

QUEBEC SCIENCE

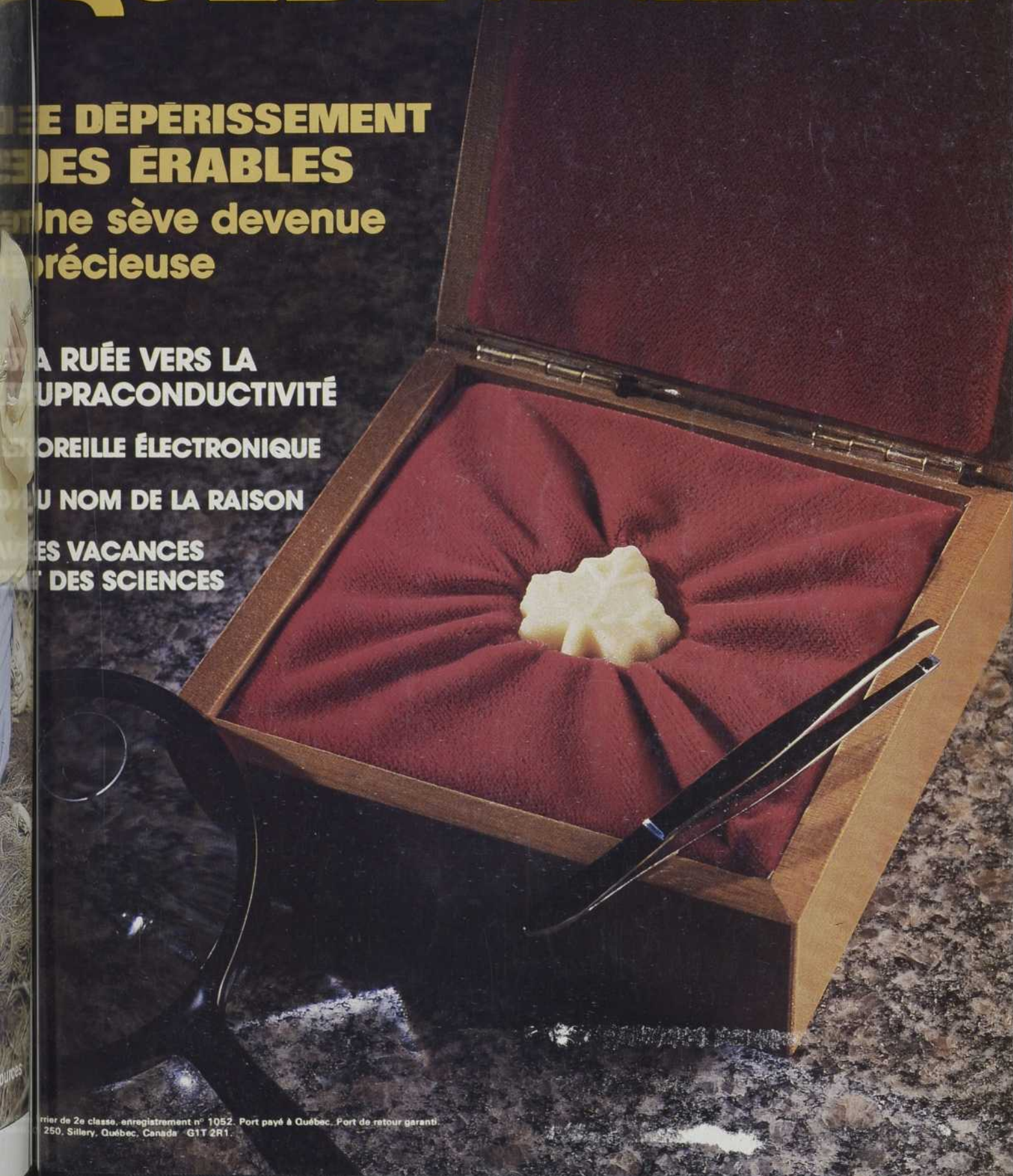
**LE DÉPÉRISSEMENT
DES ÉRABLES**
Une sève devenue
précieuse

**LA RUÉE VERS LA
SUPRACONDUCTIVITÉ**

OREILLE ÉLECTRONIQUE

UN NOM DE LA RAISON

**LES VACANCES
DES SCIENCES**



ÉTALEZ VOTRE SCIENCE

Tout organisme à but non lucratif s'intéressant à la culture scientifique et technique au Québec (par exemple: vulgarisation, loisir, animation et muséologie scientifiques, sensibilisation et initiation à des connaissances et à des pratiques scientifiques et techniques) peut présenter un projet dans le cadre du

PROGRAMME DE SOUTIEN AUX ACTIVITÉS DE DIFFUSION DE LA CULTURE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

Il est à noter qu'au volet général s'ajoute, cette année encore, le volet «Femme, science et technologie» destiné à soutenir financièrement des projets s'adressant à la clientèle féminine.

Par ce programme, le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science veut apporter un appui financier à des projets visant à accroître la diffusion des connaissances scientifiques et techniques.

Les dates limites de présentation des projets, qui doivent avoir une durée de six à douze mois et bénéficier de l'appui du milieu, sont les suivantes:

Volet général: 10 juin 1988

Volet «Femme, science et technologie»: 8 septembre 1988

Pour obtenir le(s) formulaire(s) de demande et pour tout renseignement supplémentaire, s'adresser à:

Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science

Direction du développement scientifique

1000, route de l'Église, 5^e étage

Sainte-Foy (Québec)

G1V 3V9

Tél.: (418) 643-3008



Gouvernement du Québec
Ministère de l'Enseignement supérieur
et de la Science

Québec 

ARTICLES

- 18 Un sucre au goût acide**
Agressé de toutes parts, l'érable dépérit. Si les symptômes sont connus, les causes demeurent obscures.
 Par Gilles Parent et Jean Lebrun

- 24 La ruée vers la supraconductivité**
Les chercheurs canadiens participent aussi à la course effrénée aux matériaux supraconducteurs.
 Par Jean-Guy Rens

- 30 L'oreille électronique**
Véritable merveille technologique, l'implant cochléaire permet à certains sourds de réentendre.
 Par Yvon Larose

- 34 Au nom de la raison**
Les sceptiques de tous les pays s'unissent pour combattre les croyances naïves et sans fondements qui font de plus en plus d'adeptes.
 Par Lucie Pagé

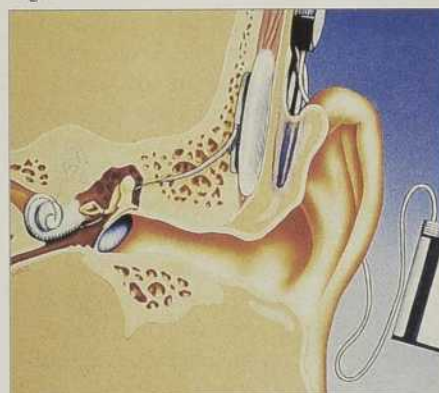
- 40 Des vacances et des sciences**
Cet été, des camps originaux, des stages sur mesure invitent jeunes et adultes à se familiariser avec les sciences.
 Par Élane Hémond



Page 18



Page 24



Page 30



Page 40

CHRONIQUES

- 6 POUR OU CONTRE?**
La politique sauvera-t-elle nos érablières?
 Par André P. Plamondon
- 9 INTERVIEW**
Benoît Mandelbrot: des «poubelles de la science» à la reconnaissance internationale
 Propos recueillis par Danielle Ouellet
- 13 ACTUALITÉ**
 Par l'Agence Science-Press
Un laser femtoseconde au Québec
Danger: construction
Opérer autrement
- 45 LA DIMENSION CACHÉE**
La sève qui lève
 Par Raynald Pepin
- 46 DES SCIENCES À LOISIR**
Les Cercles des Jeunes Naturalistes
 Par Denis Gilbert

5 ENTRE LES LIGNES

7 COURRIER

47 LU POUR VOUS
Le Huitième jour de la création
Qu'est-ce que la science?

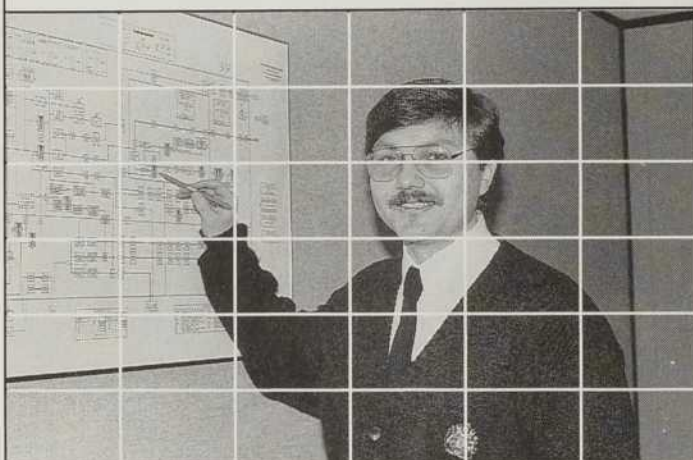
49 EN VRAC

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.
 Téléc: 051-31623
 Dépôt légal: Bibliothèque nationale du Québec
 Deuxième trimestre 1988, ISSN-0021-6127
 Répertoire dans Point de repère
 © Copyright 1988 QUÉBEC SCIENCE
 PRESSES DE L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

INRS

TÉLÉCOMMUNICATIONS



Jacques Bissinger, maîtrise en Télécommunications, INRS, 1987

Une semaine après avoir obtenu sa maîtrise à INRS-Télécommunications, Jacques Bissinger était engagé à Ottawa comme ingénieur des systèmes, par Microtel Pacific Research, le centre de recherche et de développement de British Columbia Telephone.

« Ce que je fais, c'est de la macro-ingénierie. Dans mon équipe, nous planifions l'évolution du réseau de British Columbia Telephone. »

« Ma maîtrise à l'INRS-Télécommunications a été un gros atout pour l'obtention de ce poste. Par une première expérience de travail à Recherche Bell-Northern, j'avais déjà une formation en conception

des systèmes d'exploitation de réseaux. Le programme de maîtrise de l'INRS-Télécommunications m'a permis d'être vraiment à la pointe des connaissances sur les technologies de traitement de la parole et des images. »

La recherche de pointe à l'INRS-Télécommunications

- ☐ Réseaux de télécommunications
- ☐ Logiciels des communications
- ☐ Traitement des signaux numériques
- ☐ Télévision numérique
- ☐ Synthèse et reconnaissance de la parole

Renseignements :

Tél. : Québec (418) 654-2500
Montréal (514) 765-7844

L'INRS

LE SCEAU DE QUALITÉ

EN RECHERCHE ORIENTÉE



Université du Québec
Institut national de la recherche scientifique

QUÉBEC SCIENCE

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

Tél.: (418) 657-3551 — Abonnements: poste 2854

Rédaction: SCIENCE-IMPACT: (418) 831-0790

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

Recherches iconographiques

Ève-Lucie Bourque

Collaborateurs

Jean-Marc Carpentier, Claire Chabot,
Gilles Drouin, Claude Forand, François Goulet,
Michel Groulx, Fabien Gruhier,
Huguette Guilhaumon, Elaine Hémond,
Madeleine Huberdeau, Claude Lafleur,
Yvon Larose, Claude Marcell, Félix Maltais,
Danielle Ouellet, Gilles Provost,
Fernand Seguin, René Vézina.

PRODUCTION

Conception graphique

Richard Hodgson

Typographie

Raymond Robitaille

Photo couverture

Alain Vézina

Séparation de couleurs et photogravure

Gravel Photographeur Inc.

Impression

Interweb inc.

PUBLICITÉ

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):	25,00\$
Spécial: (2 ans/22 nos):	44,00\$
Groupe: (1 an/11 nos):	23,00\$
(10 ex. à la même adresse)	
À l'unité	2,95\$
À l'étranger: Régulier: (1 an/11 nos):	35,00\$
Spécial: (2 ans/22 nos):	61,00\$
À l'unité:	3,50\$

Pour abonnement ou changement d'adresse:

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



Entre les lignes

N'est-il pas curieux que des croyances superstitieuses puissent encore trouver preneurs dans nos sociétés occidentales soi-disant avancées et bénéficiant des retombées réelles et tangibles de la pensée rationnelle et de l'approche scientifique depuis plusieurs générations?

Le phénomène est pourtant réel. Pensée magique et pensée rationnelle s'affrontent toujours. Notre collaboratrice, Lucie Pagé, opposant astrologie et astronomie, la qualifie de «guerre des étoiles» dans l'article qu'elle a écrit sur les «fausses sciences» et, surtout, sur les sceptiques qui les dénoncent au nom de la rationalité.

Il ne s'agit pas, bien sûr, de faire montre d'intolérance. Bien des chemins conduisent à la vérité et l'humanité est encore loin de la connaissance absolue. Cependant, il n'est pas nécessaire de recourir à une boule de cristal pour formuler l'hypothèse d'un lien possible entre les pluies acides et le dépérissement des érables et, par conséquent, de la fin prochaine du sucre et du sirop qu'on en tire, sans parler des splendeurs d'automne que nous leur devons. Gilles Parent et Jean Lebrun ont préparé un dossier des plus complets sur la question. Par ailleurs, nous avons demandé au doyen de la Faculté de foresterie de l'Université Laval, M. André Plamondon, d'éclairer notre opinion sur ce problème aux conséquences incalculables.

Avec la supraconductivité, science et parascience semblent se rejoindre. Mais en apparence seulement. Car, entre la lévitation à la Uri Geller et celle d'un train (sans parler de la lévitation de la sève des arbres dont parle Raynald Pepin dans La dimension cachée), il y a tout un monde de différence. Un monde qui repose sur les bonnes vieilles lois de la physique, comme nous le montre Jean-Guy Rens dans le tour d'horizon complet qu'il a effectué de la recherche sur la supraconductivité au Canada et au Québec.

La télépathie, non plus, n'a rien à voir (ou à entendre!) avec l'implant cochléaire, cette merveille technologique qui permet désormais à certains malentendants de recouvrer l'ouïe et que nous décrit Yvon Larose.

Quant aux jeunes, qu'il s'agisse ou non de génies en herbe, un séjour dans les camps scientifiques qu'Élaine Hémond a visités leur évitera sûrement de recourir à la «pensée magique» pour expliquer des phénomènes aussi naturels que la photosynthèse et l'origine des étoiles. À moins qu'ils ne suivent la suggestion de Denis Gilbert, dans la chronique Des sciences à loisir, et s'inscrivent aux Cercles des Jeunes Naturalistes.

Les chemins qui mènent à la connaissance sont multiples et, le plus souvent, imprévisibles. C'est le cas, certainement, de la géométrie fractale que Benoît Mandelbrot a élaborée pour représenter des objets de dimension, par exemple, de 1,3. Danielle Ouellet l'a interviewé.

En fait, la réalité révélée par la science dépasse de loin tout ce qu'on pourrait imaginer, me faisait un jour remarquer Fernand Seguin en affirmant n'avoir jamais lu de roman de science-fiction. Il avait bien raison, lui, l'auteur du «Roman de la science» que la maladie hélas! contraint à suspendre temporairement son dialogue mensuel avec les lecteurs de Québec Science. À très bientôt, souhaitons-le vivement!

Jean-Marc Gagnon

La politique sauvera-t-elle nos érablières?

par André P. Plamondon

Le dépérissement des érablières atteint des proportions inquiétantes voire alarmantes dans plusieurs cas. Les érables sont affectés à divers degrés dans toute leur aire de distribution. Même les sites les plus riches peuvent être affligés par des carences nutritives dans leur sols. La situation est encore plus critique lorsque l'on se rend compte que les résineux commencent à montrer des déficiences, notamment dans les Appalaches.

