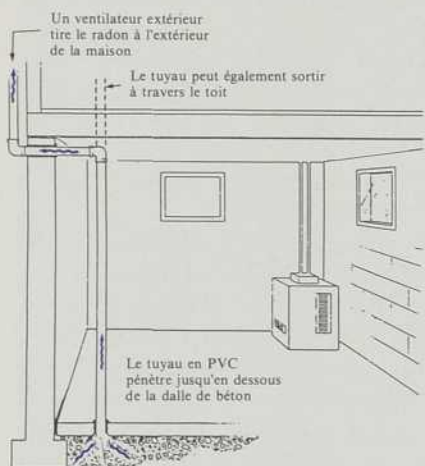
semaines, ce contenant est retourné à un laboratoire qui en fait l'analyse. Un détecteur de particules alpha, composé d'un morceau de plastique sensible aux particules alpha, peut aussi jouer un rôle semblable. On doit cependant le laisser en place au moins trois mois. Le Dr Létourneau conseille cette dernière méthode.

Vous pouvez vous procurer ce détecteur appelé «Track-Etch Detector», au coût de 24,95\$ US, à l'adresse suivante:  
Terradex Corporation  
c/o Tech Ops Inc.  
3, Science Road  
Glenwood, Illinois  
USA 60425

Après la lecture de ce test, vous pourrez vérifier, à partir du tableau, les niveaux critiques dont il faudra tenir compte.

**Comment abaisser le niveau de radon dans ma maison?**

Les spécialistes ne sont pas tous d'accord sur la façon de procéder. Il peut sûrement être utile de boucher toutes les



fissures des murs de fondation. Dans certains cas, on peut construire une boîte au-dessus de la pompe d'évacuation et ventiler cette cage vers l'extérieur. Mais la mesure qui a le plus d'impact et qui semble rallier le plus grand nombre de spécialistes consiste à installer un conduit en PVC de 10 centimètres sous la dalle de béton et d'évacuer l'air qu'on y puise vers l'extérieur à l'aide d'un ventilateur (voir le schéma).

**L'utilisation d'un ventilateur avec récupération de chaleur (VRC) est-elle recommandée pour évacuer le radon?**

L'utilisation d'un tel appareil n'apportera pas de changements significatifs. Si l'appareil modifie la pression à l'intérieur de la maison, il peut provoquer une succion qui fera entrer davantage de radon. Après avoir mesuré le radon dans une série de maison R2000 identiques, le Dr Létourneau a constaté que celles qui renfermaient le plus de radon avaient également le plus haut taux de changement d'air à l'heure.

**Quels sont les principaux pièges à éviter?**

Certains entrepreneurs vont vous proposer des tests réalisés avec de fausses machines qui émettent automatiquement des bip après un certain laps de temps. Malheureusement, les entrepreneurs compétents dans ce domaine travaillent aux États-Unis et en Ontario. Toutefois, la Société canadienne d'hypothèques et de logement compte organiser des séminaires intensifs, au cours des prochains mois, pour former des entrepreneurs compétents dans ce domaine.

Ses enfants, stabilisés sous formes de métaux, sont le bismuth, le plomb et surtout le polonium. On appelle justement ces derniers produits de filiation. Voilà pour le portrait de famille! Un dernier détail: si vous êtes surpris de voir qu'un gaz comme le radon peut se transformer si rapidement en particules solides comme le plomb, vous venez de découvrir l'une des caractéristiques de la transmutation atomique.

Le radon est présent dans la croûte terrestre et se faufile à travers les fissures du sol, pour atteindre progressivement les maisons. La moindre fissure au niveau des fonda-

tions, et le voilà qui s'infiltre. Celui-ci est toutefois moins dangereux que ses produits de filiation. Les rayons gamma du radon sont relativement inoffensifs. Par contre, les particules alpha des produits de filiation peuvent se loger dans les bronches, lorsqu'on respire, pour ensuite provoquer une action destructrice, voire un cancer.

**DES RÉACTIONS DIFFÉRENTES**

En fait, on s'est inquiété des aspects cancérigènes du radon bien avant l'incident de Stanley Watras. Il a été

clairement démontré que les mineurs risquent beaucoup plus d'être atteints d'un cancer du poumon que la population en général, même en tenant compte de l'incidence de la consommation de cigarettes. Ce phénomène a également été remarqué avec de faibles niveaux de radon, comparables à celui qu'on retrouve dans nos maisons. Ce qui est encore plus probant, lorsqu'on a abaissé le niveau de radon dans les mines, le taux de cancer du poumon a diminué dans la même proportion. Par ailleurs, en laboratoire, les animaux soumis à de faibles doses de radon ont également développé des cancers.

Aussi est-il étonnant de constater que, devant de telles preuves accumulées à peu près partout dans le monde, les gouvernements des divers pays réagissent de façon fort différente les uns des autres. En Suède, la chose est prise très au sérieux. «Nous considérons le niveau de preuve scientifique actuel suffisant pour ne courir aucun risque», précise madame Kerstin Vennerstrand, du ministère de l'Environnement suédois. «Nous sommes le seul pays à avoir fixé une norme qui ait force de loi et à subventionner les propriétaires d'habitation.» À l'opposé, les autres pays européens n'ont pratiquement aucun programme d'information ou de contrôle relatif au radon quoique le sujet y suscite de plus en plus d'intérêt.

De ce côté-ci de l'océan, les Américains n'ont pas hésité à tirer carrément la sonnette d'alarme, en affirmant que de 5 000 à 25 000 cas de cancer du poumon étaient directement attribuables au radon chaque année. L'Environmental Protection Agency (EPA) estime qu'on retrouve des niveaux de radon trop élevés dans plus de huit millions de résidences aux États-Unis. L'EPA incite le public à prendre différentes mesures pour se débarrasser du radon.

Chez nous, la situation est différente et plus confuse. Pour en avoir un aperçu plus précis, il faut d'abord refaire le tour des preuves scientifiques avec, entre autres, le Dr Ernest Létourneau, directeur du Bureau canadien de radioprotection de Santé et Bien-être Canada. En premier lieu, examinons le cas des cancers décelés sur les animaux de laboratoire. Selon le Dr Létourneau, il n'a jamais été démontré que les radiations de faibles niveaux pouvaient affecter la santé des humains. En revanche, il serait prouvé que les humains réagiraient aux radiations de façon complètement différente des animaux.

De leur côté les mineurs seraient soumis à tellement d'autres polluants que le radon, (gaz d'échappement de moteurs diesel, arsenic, silicium, etc.) qu'il serait presque impossible d'isoler l'effet du radon de ces autres polluants qui constituent autant de

cofacteurs susceptibles d'avoir une influence sur le nombre de cancers décelés. Les spécialistes ne sont pas tous d'accord sur ce point. Rejointe à son bureau du New York University School of Environmental Medicine, le Dr Naomi Harley accorde beaucoup plus de crédibilité à la preuve suivante. «Les cas de cancer du poumon, dit-elle, étaient élevés dans plusieurs sortes de mines: uranium, argent, zinc, étain. Les polluants sont différents dans chaque mine, sauf le radon, et, partout où l'on a limité l'exposition au radon, on a enregistré des baisses des niveaux de cancer.»

### ... ET DES STATISTIQUES

Mais un autre type de preuve intéresse le Dr Létourneau: les études épidémiologiques. «Le Canada, explique-t-il, dispose de statistiques très précises sur la répartition des cas de cancer du poumon. Ces statistiques montrent que des villes qui avaient des niveaux de radon très élevés avaient très peu de cas de cancer du poumon.»

Encore là, il n'y a pas unanimité. «Il y a eu de très nombreuses études épidémiologiques, aux États-Unis et en Suède, précise le Dr Harley. Environ la moitié d'entre elles établissent un lien entre le cancer du poumon et la présence de radon.» Le Dr Harley ajoute qu'une nouvelle génération d'études, plus précises, livrera ses résultats au cours des prochaines années.

Le Dr Létourneau poursuit ses recherches dans cette voie dans la région de Winnipeg. Dans le cadre d'une étude importante, on mesure les niveaux de radiation dans les maisons de 750 personnes qui ont souffert de cancer du poumon et on les compare à un groupe sain composé du même nombre d'individus.

L'étude du Dr Létourneau mettra-t-elle un point final à la discussion? La chose est loin d'être certaine. «Il y a tellement de facteurs qui entrent en ligne de compte (comme la période de temps passée à l'intérieur, par exemple), que ce type d'étude peut difficilement être concluant», estime le Dr Ernest Becker, de l'Institut

canadien de radioprotection. Et qu'en pensent les Suédois? «Nous effectuons également des études épidémiologiques, indique Mme Vennerstrand, mais nous ne nous attendons pas à des résultats concrets avant plusieurs années et nous ne sommes pas certains de pouvoir nous appuyer uniquement sur ce type d'études.»

### MINIMISER LES RISQUES

Quel que soit le niveau de preuve apporté par les études épidémiologiques, toutefois, la position de Santé et Bien-être Canada est de ne pas courir de risques. Au-delà du seuil de 800 becquerels \* par mètre cube (voir le tableau), on recommande d'entreprendre des travaux pour diminuer le niveau de radon (voir l'encadré «Mesurer le radon... et s'en débarrasser»). Les Américains et les Suédois sont plus sévères, mais, comparativement à l'ensemble des pays européens, le Canada fait preuve d'une certaine rigueur.

À force de mettre des bémols sur les dangers du radon, on encourage peut-être une certaine lenteur dans la diffusion de l'information. D'autant plus que, de l'aveu même du Dr Létourneau, le partage des responsabilités, entre les gouvernements fédéral et provinciaux n'aide pas à accélérer les choses, entre autres du côté législatif. «Le radon est le pire des polluants d'origine naturelle. Comparé aux polluants chimiques, le radon est suffisamment dangereux pour que la population soit bien informée», affirme le Dr Naomi Harley. □

\* Le becquerel (Bq) est une unité définissant l'activité d'un noyau radioactif qui subit une désintégration par seconde.