Les précipitations acides causées par la pollution atmosphérique sont pointées comme les coupables du dépérissement des érablières. La solution, du moins à long terme, paraît alors simple; il suffit de réduire les émissions. La difficulté réside dans le fait que plus de 50% des polluants proviennent des États-Unis et que l'industrie américaine ne désire pas réagir à la situation. Elle se replie sur l'absence de preuve formelle liant le dépérissement à la pollution atmosphérique pour plaider «non coupable». Or, la preuve formelle qui sert d'alibi aux Américains, doit établir scientifiquement une relation entre les polluants émis et leurs effets sur l'activité physiologique de l'arbre conduisant au dépérissement. L'équipe du Dr Bernier de la Faculté de foresterie et de géodésie de l'Université Laval a récemment découvert des carences en phosphore résultant de l'acidification d'un certain sol. Ces carences, c'est bien connu, réduisent la vitalité des arbres. Est-ce suffisant comme preuve ou poussera-t-on le ridicule en demandant de prouver



Claude Moller / Centre de foresterie des Laurentides

que les éléments acidifiants sur le type de sol en question proviennent d'outre-frontière? C'est pourquoi la solution à court terme est dans les mains des politiciens plutôt que dans les résultats scientifiques. À moyen terme, les découvertes de la recherche serviront, non seulement à culpabiliser les pluies acides mais surtout à formuler les meilleures propositions de gestion des forêts vu l'état alarmant de la situation. Pour résoudre ce problème complexe dont l'enjeu économique est de taille, la recherche doit être intensifiée.

AVANT TOUT, UNE QUESTION POLITIQUE

Il convient de se demander quels sont les éléments, faute de preuve formelle, qui peuvent appuyer nos demandes pour réduire les émissions du côté américain. Plusieurs scientifiques, dont un botaniste du Vermont, reconnaissent que des causes naturelles ne peuvent seules expliquer le phénomène du dépérissement. La mortalité de la végétation par

pollution atmosphérique près des sources d'émission est reconnue et admise. Que ce soit en Scandinavie ou en Amérique du Nord, on reconnaît les pluies acides comme la cause de l'acidification et de la mort de milliers de lacs. Cette pollution tombe aussi sur la forêt avec le danger réel de causer une dégradation progressive de l'écosystème. Le gros bon sens nous amène donc à considérer la pollution atmosphérique comme la responsable du dépérissement des érablières et à appuyer nos politiciens en conséquence.

Et si l'on se trompait sur le coupable du dépérissement? On se rendrait tout de même service, car le milieu médical considère que la pollution de l'air est responsable de diverses maladies qui causent une mort prématurée chez de nombreux individus. La détérioration rapide des édifices et des monuments historiques est aussi attribuée aux précipitations acides.

Les États-Unis comme les autres pays industrialisés ont adopté, au cours des vingt dernières années, de nombreuses mesures pour assurer la protection de l'environnement. Les Américains ont décrié la contamination des mers, le déboisement en Amazonie, la chasse à la baleine pour ne citer que quelques exemples. Quel est donc l'enjeu qui retarde la réduction des émissions des polluants, au point que la forêt canadienne en souffre?

André P. Plamondon est doyen de la Faculté de foresterie et de géodésie de l'Université Laval.

LA DESTRUCTION DE L'OZONE

J'ai lu l'article très intéressant de Gilles Drouin intitulé: «À la rescousse de l'ozone» et paru dans le *Québec Science* de janvier dernier. Ce compte rendu de la Conférence de Montréal de l'automne dernier résume bien les arguments mis de l'avant concernant l'évolution appréhendée de la couche d'ozone.

Cependant, je note dans cet article quelques points qui devront être développés plus à fond pour que la thèse sous-jacente, la destruction de l'ozone par divers polluants, devienne acceptable.

Un premier point: le procédé invoqué pour la création ou le maintien de la couche d'ozone fait abstraction de l'énergie requise pour la formation de l'ozone à partir de l'oxygène. D'où provient cette énergie?

Un deuxième point: étant donné les tonnes de poussières et autres saletés expédiées dans l'atmosphère par les éruptions volcaniques au cours des siècles, toute trace d'ozone devrait être disparue de l'atmosphère depuis longtemps. Il y aurait donc eu un renouvellement de la couche d'ozone par un procédé quelconque. L'efficacité du procédé serait amoindrie par les seuls produits artificiels et non par les gaz volcaniques...

Un troisième point: la diffusion atmosphérique, comme la figure de la page 32 l'indique, assure la présence dans la couche gazeuse de la planète de toute molécule produite en surface. La diffusion à travers la couche turbulente de la troposphère est très rapide — tout passager d'avion a pu noter le développement vertical de certains orages, dépassant les 10 000 m et contenant des courants ascendants très énergiques. Dans la stratosphère, la diffusion atmosphérique ralentirait, la diffusion moléculaire deve-

nant prépondérante. Si on admet le processus pour les halons et autres CFC, il faut bien l'admettre pour l'échappement des moteurs d'avions subsoniques ou supersoniques, pour celui des automobiles, pour les cheminées, les volcans, etc. Il n'y avait donc pas lieu d'incriminer les seuls avions supersoniques.

Un quatrième point: la diffusion est un transport de masse qui se produit d'une zone de grande concentration vers une zone de concentration plus faible. Il faut donc admettre que la concentration de tout produit classé comme dangereux pour l'ozone est beaucoup plus forte en surface qu'en altitude. Alors comment expliquer l'existence d'ozone à la surface et ce, même lorsqu'on a des conditions polluantes reconnues? En fait, la quantité d'ozone dans l'air est utilisée couramment comme mesure de la pollution atmosphérique.

Les études sur l'ozone, que l'on traite comme une espèce en péril, ont débuté à la fin des années 60, avec l'arrivée des premiers avions supersoniques civils et après que le gouvernement américain ait cessé de supporter le développement de tels appareils aux États-Unis (s'agit-il d'une coïncidence?). Auparavant, on enseignait que l'ozone naissait du bombardement de molécules d'oxygène par le rayonnement solaire, y compris les ultraviolets! Cette théorie simpliste avait le mérite d'expliquer:

- la provenance de l'énergie servant à former la molécule d'ozone,
- le renouvellement continu de la couche d'ozone,
- la formation d'ozone en présence de polluants — une réaction photochimique des rayons ultraviolets sur les oxydes d'azote produirait l'ozone.

Cette théorie expliquait aussi pourquoi la couche d'ozone devient plus faible aux pôles: la radiation solaire y étant

moins élevée, il en va de même pour la quantité d'ozone produite. Enfin, d'après cette théorie, l'existence de la couche d'ozone serait un sous-produit de l'absorption des rayonnements ultraviolets et autres par la haute atmosphère.

Cette théorie aurait modifié sérieusement les conclusions de la Conférence de Montréal, si on en avait tenu compte (bien que l'idée de limiter la quantité de «saloperies» éjectées dans l'atmosphère me soit, somme toute, très sympathique).

Les travaux qui ont été faits sur le sujet, depuis les années 60 ont contribué à une plus grande connaissance de l'atmosphère et des phénomènes qui s'y passent. Cependant, on peut regretter qu'un traitement alarmiste de la question ait amené nombre de scientifiques à adopter un a priori qui limite l'horizon.

**J. E. Laframboise, ingénieur
Outremont**

UN MAGAZINE DE QUALITÉ

Je suis une abonnée fidèle, qui vous lit depuis quelques années, et je suis encore aussi satisfaite qu'au jour où j'ai fait connaissance avec *Québec Science*. J'aime la qualité de votre magazine, sa belle présentation et la variété des sujets traités. Continuez votre beau et bon travail.

J'aimerais cependant vous faire la suggestion suivante: une chronique régulière sur la médecine, qui nous informerait des technologies, des recherches en cours et de leurs résultats. Par exemple, un sujet par mois serait traité en profondeur, dans un langage pas trop technique ni spécialisé.

**Béatrice Leblond
Sherbrooke**



CONSEIL DE DÉVELOPPEMENT DU LOISIR SCIENTIFIQUE

Depuis vingt ans
au service des jeunes scientifiques!

4545, av. Pierre-de-Coubertin
C.P. 1000, Succursale M
Montréal, (Québec)
H1V 3R2
Tél.: (514) 252-3027

LES TREMBLEMENTS DE TERRE AU CANADA

Dans les documents historiques du Canada, le journal de Jacques Cartier fait mention pour la première fois d'un tremblement de terre important. Celui-ci s'est probablement produit vers 1534 près de La Malbaie, soit à environ 100 km en aval de Québec. Toutefois, les légendes des Amérindiens de la côte ouest semblent faire allusion à des tremblements de terre qui seraient survenus bien avant cela, ce qui confirme le fait que des séismes se produisent régulièrement dans certaines régions du Canada.

Au cours de ce siècle, il y a eu huit tremblements de terre de magnitude 7 ou 8 au Canada. Dans l'Est, une secousse sismique de magnitude 7 est survenue en 1925, près de La Malbaie, dans la vallée du Saint-Laurent. Elle a été ressentie jusqu'au Mississippi à l'Ouest et jusqu'en Virginie au Sud. Bien que personne n'ait été tué ou blessé, la plupart des cheminées ont été détruites dans la zone épiscopale immédiate et de nombreux bâtiments en pierre ont été endommagés au point d'être irréparables. La grande cheminée en pierre de l'église de Rivière-Ouelle a défoncé le toit en tombant et les tuyaux de l'orgue ont été projetés dans la nef. Ce tremblement de terre a causé des dommages considérables à Québec, à Trois-Rivières et à Shawinigan.

En 1929, seulement quatre ans plus tard, un tremblement de terre sous-marin de magnitude 7,2 s'est produit sous les Grands Bancs, au sud de Terre-Neuve. Il a causé un glissement de terrain sous-marin qui a brisé 12 câbles transatlantiques en 28 endroits différents et créé une vague sismique (tsunami) qui a entraîné la noyade de 27 personnes. La vague d'une hauteur de 5 m a frappé la côte sud de la péninsule Burin, balayé des maisons sur son passage et causé des dommages d'une valeur estimative d'un million de dollars. De tous les tremblements de terre enregistrés au Canada, il s'agit là de celui qui a causé le plus grand nombre de pertes de vie.

Sur la côte ouest, des tremblements de terre de magnitude 7 sont survenus dans l'île de Vancouver, en 1918, et au large de celle-ci, en 1929. Le séisme de magnitude 7,3 qui s'est produit en 1946 près de la côte est de l'île de Vancouver est l'un de ceux sur lesquels on est le mieux documenté. À 10 h le dimanche 23 juin, une secousse sismique a été ressentie dans presque toute l'île de Vancouver et partout dans les régions de Vancouver et du Lower Mainland. Il y a eu des glissements de terrain, de la maçonnerie s'est brisée et des cheminées sont tombées sous l'effet des secousses. Dans des magasins et des maisons, des objets sont tombés des tablettes.

Le plus important tremblement de terre enregistré au Canada avait une magnitude de 8,1; il est survenu au large des îles de la Reine-Charlotte en 1949. Toutefois, du fait que les îles sont peu peuplées, il n'y a pas eu beaucoup de dommages. En 1970, un séisme de magnitude 7,4 s'est produit exactement au sud des îles. Il se situait cependant

trop loin au large pour causer quelque dommage que ce soit. De même, on n'a enregistré aucun dommage consécutivement à une secousse tellurique de magnitude 7,2 qui a secoué, en 1979, une région éloignée, située de part et d'autre de la frontière entre l'Alaska et le Yukon.

L'une des **répercussions les plus spectaculaires** de tremblements de terre récents au Canada remonte au 5 octobre 1985. Un séisme de magnitude 6,6, qui s'est produit près de la rivière North Nahanni, dans les Territoires du Nord-Ouest, a provoqué une immense avalanche de pierres qui a déplacé, estime-t-on, de 5 à 7 millions de mètres cubes de roche. Un demi-kilomètre carré de roche s'est détaché d'un flanc de montagne, des arbres et des blocs de roche de la taille d'une automobile ont glissé sur 1,5 km dans une vallée étroite. Heureusement, la région était inhabitée.

Bien que le Canada ait jusqu'à maintenant échappé à un désastre majeur, il est sans cesse, depuis longtemps, le siège de tremblements de terre. D'autre part, une bonne partie de sa population vit maintenant dans des zones sismiques. Une carte des secousses sismiques enregistrées au Canada montre qu'elles surviennent principalement dans quatre régions:

- sur la côte ouest, aux environs de Victoria et de Vancouver, au large du nord de l'île de Vancouver et dans les îles de la Reine-Charlotte et la péninsule de l'Alaska jusqu'à la partie sud du Yukon;
- dans la vallée du Mackenzie (Territoires du Nord-Ouest), particulièrement dans les monts Mackenzie et les chaînons Richardson;
- dans les îles de l'Arctique et le long de la côte nord-est de l'île de la baie de Baffin;
- dans les vallées de l'Outaouais et du Saint-Laurent, au Nouveau-Brunswick et au sud de Terre-Neuve.

Mieux connaître la **cause de ces tremblements de terre** est l'un des objectifs de la Commission géologique du Canada. De la façon la plus générale qui soit, on pourrait dire que les tremblements de terre sont dus à des forces continues qui remodelent lentement la surface de la Terre au cours de son évolution géologique.

En connaissant l'origine des forces génératrices de tremblements de terre au Canada, la Commission géologique peut prévoir de façon plus exacte leur importance, leur emplacement et leur fréquence.

Cette connaissance est mise à profit lorsqu'il s'agit de prévoir les risques de tremblements de terre, de même que de concevoir des bâtiments et des structures qui soient sûrs et sécuritaires.



Energie, Mines et
Ressources Canada

L'Hon. Marcel Masse,
Ministre

Energy, Mines and
Resources Canada

Hon. Marcel Masse,
Minister

Canada

BENOÎT MANDELBROT: des « poubelles de la science » à la reconnaissance internationale

Propos recueillis
par Danielle OUELLET

L'enthousiasme et l'imagination de Benoît Mandelbrot ont étonné le monde scientifique en 1975, à l'occasion de la publication d'un ouvrage mathématique audacieux: Les objets fractals.

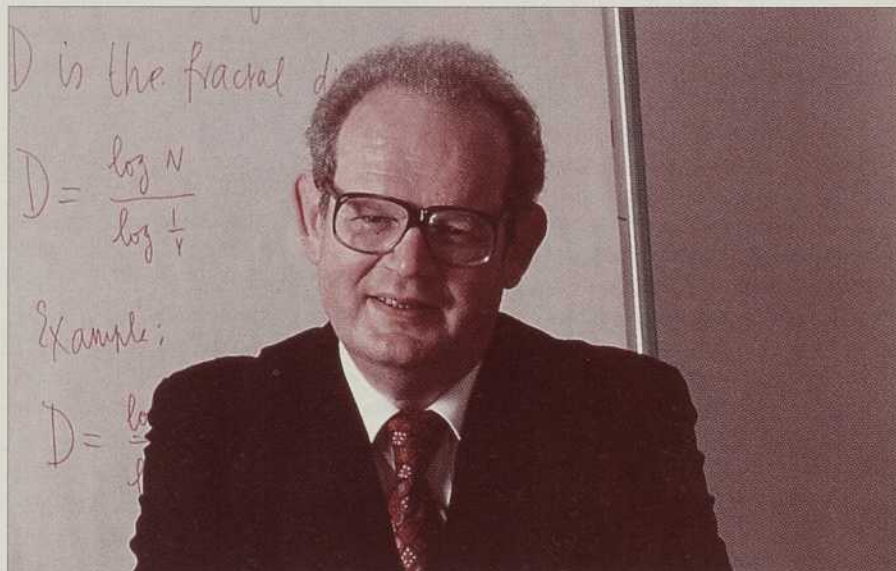
L'invention d'une théorie mathématique n'apporte pas toujours une reconnaissance immédiate à son auteur. Le « père des fractales » le sait bien, lui qui a dû patienter plusieurs années avant de voir ses pairs reconnaître ses idées à leur juste valeur. Aujourd'hui, les physiciens ne peuvent plus ignorer sa théorie: les fractales ont acquis leurs lettres de noblesse.

À Montréal, l'École Polytechnique a même décrété 1987-1988 l'année des fractales et, depuis octobre dernier, on y présente une conférence par semaine sur le sujet.

Benoît Mandelbrot, âgé de 63 ans, a accepté de quitter sa retraite new-yorkaise pour affronter, le temps d'une courte journée, la neige et le froid montréalais.

Québec Science — Benoît Mandelbrot, en 1985, dix ans après votre première publication importante sur les fractales, l'Académie nationale des sciences des États-Unis, conjointement avec l'Université Columbia, vous décernait une médaille particulièrement prestigieuse, la médaille Barnard.

Benoît Mandelbrot — Cette médaille est tellement rare que, moi-même, je ne la connaissais pas lorsque l'on m'a annoncé qu'elle m'était décernée.



Benoît Mandelbrot, mathématicien français. Il a élaboré la théorie de la géométrie fractale.

L'ami qui m'a apporté la nouvelle m'a dit que je ferais mieux de m'asseoir pour lire la liste de mes prédécesseurs. Ce que j'ai fait... et j'ai lu les noms de Röntgen, Rutherford, Heisenberg, Bragg, Einstein!

Cela m'a coupé le souffle. Décernée tous les cinq ans seulement, la médaille Barnard a pendant longtemps été réservée aux physiciens et, le recrutement devenant difficile, on l'a aussi offerte à des astronomes, puis à des cas spéciaux, qui n'entrent pas dans les normes. Je crois que c'est mon cas.

Q. S. — En quoi consiste la théorie des fractales?

B. M. — La géométrie fractale propose l'idée de dimension fractionnaire ou non entière. Nous sommes habitués à penser que nous vivons dans un monde à trois dimensions

spatiales et, depuis Einstein, nous voyons le temps comme la quatrième dimension. On peut aussi voir certains objets de la nature comme des objets de dimension 1,3 ou 1,7, par exemple. Ce sont des objets qui ne seraient pas suffisamment bien représentés par une courbe de dimension 1 et trop bien par une surface de dimension 2. (Voir à ce sujet *Québec Science*, mars 1980.) De tels objets (on a même parlé de « monstres » mathématiques) étaient connus des mathématiciens classiques, mais on les considérait comme des curiosités sans intérêt.

Q. S. — Vous avez donc construit une théorie mathématique de ces « monstres » que vous avez appelés objets fractals. Qu'est-ce qui fait que depuis quelques années la théorie des fractales suscite un si grand intérêt dans le monde scientifique?

B. M. — La géométrie fractale doit bien peu aux mathématiques de ce siècle, rien à leur maniérisme, bien sûr, ce qui contribue d'ailleurs à expliquer le succès des fractales, et peu à leur substance, ce qui donne beaucoup de travail aux fractalistes. Elle n'est pas la fille des mathématiques de ce siècle, mais plutôt sa sœur, car elle est aussi bel et bien issue des constructions géniales des plus grands mathématiciens, comme Cantor, Peano, Koch, Lebesgue et Sierpinski. D'autre part, les physiciens y trouvent de plus en plus de modèles pour expliquer des phénomènes.

Q. S. — Souvent plusieurs savants arrivent aux mêmes résultats presque au même moment. Cela ne s'est pas produit dans le cas des fractales?

B. M. — Non, pas au début, du moins. Ce phénomène était absent de la géométrie fractale parce que cette théorie était complètement nouvelle. Il n'est apparu qu'en 1982: à mesure que les mathématiciens ou les physiciens sont devenus familiers avec l'idée, les travaux se sont multipliés et on assiste maintenant à la convergence des idées dans ce domaine aussi. Depuis 1985, la découverte simultanée de résultats sur les fractales est devenue un phénomène général. C'est cela qui est passionnant.

Q. S. — Vous avez dit un jour que vous aviez trouvé vos idées dans les «poubelles de la science». Qu'est-ce que vous entendez par là?

B. M. — (Rires.) J'avais un oncle mathématicien qui a été très important dans ma vie. Il s'intéressait aux mathématiques pures et aux sciences. Il était très traditionaliste. Très timide, il refusait de s'aventurer hors des mathématiques classiques, nobles et monumentales. C'était pour lui une chose épouvantable que de s'intéresser à un sujet qui n'avait pas déjà été exploré et déclaré «bon». Un jour, en 1951, je suis arrivé chez lui alors qu'il venait de jeter à la poubelle des travaux qu'un de ses amis d'Amérique lui avait fait parvenir.

*«Au début des années 70,
on a souvent
refusé de publier
mes premiers travaux
sur les objets fractals.»*

Il m'a dit que j'étais le genre d'homme que cela pouvait intéresser et, de sa part, ce n'était pas du tout un compliment. Il a donc sorti les papiers chiffonnés de sa poubelle et c'est à partir de cet article, dont l'auteur était considéré par plusieurs comme fou à lier, que j'ai commencé des recherches en linguistique-mathématique, plus précisément sur la distribution des fréquences des mots. Plus tard, grâce à la lecture d'un texte tiré d'une œuvre posthume d'un excentrique anglais, écrit que l'on s'apprêtait à faire disparaître à jamais, j'ai profondément modifié mon travail, le faisant passer d'un aspect pure-

ment analytique à un aspect géométrique.

Q. S. — Vous n'avez pas suivi une trajectoire très conventionnelle comme mathématicien?

B. M. — J'ai touché à plusieurs domaines: la linguistique, l'économie, le génie. Cela m'a nui auprès de mes collègues, dans certains cas. Les gens d'une même discipline sont toujours fiers, au départ, lorsqu'un spécialiste d'un autre domaine s'intéresse à ce qu'ils font; mais lorsque celui-là va même jusqu'à leur en montrer, alors c'est différent, ils n'apprécient pas. J'ai aussi été apprenti ajusteur de chemins de fer, éleveur de chevaux, j'ai fait toutes sortes de métiers qui n'avaient aucun rapport avec mes plans d'avenir.

Q. S. — Quels étaient vos plans d'avenir?

B. M. — Mon oncle m'a beaucoup influencé, en ce sens que j'ai voulu

UN CHERCHEUR ORIGINAL

Né en Pologne, le 20 novembre 1924, de parents lithuaniens, Benoît Mandelbrot quitte Varsovie très jeune pour la France. Il grandit en Corrèze où il apprend le français et survit aux épreuves de la guerre.

Il obtient son diplôme d'ingénieur de l'École Polytechnique de Paris, à l'âge de 25 ans, avant de s'exiler pour deux ans aux États-Unis, où il réussit une maîtrise en génie aéronautique au Californian Institute of Technology. De retour à Paris, il complète un doctorat en mathématiques à la Faculté des sciences de Paris. Au même moment, il occupe divers postes de recherches au Centre national de la recherche scientifique, avant de devenir maître de conférences d'analyse mathématique à l'École polytechnique.

En 1958, Benoît Mandelbrot a presque 35 ans et il s'inquiète de ne pas avoir encore réalisé son rêve d'apporter une contribution originale à un domaine de la connaissance. Il accepte alors une offre du centre de recherches d'I.B.M. dans l'état de New York,

espérant qu'un changement de lieu et d'ambiance le stimulera dans ses recherches. L'avenir lui donnera raison. L'élaboration de la théorie géométrique des fractales s'est effectuée chez I.B.M.

Au début des années 70, alors qu'il est âgé d'une cinquantaine d'années, le germe d'une idée qu'il avait eue plusieurs années auparavant a pu fleurir, grâce notamment aux ordinateurs, et donner naissance à la géométrie fractale: «La preuve, affirme le chercheur, qu'il n'est pas essentiel d'être jeune pour faire des découvertes importantes».

Ses principales publications sur la géométrie fractale attirent sur lui l'attention des communautés scientifiques internationales et suscitent de nouvelles approches en physique et en mathématiques. *Les objets fractals*, publié pour la première fois en 1975, a été traduit en italien, en espagnol et en hongrois, tandis que *The Fractal Geometry of Nature*, en 1982, est maintenant disponible en allemand et en japonais.

devenir l'inverse de ce qu'il était. Un jour il m'a demandé: «Si tu n'aimes pas travailler dans des domaines bien établis où tu marches sur les traces du maître, qu'est-ce que tu voudrais faire?» Alors je lui ai répondu que j'aimerais trouver un domaine de la connaissance — pas seulement de la science — où je serais le premier. Ce domaine pourrait être tout à fait insignifiant, mais je tenais à y être premier. J'avais lu plusieurs livres d'histoire des sciences et j'avais été très impressionné par la description que l'on y faisait de cette espèce d'exaltation que l'on a quand on est premier dans quelque domaine que ce soit, même petit. C'était très romantique. Mon oncle m'a répondu: «Tu n'as pas de chance, cela a déjà été fait... par Kepler.» Je n'ai pas trouvé cela très gentil et j'ai réagi en m'opposant davantage. Ma décision était prise, j'allais devenir le Kepler d'un domaine, même peu important, là où je pourrais mettre de l'ordre dans un monde inconnu.

Q. S. — Comment les idées vous viennent-elles?

B. M. — Lorsque j'étais jeune, je lisais extrêmement vite et beaucoup, tout ce qui me tombait sous la main. J'oubliais l'inutile et retenais l'essentiel. Il m'arrive aussi souvent, encore aujourd'hui, de trouver l'inspiration dans une lecture sur un sujet totalement différent. Un livre n'est jamais entièrement mauvais, on y trouve des perles. J'aime les vieux livres, je les trouve partout, pour un dollar, parfois, dans les sous-sols d'église.

Q. S. — L'histoire, c'est important pour le chercheur que vous êtes?

B. M. — C'est essentiel. C'est une combinaison de passion et d'éducation. Je suis né en Pologne, où l'histoire et la géographie ne sont pas des choses théoriques comme c'est le cas ailleurs, mais font partie de la vie quotidienne. L'histoire régissait notre vie d'enfant. Je trouve important que la science garde ce sentiment de l'histoire, ce sentiment de sa continuité. L'histoire est la source de la noblesse de la science. Un retour constant aux



Heinz-Otto Peitgen et Peter H. Richter / Springer-Verlag

La théorie des objets fractals suppose beaucoup de dessins, souvent spectaculaires comme ce bonhomme de neige qui est la représentation graphique d'une suite d'opérations mathématiques.

problèmes d'autrefois est essentiel pour garder à la science sa santé intellectuelle. Pour moi, savoir que je travaille dans un domaine où des gens aussi extraordinaires que Poincaré, Klein ou Aristote ont vu des choses intéressantes, reste une source de grande satisfaction personnelle.

Q. S. — Vous semblez être une personne qui s'intéresse aux objets, vous voyez les choses d'une manière très concrète.

B. M. — Je suis très visuel. Si on me donne un numéro de téléphone, je ne peux pas le retenir, à moins de l'écrire et de le lire. Je ne retiens pas un nom. Je ne retiens que ce que je vois. Je suis un cas extrême de mémoire visuelle.

Q. S. — C'est de cette manière que vous pensez vos découvertes, comme dans le cas des fractales?

B. M. — Oui, en les voyant. La théorie des fractales suppose beaucoup de dessins, souvent très spectaculaires. Comme je ne fais pas de programmation, mes assistants me montrent des dessins que je corrige sur papier. Je leur suggère telle ou telle modification en pensant que cela devrait donner quelque chose

d'intéressant. Lorsque l'on me demande d'expliquer mes suggestions, j'en suis incapable. C'est une question d'intuition, de nez. J'ai des idées et elles fonctionnent. Cela m'inquiète parfois; il y a un mystère là-dedans.

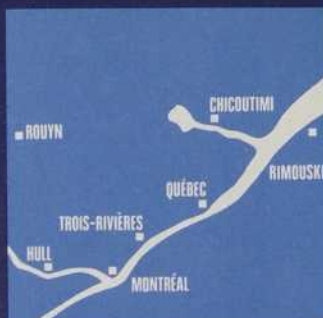
Q. S. — Vous utilisez donc énormément le dessin, contrairement aux mathématiciens traditionnels qui privilégient les concepts et les formules. Est-ce que cela ne vous a pas causé des problèmes à l'occasion?

B. M. — Cela a été très pénible. Au début des années 70, on a souvent refusé de publier mes premiers travaux sur les fractales. Je n'ai jamais été persécuté, moi, comme individu, mais le problème de base est que chaque revue est écrite pour un public très précis, un public qui s'attend à un certain style, à une certaine forme. L'art d'écrire un article scientifique est un art difficile. Et, comme en sciences les bons dessinateurs sont rares, on n'avait donc pas développé l'habitude de dessiner. Les articles sont souvent des longs calculs sans fin. Je faisais aussi de la philosophie, ce qui était très mal vu et, pis encore, faire des dessins était considéré comme épouvantable. Or, moi qui pense visuellement, j'étais très malheureux. Les ordinateurs modernes ont réglé une bonne partie du problème.

Q. S. — Cela prend beaucoup de persévérance et de ténacité pour continuer malgré les oppositions?

B. M. — Être perdu au milieu du désert et n'avoir personne à qui parler, aucun point de repère pour juger de la qualité de ce que l'on fait, personne pour vous encourager ou pour vous mettre en garde, tout cela est d'un inconfort épouvantable. Il manque ce contrôle social essentiel, essentiel pour moi. Si au stade actuel, par exemple, j'avais été privé des diverses médailles que j'ai eues, je serais très malheureux. À un certain moment, il faut bien que je récolte. Il y a des médailles que j'ai eues pour des choses que j'ai faites, il y a 30 ans: ils ont mis un sacré temps. □

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

par l'Agence Science-Press

Un laser femtoseconde au Québec

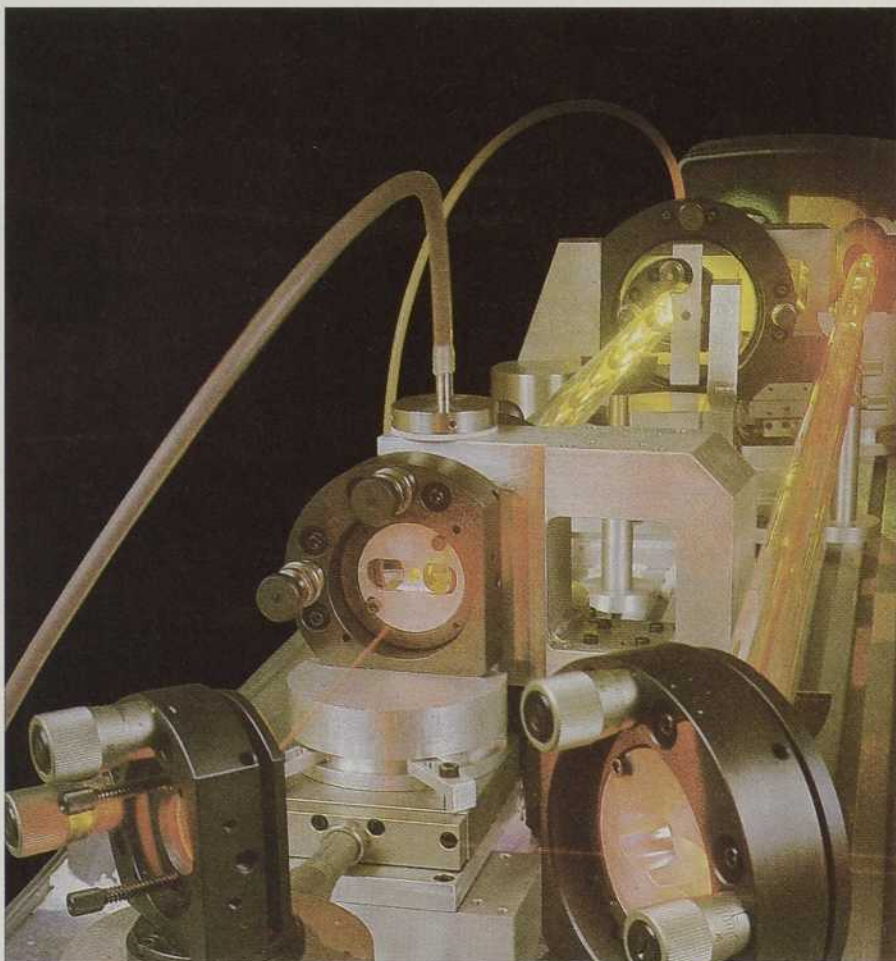
Le Dr Daniel Houde, professeur à la Faculté de médecine de l'Université de Sherbrooke, s'est vu accorder récemment une importante subvention pour doter le Département de médecine nucléaire et de radiobiologie du premier laser femtoseconde au Québec.

Ce laser ultrarapide fait partie d'une nouvelle famille de lasers capables de produire de puissantes impulsions lumineuses extrêmement courtes. Cet outil de recherche offre des possibilités incroyables, tant en physique qu'en biologie et en chimie.

Une femtoseconde représente 10^{-15} secondes. Autrement dit, il y a autant de femtosecondes dans une seconde, que de secondes dans 33 millions d'années. En 100 femtosecondes, la lumière, championne de vitesse toutes catégories, ne franchit que 30 microns, soit à peu près l'épaisseur d'un cheveu.