### Pour en savoir davantage :

La Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) offre une brochure intéressante intitulée: *Réduction de la concentration de radon dans les maisons neuves*, disponible au prix de 1\$ dans les bureaux régionaux de la SCHL ou à l'adresse suivante:

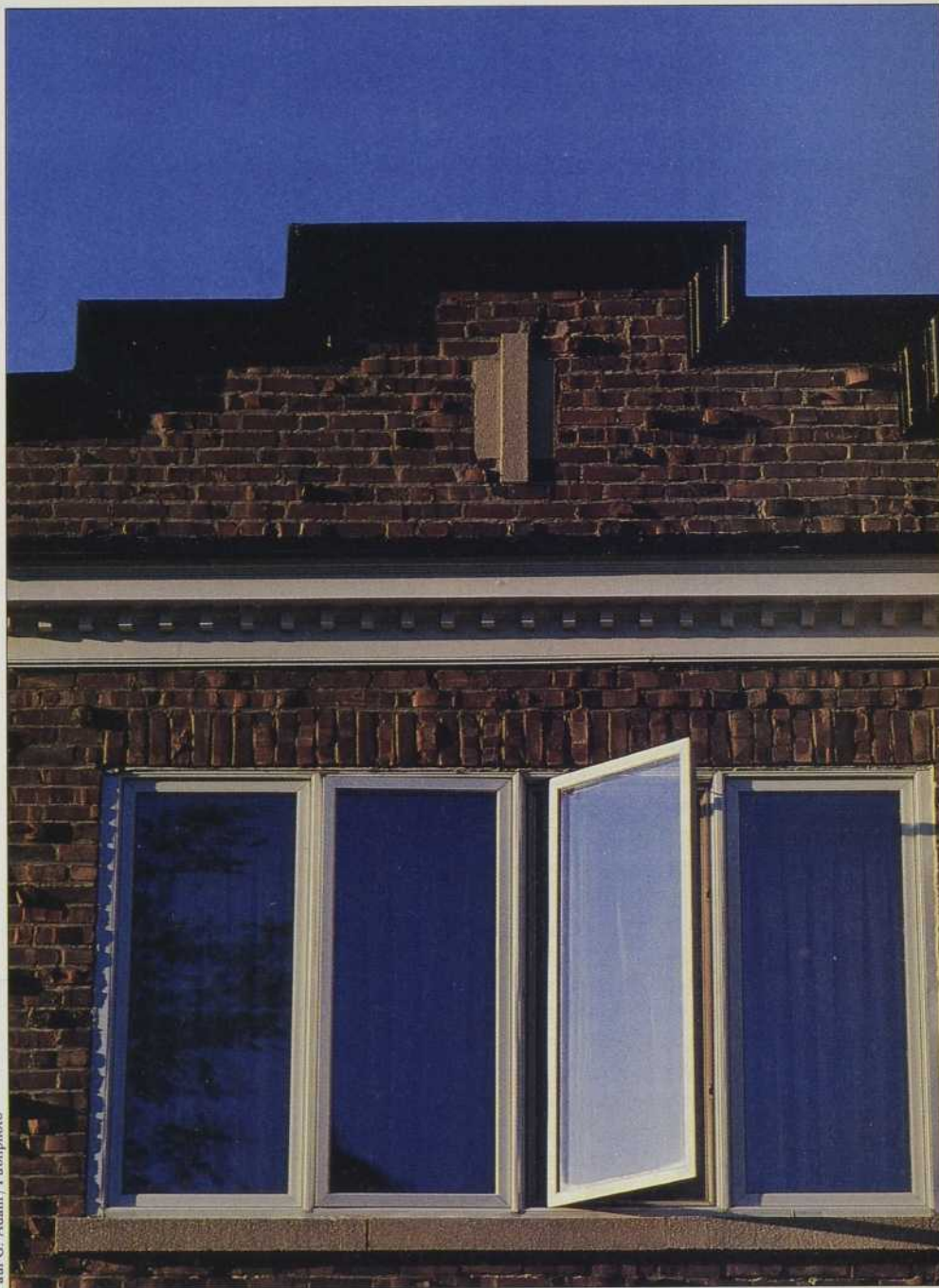
Publications de la SCHL  
682, chemin de Montréal  
Ottawa (Ontario)  
K1A 0P7

# 2 L'air de la maison

**Les moyens de changer l'air de la maison et ainsi d'expulser les nombreux polluants qui l'habitent se multiplient. Faut-il simplement ouvrir les fenêtres ou installer des systèmes de ventilation ?**

**UN** trou béant de 30 centimètres carrés dans le mur de votre maison, en pleine hiver, voilà qui risque de provoquer d'inconfortables courants d'air. C'est pourtant la superficie équivalente à toutes les fissures d'une maison typique... du début du siècle! Avec une telle brèche, tout l'air de la maison se renouvelle près de deux fois en l'espace d'une heure. Pour une maison des années 80, la brèche est de trois à cinq fois plus petite. Les techniques de construction se sont raffinées, les maisons sont plus confortables et la consommation d'énergie a diminué considérablement. Mais le bon vieux temps avait ses avantages. Avec de fréquents changements d'air, les polluants ne demeuraient jamais assez longtemps pour affecter la santé des occupants. C'est loin d'être le cas aujourd'hui.

Formaldéhyde, odeurs de cuisson, fumée de cigarette, produits nettoyants, autant de polluants intérieurs qui peuvent incommoder, voire affecter la santé des occupants de maisons récentes. Certains de ces polluants sont présents depuis longtemps comme les sous-produits provenant de la combustion du bois, par exemple, mais d'autres sont apparus avec les produits manufacturés comme le formaldéhyde, qui se dégage lentement des panneaux d'ag-



Paul G. Adam / Publiphoto

gloméré, des colles à tapis et d'autres matériaux.

Pour une minorité de gens, une réaction allergique grave peut être provoquée par une quantité infinitésimale de ces polluants. Ils doivent prendre des précautions extraordinaires, par exemple, commander un mélange de béton spécial, sans produits chimiques, pour les fondations de leur maison, mais la grande majorité des gens est loin d'avoir cette sensibilité.

N'empêche que dans certaines maisons, plusieurs personnes, surtout de jeunes enfants, sont susceptibles de souffrir de maux de tête, de nausées, de problèmes de peau et d'autres malaises. Il est toujours difficile d'établir des liens entre un polluant donné et un problème de santé. Il faut souvent se contenter de vérifier si le problème disparaît lorsqu'on quitte la maison pendant un certain temps, ce qui est déjà un bon indice.

## CHANGER L'AIR, CHANGER L'AIR...

En plus d'emprisonner les polluants, une maison trop étanche pose aussi des problèmes d'humidité excessive, révélée par une buée qui se forme sur les fenêtres pendant les périodes froides. Avant tout, cette buée représente un avertissement: l'air vicié de la maison demeure emprisonné à l'intérieur. De plus cette condensation accélère la détérioration rapide des fenêtres et des autres matériaux.

Alors que faire? C'est simple, il faut ventiler, de manière à ce que l'air se renouvelle complètement au moins une fois à toutes les deux heures. Mais pas question de revenir en arrière. «On ne construira plus de maisons passoires comme avant, explique l'architecte Christian Ouellet, de l'institut GRACE, un organisme voué à la vulgarisation des concepts de construction domiciliaire. «Le code du bâtiment est clair: toute nouvelle construction doit être dotée d'un pare-vapeur continu et scellé de la cave au grenier.»

En somme, les gens qui vivent les deux situations extrêmes sont les mieux protégés. Il y a, d'une part, la très vieille maison mal isolée et coûteuse à chauffer, mais dont l'air est renouvelé sans cesse, et, d'autre part, la maison de type R 2000, tellement isolée que l'on y a incorporé un système de changement d'air mécanique. Si celui-ci est efficace, le renouvellement de l'air sera suffisant.

## INSTALLER UN VENTILATEUR CENTRAL?

Et si on ouvrait simplement les fenêtres, une fois de temps en temps? Oui, mais on s'engage alors dans le cercle vicieux des coûts de chauffage élevés, en recréant une brèche semblable à celle des anciennes maisons. À quoi sert-il d'isoler et de rendre étanche «l'enveloppe» d'un bâtiment s'il faut gretoter près d'une fenêtre ouverte?

Plus raffiné est le ventilateur central déclenché par «humidistat». Le taux d'humidité, bon témoin de la présence d'air vicié dans la maison,

met l'appareil en marche dès qu'un certain seuil est atteint et l'arrête automatiquement à un degré d'humidité plus bas.

Ce système est plus intelligent, certes, mais il est loin d'être parfait: il ne règle, en effet, que les problèmes reliés à l'activité humaine. Sauf exception, l'excès d'humidité n'apparaît que lorsque la maison est habitée. Si la maison est sujette à des problèmes de qualité de l'air dus au formaldéhyde, par exemple, un tel système peut laisser s'accumuler les polluants pendant l'absence des occupants. D'ailleurs, une maison neuve, plus sujette au dégazage des matériaux synthétiques, devrait être ventilée de façon continue pendant six mois, comme c'est la norme dans certains pays, comme en Suède, par exemple.

## RECYCLER LA CHALEUR

Les choses se compliquent lorsqu'on apprend que tout système d'évacuation de l'air intérieur crée un effet de succion qui favorise les infiltrations d'air frais. Non seulement l'air chaud de la maison est-il envoyé directement au dehors, mais, en plus, il faut chauffer l'air frais de l'extérieur

résultant de cette succion, jusqu'à ce qu'il atteigne le niveau de la température intérieure. Pour y arriver plus facilement, plusieurs fabricants ont mis sur le marché des ventilateurs avec récupération de chaleur (VRC).

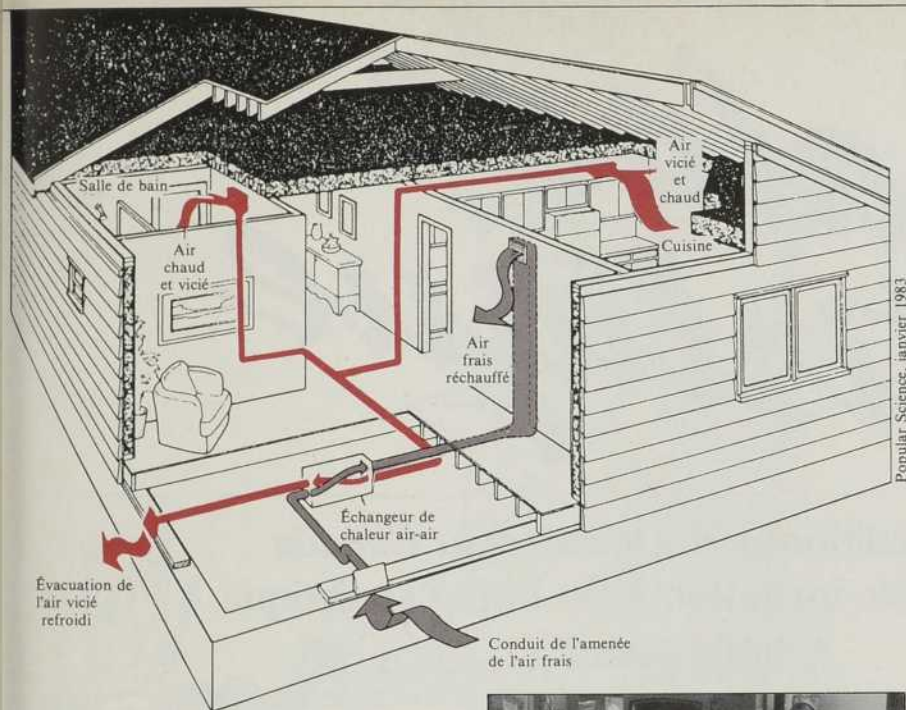
Le principe de ces appareils est simple. Le flux d'air vicié et celui de l'air neuf extérieur circulent à contresens. La chaleur contenue dans l'air vicié est tout simplement transmise à l'air extérieur. C'est un peu comme si la chaleur se séparait de l'air vicié et faisait demi-tour pour reprendre le chemin de la maison en même temps que l'air neuf provenant de l'extérieur. Le module de récupération de chaleur est fait d'aluminium ou de matière plastique. Les modèles classiques sont composés de plaques qui absorbent la chaleur d'un flux d'air pour la transmettre à l'autre. Selon les marques de VRC et les périodes de l'année, il est ainsi possible de recycler de 50% à 80% de la chaleur contenue dans l'air vicié.