De nombreux phénomènes chimiques, physiques et biologiques sont engendrés en quelques femtosecondes ou ne durent que quelques femtosecondes, par exemple, la photosynthèse, qui permet aux plantes de transformer l'énergie solaire en énergie chimique. Le principal obstacle à l'étude de ce processus fondamental de la vie a été, jusqu'à maintenant, le manque d'instruments permettant d'observer des changements moléculaires de très courte durée.

Autant le microscope a permis de décupler nos connaissances sur les cellules et les micro-organismes, autant les lasers ultrarapides nous permettront d'en apprendre davantage sur les grosses molécules, comme la chlorophylle et l'hémoglobine, qui sont à la base respectivement de la photosynthèse et de la respiration. Une meilleure compréhension de ces phénomènes pourrait mener à des applications technologiques très importantes. On pense notamment à



Issu de la famille des lasers ultrarapides, le premier laser femtoseconde à vocation biologique au Canada fera bientôt son entrée à la Faculté de médecine de l'Université de Sherbrooke. Ci-dessus, le laser femtoseconde de l'École polytechnique de Paris (Palaiseau).

des capteurs solaires dix fois plus efficaces que les capteurs actuels ou à de nouveaux traitements contre le cancer.

L'été dernier, le Conseil de recherche médicale du Canada (CRM) accordait au Dr Houde et au Centre hospitalier de l'Université de Sherbrooke (où est située la Faculté

de médecine), une subvention de 850 000 \$, étalée sur trois ans, pour construire un laser ultrarapide et l'utiliser à des fins de recherche en biologie et en médecine.

Le CRM a, jusqu'à ce jour, subventionné la création de centres d'excellence comme le Groupe de recherche en science des radiations,

qui fait partie du Département de médecine nucléaire et de radiobiologie du CHUS. Le Conseil a aussi décidé que le nouveau laboratoire de spectroscopie ultrarapide serait implanté en marge de ce centre d'excellence.

Passionné d'optique-laser, le Dr Houde a de quoi être fier, puisque non seulement il a obtenu l'une des plus importantes subventions individuelles décernées par le CRM, mais aussi parce qu'il dotera le Canada de son premier laser femtoseconde à vocation biologique et fera de la Faculté de médecine de l'Université de Sherbrooke la première au monde à être équipée d'un tel instrument.

Il existe déjà d'autres lasers femtosecondes au Canada, mais leur vocation est principalement la recherche en physique et en chimie. La plus grande particularité du laser de Sherbrooke est d'opérer de l'ultraviolet (UV) jusqu'à l'infrarouge (IR). En biologie, on étudie beaucoup les effets des rayons ultraviolets parce qu'ils sont plus facilement absorbés par la matière organique.

Les projets du Dr Houde comprennent notamment l'étude du transfert d'électrons intramoléculaires. De nombreuses protéines ont pour fonction le transfert des électrons (protéines de la chaîne respiratoire, de la photosynthèse, etc.). Une meilleure compréhension de ces processus vitaux présente un grand intérêt.

D'autres utilisations, allant de l'étude des états excités d'espèces chimiques intermédiaires (complexes activés) à l'interaction de l'ADN avec le milieu ambiant, sont envisagées.

À peine a-t-il fini les plans de ce projet que le Dr Houde pense déjà aux phases ultérieures de sa recherche. Il prévoit ajouter des « bras » à son laser pour permettre à d'autres équipes de son département et peut-être même des autres départements, d'y effectuer des recherches dans des domaines différents. L'étude des phénomènes ultrarapides a en effet l'intéressante particularité de réunir biologistes, physiciens et chimistes.

Richard Plamondon



Danger: construction

Plus que tout autre métier, la construction démolit son homme. Un accident de travail dans la construction entraîne la mise au rancart du travailleur pour 41 jours en moyenne, contre 25 jours pour un employé manuel des autres secteurs. Chaque année, la Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec (CSST) indemnise entre 10 000 et 12 000 accidentés dans le secteur de la construction, qui compte 82 600 salariés. Ces accidents coûtent cher aux entreprises, qui doivent payer l'un des taux de cotisation les plus élevés à la CSST, soit 7 \$ par 100 \$ de masse salariale.

Madeleine Bourdouxhe et Danièle Champoux, de l'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (IRSST), ont voulu connaître les circonstances de ces accidents. Durant une période de sept mois, elles ont rencontré 357 accidentés. Cette enquête leur a permis d'identifier neuf scénarios au cours desquels se produisent la majorité des accidents.

L'encombrement du chantier, la mauvaise organisation du travail et les retards dans les échéanciers sont la cause de nombreux types d'accidents, comme les heurts (les accidents les plus nombreux, soit 19 % des cas) et les efforts excessifs (18 % des cas). « La culture macho qui

Chaque année, entre 10 000 et 12 000 travailleurs québécois reçoivent des indemnités pour des accidents subis sur les chantiers de construction.

prévaut dans la construction est également responsable d'un certain nombre d'accidents comme ceux qui sont dus à des efforts excessifs », souligne Danièle Champoux, citant l'exemple d'un homme de quarante ans qui s'est donné un tour de rein en soulevant un tuyau de fonte pour le déposer dans une tranchée : « À vingt ans, il faisait cet effort sans problème mais, justement, son problème c'est qu'il n'a plus vingt ans ! Ce travailleur aurait pu aller chercher un cric pour soulever le tuyau, mais l'appareil était à l'autre bout du chantier et on était en retard dans l'échéancier. »

Certaines des observations des deux chercheuses de l'IRSST sont surprenantes. Par exemple, les principales victimes de chute ne sont pas les couvreurs mais plutôt les électriciens, tandis que les victimes de brûlures ne sont pas les électriciens mais les... couvreurs ! « Les chutes se produisent lorsqu'il est impossible d'installer un garde-corps ou d'attacher le travailleur », explique Madeleine Bourdouxhe.

Certains des problèmes reconnus devraient faire l'objet de recherches

plus approfondies. Ainsi, un tiers des victimes de coupures aux mains portaient des gants. Non seulement les gants semblent-ils peu efficaces, mais la plupart des travailleurs les trouvent inadaptés à leur tâche. Il en est de même pour les lunettes de protection, qu'on porte peu et qu'on perçoit souvent comme inefficaces, voire nuisibles.

Pour donner suite aux travaux de Madeleine Bourdouxhe et Danièle Champoux, syndicats et employeurs devront s'entendre sur les axes futurs de la recherche. «Il faut qu'ils comprennent que la prévention est payante et qu'elle pourrait, éventuellement, diminuer le taux de cotisation», soutient Madeleine Bourdouxhe.

Éric Devlin

LES EXPO-SCIENCES VOUS ATTENDENT

Du 28 avril au 1er mai prochain, l'Aréna Saint-Donat, à Montréal, abritera la dixième expo-sciences panquébécoise. Cette exposition regroupe les 80 meilleurs projets présentés par des jeunes scientifiques dans le cadre des expo-sciences locales et régionales qui ont lieu un peu plus tôt en avril.

Les expo-sciences sont des événements publics offrant aux jeunes, principalement âgés de 12 à 20 ans, l'occasion de présenter au public un projet réalisé dans le cadre d'activités de loisir scientifique. L'an dernier, près de 1 000 jeunes avaient participé à l'une des 17 expo-sciences locales.

De plus en plus axées sur la communication avec le public, les expo-sciences sont des occasions privilégiées d'établir un contact facile avec la science et la technologie et d'échanger avec des jeunes qui comptent parmi les plus dynamiques de leur génération.

Les expo-sciences existent au Québec depuis plus de 25 ans. La panquébécoise, elle, aura dix ans ce mois-ci.

Opérer autrement

Rolland Prud'Homme n'est pas un «opéré du cœur» comme les autres. C'est en effet armé d'un laser qu'en décembre dernier des médecins de l'Institut de cardiologie de l'Université d'Ottawa ont «débouché» les artères coronaires encrassées de ce Québécois de 40 ans. Cette première mondiale a été réalisée grâce à un appareillage mis au point par une équipe du Conseil national de recherches du Canada et par la firme ontarienne Lumonics. Le succès total de cette intervention — M. Prud'Homme se sent aujourd'hui «en pleine forme» — fait dire aux experts que la chirurgie cardiovasculaire au laser se généralisera.

La maladie coronarienne est responsable, à elle seule, du tiers des décès en Amérique du Nord. Causée par l'accumulation de matières grasses, de calcium et de cellules dégénérées dans les vaisseaux sanguins qui mènent au cœur, elle se manifeste

d'abord par une douleur ressentie au moment de l'effort: c'est l'angine de poitrine. Si elle n'est pas traitée, elle peut évoluer vers l'infarctus du myocarde.

Il existe une panoplie de traitements pour cette maladie. On peut gratter la paroi de l'artère avec de petites spatules pour en enlever les dépôts, ou effectuer un pontage, c'est-à-dire greffer au-dessus du segment obstrué de l'artère un bout d'artère saine prélevé ailleurs. À ces méthodes s'est récemment ajoutée la dilatation coronarienne, qui consiste à insérer dans l'artère malade un petit ballon que l'on gonfle.

Mais toutes ces techniques ont leurs inconvénients: le «grattage» risque d'endommager les artères; le pontage ne peut être effectué quand les lésions sont trop étendues; et, souvent, l'artère est trop obstruée pour que la dilatation coronarienne puisse être pratiquée.



Première mondiale, à l'Institut de cardiologie de l'Université d'Ottawa: les artères coronaires obstruées par l'accumulation de matières grasses ont été débloquées lors d'une intervention où l'on a utilisé un laser à excimères. Ici le Dr Rod Taylor, physicien du CNRC préparant le laser avant l'opération.

Le laser à excimères mis au point par les chercheurs du CNRC n'a aucun de ces inconvénients. Déjà utilisé dans certaines spécialités médicales, (notamment en ophtalmologie), ce type de laser émet des impulsions, très brèves mais intenses, de lumière ultraviolette. Ces rayons sont dirigés avec une grande précision, grâce à une fibre optique, vers les dépôts à éliminer. Sous l'effet de la lumière laser, les plaques d'athérosclérose se volatilisent littéralement.

Le laser à excimères doit son utilité à ses impulsions très brèves, qui ne produisent aucune chaleur et ne risquent donc pas de brûler les tissus sains ou de coaguler le sang. Les dépôts atteints se vaporisent sans laisser de débris.

Toutefois, comme l'explique Rod Taylor, physicien au CNRC, «les impulsions émises par le laser ne doivent pas être trop courtes, cela aurait aussi pour effet d'endommager la paroi de l'artère. C'est pourquoi nous avons mis au point un laser qui émet des impulsions plus longues qu'aucun des autres lasers à excimères existants.» Ces flashes «de longue durée», qui sont le résultat de dix ans de recherches, ne durent tout de même qu'un millionième de seconde!

L'opération réalisée par le Dr Wilbert Keon a été effectuée à cœur ouvert. Mais l'objectif ultime du CNRC et de la firme Lumonics est un système qui permettra d'opérer «à cœur fermé», sans intervention chirurgicale. «La fibre optique acheminant le rayon laser, prévoit le Dr Taylor, sera disposée dans un cathéter; celui-ci pourrait être inséré dans l'artère fémorale, située dans la cuisse, d'où il glisserait jusqu'au cœur.»

Qui pourra bénéficier de ce type d'intervention? «Pour l'instant, répond le Dr Keon, seuls les malades dont les artères sont complètement obstruées et ne peuvent pas être traitées autrement. Mais, si les résultats continuent d'être aussi positifs, le laser pourrait peu à peu remplacer les techniques traditionnelles.»

Michel Groulx

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



Offre spéciale *

Je désire souscrire un abonnement d'un an (11 nos) à la Recherche au tarif de 36 dollars canadiens au lieu de 46,75 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.

A.M.I.A.
ATELIER MOBILE
D'INITIATION À L'ASTRONOMIE

L'A.M.I.A. inc. est une compagnie qui présente des ateliers-spectacles sur l'astronomie dans le réseau scolaire et culturel à travers le Québec.

Nous sommes à la recherche: d'un(e) animateur(trice).

Tâches principales:

- Animer des ateliers-spectacles sur l'astronomie auprès du réseau scolaire.
- Manipuler les consoles de son et d'éclairage ainsi que les accessoires pour les effets spéciaux.

Qualifications:

- Avoir fait des études et/ou avoir de l'expérience en animation auprès des jeunes.
- Avoir des connaissances de base en astronomie.
- Avoir son automobile et la possibilité de se déplacer.

Traitement:

Le salaire variera selon les qualifications et l'expérience.

Votre curriculum vitae devra nous parvenir avant le 30 avril 1988.

C.P. 863, BROWNSBURG (QUÉBEC) JOV 1A0 • TÉL.: (514) 562-7437

IL PLEUT À MOURIR



ACIDOC

Banque d'information sur les précipitations acides



Acidoc, une bibliographie internationale bilingue (français/anglais) couvrant tous les aspects de cette forme de pollution atmosphérique. De plus, à votre disposition gratuitement, l'ensemble des études scientifiques du Ministère sur les précipitations acides.

Bureau d'information Québec - New York
3900, rue Marly, Sainte-Foy (Québec)
G1X 4E4
(418) 644-3284



Gouvernement du Québec
Ministère de
l'Environnement

Québec

UN SUCRE AU GOÛT ACIDE

Année après année, les érables dépérissent. De nombreux agresseurs leur font la vie dure. Mais, que se passe-t-il vraiment?

par Gilles PARENT et Jean LEBRUN



Canada sera-t-il la risée du monde, vers l'an 2025, avec son drapeau unifolié devenu

le symbole par excellence des dommages causés par la pollution? Au rythme où dépérissent les érables, la question mérite sûrement d'être posée. En septembre dernier, Louis Roy, un acériculteur de Sainte-Cécile-de-Whitton, a tout simplement «mis la hache» — en fait, la tronçonneuse mécanique — dans son érablière, en présence du ministre de l'Environnement du Québec et d'un groupe de députés, journalistes et représentants de l'Union des producteurs agricoles du Québec (UPA) et de l'Association québécoise de lutte contre les pluies acides (AQLPA). La raison? Il a perdu plus de 50 % de ses 7 000 entailles au cours des cinq dernières années.

M. Roy n'est malheureusement pas le seul à voir ses érables dépérir. L'UPA n'hésite pas à parler d'un délai maximum de sept ans, après quoi il faudra dire adieu au sirop d'érable, et soutient que 80 % des érablières du Québec sont endommagées. La situation serait particulièrement alarmante dans l'Estrie, la Beauce et les Bois-Francs, où se

retrouvent 65 % des quelque 11 500 producteurs de la province. En se basant sur un sondage récent, l'UPA affirme que 700 000 nouvelles entailles ont été perdues en 1986-1987. Ces pertes s'ajoutent aux deux millions d'entailles perdues entre 1981 et 1985. L'an dernier, seulement 1 % des acériculteurs considéraient leur érablière comme saine. Ce pourcentage était de 42 % en 1981.

AGRESSEURS, COMPLICES ET ALIBIS

Le dépérissement des érables constitue une énigme, car les causes de ce phénomène sont mal connues. Les agresseurs et leurs complices semblent nombreux, et plusieurs ont d'excellents alibis.

D'abord, le suspect numéro un : la pollution atmosphérique, et plus particulièrement les pluies acides. «Il y a une certaine concordance entre les régions touchées en premier et celles qui reçoivent les dépôts acides les plus importants», précise Gilles Gagnon, du Service de la recherche appliquée du ministère de l'Énergie et des Ressources (MER). Mais voilà, certaines régions d'Europe connaissent aussi un dépérissement marqué sans avoir été touchées par

l'anhydride sulfureux, principale composante des pluies acides.

Ensuite, il y a la nature, plus précisément les conditions climatiques. Depuis 1981, une suite de brusques changements de température, d'hivers sans neige et de sécheresses auraient imposé aux arbres un stress jusqu'alors inconnu. Mais, là encore, il y a des endroits où ces variations ont été presque normales et où l'on constate néanmoins un dépérissement.

Pourquoi ne pas diriger les soupçons vers la mauvaise gestion des érablières, la coupe d'essences compagnes, la cueillette de la sève par tubulures, voire les pastilles de formaldéhyde? À prime abord, il s'agit de coupables de choix. Cependant, il y a plein d'érablières inexploitées ou à l'état sauvage, qui sont également dévastées. On peut aussi se tourner vers la livrée des forêts, cette chenille dévoreuse de feuillus. Hélas, la coïncidence des zones touchées par l'épidémie de 1980-1981 et de celles où se manifeste le dépérissement est ponctuelle et pas tout à fait cohérente. À la limite, donc, ces deux derniers suspects ne seraient que de vagues complices.