## DES SYSTÈMES EFFICACES, MAIS CHERS

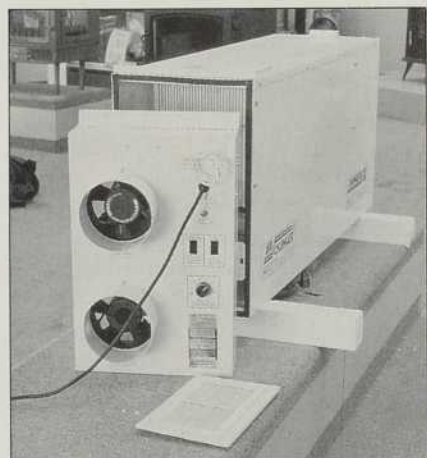
Les VRC coûtent entre 1 500\$ et 3 000\$. Leur prix est fonction du



*Pour assurer une bonne ventilation, certains propriétaires installent une turbine éolienne sur le toit de leur maison. L'action de cet appareil étant subordonnée au vent, on ne peut, comme pour un ventilateur électrique, exercer un contrôle de son fonctionnement. Or, les maisons ont également besoin d'être ventilées quand il ne vente pas.*



*Le ventilateur avec récupérateur de chaleur (photo) contrôle à la fois le degré d'humidité et la ventilation de la maison. Ce système échangeur d'air doit être installé au sous-sol (schéma), à proximité du mur extérieur, et en tenant compte du réseau de canalisations*



type d'échangeur utilisé et de la complexité de l'installation. Car il ne faut pas oublier un élément important : le meilleur VRC ne sera efficace que s'il est relié à un système de distribution d'air agissant dans les différentes pièces de la maison. Les propriétaires dont les maisons sont déjà dotées de systèmes de chauffage à air pulsé sont privilégiés, puisqu'il est possible d'y intégrer un VRC. Il suffit que le ventilateur de la fournaise puisse opérer en continu, à bas régime, lorsque le chauffage est arrêté.

Pour les autres systèmes de distribution de chaleur, il faudra faire passer des conduits à travers les murs et les plafonds. «On réussit toujours à trouver suffisamment d'espace pour installer des conduits, même les conduits standard de système de chauffage», explique Pierre-Paul Vézina, du Centre d'application thermique, installateur et fabricant de la région de Montréal. On utilise, entre autres, les placards pour passer d'un étage à l'autre sans que rien n'y paraisse.

Avec tous ces travaux, est-il possible de récupérer son investissement en tenant compte des économies de chauffage? «Malheureusement, explique Christian Ouellet, il est souvent plus économique de tout évacuer au dehors sans aucune forme de récupération.» En fait, la pertinence de l'achat d'un VRC dépend du temps d'occupation et du nombre d'occupants. Par exemple, un couple sans enfants, qui travaille à l'extérieur et qui quitte souvent sa propriété pour la fin de semaine, passe peut-être trop peu de temps à la maison pour justifier l'achat d'un VRC. Par contre, une famille avec plusieurs jeunes enfants ou personnes âgées demeurant en permanence à l'intérieur y verrait un avantage évident.

«L'importance à accorder à la qualité de vie a sans doute priorité

sur le calcul des économies potentielles», ajoute Christian Ouellet, qui favorise pour sa part un système mis au point à l'institut GRACE. Il s'agit d'un ventilateur qui fait passer l'air vicié à l'extérieur, dans un conduit enfoui dans la dalle de béton du sous-sol. Celle-ci accumule la chaleur et la relâche par la suite à l'intérieur de la maison. Sans régler le problème de la succion de l'air frais extérieur, ce système simple est un compromis intéressant pour les maisons neuves.

## LES MAISONS DE L'AVENIR

Comment choisir le meilleur système, la meilleure marque de VRC? Pour le consommateur, faire un choix judicieux sans suivre un cours en santé environnementale, en génie ou en économie domestique relève parfois du tour de force, tant il peut être à la merci du premier vendeur de camelote venu. Il est certain, cependant, qu'il devra se familiariser avec ces notions et s'habituer à certains changements. Ainsi, par exemple, selon Pierre-Paul Vézina, le glas a sonné pour le système de chauffage par plinthes électriques, puisqu'il faut de toute façon installer des conduits pour ventiler la maison.

Pour ceux que toute cette technologie effraie, Christian Ouellet y va d'une comparaison: «Il faut se faire à l'idée que les maisons seront de plus en plus complexes avec le temps. C'est un peu comme avec les voitures: l'arrivée de l'injection électronique et de nombreuses innovations en ont effrayé plus d'un, même si, à présent, ces perfectionnements nous paraissent chose courante.»

Les prochaines générations de maisons seront sans doute livrées avec un manuel d'instruction qui comportera un important chapitre sur la qualité de l'air intérieur. □

### Pour en savoir davantage:

La ventilation, brochure de 24 pages disponible gratuitement au:

Bureau d'efficacité énergétique  
425, rue Viger, bureau 600  
Montréal (Québec)  
H2Z 1W9

# Salade statistique

La dernière édition de l'*Annuaire du Canada* est une véritable invitation à un buffet statistique.  
À table donc!

par Éleine HÉMOND



Prenez un territoire de 9 970 610 km<sup>2</sup>, étalez-le consciencieusement entre deux océans et parsemez-le de 25 354 064 habitants. Vous aurez sur votre table les deux ingrédients de base de Statistique Canada en 1986. Ouvrez l'*Annuaire du Canada 1988* et, au fil des pages et des chapitres, dégustez parcimonieusement les chiffres et les faits, en faisant alterner le doux et l'amer, le croquant et le velouté.

D'abord la trempette: la superficie du Canada englobe 60% de zones marines, soit 6,5 millions de km<sup>2</sup>. Attention de n'avoir les yeux plus grands que la panse, car la plus grande distance est-ouest va du cap Spear (Terre-Neuve) à la frontière entre le Yukon et l'Alaska, soit 5 514 km.

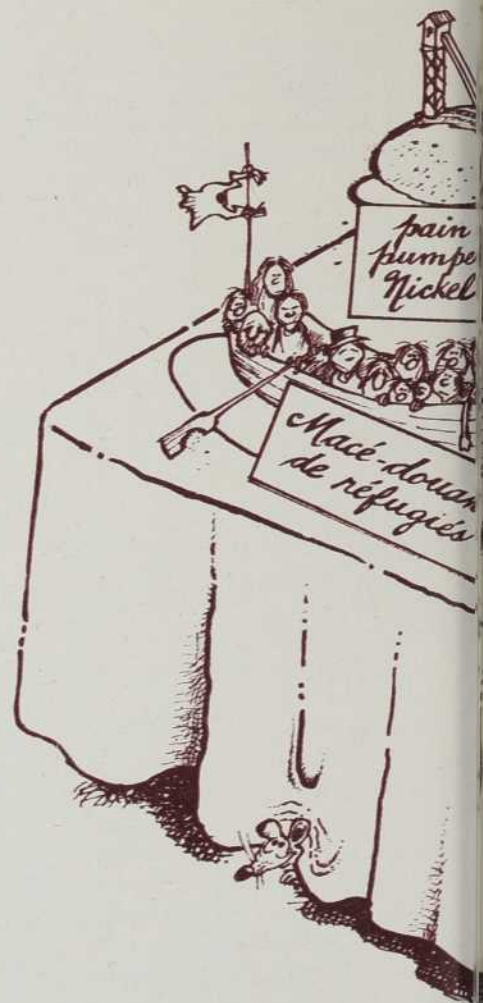
En 1986, l'assiette géographique canadienne est toujours aussi grande; le Canada est le plus vaste pays de l'hémisphère occidental et le second de la planète. Par contre, le taux de croissance démographique, de 4,2% entre 1981 et 1986, se présente comme le plus bas des 25 dernières années, par tranches de 5 ans. En jetant un coup d'œil dans les plats

des voisins, on constate cependant que ce taux de croissance est l'un des plus élevés parmi les pays industrialisés. Des chiffres des Nations-Unies datant de 1984 placent en effet le Canada au deuxième rang, après l'Australie.

## UN PEU DE VERDURE

Une fois servi ce buffet du 120<sup>e</sup> anniversaire de l'*Annuaire du Canada*, on découvre que la population du pays vieillit. Elle n'a jamais connu un âge médian aussi élevé: celui-ci est passé de 26,3 ans, en 1961 à 31,6 ans, en 1986. Onze pour cent de la population a plus de 65 ans et seulement 21% a moins de 15 ans. Au Québec, l'âge médian dépasse la moyenne canadienne et atteint 32 ans. Un peu de verdure, enfin: la population d'âge scolaire s'est accrue, au Canada, de près de 2% entre 1981 et 1986.

Les femmes résistent de mieux en mieux à la vie canadienne: elles vivent en moyenne sept ans de plus que les hommes. Alors qu'en 1961 il y avait 106 femmes de 65 ans et plus pour 100 hommes dans la même tranche d'âge, il y en a 138 en 1986.



Plus nombreuses qu'en 1981, mais plus petites, les familles canadiennes étaient au nombre de 6,7 millions, en 1986, et formées en moyenne de 3,1 personnes seulement. Quand ce chiffre passera au-dessous de trois, pourrions-nous encore utiliser le mot «famille»?

## DU POULET ET DES ŒUFS

Par ailleurs, le niveau de scolarité s'est élevé. En 1985-1986, 14,5% des jeunes de 18 à 24 ans fréquentaient les universités canadiennes, soit plus du double de 1960. Les dépenses d'enseignement, si elles ont été pratiquement multipliées par cinq depuis 1970-1971, ont cependant diminué par rapport au PNB: elles sont passées de 9% à 7,3% en 1986.