Voilà de quoi décourager tout enquêteur, scientifique ou pas. Pour



Le sort de l'érable, emblème du Canada, se joue actuellement dans les érablières du Québec.

faire avancer les choses, il faut changer de méthode. «Il faut renoncer à l'idée de trouver une seule cause au dépérissement», prévient Michel Dessureault, pathologiste forestier à l'Université Laval. «C'est un peu comme pour les maladies cardiovasculaires: elles peuvent être causées par plusieurs facteurs différents, qui n'agiront pas avec la même intensité selon les individus. Il est difficile de mettre le doigt sur un seul responsable.»

UNE FORME... D'ÉTAPISME

Pour y voir plus clair, M. Dessureault utilise un modèle d'interprétation, une sorte de classement plus scientifique des différentes causes physiques et biologiques. Selon ce modèle, le dépérissement se ferait en trois étapes. D'abord, celle des facteurs de prédisposition (pollution de l'air, variations à long terme du climat, qualités nutritives du sol, âge des arbres, infections virales, etc.).

Ensuite, il y a l'étape des facteurs déclencheurs. Il s'agit d'un stress de courte durée (défoliations d'insectes, sécheresses, gels, blessures de toutes sortes), mais relativement intense, que supporterait peut-être un arbre en bonne santé, mais pas un arbre déjà affaibli. Enfin, il y a les facteurs aggravants, c'est-à-dire essentiellement les organismes pathogènes et les insectes secondaires comme les champignons de carie qui s'attaquent aux racines.

À chaque étape sont associées une ou plusieurs causes spécifiques et interchangeables. Une fois le processus enclenché, l'arbre devient plus vulnérable au stress de l'étape suivante et le dépérissement s'accroît jusqu'à entraîner la mort. Selon Michel Dessureault, de plus en plus de chercheurs adoptent ce modèle. Il précise toutefois qu'il ne s'agit pas de vérités scientifiques irréfutables, mais plutôt d'éléments qui servent de base pour expliquer le phénomène du dépérissement.

Il s'agit d'une bonne explication, certes, mais il manque encore des preuves. Comment peut-on aller à Washington négocier une diminution des émissions polluantes avec si peu de munitions? Avant de répondre à cette question, jetons un autre coup d'œil sur l'ampleur des dommages.

UN MAL EN PROGRESSION

Depuis 1983, le Service de la protection contre les insectes et les maladies des arbres (SPIM) du ministère de l'Énergie et des Ressources effectue des relevés aériens en hélicoptère, afin de déterminer l'étendue du phénomène de dépérissement. L'évaluation est basée sur la proportion moyenne de feuillage manquant aux cimes de l'ensemble du peuplement. Dans la partie du territoire québécois étudiée en 1986, c'est 56% de la superficie en érablière qui montrait des dégâts, lesquels, selon la compilation des relevés (voir carte), sont relativement «légers» dans 93% des cas. Cela signifie des cimes défoliées dans une proportion de 11% à 25%.

«Ce mode d'évaluation à vue peut paraître un peu trop subjectif, mais les résultats ont été confirmés dans une proportion de 80% à 90% par des relevés terrestres», soutient Gilles Gagnon. Son service gère 256 sites de cueillette de données où les arbres sont numérotés et évalués chaque année. Pour lui, la progression de la défoliation se fait au rythme de 4% par année et le nombre d'arbres atteints annuellement augmente de 8% à 9%.

De plus, aucune des régions inventoriées tant au nord qu'au sud du fleuve Saint-Laurent, n'échappe au phénomène. La proportion d'arbres atteints est sensiblement la même partout, sauf au sud de la ville de Québec, dans le «Pays de l'érable», où le dépérissement est plus sérieux.

Si les dommages sont si importants, comment se fait-il que l'on voit autant de boîtes de sirop d'érable sur les tablettes des marchés d'alimentation? D'abord, la production de sirop varie selon les conditions climatiques, lesquelles n'ont vraisemblablement pas entraîné de baisses anormales et répétées de la quantité de sirop récoltée au cours des dernières années.

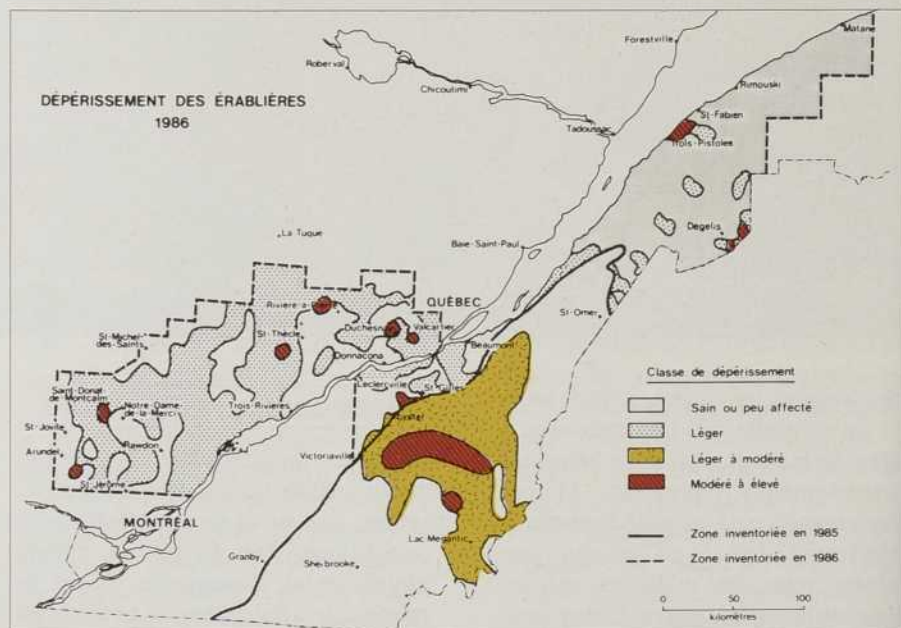
Ensuite, pour le moment, les pertes enregistrées dans les érablières sont compensées à même le bassin d'érablières sous-utilisées. «À peine 60% des 25 millions d'entailles accessibles sont exploitées, explique Louis Ménard du Service de la recherche de l'UPA, et d'autres stations marginales, dans le Bas-Saint-Laurent, par exemple, où le dépérissement ne s'est pas trop fait sentir, pourraient être mises en exploitation, si les prix

payés aux producteurs restent élevés.» Il est donc un peu trop tôt pour sonner le glas du sirop d'érable, «mais ce n'est qu'une question de temps si rien n'est fait».

Mais que faire, justement, contre le dépérissement? On peut difficilement modifier le climat ou s'attaquer aux autres causes naturelles. En revanche, on peut diminuer les émissions polluantes, ce qui nous ramène aux preuves.

LE FARDEAU DE LA PREUVE

D'abord, il faut se rendre compte que les preuves de type «flagrant délit» sont rares dans le domaine de l'environnement. Pour en obtenir, il faudrait un système de mesures complexes qui ferait le lien avec l'émission, outre-frontière, d'un polluant donné, le suivrait dans ses différentes transformations en cours de route, le mesurerait à nouveau à son point d'arrivée et constaterait les dommages faits aux arbres peu de temps après. Auparavant, bien sûr, on aurait démontré en laboratoire que l'arbre dépérit à des concentrations

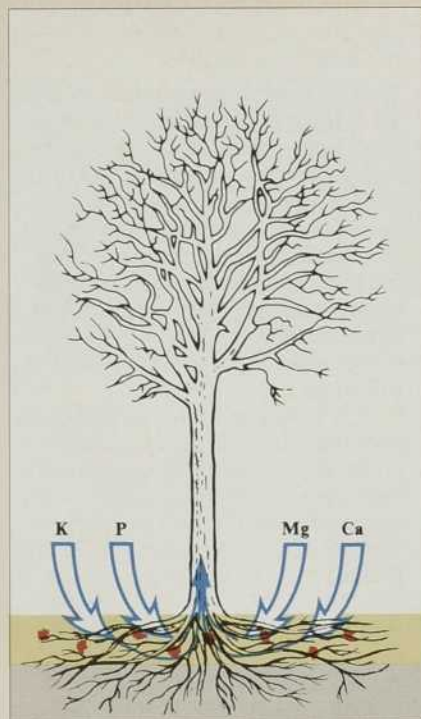


Les relevés de 1986 du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources révèlent que 56% de la superficie des érablières est touchée par le dépérissement. Dans 93% des cas, il s'agit de dégâts relativement légers. Malheureusement, c'est la région au sud de Québec, surnommée le «Pays de l'érable», qui souffre du dépérissement le plus sérieux.



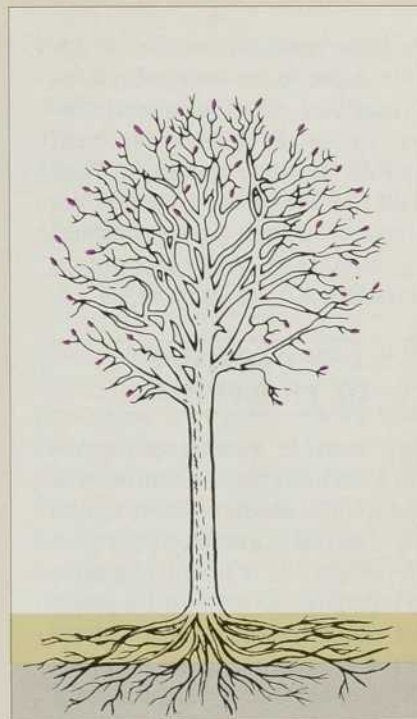
PHASE A

L'automne arrive. Les feuilles tombent au sol où elles se décomposent en divers éléments nutritifs.



PHASE B

Les racinelles puisent potassium (K), phosphore (P), magnésium (Mg) et calcium (Ca) et acheminent cette nourriture vers les branches.



PHASE C

L'arbre produit des bourgeons et le cycle se poursuit...

UN CYCLE FRAGILE

- 1° La recherche de David Paré a mis en évidence un type de déséquilibre qui affecte la prise de phosphore par les racines d'un arbre. On soupçonne également les polluants atmosphériques, dont l'ozone, d'endommager la cuticule, cette couche protectrice qui entoure les feuilles. Il s'ensuit le lessivage de certains éléments qui se rendent alors au sol avant d'atteindre la phase B. Ceux-ci sont alors dilués. Ils ratent les racines pour se diriger vers la couche de terre minérale quand ils ne dévalent tout simplement pas la pente du terrain.
- 2° Le Pr Bernard Ulrich, de l'Université de Göttingen, en Allemagne, a démontré que même une faible acidification libérait des quantités d'aluminium sous une forme très toxique pour les plantes. La biomasse des racinelles est appauvrie et l'arbre ne peut acheminer la sève et les éléments nutritifs vers les branches.
- 3° On soupçonne également les fertilisants utilisés en agriculture, en particulier les purins, de contribuer au dépérissement des feuillus. Au moment où ils sont pulvérisés, ceux-ci dégagent de l'ammoniac volatil et peuvent faire augmenter le contenu d'azote du sol. L'arbre voudrait bien profiter de cette manne, mais, pour maintenir un équilibre, il cherche à absorber les autres éléments nutritifs dans une proportion semblable. Si cela devient impossible, l'arbre peut connaître un dépérissement.
- 4° Les insectes peuvent aussi se mettre de la partie et activer inutilement certaines phases du cycle. Lors d'une défoliation rapide, les excréments de ces insectes rendent au sol trop d'éléments nutritifs d'un seul coup. Encore une fois, l'arbre ne peut tolérer ce genre de déséquilibre.

semblables, de la même manière que dans les conditions réelles et, vice-versa. Voilà tout un programme! Les arbres seront probablement déjà tous atteints avant qu'on ait pu le compléter.

Si la science ne nous offre pas une preuve formelle des effets nocifs des polluants, en revanche, plusieurs preuves indirectes méritent un exa-

men sérieux. En février dernier, l'UPA tenait un forum international sur les pluies acides. Tous les scientifiques invités, qu'ils soient québécois, américains ou allemands, étaient d'accord sur un point: il est nécessaire de limiter dès maintenant les émissions polluantes même si d'autres facteurs sont en cause dans le phénomène du dépérissement.

Au départ, un fait important est reconnu par la communauté scientifique: au moins 50% des pluies acides, au Québec, sont d'origine américaine. Aucune des régions du Québec situées au sud du 48^e parallèle ne reçoit moins de 20 kg de sulfate par hectare par année (voir l'encadré: le libre-échange des polluants), quantité fixée comme limite

par le gouvernement canadien et au-delà de laquelle les écosystèmes les plus sensibles sont menacés. Plusieurs régions du Québec reçoivent le double de cette quantité. Dans l'Est du Canada, plus de 700 000 lacs reçoivent des dépôts acides excédant 20 kg l'hectare et 14 000 lacs ont un pH inférieur à 5.

UNE QUESTION DE PHOSPHORE

Malgré tout le chemin parcouru, David Paré nous incite à continuer la démarche. Cet étudiant en foresterie de l'Université Laval pourrait bien être à l'origine de la première preuve expérimentale incriminant les pluies acides. On sait que les arbres se nourrissent d'éléments comme le phosphore, le potassium, le magnésium et autres, lesquels viennent essentiellement de la décomposition des feuilles tombées au sol. Le système fonctionne donc presque en circuit fermé. Si l'arbre est privé d'un de ces éléments ou s'il le reçoit en trop grandes quantités, il s'ensuit un déséquilibre qui peut entraîner une forme de dépérissement (voir tableau). Sous la direction du professeur Bernard Bernier, David Paré a justement démontré qu'en acidifiant un certain type de sol, il en résultait une carence importante en phosphore.

Le phénomène s'explique ainsi: dans les sols riches en matière organique et naturellement peu acides, il y a une faune abondante, surtout composée de vers de terre. Ceux-ci contribuent à remonter des minéraux, comme le fer ou l'aluminium, de la couche de sol minéral, plus profonde, vers la couche de sol organique en surface. Si on acidifie un tel sol, le fer et l'aluminium deviennent beaucoup plus actifs, au point de fixer de grandes quantités de phosphore. Celui-ci n'est alors plus assimilable par les racines de l'arbre et cette carence entraîne le dépérissement.

Kevin Percy, du Service canadien des forêts, a quant à lui fait des recherches en Angleterre, où se trouvent les meilleurs spécialistes mondiaux de l'étude de la cuticule, cette

Une précipitation normale est toujours légèrement acide. Cela tient surtout à la transformation du dioxyde de carbone (CO_2) en acide carbonique soluble dans l'eau. Son pH moyen de 5,6 est donc un peu inférieur à celui de l'eau distillée, dont le pH de 7 définit une solution neutre. L'échelle utilisée étant logarithmique, une pluie dont le pH est de 4 sera dix fois plus acide qu'une autre dont le pH est de 5.

Les polluants atmosphériques responsables de l'acidification anormale et exagérée des précipitations sont l'anhydride sulfureux (SO_2) et les oxydes d'azote (NO_x). Leur part respective dans la pollution acide au Québec s'établit à 70 %, pour le SO_2 , et à 30 %, pour les NO_x . Ces composés sont des résidus de la combustion du charbon, du gaz naturel ou du pétrole dans les centrales thermiques, les chaudières industrielles et domestiques, et les moteurs des véhicules automobiles.

Depuis le dernier choc pétrolier, plusieurs centrales thermiques américaines font un usage grandissant de charbon à forte concentration de soufre. D'autres sources ponctuelles particulièrement importantes sont les usines d'affinage des métaux non ferreux, où des procédés de transformation rejettent dans l'atmosphère le soufre contenu dans le minerai. Tous ces polluants, auxquels s'ajoute une soupe complexe de produits issus de l'activité humaine, comme les poussières, les hydrocarbures, le plomb ou le monoxyde de carbone, voyagent au gré des déplacements d'air avant d'être absorbés par l'environnement.

Jusqu'à ce que le niveau devienne intolérable, seules les zones proches

des sources d'émission, dans les grands centres urbains ou à l'ombre des complexes industriels, souffraient de la pollution atmosphérique. Pour assainir ces régions, on a construit, au cours des années 60, des cheminées de plus en plus hautes pour évacuer les vapeurs toxiques. Sans tenir compte de la capacité d'absorption de ce qui est devenu un véritable dépotoir aérien, on a tout simplement lancé ces polluants dans des voyages au long cours.

Durant le trajet, les différents composés participent à des réactions chimiques et photochimiques complexes. Certains se transforment en acide sulfurique (H_2SO_4) ou en acide nitrique (HNO_3), solubles dans l'eau, et se combinent aux précipitations. Ce sont les dépôts humides. Les oxydes de soufre et d'azote peuvent également former des sulfates et des nitrates et atteindre le sol ou le couvert végétal sous forme de fines particules. Ce sont les dépôts secs qui comptent pour le tiers des dépôts acides.

Le Québec est particulièrement sensible à cette pollution. D'abord parce qu'il est situé en aval de grands courants aériens qui balaient le continent. L'air qui circule à un moment donné, au-dessus du Québec se trouvait, 48 heures auparavant, à une distance de 1 000 à 1 500 km, en moyenne, à l'ouest ou au sud-ouest; 96 heures plus tôt, il était à une distance de 1 600 à 2 400 km, à la portée donc, de la pollution émise dans tout le bassin des Grands-Lacs et, surtout, des résidus de combustion des centrales thermiques du Centre-Est et du Midwest américain. En tout, des dizaines de millions de tonnes de polluants sont ainsi délestées dans l'atmosphère.

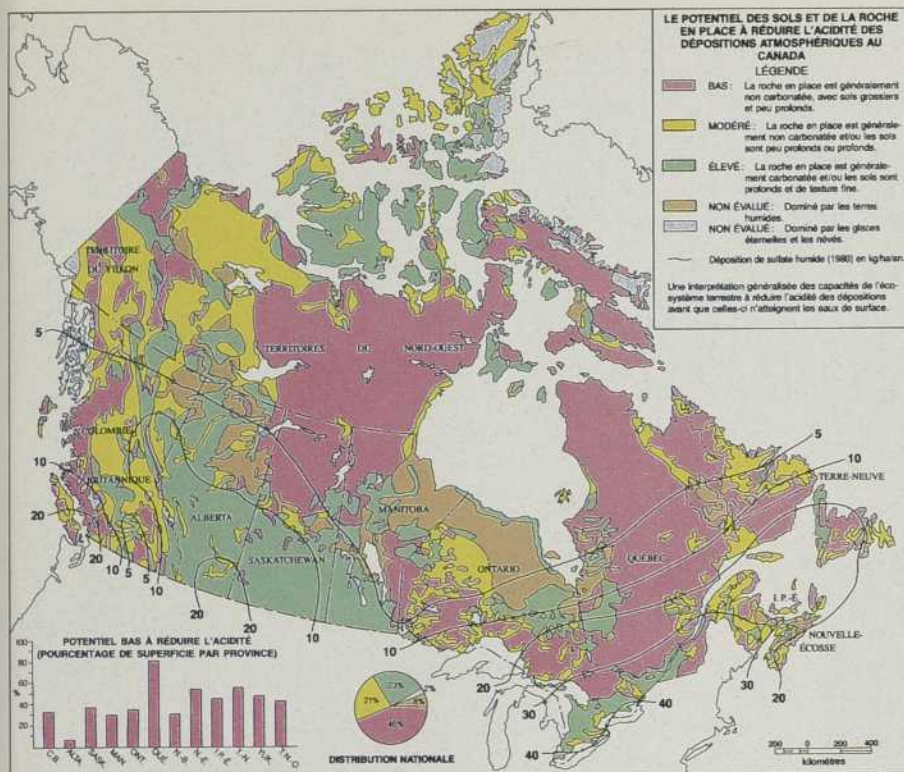
LES SYMPTÔMES DU DÉPÉRISSEMENT

Il y a des signes qui ne mentent pas. Un érable atteint de dépérissement présente les caractéristiques suivantes:

- il se dessèche sur place, en partant de la cime, même en présence d'une humidité abondante;
- les feuilles des rameaux terminaux sont plus petites et tendent à se colorer plus rapidement;
- la cicatrization des entailles prend beaucoup plus de temps;
- l'écorce se fendille et décolle des branches maîtresses et du tronc.



Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources



Les pluies acides comptent parmi les causes possibles du dépérissement des érables. Cette carte indique que près de la moitié du Canada est très vulnérable aux pluies acides. Compte tenu du pourcentage de sa superficie, le Québec est l'une des provinces les plus menacées par l'acidification. La faible capacité de ses sols et de la roche-mère de ses bassins hydrographiques à réduire l'acidité explique cette vulnérabilité.

couche protectrice qui entoure les feuilles des arbres et des plantes. À défaut d'érables à sucre et d'autres feuillus, M. Percy a travaillé, entre autres, avec des épinettes Sitka. «Nous avons reproduit fidèlement les conditions de pluie auxquelles sont soumises les épinettes dans la nature, explique-t-il. Même à des pH de 4,2, comparables à l'acidité des pluies du Québec, la cuticule des aiguilles d'épinette a été considérablement modifiée sans que cela paraisse à l'œil nu.» Voilà qui devrait intéresser l'industrie des pâtes et papiers. Kevin Percy demeure toutefois prudent. «Ce sont avant tout des recherches en laboratoire, que nous devons poursuivre davantage avant d'en tirer des conclusions.»

Mais sortons un peu du laboratoire pour nous rendre à l'université du Vermont où Hubert Vogelmann étudie les effets des précipitations acides sur les forêts depuis 1965. D'après ses recherches, il ne fait

aucun doute que cette cause est la principale responsable. Non seulement M. Vogelmann a-t-il pu mesurer un déclin de 25% dans la production de la biomasse forestière d'érablières non entretenues, mais cette diminution s'est aggravée depuis 1979 parallèlement à l'augmentation de l'acidité des précipitations. Même la régénérescence de la forêt en a souffert: le nombre de jeunes pousses d'érables a diminué de 85%, pendant la période étudiée, passant de 345 000 à 53 000 arbres par hectare. Et la station où se font ces recherches serait caractéristique des conditions prévalant dans les sites montagneux du Sud du Québec.

Les faits sont en train de devenir accablants pour les pluies acides. Toutefois, comme l'explique Michel Dessureault, «aux yeux de la science, il ne s'agit toujours pas d'une preuve, mais bien d'une corrélation. Les scientifiques jugent les corrélations en fonction de leur force. Le lien

entre la consommation de tabac et le cancer du poumon est un exemple de forte corrélation.» Le lien entre pluies acides et dépérissement des arbres ne jouit pas encore, du moins pour le moment, de la même reconnaissance.

RETOMBÉES ACIDES

Curieusement, les décisions entourant la réduction d'émissions polluantes ne sont pas toujours basées sur le même niveau de preuve. «Au Canada, en Europe et au Japon, précise Normand Bergeron de l'AQLPA, les preuves impliquant les pluies acides ne sont guère plus accablantes qu'aux États-Unis. Pourtant, on a choisi de ne pas courir le risque et on s'est mis d'accord pour réduire sensiblement les retombées polluantes. Les Américains refusent de s'attaquer sérieusement au problème.»

Au cours du forum international sur les pluies acides organisé par l'UPA, le ministre de l'Environnement du Québec, M. Clifford Lincoln, a souligné que le Québec allait devancer de deux ou trois ans son objectif de réduire de 45% ses émissions polluantes reliées aux pluies acides. «Nous allons maintenant pouvoir parler avec plus d'autorité à nos voisins américains. Nous demanderons la tenue d'une conférence internationale sur les pluies acides. Les scientifiques américains qui affirment encore que les pluies acides ne sont pas néfastes feront rire d'eux sur la scène internationale.»

Il y a quelques mois, une telle conférence a donné lieu à un accord pour la réduction des chlorofluorocarbones (CFC), soupçonnés d'être responsables de la destruction de la couche d'ozone. Fait à remarquer, cet accord est intervenu sans que l'on détienne de preuves contre les CFC. Or la destruction de la couche d'ozone entraînerait essentiellement une augmentation des cas de cancer de la peau qui se ferait sentir partout, y compris aux États-Unis. Par contre, une bonne partie des dommages causés par les pluies acides sont enregistrés à l'extérieur des États-Unis... La polémique semble inévitable. □

LA RUÉE VERS LA SUPRACONDUCTIVITÉ

Superordinateurs, trains ultrarapides, stockage d'énergie, les possibilités d'application de la supraconductivité sont si grandes qu'elles font rêver. Les chercheurs canadiens sont aussi dans la course.

par Jean-Guy RENS

LA supraconductivité fait les manchettes de l'actualité. Des chercheurs et des industriels, en nombre sans cesse croissant, déploient énormément d'énergie pour trouver des matériaux supraconducteurs à des températures de plus en plus élevées. En soi, le phénomène de la supraconductivité n'est pas nouveau. Il a été mis en évidence en 1911 par le physicien hollandais Heike Kammerlingh Onnes. Celui-ci avait découvert, sans pouvoir l'expliquer, qu'en plongeant du mercure dans de l'hélium liquide, toute résistance au passage du courant électrique disparaissait soudain aux abords du zéro absolu, plus précisément à 4 ° Kelvin.

Mais qu'est-ce que la supraconductivité? Et quelles en sont les propriétés? La disparition brutale de résistance électrique au-dessous d'une température critique n'est pas la seule propriété de la supraconductivité. Deux autres effets tout aussi spectaculaires la caractérisent. D'une part, les matériaux supraconducteurs repoussent tout champ magnétique. Ce comportement diamagnétique est

appelé «effet Meissner». Si on augmente la puissance du champ extérieur au-delà d'un seuil critique, l'effet Meissner cesse et la supraconductivité est détruite. D'autre part, au-dessus d'une certaine densité de courant critique, le matériau retourne à l'état normal.

Les annonces de découvertes sur les supraconducteurs à température ambiante doivent être accueillies avec prudence. John Morton, responsable du projet de recherche sur les supraconducteurs au Conseil national de recherches du Canada (CNRC), explique pourquoi: «Un seul de ces trois paramètres ne suffit pas à faire d'un matériau un supraconducteur. Il faut qu'ils se manifestent ensemble, sinon, on doit seulement parler d'indices de supraconductivité. La supraconductivité réelle est un phénomène à la fois brutal et complexe.»

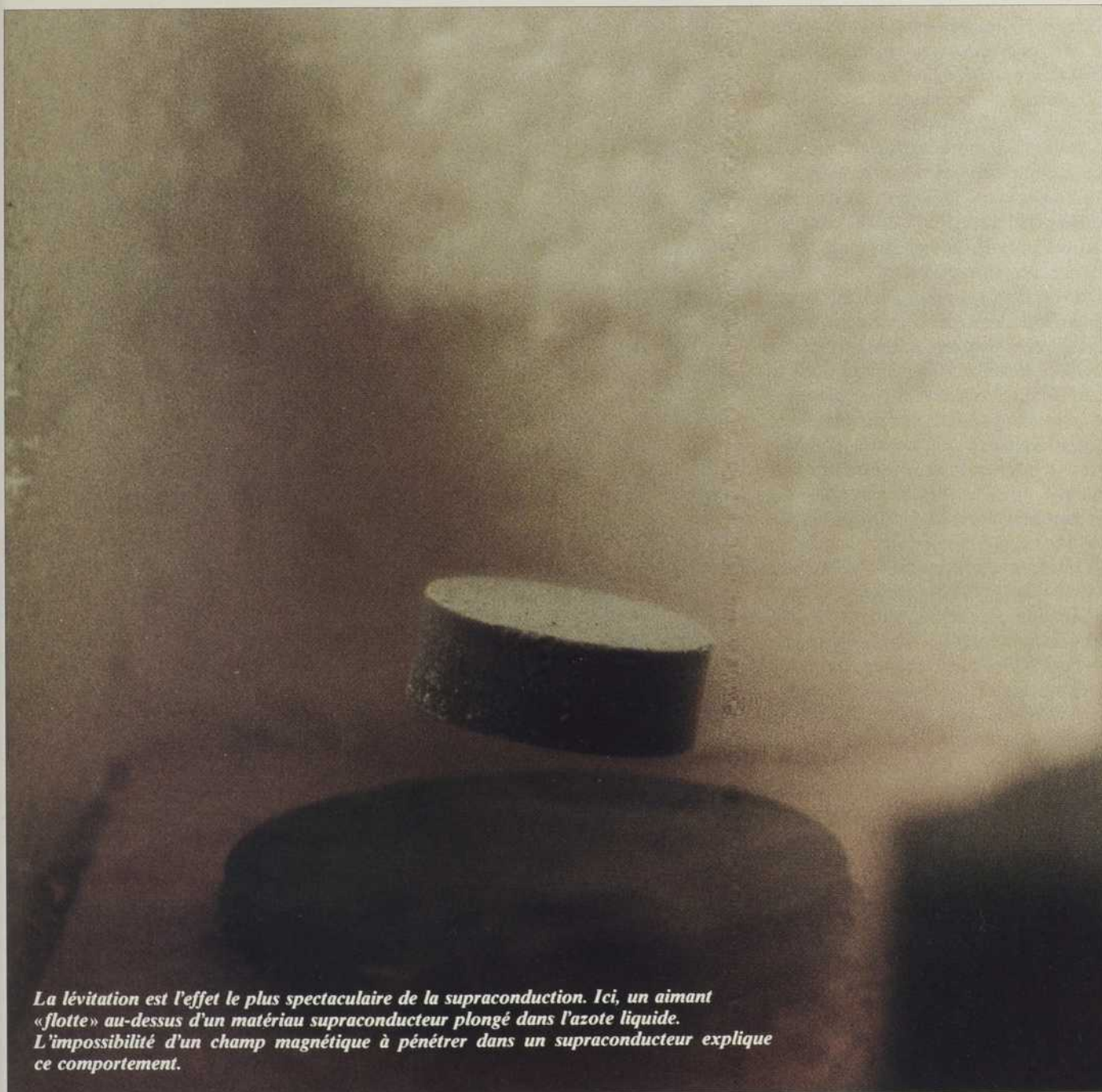
LA FILIÈRE FRANÇAISE

Il a fallu attendre un demi-siècle pour trouver une explication à la supraconductivité. C'est en 1957 que trois physiciens américains, John Bardeen, Leon Cooper et J. Robert Schrieffer

mirent au point la théorie qui porte comme nom leurs initiales «BCS». Après une longue période de stagnation, la température critique monte progressivement jusqu'à 23 ° Kelvin dans un alliage niobium-germanium (Nb₃Ge). Notons que les degrés Kelvin sont équivalents aux degrés Celsius, mais l'échelle Kelvin commence au zéro absolu, c'est-à-dire à -273 ° C. À 23 ° K, il fait donc environ -250 ° C. Cette température fut atteinte en 1973 par des chercheurs américains et, depuis, plus rien.

Puis, Benoy Chakraverty, directeur de recherche au Centre national de la recherche scientifique (CNRS) de Grenoble émit l'hypothèse que l'on pourrait hausser la température critique en abandonnant la piste des conducteurs métalliques.

Tel est le cadre théorique dans lequel deux physiciens du laboratoire de recherche IBM à Zurich, le Suisse Karl Alex Müller et l'Allemand Johannes Georg Bednorz entamèrent l'étude des oxydes métalliques en 1983. Or, la rouille, comme on le sait, est un isolant. Après deux ans d'efforts, ils tombèrent sur un article, en provenance de l'Université de



La lévitation est l'effet le plus spectaculaire de la supraconduction. Ici, un aimant «flotte» au-dessus d'un matériau supraconducteur plongé dans l'azote liquide. L'impossibilité d'un champ magnétique à pénétrer dans un supraconducteur explique ce comportement.

Alcan International

Caen, qui analysait les propriétés électriques de certains oxydes. Les deux auteurs, les chimistes Claude Michel et Bernard Raveau, avaient, entre autres, mis au point un oxyde de cuivre dopé au baryum et au lanthane.

Le tandem de Zurich reproduisit le composé de type BaLaCuO . Le dosage d'oxygène est obtenu en chauffant plusieurs fois le mélange au four. On obtient ainsi une céramique de couleur noirâtre qui res-

semble à une vieille rondelle de hockey en plus petit.