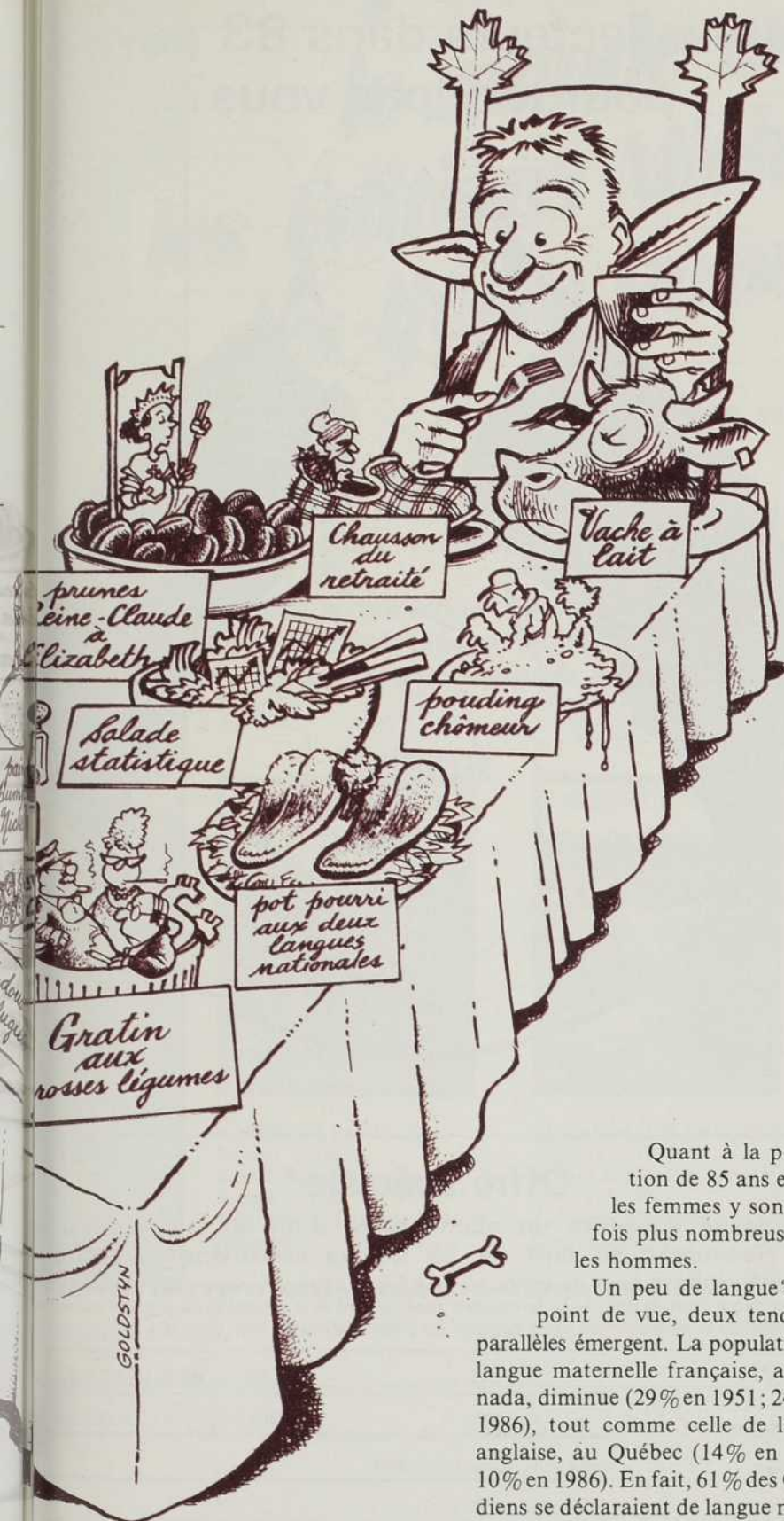
Parmi les travailleurs salariés (non agricoles), 37,7% étaient syndiqués, en 1986, dans huit syndicats principaux, dont le Syndicat canadien de la Fonction publique et le Syndicat national de la Fonction publique provinciale; à eux deux, ils regroupaient plus de 558 000 fonctionnaires syndiqués. Quant au chômage, en pourcentage de la population active, à partir du sommet de 11,9% atteint en 1983, il était tombé à 9,6% en 1986. Le revenu moyen des familles au Canada a été de 38 059 \$ en 1985, le Québec (35 068 \$) arrivant en quatrième position après l'Ontario (41 775 \$), la Colombie-Britannique et l'Alberta.

En 1986, plus que 3 ou 4 familles canadiennes sur 100 s'adonnaient à l'agriculture alors que 100 ans auparavant, 60% des familles exploitaient des fermes. Cependant, l'agriculture constitue toujours l'une des principales industries du Canada. Les recettes pécuniaires agricoles ont atteint près de 20 milliards de dollars en 1985 et la valeur des exportations de denrées alimentaires représentait 10% des exportations totales du Canada.

Si le Canadien moyen ne travaille plus sur la ferme, il n'en perd pas pour autant l'appétit. Au cours de l'année 1986, il aura mangé en moyenne 39,2 kg de bœuf et 27,6 kg de porc, 20,3 kg de poulet et 17,9 douzaines d'œufs. En fouillant bien,

Quant à la population de 85 ans et plus, les femmes y sont deux fois plus nombreuses que les hommes.

Un peu de langue? À ce point de vue, deux tendances parallèles émergent. La population de langue maternelle française, au Canada, diminue (29% en 1951; 24% en 1986), tout comme celle de langue anglaise, au Québec (14% en 1941; 10% en 1986). En fait, 61% des Canadiens se déclaraient de langue maternelle anglaise en 1986, 24% de langue française et 11%, d'autres langues.



on trouvera aussi, entre autres, sa consommation de produits laitiers, de carottes fraîches et de betteraves en conserve.

### SANS OUBLIER LE TROU NORMAND

Le Canada se classe au premier rang mondial pour l'exportation des minéraux : il occupe aussi le premier rang pour la production d'uranium, de zinc et de nickel. Le secteur minier compte plus de 60 produits distincts : le molybdène est l'un d'eux et il est produit à 95% au Québec. L'Europe de l'Ouest et le Japon sont les principaux clients pour ce métal blanc dur, fusible à 2 620 °C. En 1986, la valeur de la production minérale par habitant était de 1 321,51\$, contre 558,05\$ en 1975.

L'ensemble des dépenses fédérales pour les sciences et les technologies représentait 3,6% des estimations de dépenses totales du gouvernement en 1986. Un an auparavant, le Canada consacrait 1,3% de son PIB à la recherche - développement contre 2,7% pour les États-Unis, 2,6% pour le Japon et 2,1% pour la France. Par rapport aux 24 pays de l'OCDE, le Canada se trouvait alors au 10e rang quant à l'effort *per capita* consacré à la recherche-développement.

Depuis la Confédération, le pays a eu six souverains et l'actuelle reine du Canada porte le titre suivant : «Élisabeth Deux, par la grâce de Dieu, Reine du Royaume-Uni, du Canada et de ses autres royaumes et territoires, Chef du Commonwealth, Défenseur de la Foi». Vous pouvez rester assis, il ne s'agit pas du bénéfice.

Le buffet statistique est à peine entamé, mais après ce dernier paragraphe, le trou normand s'impose. Santé! Et bonne lecture!



Pour en savoir davantage:

*Annuaire du Canada 1988*, Statistique Canada, 1987, ISBN 0-660-91450-6, 600 pages.

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



### Offre spéciale \*

Je désire souscrire un abonnement d'un an (11 numéros) à **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.

# Pour découvrir le monde animal: les Éditions Michel Quintin, des livres qu'on dévore.

ÉDITIONS  
MICHEL  
QUINTIN

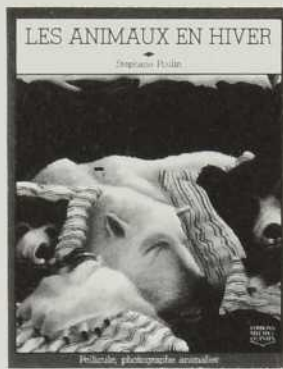
Et qu'on savoure !

Salués par la critique, honorés de prix prestigieux, nos livres se distinguent par l'originalité de leur conception et par la qualité exceptionnelle de leur présentation.

À elle seule, la collection "Pellicule, photographe animalier" confirme cette renommée. Né sous le pinceau de Stéphane Poulin, le sympathique Pellicule a enlevé les honneurs des milieux artistique et technique.



**ALBUM DE FAMILLE**  
1<sup>er</sup> prix — 1986  
Conseil des Arts du Canada  
2<sup>e</sup> prix — 1987  
Gutenberg d'Amérique du Nord  
(impression)



**LES ANIMAUX EN HIVER**  
Finaliste — 1987  
Conseil des Arts du Canada  
3<sup>e</sup> prix — 1988  
Gutenberg d'Amérique du Nord  
(impression)



**LES JEUX ZOOLYMPIQUES**  
Tout nouveau !  
À surveiller !

ALBUM DE FAMILLE	× 6,95 \$ =
LES ANIMAUX EN HIVER	× 6,95 \$ =
LES JEUX ZOOLYMPIQUES	× 6,95 \$ =
	FRAIS D'ENVOI = 1,50\$
	TOTAL =

Veuillez faire votre paiement à l'ordre de Éditions Michel Quintin,  
C.P. 340, Waterloo, Québec JOE 2N0  
En vente en **librairie**

Mode de paiement  chèque  mandat  
 VISA  Master Card

Carte n° \_\_\_\_\_

Date d'expiration \_\_\_\_\_

Signature \_\_\_\_\_

Nom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Code postal \_\_\_\_\_ Tél. \_\_\_\_\_

**BON  
DE  
COMMANDE**

# Des stages en FRANCE

Grâce à l'Office franco-québécois pour la jeunesse, des jeunes Québécois ont vécu une expérience formidable en communication scientifique, en France.

par Éline HÉMOND

**P**rintemps 1988. À La Villette, en banlieue de Paris, comme à tous les matins, la Cité des sciences et de l'industrie (CSI) est prise d'assaut par plusieurs centaines de visiteurs. Parmi eux, une équipe fébrile de jeunes stagiaires de l'Office franco-québécois pour la jeunesse (OFQJ) venant des cégeps de Jonquière et de Chicoutimi, et des lycéens d'Angoulême, se partagent caméras vidéo, magnétophones et appareils photo. On leur demande de sentir l'ambiance de ce centre de communication scientifique et de la transmettre en images et en sons. Certains autres sont déjà dans les laboratoires d'expérimentation de la CSI pour s'initier à la productique, à l'édition et aux techniques d'animation vidéo.

Pendant quatre jours, entrecoupés de visites culturelles, ces étudiants en art, en urbanisme et en aménagement du territoire auront accès aux coins et recoins de cet immense musée de la science au quotidien. C'est parfois la panique pour ces jeunes qui se sont trouvés engagés dans cette première «classe Villette» internationale. Il leur faut à la fois s'initier à des techniques nouvelles et réaliser un document: en trouver le fil conducteur, le scénario, coordonner le travail des équipes son, image, générique, etc.

Et les repas qui prennent tant de temps!

## DÉFENSE DE NE PAS TOUCHER

Quand un autobus les amène vers Angoulême, le vendredi suivant, les 54 jeunes ont la tête, les caméras et les cassettes pleines d'images, de sons et d'idées à démêler et à organiser. Tout cela se fera au Centre national de la bande dessinée et de l'image (CNBDI) d'Angoulême, qui, bien qu'encore en chantier, met à la disposition des stagiaires, des outils performants et des techniciens professionnels. Dans ce contexte, les organisateurs du stage attendent des jeunes qu'ils réalisent un film vidéo présentant la Cité des sciences et de l'industrie, un diaporama, une publication en production assistée par ordinateur (PAO) et une bande dessinée.

Le stage-marathon se poursuit donc pendant huit jours au CNBDI. Enfin, les lumières s'éteignent et sur l'écran apparaît, après un générique d'images 3D et 2D: «Défense de ne pas toucher!» Ils ont compris. Bombardement d'images et de sons, la CSI vibre, vit et parle. Bruits de pas, de foule, musique synthétique sonorisent le document vidéo qui suscite



Éline Hémond



Éline Hémond

des applaudissements. «La production pourrait rivaliser en qualité avec certains documents qui nous ont déjà été proposés par des professionnels», dit Jean-Paul Natali, conseiller scientifique au Service d'éducation de la CSI. Il a supervisé cette première classe Villette internationale.

Les jeunes soufflent enfin. L'objectif est atteint, mais le défi était de taille. «Nous avons voulu mettre ces



Musée de Sherbrooke

*Les stagiaires en muséologie de Sherbrooke ont visité le Palais de la Découverte et la Cité des sciences et de l'industrie (ci-contre) s'intéressant particulièrement aux moyens pédagogiques et muséologiques déployés en France pour transmettre l'information scientifique. Les jeunes muséologues et leurs hôtes français lors de la soirée d'au revoir (ci-dessous).*

*Une étudiante de Chicoutimi apprivoise un logiciel de production d'images de synthèse et d'édition lors de son séjour à la Villette, en banlieue de Paris (ci-dessous, à gauche). Au Centre national de la bande dessinée et de l'image d'Angoulême, d'autres stagiaires de la même région réalisent un diaporama, et une bande dessinée (photo du bas).*



Musée de Sherbrooke

étudiants dans la situation des professionnels de l'image», dit Pierre Lère, directeur du CNBDI d'Angoulême, qui s'est trouvé associé dans ce projet à Jean-Paul Natali de La Villette par l'intermédiaire de la Mission interministérielle de coordination des grandes opérations d'architecture et d'urbanisme,\* elle-même associée à l'Office franco-québécois pour la jeunesse.

C'est dans le cadre complexe de cette collaboration que Marie-Hélène Norvez, conseillère technique à la Mission interministérielle, a conçu et coordonné le projet sur les sciences de l'image. «Notre défi était d'associer deux équipes de grands chantiers, en l'occurrence la CSI et le CNBDI, dans une expérience pédagogique qui mettrait des jeunes de deux pays en situation de production.» Ces étu-

dians en urbanisme, en aménagement du territoire et en art de Jonquières, de Chicoutimi et d'Angoulême n'en demandaient pas tant. On les entend dire: «Ouf!» quant au rythme imposé, puis: «Encore!» pour l'initiation aux techniques informatiques de production de l'image.

## L'IMAGE DES SCIENCES

Ils expriment bien, dans ce sens, la demande en information scientifique perçue chez ces jeunes professionnels de musées québécois qui effectuaient également, à la même époque, un stage organisé par l'Office franco-québécois pour la jeunesse. Charles Farrar, directeur du Musée de Sherbrooke et du Centre d'exposition Léon-Marcotte du même endroit, précise: «Ce stage m'a permis de vérifier «l'effet locomotive» de centres comme la Cité des sciences et de l'industrie ou le Palais de la Découverte, sur le développement de la culture scientifique. Au Québec, poursuit M. Farrar, aucun organisme ne suscite un tel effet d'entraînement, mais l'intérêt pour le sujet est bien là. Au Musée de Sherbrooke, une exposition à thème scientifique et technique attire jusqu'à dix fois plus de visiteurs qu'une exposition d'un artiste connu.»

Charles Farrar et son équipe ont déjà conçu une trentaine d'expositions dont plusieurs circulent au Québec et au Canada. «Au cours de ce stage en France, dit-il, je me suis intéressé autant au contenu pédagogique et muséologique qu'aux conte-nants et aux supports.» Une autre stagiaire, Reine Harvey, lauréate de la Semaine des sciences, avoue pour sa part avoir particulièrement remarqué la préoccupation des muséologues français pour transmettre une information scientifique élargie à la culture, à l'histoire et à la vie quotidienne.

La vie quotidienne, c'est de cela qu'il s'agit de plus en plus lorsqu'on parle de développer la culture scientifique. L'OFQJ l'a compris comme l'ont compris les milieux de l'animation scientifique et technique de France et du Québec. □

\* Mission interministérielle de coordination des grandes opérations d'architecture et d'urbanisme: organisme créé en 1982 par François Mitterrand afin d'assurer la gestion et la coordination des grands chantiers français comme le Musée d'Orsay, la Cité des sciences et de l'industrie, les travaux du Louvre, etc.

Y W C A

o f / d u C a n a d a



*L'oeil sur nous!*

# Du pain et des toasts

par Raynald PEPIN

**D**epuis les premiers pains levés, fabriqués en Égypte il y a 4 000 ans, le pain demeure un élément fondamental. Faire du pain à la maison, comme ma grand-mère le faisait il y a une cinquantaine d'années, nous fait donc renouer avec une tradition millénaire. Mais le pain est aussi très intéressant au plan scientifique.

Les céréales stockent le glucose qu'elles produisent dans des grains d'amidon dont le diamètre varie de 2 à 50 micromètres. L'endosperme, la partie du grain de blé que l'on consomme, est composé de granules d'amidon répartis dans un réseau de protéines. Une fois raffinée, la farine contient environ 70% d'amidon; le reste est constitué de protéines et de sucres.

Certaines protéines longues du blé possèdent des propriétés uniques. En présence de l'eau, elles forment du gluten, une substance de structure passablement complexe. Le gluten de blé est assez élastique pour se gonfler et assez étanche pour confiner le gaz carbonique produit par la fermentation. Sans blé, il ne pourrait pas y avoir de pain levé et on mangerait du pita!

Seul le seigle forme aussi un gluten convenable, quoique de moins bonne

qualité que celui du blé. D'ailleurs, dans la liste des ingrédients du « pain d'avoine » que j'achète régulièrement, on lit: *farine blanche enrichie (de blé!) eau, mélasse, farine de blé entier, farine d'avoine...*

Ajoutée à la farine, l'eau forme des liaisons d'hydrogène avec les protéines longues, les isole et les « lubrifie », en quelque sorte. Le pétrissage subséquent force les molécules à s'aligner plus ou moins parallèlement, favorisant entre elles des liaisons plus nombreuses. La pâte devient plus ferme. Le gluten forme ainsi une structure continue dans laquelle les granules d'amidon et de minuscules poches d'air sont intercalés.

Les cellules de levure qu'on ajoute font ensuite gonfler la pâte et rend le pain plus léger. Les levures « s'empiffrent » de sucres simples déjà présents dans la farine ou produits par leurs enzymes à partir de l'amidon. Ces micro-organismes rejettent ensuite du gaz carbonique et de l'alcool. Ce dernier s'évapore au cours de la cuisson.

Quand la pâte cuit, les bulles de gaz prennent de l'expansion. Autour de 60 °C, l'amidon se gélifie: les molécules d'amidon se dissolvent partiellement dans l'eau qui baigne les granules, lesquels se dilatent et s'amollissent. Quand le pain se refroidit après la cuisson, l'amidon gélifié se solidifie et les protéines du gluten se coagulent: la pâte est devenue du pain.

Malheureusement, une fois levé, le pain commence à se rassir... Les molécules d'amidon se séparent de l'eau et se cristallisent ensemble de nouveau. Le pain devient ferme et friable. Une partie de l'eau libérée migre jusqu'à la croûte, qui perd ses propriétés croustillantes. Détail intéressant, ce processus s'accélère aux températures juste au-dessus de 0 °C. Il faut donc éviter la réfrigération des pains, même ceux qui ne comprennent pas d'agents de conservation!

Il est bien connu que l'on peut rafraîchir un pain rassis en le mettant au four: en réchauffant le pain à 60 °C ou au-dessus, l'amidon se gélifie de nouveau, si on a pris la précaution d'emballer le pain pour conserver l'eau à l'intérieur.

Quelques mots sur les toasts. Lors de la cuisson dans le grille-pain, les sucres contenus dans le pain réagissent avec les acides aminés des protéines et forment des molécules plus grosses, plus difficiles à digérer, qui donnent leur couleur brune aux rôties. Par contre, il est possible qu'un peu d'amidon se dégrade en composés plus simples, plus facilement absorbables.

Peut-être ma grand-mère a-t-elle raison lorsqu'elle dit que les toasts sont plus faciles à digérer?

LA QUESTION  
DU MOIS

## L'ÉNERGIE DES PROFONDEURS

Les tremblements de terre ont fait beaucoup de bruit ces derniers mois. Pas surprenant, car il faut beaucoup d'énergie pour mettre en mouvement l'épaisse couche terrestre ou pour expulser de la lave lors d'une éruption volcanique. D'où vient toute cette énergie qui nous fait trembler?

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 janvier 1989 est: **M. Christian St-Pierre, 2280, chemin Sainte-Foy, app. 507, Sainte-Foy (Québec), G1V 1S8** - Pour sa réponse à la question «Le flou sous-marin», cette personne recevra un exemplaire de *Histoire des sciences au Québec (une valeur de 24,95\$)*, gracieuseté des Éditions du Boréal.

**Rectificatif:** Dans le numéro de février, il s'agissait bien du tirage se rapportant à la question «Le meilleur isolant» et non «Le flou sous-marin».

## RÉPONSE

*Comment le sel fait-il fondre la glace?*

L'équilibre existant auparavant entre les phases solide et liquide est rompu par l'addition de sel. Les ions du sel se lient aux molécules d'eau présentes. Le rythme de cristallisation de ces molécules est ainsi ralenti, pendant que la vitesse de fusion de la glace reste la même. Résultat: la quantité de glace diminue et celle-ci fond. L'abaissement de la température de congélation dépend de la concentration en sel. Le chlorure de sodium (sel de table) peut abaisser la température jusqu'à -21 °C; le chlorure de calcium a le même effet jusqu'à -55 °C et est donc utilisé quand il fait très froid.

par Jean LALONDE

# La comptabilité personnelle sur micro-ordinateur

Simplifions les choses un peu et divisons le monde en trois groupes. Premièrement, il y a les gens qui, budget et états financiers en main, connaissent très bien leur situation financière. Deuxièmement, il y a ceux qui n'ont jamais établi de budget mais qui en auraient grandement besoin. Et troisièmement, il y a les chanceux qui, sans jamais faire de budget, arrivent tant bien que mal à réaliser leurs projets. Ce dernier groupe ne lira probablement cet article que par curiosité. Les deux premiers, cependant, pourront y trouver des informations intéressantes puisqu'il sera question de la comptabilité personnelle sur micro-ordinateur.

C'est la saison des rapports d'impôt. Vous savez maintenant quel a été votre revenu net en 1988. Mais où donc sont passés ces milliers de dollars? Si vous aviez noté chaque dépense à la page appropriée d'un petit carnet, vous pourriez aujourd'hui faire les totaux et mieux connaître vos habitudes de consommation. Mais tenir ce livre à jour est un travail de moine qui ne vous sourit peut-être pas. Un logiciel de comptabilité personnelle vous serait alors d'un grand secours. Conçus spécialement pour l'utilisation domestique, ces logiciels sont faciles d'usage, documentés pour l'apprentissage de la comptabilité personnelle par un néophyte, et d'un coût abordable (généralement moins de 100\$).