LA COURSE AUX HAUTES TEMPÉRATURES

En janvier 1986, M. Bednorz effectua ce qui est désormais considéré comme l'expérience décisive: il plongea la céramique dans de l'hélium liquide. À 30°K , toute résistivité cessa. Plus qu'un saut de sept degrés par rapport au niobium-germanium, c'était une

porte ouverte sur le monde des céramiques supraconductrices. Pourquoi les chimistes de Caen n'avaient-ils pas observé cette caractéristique? Tout simplement, parce qu'ils ne cherchaient pas la même chose et s'étaient contentés de refroidir leur composé avec de l'azote liquide, lequel ne permet pas d'abaisser la température suffisamment.

La nouvelle éclata au congrès de la *Material Research Society*, à Boston, en décembre 1986. Deux équipes

différentes confirmèrent les travaux de Müller-Bednorz. Des milliers de chercheurs dans le monde entier entamèrent alors une vaste course à la «chaleur». Le but immédiat était de trouver un matériau qui devienne supraconducteur dans l'azote liquide plutôt que dans l'hélium. L'azote se liquéfie à 77 ° K, soit -196 ° C, ce qui, dans le monde de la cryogénie, est une «haute température».

Depuis, des dizaines d'équipes travaillent dans une atmosphère de concurrence exacerbée. À l'Université de Houston, en janvier 1987, Paul C.W. Chu fut le premier à isoler le composé gagnant, en remplaçant le lanthane par de l'yttrium ($\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$). La température critique s'éleva jusqu'à 93 ° K. Victoire! Le mur de l'azote liquide était franchi!

Le Canada est entré en scène grâce à un chercheur du CNRC. Ross McKinnon passait un semestre sabbatique chez Bell Communication Research (Bellcore), au New Jersey. Ce laboratoire flambant neuf, créé par les anciennes filiales d'AT&T pour concurrencer leur ex-maison mère, était arrivé aux mêmes résultats que l'Université de Houston à quelques jours près. McKinnon avait envoyé un échantillon du composé YBaCuO au CNRC, à Ottawa, pour le soumettre à l'analyse du cristallographe Yvon Le Page qui établit pour la première fois la structure atomique de cette nouvelle céramique par diffraction de rayons X.

Le 18 mars 1987, enfin, la plupart des protagonistes de cette découverte étaient réunis à l'hôtel Hilton de New York dans le cadre de la rencontre annuelle de la très austère *American Physical Society* pour ce que l'on a appelé depuis le «Woodstock de la physique». Selon Ross McKinnon, malgré l'enthousiasme bien réel de cette rencontre, «le vrai problème commence maintenant: il faut produire des supraconducteurs à haute température qui soient utilisables».

Quant au Suisse Müller et à l'Allemand Bednorz, ils virent leurs efforts couronnés, en octobre 1987, date à laquelle on leur décerna le prix Nobel.

DES SUPRACONDUCTEURS POUR QUOI FAIRE?

Les supraconducteurs traditionnels à base de niobium-titane ou de niobium-étain avaient déjà commencé à faire leur apparition dans le domaine commercial. Au Canada, il existe, depuis 1970, une PME qui a acquis un savoir-faire dans ce domaine: CTF Systems, à Port Coquitlam, en Colombie Britannique. Seule entreprise du genre au pays, elle rassemble une brochette impressionnante de docteurs en physique et d'ingénieurs en électronique qui comptent pour près de la moitié de ses 31 employés.

Le directeur du marketing de CTF Systems, Mark Dowding, énumère les principales applications des supraconducteurs classiques: «Il y a d'abord la micro-électronique avec les jonctions de Josephson. On en fabrique ici pour les senseurs de type SQUID (*Superconducting Quantum Interference Device*) qui servent à détecter les champs magnétiques faibles. Les SQUID constituent le cœur des magnétomètres employés dans les domaines de la médecine, de la prospection minière et de la détection des sous-marins» M. Dowding ajoute avec fierté: «Nous avons une réputation mondiale pour la fabrication de SQUID. Quand l'École Polytechnique cherche un SQUID, ils viennent chez nous sans hésiter.»

La micro-électronique et l'électrotechnique constituent deux champs d'application de la supraconductivité. CTF Systems est aussi présente dans ce dernier domaine. Depuis 1980, elle collabore au projet canadien de train à lévitation magnétique (MAGLEV) qui utilise aussi des électro-aimants à grande capacité. (Voir *Québec Science*, janvier 1985.) Dans ce dernier cas, il s'agit toutefois de contrats subventionnés par le ministère fédéral des Transports et non d'activités commerciales proprement dites.

La communauté scientifique suit avec intérêt le projet américain de collisionneur de particules SSC (*Superconducting Super Collider*) et souhaite qu'il soit construit près de la frontière canado-américaine dans l'espoir de bénéficier des retombées

économiques et scientifiques. Rien n'a été décidé encore à ce sujet, mais tout indique que les électro-aimants du SSC seront faits d'un alliage de niobium. Parmi les autres applications des électro-aimants à base de supraconducteurs classiques, mentionnons les deux filières concurrentes de la fusion nucléaire, le Tokamak et le générateur tandem, dont la première, au moins, intéresse le Canada au plus haut point.

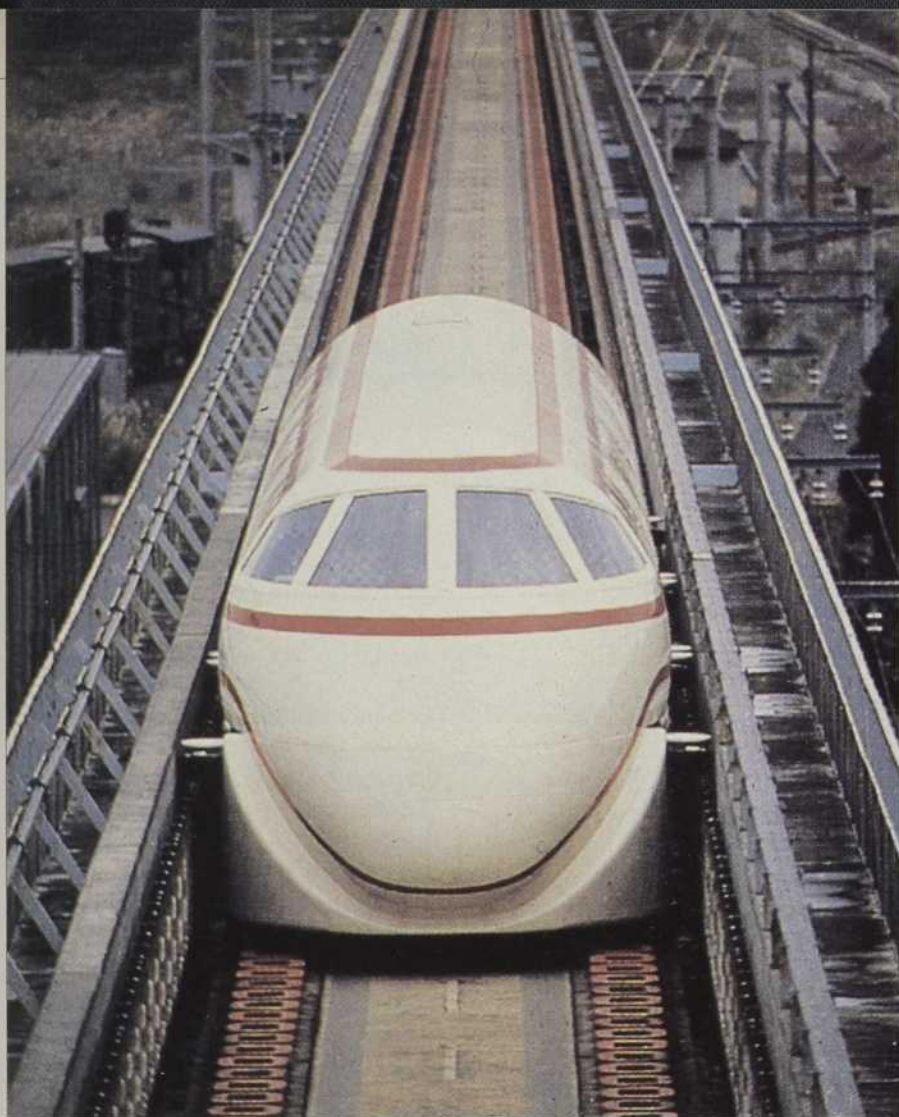
Dans le laboratoire du Collège militaire de Kingston, on construit actuellement, avec du niobium-titane, une petite turbine électrique de 50 CV pour navire. Son «père», le professeur David Baird, aime répéter que le Canada sera ainsi le premier à construire la réplique exacte, à échelle réduite, des grosses turbines de 20 000 CV qui pourront équiper les brise-glaces ou les sous-marins. Les turbines électriques sont extrêmement souples (le moteur peut passer de la marche avant à la marche arrière sans transition) et silencieuses.

Reste, bien sûr, l'application royale de la supraconductivité: le transport de l'énergie par câbles à très haute tension et son stockage. Qui ne serait tenté de rêver devant des bobines géantes où le courant pourrait tourner sans déperdition pendant 100 000 ans?

LE CNRC MÈNE LE BAL

Au CNRC, John Morton ne cache pas l'étendue des problèmes qui restent à résoudre avant d'obtenir un produit utilisable. D'abord, dit-il, «une grande partie des avantages de la supraconductivité est perdue, car on ne parvient pas à supprimer les vides et les impuretés entre chacun des grains de la céramique. La pression mécanique ne suffit pas. Il faut étudier les phénomènes qui se produisent à la surface des grains. Ensuite, il faut bien reconnaître qu'il reste des zones d'ombre dans la théorie.»

Cela ne diminue en rien l'optimisme de son équipe. Ross McKinnon, de retour de Bellcore, travaille aux côtés d'Yvon Le Page sur de nouveaux composés. Selon les deux



Les trains de demain seront certes ultrarapides. Mieux encore, ils «rouleront» sans roues... suspendus au-dessus d'une piste en matériaux supraconducteurs, comme ce prototype japonais.

chercheurs du CNRC, il faut cesser de travailler sur le composé YBaCuO , dont la température critique ne pourra guère monter au-dessus de 95°K , et essayer d'autres combinaisons avec de l'argent, du nickel ou du bismuth.

Une découverte réalisée à l'Université de Houston, par le professeur Chu, au début de février 1988, devait leur donner raison: après un an d'accalmie, le professeur Chu est parvenu à isoler une nouvelle série d'oxydes de cuivre supraconducteurs à base de bismuth, de calcium et de strontium. Au CNRC, où l'on a immédiatement reproduit l'expérience, on affirme que la température critique s'élève jusqu'à 110°K . C'est à suivre.

M. Morton prévoit que le projet du CNRC sur la supraconductivité devrait durer de trois à cinq ans. Une

équipe interdisciplinaire d'une trentaine de chercheurs a été constituée en août 1987. À côté du module de recherche fondamentale animé par MM. Le Page et McKinnon, le CNRC conduit des recherches appliquées sur la production de films minces et de câbles de transport d'énergie.

PLEINS FEUX SUR LE QUÉBEC

Au Québec, les recherches en supraconductivité se répartissent entre trois pôles principaux: Hydro-Québec, l'Université de Sherbrooke et l'Institut de génie des matériaux (IGM).

L'IGM fait partie du CNRC. C'est là qu'est réalisé le volet câbles du programme supraconductivité.

Sa situation géographique (Boucherville) lui confère une grande marge d'autonomie. Le chef du module, Blaise Champagne, qui est un spécialiste de la métallurgie des poudres, annonce franchement ses couleurs: «Nous ne sommes pas des spécialistes en supraconductivité; nous sommes des spécialistes en céramiques.»

Depuis le mois d'août 1987, M. Champagne travaille sur le problème crucial de la mise en forme. Comment transformer des morceaux de céramique friable en câbles capables de supporter du courant à très haute tension? Des câbles ont été produits selon cette méthode, mais l'effet supraconducteur présent dans le matériau de départ disparaît dans le produit final.

Le gros des activités québécoises sur la supraconductivité est bien sûr concentré à l'Institut de recherche d'Hydro-Québec (IREQ). C'est là qu'œuvre le patriarche de la supraconductivité au Québec, M. Raymond Roberge, une personnalité incontestée dans le domaine. En effet, entre 1970 et 1976, M. Roberge a mené tambour battant un programme de recherche sur les supraconducteurs classiques. À la tête d'une équipe de six à huit chercheurs, il a mis au point un procédé de fabrication de câbles de niobium-étain dans une matrice de cuivre, capables de transporter l'électricité par blocs de 5 à 10 gigawatts.

Raymond Roberge résume ainsi la situation actuelle: «En avril 1987, nous avons commencé à produire des composés et, dès novembre, l'Association canadienne d'électricité nous a commandé une étude sur l'impact des nouveaux supraconducteurs pour Hydro-Québec.» Les résultats de l'étude en cours sont annoncés pour novembre 1988.

M. Roberge a déjà son idée sur l'impact de cette technologie: «Je prévois une pénétration modeste d'équipements électrotechniques d'ici 20 à 25 ans.» Cette prudence s'explique par plusieurs facteurs: «On arrive présentement à atteindre une densité de courant critique de 7 400 ampères par cm^2 , au-delà de laquelle les matériaux connus perdent leur

supraconductivité. Or, il faut atteindre 100 000 ampères par cm^2 pour le transport d'énergie. Ensuite, les médias ont exagéré les pertes d'électricité dues à la résistance des câbles en cuivre. Pour Hydro-Québec, c'est 5 à 10% de perte, de la génératrice au compteur de l'abonné, pas plus. Plus notre performance est bonne, moins la nécessité de l'améliorer est grande. Or, notre réseau a une excellente performance...»

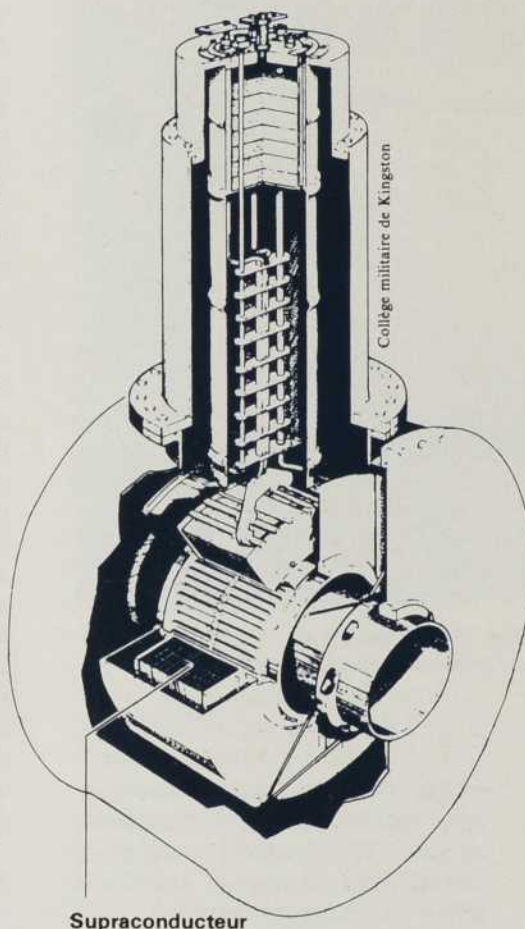
Enfin, le troisième pôle de la recherche québécoise sur la supraconductivité est consacré à la recherche fondamentale. L'Université de Sherbrooke a développé un centre d'excellence en supraconductivité traditionnelle au début des années 80.

Quand la course aux hautes températures a commencé, un petit groupe de quatre personnes, animé par le physicien Mario Poirier, a entamé une collaboration étroite avec l'Université Northwestern à Chicago. Northwestern fournit les échantillons et Sherbrooke mesure l'absorption des hyperfréquences par le matériau. Cela permet de calculer les variations de la résistivité d'un échantillon en fonction de la température ou du champ magnétique. Mario Poirier est d'ailleurs un pionnier de l'utilisation des hyperfréquences dans l'analyse du comportement des matériaux et le seul à l'appliquer aux supraconducteurs.

Outre ces trois grands centres de la supraconductivité québécoise, il existe tout un foisonnement de projets de recherche d'importance variable entre autres, à l'École Polytechnique et à l'Université McGill. Ces deux institutions maintiennent une présence dans ce domaine, afin de ne pas se laisser distancer par l'actualité scientifique.