## PAS SORCIER, PAS CHER ET AMUSANT

En quoi un logiciel de comptabilité personnelle peut-il vous aider? Il peut calculer instantanément le revenu net qui découle de votre planification budgétaire pour les mois à venir (les revenus moins les dépenses). Il facilite l'inscription des transactions et vous donne une image exacte de votre situation financière: les soldes réels de vos comptes, cartes de crédit et emprunts, la valeur actuelle de votre maison, de votre auto, etc. Ce logiciel facilite l'analyse financière à l'aide de rapports ou de graphiques qui reflètent vos activités selon certaines catégories de dépenses ou de revenus. Enfin, il permet une meilleure planification à long terme, grâce à des outils simplifiés de calcul financier.

Il sera question ici plus particulièrement de trois programmes. Le premier, conçu pour les micro-ordinateurs IBM et les compatibles MS-DOS, s'appelle *MoneyCounts*. Il est rapide et fonctionnel, même si son interface n'a rien d'inno-

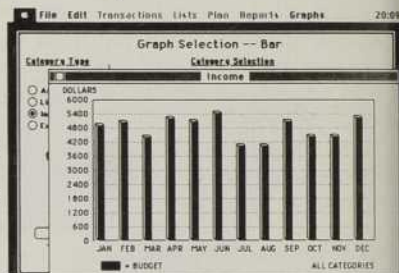
```

DATA ENTRY SCREEN
Account # 53 COMPTE CHEQUES - CHECKING ACCOUNT
** CHANGE MODE **

*: Acctg Month      : MARCH
A: Trans Date      : MARCH 3, 1989
B: Trans Number    : 23
C: Trans Amount    : 67.32 $: Trans Type : CHECK
D: Payee           : BELL CANADA
E: Account         : 832 TELEPHONE
F: Memo            : FEVRIER 89
G: Cleared (Y/N)  : N           Account Balance =

<F1> Tax Estimator <F2> Notes <F8> Accounts <F10> Fin
< <-> Last <-> Next <U> Update <=> Math <Tab> Help <
  
```

Les logiciels MoneyCount en haut et MacMoney à droite.



vateur. La documentation (en anglais seulement) est très bien faite, mais il faudra un certain temps pour assimiler des concepts nouveaux. Le produit est assez performant pour tenir une comptabilité relativement complexe: plusieurs comptes de banque, cartes de crédit, emprunts, épargne, immobilisations, etc. Le programme peut imprimer des chèques et des factures, ce qui est peu intéressant ici, étant donné que les formulaires et les montants sont en anglais. Pour se procurer *MoneyCounts*, on doit le commander directement du producteur et payer par carte de crédit ou mandat postal. À 29\$ US, c'est une aubaine!

Pour Macintosh, il y a *Quicken* (version 1.0). Ce programme, d'abord conçu pour les micro-ordinateurs IBM, connaît une grande popularité dans ce marché,

se classant souvent parmi les dix logiciels qui se vendent le mieux. Cependant, la version Macintosh m'a déçu. Il y a d'abord un défaut technique: le programme ne supporte pas les dates en français (jour/mois/année). On doit donc l'utiliser (à tout le moins dans sa version 1.0) avec un système d'exploitation américain. De plus, le programme ne peut pas gérer une comptabilité qui soit le moins élaborée, puisqu'il ne tient qu'un seul compte de banque à la fois. Cependant, *Quicken* produit de beaux graphiques et est très efficace dans l'impression des chèques (en anglais toujours). Si votre activité financière est simple, *Quicken* pour Macintosh vous conviendra.

## DES LOGICIELS ADAPTÉS À VOTRE SITUATION FINANCIÈRE

J'utilise maintenant *MacMoney*, un classique parmi les logiciels Macintosh. Un peu plus coûteux, il offre de meilleures possibilités. Tout contribue à faciliter l'entrée des transactions répétitives. Dans la plupart des cas, il ne s'agit d'écrire les éléments répétitifs qu'une seule fois. Le reste de l'année, on clique avec la souris! *MacMoney* produit des graphiques clairs et offre beaucoup de souplesse dans la sélection des rapports. Les outils de planification de ce logiciel sont fort utiles: calcul des mensualités d'un emprunt, valeur future de l'épargne et préparation des revenus de retraite.

Mais il faut bien vous dire que le logiciel, quel qu'il soit, ne fait pas tout le travail à votre place. Il ne conserve pas les factures pour vous, lorsque vous faites

## LOGICIELS DE COMPTABILITÉ PERSONNELLE

### Pour IBM et compatibles MS-DOS:

*MoneyCounts*, version 5.0, 29\$ US, Parsons Technology, commandes téléphoniques directes seulement, à (319) 395-7300.

### Pour Macintosh:

*MacMoney*, version 3.02, 169\$ CAN, 119\$ US; plus bas pris remarqué: 62\$ US, Survivor Software Ltd.

*Quicken*, version 1.0, 50\$ US; plus bas prix remarqué: 35\$ US, Intuit.

vos emplettes. Également, si vous prenez trop de retard dans l'inscription de vos transactions, le logiciel ne peut pas vous aider à vous souvenir de vos dépenses...

Ne décidez pas de tenir votre comptabilité seulement pour l'attrait que peut susciter un beau logiciel de tenue de livres. Il faut d'abord décider de tenir ses livres et de le faire avec toute la discipline requise. Ensuite, tant mieux si un outil facilite le travail en vous épargnant les tâches les plus fastidieuses.

## Télématique

# Modems et mise en attente feront meilleur ménage

Utiliser un modem est déjà assez compliqué, pourquoi y ajouter de nouvelles sources de difficultés? C'est pourtant ce qu'ont fait, sans le savoir, les usagers qui se sont prévalus du service de mise en attente offert par les compagnies de téléphone. Cette fonction permet de mettre un interlocuteur en attente lorsqu'un signal sonore indique qu'une deuxième personne tente d'appeler. Dans une conversation entre personnes, l'interruption causée par ce signal sonore est sans conséquence. Par contre, si c'est un terminal vidéotex (Minitel ou Alex) ou un modem de micro-ordinateur qui est en fonction, la coupure, si brève soit-elle, fait perdre la communication.

Si, par malheur, vous êtes à la fin du télé-chargement d'un fichier volumineux, il faudra reprendre le transfert au complet, ce qui représente une perte de temps et d'argent si la communication était interurbaine ou à péage. L'ennui, c'est qu'il est très difficile de repérer la cause de telles interruptions.

Les compagnies de téléphone ont quand même reçu des plaintes d'abonnés perspicaces et ont mis au point une procédure pour remédier à ce problème. Bell Canada vient d'annoncer la marche à suivre pour annuler provisoirement la mise en attente. Au son du timbre, avant de composer le numéro de téléphone, il faut composer \*70, sur un appareil à boutons ou 1170, sur un appareil à cadran. Après avoir composé ce code, la tonalité se fera entendre à nouveau. On pourra alors composer le numéro de télé-

RRIER COURRIER COURRIER COURRIER CO

## SYMBOLES CHIMIQUES RECHERCHÉS

Je dois écrire des formules chimiques faisant appel à des symboles inaccessibles sur le clavier standard du Macintosh. J'aimerais savoir s'il existe un logiciel permettant d'ajouter des caractères personnalisés au clavier.

Existe-t-il un logiciel de dessin spécifique à la chimie et qui rende possible le dessin de formules chimiques intégrant des formes géométriques, comme cela est courant en chimie organique?

Enfin, croyez-vous qu'on puisse prévoir, à court terme, l'arrivée sur le marché du Macintosh d'un logiciel de traitement de texte spécifique à la chimie comme *ChemText*, disponible sur IBM?

**Eddy Flamand,  
Jonquière**

*Votre première question intéressera tous les usagers du « Mac » qui souhaitent ajouter au clavier leurs propres caractères ou symboles. En fait, ce n'est pas le clavier qui doit être modifié mais plutôt la police de caractères. Celle-ci sert à dessiner les caractères à l'écran et à l'imprimante. Les deux logiciels les plus populaires permettant de créer ou de modifier vos polices de caractères sont produits par Altsys Corp. Vous le choisirez selon votre imprimante: FONTastic Plus, pour ImageWriter (prix de liste 80\$ US) et Fontographer pour LaserWriter Post-Script (400\$ US).*

### Invitation au courrier

C'est avec grand plaisir que je réponds à vos questions. Il m'est aussi agréable de recevoir vos témoignages sur votre utilisation de la micro-informatique. Partagez vos trucs et vos secrets! Écrivez-moi à *Québec Science* ou par courrier électronique sur Infopuq (code: QC10143) et CompuServe (code: 76606,671).

phone désiré, avec l'assurance que le signal sonore indésirable ne se fera pas entendre pendant la communication. Mais la fonction de mise en attente sera automatiquement réactivée pour le prochain appel.

On peut aussi suspendre la fonction de mise en attente alors qu'on est déjà en communication. Si, par exemple, on reçoit un appel et qu'on désire brancher l'ordinateur afin d'envoyer un document à l'interlocuteur, il faut mettre d'abord la personne en attente par la procédure habituelle, composer \*70 ou 1170, reve-

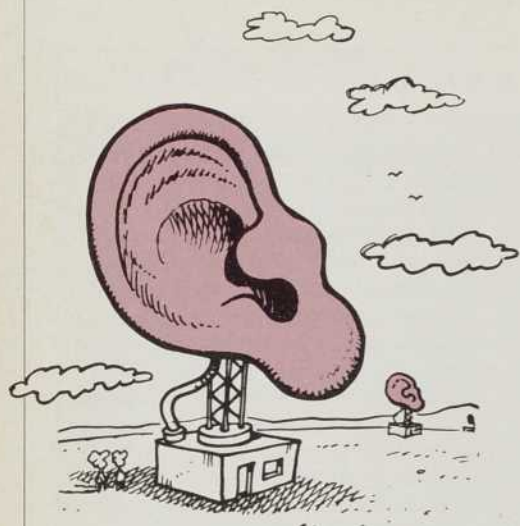
*À cause des limites qui s'appliquent à tous les micro-ordinateurs, vous ne pourrez jamais attribuer un caractère à chacune des combinaisons possibles sur le clavier du Mac. Du nombre maximal théorique de 256 caractères, il faut retrancher 32 caractères de contrôle réservés par le système et 96 caractères servant aux lettres et aux symboles de ponctuation standard. Cela vous laissera 128 cases pour les lettres accentuées (minuscules et majuscules) et vos symboles spéciaux. Vous utiliserez l'accessoire de bureau Clavier (livré avec le système) afin de trouver quelles touches produisent les caractères désirés.*

*En réponse à vos autres questions, je vous signale l'existence de quatre produits permettant de dessiner des structures chimiques. Les deux premiers sont des logiciels à utiliser conjointement avec votre traitement de texte favori. Ils permettent de copier les structures dessinées sans avoir à quitter le traitement de texte: ChemIntosh DA (295\$ US) et ChemPanion DA (149\$ US). Tous deux sont produits par SoftShell International, Ltd. (Henrietta, New York).*

*Enfin, le tandem Draw Structures for Chemists et ChemStack (80\$ chacun, de Modern graphics, Indianapolis, Illinois) vous aidera à dessiner vos structures à partir de centaines de structures prédessinées. On utilise le premier avec MacDraw, MacDraft ou Super Paint. Le second est une pile à consulter avec HyperCard.*

nir à l'interlocuteur, puis brancher les modems. Pour la suite, la mise en attente sera hors fonction et le signal sonore indiquant qu'une autre personne tente d'appeler sera inopérant.

Les codes \*70 et 1170 sont actuellement en fonction sur les territoires de Bell Canada et de plusieurs autres compagnies de téléphone en Amérique du Nord. Québec Téléphone est à mettre au point une procédure similaire. Pour des informations plus précises, il faudra communiquer avec les services à la clientèle des différentes entreprises.



## ALLÔ! C'EST TOI, ANDROMÈDE?

Depuis longtemps nous dressons l'oreille en direction des galaxies, dans l'espoir de capter un signal d'une civilisation extraterrestre. Par contre, nous n'envoyons à peu près pas de signaux à d'éventuels habitants d'autres galaxies. D'après Paul Horowitz, de l'Université Harvard, il y a de bonnes raisons à cela. D'abord, écouter coûte moins cher. Ensuite, les distances à franchir sont... astronomiques. La moindre communication demanderait des milliers d'années pour parvenir à destination (à supposer que l'on sache où l'envoyer!) Enfin, une civilisation moins avancée ne saurait pas comment nous répondre, alors qu'une civilisation plus avancée pourrait nous trouver sans qu'on la cherche...

## INVENTION ARTHRIQUE

Il y a 50 ans, Chester Carlson, qui souffrait d'arthrite, en a eu assez d'avoir à faire inlassablement, à la main, de nombreuses copies de documents, pour la firme où il travaillait, et il a tout simplement inventé le photocopieur! Dans son expérience de base, des plaques de métal, après avoir reçu une charge électrostatique, étaient exposées à la lumière et permettaient de créer des motifs qui pouvaient servir à l'impression. Ce procédé de polycopie sèche, appelé «xérogaphie», connu des débuts lents et un développement pénible: en 1948, il fallait encore 14 opérations complexes pour obtenir une copie et ce n'est qu'en 1960 que la compagnie Xerox lança le célèbre modèle 914. Aujourd'hui, alors que certains descendants de la première machine à xérogaphier ont même pénétré à l'intérieur des foyers, qui songerait encore à utiliser des papiers carbone?

## LA VOIX QU'ON VOIT

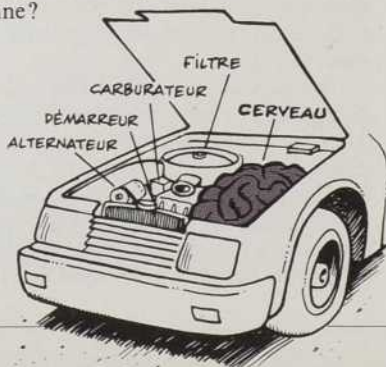
Dans environ cinq ans, les Français pourraient bien être en mesure de «donner un autre sens» au phénomène de la téléphonie. En effet, la recherche se poursuit dans ce pays afin de perfectionner le «visiophone» qui permettra de transmettre, en plus de la voix, une représentation visuelle de la personne au bout du fil à l'aide d'images animées, en couleurs, sur un canal de 64 kbit/s. De telles transmissions ont déjà été réalisées mais, pour offrir un visiophone de taille et de prix plus abordables, il faut encore améliorer l'intégration des circuits de compression du signal. Après l'ouïe et, maintenant, la vue, l'odorat sera-t-il le prochain sens touché?

## ARCHÉOLOGUE ET LOMBRIC

Le vulgaire ver de terre, malgré sa petite taille, nuit souvent à l'archéologue. Ce concurrent mélange les couches de sol et en altère la chimie. Pourtant, le lombric peut également être d'un précieux secours en indiquant au savant, par sa seule présence, le lieu d'anciennes fermes. Des chercheurs suédois ont en effet constaté que certaines espèces de vers de terre sont plus abondantes dans des sols qui ont été fertilisés et retournés, et qu'elles peuvent y demeurer des centaines d'années après la disparition des fermes. On peut maintenant se demander si c'est la concurrence du lombric qui a causé la disparition du fermier.

## L'ESSENTIEL

Des chercheurs de l'Université de Dalhousie ont réussi à perfectionner un genre de régulateur d'essence pour les voitures. L'instrument détecte d'abord le taux d'ions d'oxygène dans les gaz d'échappement, puis ajuste la quantité d'air dans le mélange, afin d'obtenir une meilleure combustion. Comme on connaît déjà le système qui permet d'enlever le pied de l'accélérateur, sur longue distance, une prochaine invention ne pourrait-elle pas faire en sorte que la voiture s'arrête automatiquement au poste d'essence avant la panne?



## LE PERROQUET QUI... PENSE

Un perroquet qui parle, qu'y a-t-il d'extraordinaire à cela? Rien, si l'on songe que, comme le chimpanzé imite, le perroquet répète machinalement ce qu'on lui a appris. Pourtant, Alex, le perroquet d'Irene Pepperberg, éthologue d'une université illinoise, non seulement parle, mais aussi pense, c'est-à-dire qu'il est capable de certaines relations mentales abstraites. À l'aide d'expériences sérieuses, la scientifique a démontré qu'Alex peut, de façon élémentaire, nommer des objets, évaluer des quantités, distinguer des couleurs, et même choisir sa récompense ou refuser de collaborer davantage. Encore un peu et ce nouveau penseur pourrait constater: «Je pense, donc je suis... un perroquet.»

## LA CELLULE SUIT LE PROGRÈS

On parle beaucoup des «virus» affectant des réseaux informatiques entiers et, pour décrire ces véritables épidémies, on fait appel au vocabulaire de la biologie. On devra maintenant rendre la politesse à cette discipline pour décrire une nouvelle découverte remettant en cause ce que l'on sait sur la structure du noyau cellulaire. Quatre savants soviétiques ont en effet découvert, dans le noyau de la cellule, une «carcasse» composée de protéines supplémentaires qu'ils ont comparée à des circuits imprimés. C'est dans ces nœuds, à l'intérieur de nos «ordinateurs vivants», que naît la vie elle-même. C'est à se demander qui imite qui!

## MENACE POUR LES BPC

On a souvent besoin de plus petit que soi et, encore une fois, un simple élément chimique s'amène à la rescousse de l'homme dans sa lutte contre les BPC. Des chercheurs britanniques ont découvert que l'agent oxydant du tétraoxyde de ruthénium pouvait, à des températures assez basses, détruire complètement les BPC. Cet élément n'en est pas à ses premiers succès dans la guerre contre les composés toxiques qui résistent aux attaques chimiques. Heureusement, car on en aura bien besoin pour «dépecer» ces BPC si menaçants.

## SANS DANGER IMMÉDIAT?

Rosalie Bertell

Les éditions de la pleine lune, Montréal, 1988, 690 pages, 29,95\$  
ISBN 2-89024-046-0

Véritable anthologie des catastrophes reliées à l'utilisation de l'énergie nucléaire, *Sans danger immédiat?* a été publié en version originale américaine en 1985, quelques mois à peine avant l'accident du réacteur nucléaire de Tchernobyl. Malgré l'horreur de ce drame, l'auteure se réjouit que cet accident ait «réveillé l'opinion publique».

Rosalie Bertell est docteure en biométrie et chercheure en hygiène de l'environnement. Elle dénonce vivement un optimisme trop répandu quant à l'avenir de la planète qui, selon elle, «cache, en fait, un cancer virulent qui gruge les forces vitales de l'atmosphère». Elle estime à 16 millions le nombre de victimes de l'industrie nucléaire et des essais d'armes atomiques, sans compter les dommages causés à l'environnement: elle parle même d'un «omnicide» à l'échelle planétaire.

Bertell présente sa conclusion après dix années de recherche: que la guerre nucléaire ait lieu ou pas, l'espèce humaine est menacée de disparition. Chiffres et détails à l'appui, elle nous fait revivre l'inquiétante aventure de l'ère nucléaire avec un souci constant de vulgarisation. Elle dénonce la vision à court terme des autorités militaires et des scientifiques dans ce domaine.

Les exemples concrets sont nombreux et tous plus pathétiques les uns que les autres: ainsi cette jeune Japonaise, victime du bombardement d'Hiroshima alors qu'elle était encore dans le ventre de sa mère, qui décida de se tuer par désespoir, ou les habitants des îles Marshall, évacués à l'occasion d'essais atomiques américains et qui, à leur retour plusieurs années plus tard, ne reconnurent ni leur île ni le paysage environ-

nant. Des annexes, articles de journaux, tableaux ou notes de service gouvernementales sont disséminés dans le texte et viennent renforcer la position de l'auteure.

L'histoire du nucléaire est courte dans le temps, mais elle est lourde de conséquences: Rosalie Bertell la dépeint sans détour. Elle propose aussi des pistes et des orientations pour modifier la tendance, et son message n'est pas sans espoir: il faut réagir et agir rapidement, tout en faisant «confiance au processus même de la vie, avec toute sa vitalité et sa créativité».

Bref, un livre passionnant qui propose une réflexion intelligente et lucide sur notre avenir à tous.

Danielle Ouellet

## SOLEILS ÉCLATÉS

Thierry Montmerle et Nicolas Prantzos

Presses CNRS, Paris, 1988, 157 pages, 68,75\$  
ISBN 2-87682-018-8

Vingt-quatre février 1987. Dans l'observatoire de Las Campanas, au Chili, l'astronome canadien Ian Shelton remarque une tache lumineuse insolite sur une photographie qu'il vient de développer. Un de ses collègues chiliens, Oscar Duhalde, lui annonce ensuite qu'il a repéré à l'œil nu une «nouvelle» étoile dans le Grand Nuage de Magellan. Rapidement, les astronomes comprennent ce qui se passe. Une étoile gigantesque a explosé à 156 000 années-lumière de la Terre. Elle est devenue une supernova, un des phénomènes les plus spectaculaires de l'Univers. Nommée simplement SN1987A (la première (A) supernova (SN) de 1987), elle est la première visible à l'œil nu depuis celle aperçue par Kepler, en 1604 et celle vue par Tycho

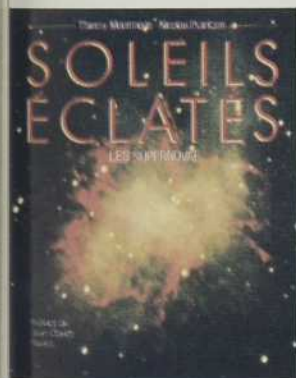
Brahé, en 1572. Pas étonnant qu'elle ait fait la manchette des journaux.

Dans *Soleils éclatés*, T. Montmerle et N. Prantzos nous racontent l'histoire de SN1987A, qui permet aux astronomes de confronter leurs théories, mais aussi l'histoire de ces grandes étoiles qui meurent dans une explosion d'une puissance inimaginable. Dans un style agréable, ils parviennent à captiver le lecteur dès les premières lignes. Justement parce qu'ils ont choisi de nous raconter une histoire et non pas simplement de rédiger une encyclopédie sur les supernovæ.

Le contenu est dans l'ensemble bien vulgarisé et même très bien, compte tenu de la difficulté évidente de rendre compréhensibles les incroyables phé-

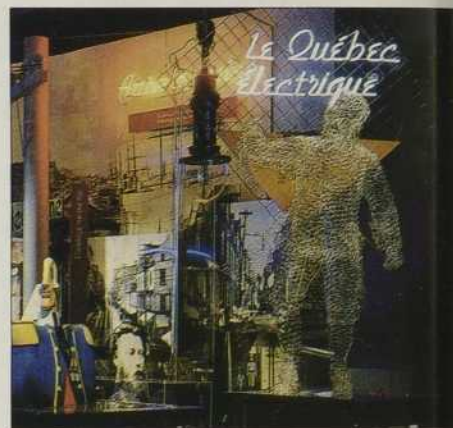
nomènes célestes. On y apprend comment l'apparition des supernovæ et des novæ a bouleversé l'astronomie. Les auteurs nous expliquent aussi les enseignements tirés de l'étude de l'évolution des étoiles. L'ouvrage compte aussi de très belles illustrations et des photographies saisissantes. Il faut dire que l'astronomie se prête bien à l'exercice. En somme, un beau livre qui permettra sans doute à «ceux qui regardent vers le haut» de mieux comprendre ce qui se passe au cœur des étoiles.

Gilles Drouin



### LA SCIENCE AU MUSÉE (Yvon Larose)

Dans une série d'articles, Yvon Larose brosera un tableau de la présence de la science dans les musées québécois. Il sera question, dans ce premier article, de l'exposition *Québec électrique* qui se tient au Musée de la civilisation, à Québec. Puis, nous irons à Montréal, visiter la Salle des découvertes de l'école Westmount Park où le concept d'interaction est à l'honneur.



### UN NOUVEL ÉLAN POUR LES MINES (Raymond Lemieux)

Particulièrement forte au début des années 80, la crise dans le domaine minier s'est maintenant estompée. Le goût du risque et de l'exploration est revenu, en même temps que s'implante l'innovation technologique. Raymond Lemieux décrira les plus récents développements dans l'industrie minière: nouvelles méthodes d'exploration, robotisation et transformation des déchets.

### DE MAGNIFIQUES ESPACES À EXPLORER (Élaine Hémond)

Au Québec, trois territoires naturels — et exceptionnels — font partie du réseau du Service canadien des parcs: Mingan, Forillon et de la Mauricie. Élaine Hémond les a explorés et nous invite à notre tour à les découvrir ou... à les redécouvrir. Il sera également question des moyens mis en œuvre pour réaliser les objectifs d'éducation et de récréation du public.



## Un camp d'été « petits débrouillards »

FILLES  
GARÇONS

Dans les Laurentides, à **Arundel**, pour les jeunes de 9 à 12 ans.

Expériences du professeur Scientifix, excursions et activités en sciences de la nature, jeux, baignade, chants, musique et feux de camp.



- 1<sup>er</sup> camp: 2 au 8 juillet
- 2<sup>e</sup> camp: 9 au 15 juillet
- 3<sup>e</sup> camp: 16 au 22 juillet
- 4<sup>e</sup> camp: 23 au 29 juillet
- 5<sup>e</sup> camp: 30 juillet au 5 août
- 6<sup>e</sup> camp: 6 au 12 août



Séjour d'une semaine ou plus.

Prix: 55\$ pour l'inscription et 235\$/semaine.

*Demande le feuillet d'inscription:*

**Centre Écologique d'Arundel**  
Route rurale n° 1,  
Arundel (Québec)  
J0T 1A0

☎ (819) 687-9611 (soir)

## QUÉBEC SCIENCE NATURE

Une série conçue expressément pour le botaniste *en herbe*. Dans chacun des albums, près d'une cinquantaine d'espèces que l'on retrouve dans l'Est du Canada sont décrites et soigneusement illustrées. De plus, un espace suffisamment grand pour coller les spécimens récoltés a été prévu. On y explique aussi la manière de cueillir, faire sécher et monter les spécimens, le tout complété par une brève étude de morphologie végétale.

Trois albums pour apprécier la nature :

### L'HERBIER QUÉBÉCOIS

Estelle Lacoursière  
et Pierre Leduc  
1982, ISBN 2-920073-22-2  
27,5 x 38 cm, 104 pages, **13,95 \$**

### L'HERBIER MÉDICINAL

Daniel Fortin, Estelle Lacoursière  
et Pierre Leduc  
1983, ISBN 2-920073-28-1  
27,5 x 38 cm, 120 pages, **14,95 \$**

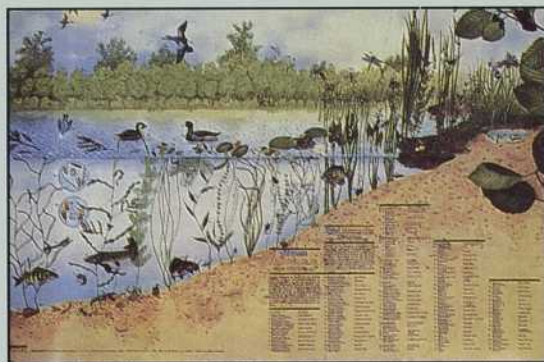
### L'ARBRIER QUÉBÉCOIS

Estelle Lacoursière  
et Pierre Leduc  
1981, ISBN 2-920073-17-6  
27,5 x 38 cm, 64 pages, **8,95 \$**

### L'ÉTANG, UN MILIEU DE VIE

Une superbe gravure doublée d'un véritable cours de sciences naturelles. Il suffit en effet de l'observer durant quelques secondes pour s'imprégner du foisonnement de vie qui s'y déroule : en tout, 88 espèces animales et végétales y sont représentées, ainsi que l'évolution du cycle de vie de certaines d'entre elles. Une innovation pédagogique d'importance.

Estelle Lacoursière et Claire Tremblay-Aubé  
1981, ISBN 2-920073-19-2  
format 66 x 92 cm, standard: **9,95 \$**



## LA COLLECTION DES PETITS DÉBROUILLARDS

Conçue pour les jeunes de 7 à 14 ans, cette collection leur permet de découvrir et de mieux comprendre le monde qui les entoure tout en s'amusant. Que ce soit par le biais des expériences scientifiques que l'on retrouve dans *Le petit débrouillard*, 66 nouvelles expériences et *Encore des expériences!*, ou avec des livres comme *Les voyages fantastiques de Globulo* qui nous amène à l'intérieur du corps humain et *Jardinez avec le professeur Scientifix*, une initiation à la botanique, les jeunes accompagnés par les sympathiques personnages créés par Jacques Goldstyn n'en finiront plus de s'amuser en s'instruisant. Et si, par surcroît, la cuisine, la nutrition et l'élevage des animaux de compagnie les attirent, c'est dans *l'Animalerie* et *Les petits marmitons* qu'ils trouveront toutes les réponses à leurs interrogations sur ces sujets.

### LE PETIT DÉBROUILLARD

prof. Scientifix  
1981, 128 pages, **8,95 \$**

### JARDINEZ AVEC LE PROFESSEUR SCIENTIFIX

H. Beauchamp Richards,  
R. Richards  
1982, 148 pages, **9,95 \$**

### ENCORE DES EXPÉRIENCES

prof. Scientifix, B. Larocque  
1985, 120 pages, **9,95 \$**

### LES VOYAGES FANTASTIQUES DE GLOBULO

J. Beaulieu  
1982, 104 pages, **8,95 \$**

### LES PETITS MARMITONS

H. Beauchamp Richards  
1987, 96 pages, **9,95 \$**

### 66 NOUVELLES EXPÉRIENCES POUR LES PETITS DÉBROUILLARDS

prof. Scientifix  
1983, 144 pages, **12,95 \$**

### L'ANIMALERIE DES PETITS DÉBROUILLARDS

R. Richards  
1986, 96 pages, **8,95 \$**

Ces livres sont disponibles dans les librairies.

Pour les régions non desservies, commander aux **PRESSES DE L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC**,  
C.P. 250, Sillery, Québec G1T 2R1 Téléphone: (418) 657-3551, poste 2860

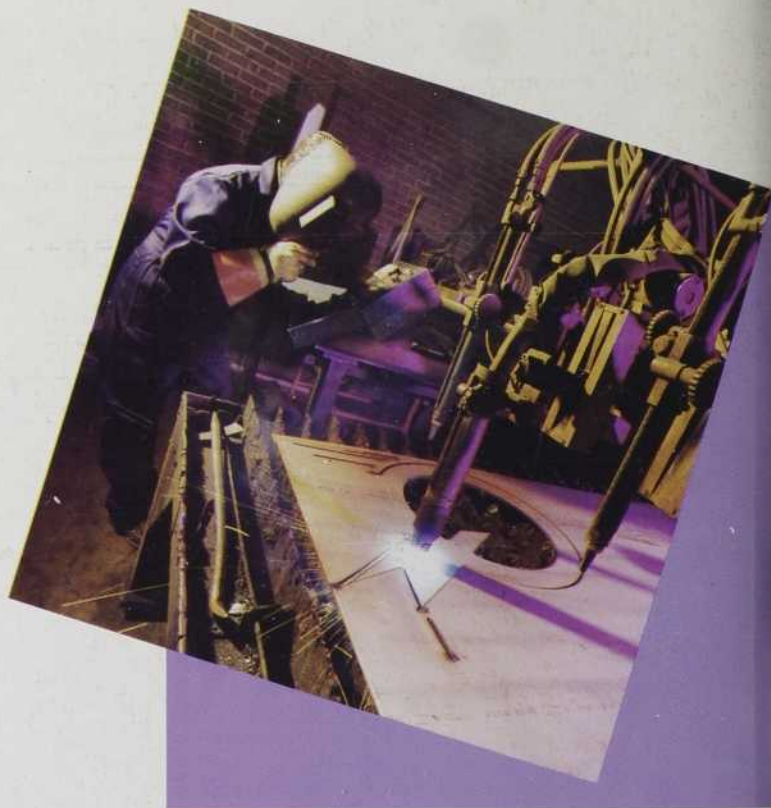
# Implantation des électrotechnologies: Une aide financière et technique offerte à votre entreprise

**S**i vous êtes administrateur d'une entreprise d'extraction ou de fabrication, vous pouvez peut-être profiter de la phase II du Programme d'aide à l'implantation des électrotechnologies. En effet, Hydro-Québec offre :

1. une aide technique gratuite pour déterminer les procédés qui peuvent être améliorés par une électrotechnologie ;
2. une aide financière pour effectuer les études d'avant-projet et de faisabilité ;
3. une aide financière pour réaliser le projet ;
4. une aide au financement, à l'intention des PME.

Les électrotechnologies constituent un moyen efficace de réduire vos coûts de production, d'augmenter la productivité de votre entreprise, d'améliorer le contrôle de la qualité et d'accroître la sécurité de vos installations.

Pour obtenir plus de renseignements, communiquez avec le service de la Clientèle (dont le numéro de téléphone paraît sur votre facture) et demandez la brochure intitulée **Programme d'aide à l'implantation des électrotechnologies (phase II)**. Ce programme s'applique aussi bien aux entreprises existantes qu'à celles qui sont à l'état de projet.



*Les électrotechnologies,  
pour mieux  
maîtriser l'énergie*

**L'ÉLECTRIFICITÉ**