John Strom-Olsen, du Département de physique de McGill, résume bien la situation: «Pour obtenir des subventions, chacun doit se spécialiser. C'est la politique du CRSNG (Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie). Le Conseil a choisi l'Université de Sherbrooke comme centre québécois sur la supraconductivité, car il y avait là une

expertise reconnue.» Le professeur Strom-Olsen avalise d'ailleurs cette politique: «Trop de chercheurs dans le monde ont abandonné, séance tenante, tous leurs travaux pour se lancer dans la course à la supraconductivité. On ne s'improvise pas spécialiste de la supraconductivité du jour au lendemain. À mon avis, 98% des nouveaux venus vont échouer.»



Supraconducteur

Coupe d'une turbine électrique construite au laboratoire du Collège militaire de Kingston, en Ontario. Le solénoïde supraconducteur (partiellement coupé) entoure le cylindre ondulé.

AILLEURS, AU CANADA

Dans le reste du Canada, deux universités se dégagent du lot: Simon-Fraser à Burnaby en Colombie Britannique, et McMaster, à Hamilton en Ontario. Simon-Fraser, c'est 25 années d'expertise en supraconducteurs classiques. La plus grosse

équipe de recherche universitaire au pays (15 personnes) s'est lancée avec enthousiasme dans la fabrication de films minces avec les nouveaux matériaux. L'Université Simon-Fraser met à profit sa relation privilégiée avec la firme CTF Systems pour tester les applications pratiques de certaines de ses recherches. De son côté, l'Université McMaster joue à fond la carte de son réacteur nucléaire pour effectuer des analyses de poudres cristallines par diffraction de neutrons.

À ces deux universités, il convient d'ajouter le Collège militaire de Kingston, en Ontario, qui possède le plus ancien laboratoire cryogénique du Canada. Le Collège a pris le virage des hautes températures et collabore avec le laboratoire d'Alcan international, également à Kingston, qui cherche à fabriquer des câbles supraconducteurs.

La recherche industrielle s'articule autour de deux consortiums financés dans une grande mesure par une subvention PARI (Programme d'assistance à la recherche industrielle) du CNRC.

Le plus québécois d'entre eux s'appelle en toute simplicité le Consortium de la technologie des supraconducteurs. Il regroupe l'IREQ, le Centre de recherches Noranda, à Pointe-Claire, en banlieue de Montréal, et le laboratoire d'Énergie atomique du Canada, à Chalk River en Ontario. Ce regroupement a entrepris, en février 1988, d'étudier le transport d'énergie. Ici, ce ne sont pas des câbles, mais des rubans supraconducteurs, que l'on espère mettre au point et... vendre. Car ce consortium a une vocation commerciale bien affirmée, d'où un certain voile de secret sur le détail des opérations projetées.

Le Centre de recherches Noranda est en train de constituer une équipe d'une demi-douzaine de spécialistes. Son expertise en matière de câbles (Canada Wires and Cables est une filiale de Noranda) en fait un partenaire naturel pour Hydro-Québec et Énergie atomique du Canada.

Seule composante non québécoise du consortium, le laboratoire de Chalk River a une longue expérience



EACL/Plamner

Au laboratoire d'Énergie atomique du Canada à Chalk River, en Ontario, des chercheurs travaillent à la production de céramiques supraconductrices.

dans la supraconductivité classique (construction d'un cyclotron supraconducteur pour les recherches en physique des particules) ainsi que dans la production de céramiques. Brad Palmer, responsable du groupe d'étude sur les céramiques de pointe à Chalk River, rappelle: «Il faut savoir que le carburant des réacteurs nucléaires de type CANDU est le bioxyde d'uranium, c'est-à-dire une céramique.»

Le deuxième consortium est patronné par le *Canadian University-Industry Council on Advanced Ceramics* (CUICAC), un organisme fondé en juin 1986 pour relever le défi japonais dans le domaine des céramiques de pointe. Cet organisme encore tout jeune avait jusque-là concentré ses efforts sur l'échange d'information entre ses membres et avec la communauté internationale. L'annonce de la formation du *Ceramic Superconductor Consortium*, en octobre 1987, marque le premier engagement du CUICAC dans un projet de recherche. Il réunit quatre universités (McMaster, Queen's, Technical University of Nova Scotia, University of British Columbia) et six entreprises (Hydro-Ontario, CTF Systems, Maghamite, Almax Industries, Sherritt Gordon Mines et le laboratoire d'Alcan International à Kingston).

Chaque entreprise s'engage à financer pour trois ans la recherche effectuée dans les laboratoires universitaires. Le consortium du CUICAC n'a pas d'ambitions commerciales. Son président Pat Nicholson, professeur à l'Université McMaster, est formel sur ce point: «Nous faisons de la recherche préconcurrentielle. Les entreprises nous subventionnent et font ce qu'elles veulent ensuite.»

«OXIDE VALLEY»

La recherche canadienne sur la supraconductivité a-t-elle un avenir? Comme pour les semi-conducteurs dans les années 60, un développement significatif viendra peut-être de là où personne ne l'attend, c'est-à-dire du monde effervescent de la PME.

Témoin, la compagnie CTF Systems qui lançait, dès le mois d'août 1987, le tiers des ressources humaines dont elle dispose sur la piste des nouveaux oxydes de cuivre. Son président, M. Max Burbank, affirme: «Dans le domaine de la micro-électronique tout va se jouer très vite. Nous comptons sortir nos premières jonctions de Josephson d'ici un an, peut-être moins. La production de magnétomètres devrait suivre dans la foulée.» Cette détermination a déjà valu à CTF Systems une subvention de 600 000\$ du ministère de la

Défense nationale pour encourager la recherche sur les films minces. «Nous ne sommes pas absents pour autant du domaine de l'électrotechnique, affirme M. Burbank. Nous travaillons sur des rubans supraconducteurs à haute température dans le cadre du projet MAGLEV. De plus, nous suivons de très près ce qui se passe au Japon.»

CTF Systems a de gros projets d'expansion: «Il est malheureusement trop tôt pour l'annoncer dans *Québec Science*, déplore M. Burbank, revenez dans quelques mois: nous aurons de quoi vous étonner!»

Le marché de la supraconductivité appartient aux audacieux. Michael Sayer a fait le saut des applications commerciales en novembre 1987. Ce professeur de l'Université Queen's a pris une année sabbatique pour se joindre à Almax Industries, une PME située à Lindsay, en Ontario.

Depuis lors, en compagnie de trois professionnels, il fabrique des trousseaux pédagogiques sur les supraconducteurs, servant à des expériences de lévitation et à des tests de température. Quatre modèles sont offerts aux universités, aux collèges et, même, dans les écoles secondaires, à des prix variant entre 50\$ et 200\$.

CTF Systems et Almax Industries montrent du doigt ce que pourrait être l'«Oxide Valley» de la supraconductivité canadienne. □

Pour en savoir davantage:

TARASCON, J.M., «La réinvention de la supraconductivité», *La recherche*, juillet-août 1987.

MÜLLER, K.A. et BEDNORZ, J.G., «La découverte de la supraconductivité à haute température», *La recherche*, janvier 1988.

MICHEL, C. et RAVEAU, B., «De nouveaux supraconducteurs», *Pour la science*, novembre 1987.

MCNEIL, R., «The Superconductivity Revolution», *Canadian Research*, juin 1987.

POIRIER, M., «Une nouvelle génération de supraconducteurs», *Interface*, septembre-octobre 1987.

High Temperature Super Conductivity, bulletin d'information mensuel dirigé par Frank Y. Chu, disponible sur demande à: Hydro Research Division, 800, Kipling Avenue, Toronto (Ont.), M8Z 5S4. Tél.: (416) 231-4111.

L'OREILLE ÉLECTRONIQUE

**L'implant cochléaire inaugure l'ère
des organes électroniques et permet désormais
à certains malentendants de vaincre la surdité.**

par Yvon LAROSE

Réal Sasseville a aujourd'hui 37 ans. Totalement sourd depuis l'âge de 22 ans, ce citoyen de Québec devenait, le 17 mai 1984, le premier Canadien à recevoir une «oreille électronique» ou implant cochléaire. Depuis, et malgré les limites de son appareil, M. Sasseville a remarquablement bien réintégré le monde des «entendants», lui qui termine sa deuxième année d'études en communication graphique à l'Université Laval.

Le cas de Réal Sasseville n'est pas unique au Québec, puisque 14 autres personnes souffrant pour la plupart de surdité profonde bilatérale acquise (et non de naissance), et qui ont conservé l'usage du langage, sont aujourd'hui «rebranchées», à des niveaux variables, sur la voix humaine et sur les sons de la vie quotidienne.

Il y a une quinzaine d'années, des chercheurs français, américains et australiens furent les premiers à s'intéresser au principe de l'implant cochléaire. Ces scientifiques croyaient qu'il était possible de remplacer une oreille «morte» par un appareil qui, implanté dans l'oreille interne, stimulerait électriquement les extrémités du nerf auditif, permettant ainsi la diffusion du son jusqu'au cerveau.

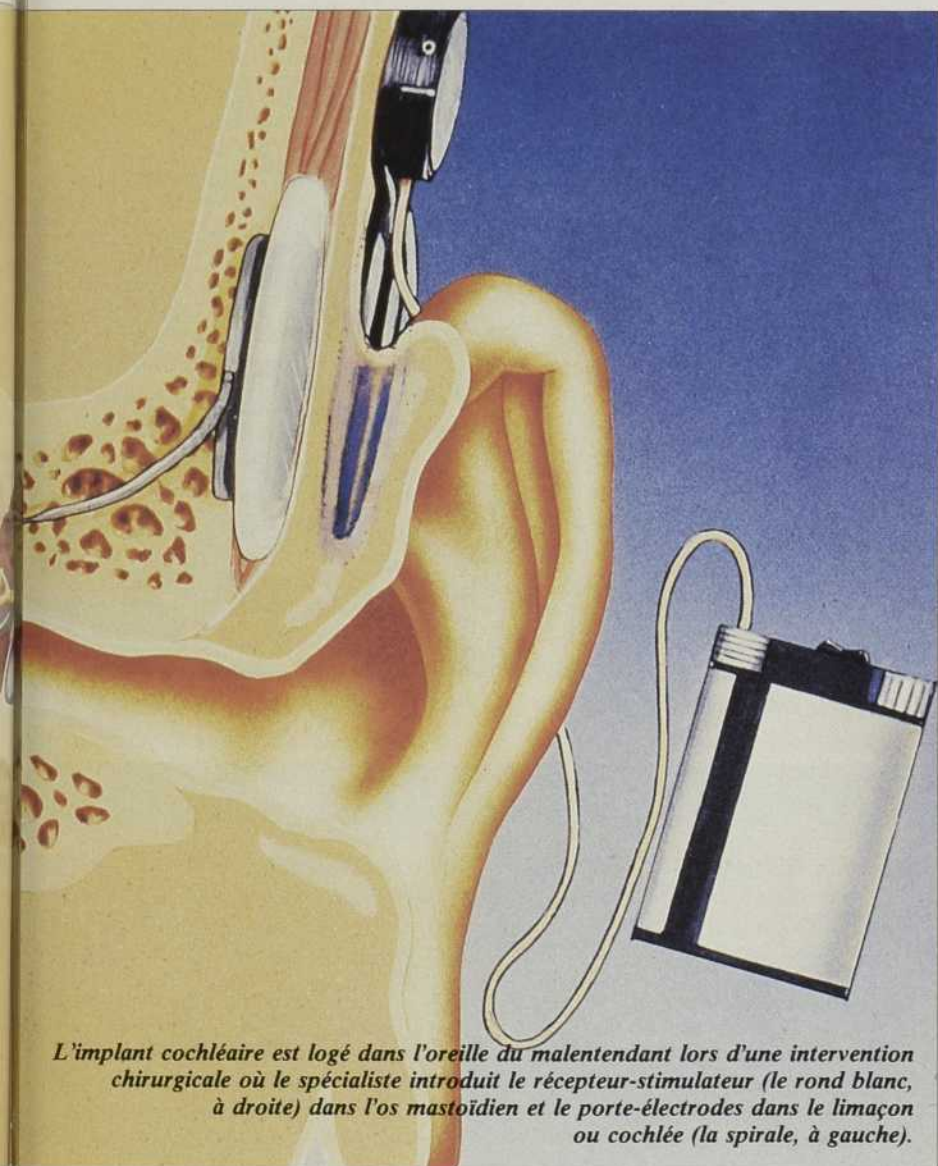
Ce principe reposait sur l'existence de la cochlée ou limaçon, un conduit enroulé en spirale, de la grosseur d'un pois. À l'intérieur de cette structure osseuse, sur deux tours complets d'une spirale, 40 000 fibres nerveuses reliées au nerf auditif sont étalées, l'une à côté de l'autre, comme les touches d'un piano. Ce sont ces fibres que les promoteurs de l'implant cochléaire entendaient exciter grâce à la mise au point de leur appareil.



AUX PRISES AVEC LA SURDITÉ

Chez les gens atteints de surdité, le fonctionnement de la cochlée se trouve être partiellement ou totalement interrompu pour l'une ou l'autre des causes suivantes: maladie héréditaire, maladie ponctuelle (ex.: méningite), maladie causée par l'usage de médicaments toxiques, infection ou traumatisme (ex.: fracture du crâne).

Bien qu'il n'existe aucune statistique officielle sur le sujet, on évalue à 10% le nombre de Québécois aux prises avec un problème de surdité d'intensité variable. Il est, d'autre part, admis qu'un enfant sur 1 000



L'implant cochléaire est logé dans l'oreille du malentendant lors d'une intervention chirurgicale où le spécialiste introduit le récepteur-stimulateur (le rond blanc, à droite) dans l'os mastoïdien et le porte-électrodes dans le limaçon ou cochlée (la spirale, à gauche).

Hôtel-Dieu de Québec

souffre d'une surdité allant de sévère à profonde, à la naissance. Par groupes d'âge, celui des 65 ans et plus est certes le moins bien portant sur ce plan, puisqu'une personne sur trois, semble-t-il, souffre de surdité incommode. Aussi, dans un tel contexte, l'implant cochléaire apparaît-il comme une panacée?

Selon le Dr Pierre Ferron, chef du Département d'oto-rhino-laryngologie de l'Hôtel-Dieu de Québec, les progrès récents en cette matière permettent de nouveaux espoirs. «Il y a cinq ans, dit-il, c'était impossible d'imaginer qu'une personne sourde puisse retrouver une certaine audition. C'était de la science-fiction. Et c'est devenu de la science-réalité!»

Chirurgien renommé, le Dr Ferron a jusqu'à présent réussi neuf des 15 implantations réalisées en sol québécois et se dit très optimiste quant à l'avenir de cette technologie de pointe. «L'automne dernier, raconte-t-il, j'assistais à un symposium organisé en Allemagne de l'Ouest par la Communauté économique européenne sur l'implant cochléaire. C'était fabuleux! Après l'ère des antibiotiques, nous entrons maintenant dans l'ère des organes électroniques.»

Pierre Ferron ne peut s'empêcher de sourire en se rappelant l'époque, pas tellement lointaine, où les défenseurs du concept de l'implant cochléaire étaient la risée de la communauté scientifique internationale.

«L'incrédulité générale, explique-t-il, partait du fait que l'oreille est un organe d'une complexité énorme.»

L'oreille constitue effectivement une remarquable réussite sur le plan biologique. Quarante mille cellules nerveuses périphériques effectuent pour chaque oreille des opérations d'une grande complexité, telles que percevoir la qualité, la différence et le raffinement d'un son par rapport à un autre. C'est aussi un organe d'une grande souplesse, capable de s'adapter avec une facilité égale à un son d'une très faible énergie comme à un son d'une énergie énorme.

L'oreille peut également percevoir, en même temps, deux sons d'intensité différentes comme, par exemple, un son de 40 décibels et un autre de 60 décibels. C'est ce qui se produit, notamment, lorsqu'une personne converse avec une autre dans un lieu extrêmement bruyant. Mesuré selon une échelle logarithmique, le son, par exemple de 1 à 10 décibels, est non pas 10 fois mais bien 1 000 fois plus fort. Comparé à l'oreille, quel niveau de performance l'implant cochléaire, tout perfectionné soit-il, peut-il atteindre?

SURTOUT, L'IMPLANT MULTIELECTRODE

Dans le cas du Nucleus australien, qui est le modèle le plus avancé sur le plan technique à l'heure actuelle, les résultats indiquent que la plupart des bénéficiaires ont retrouvé une sensation auditive et acquis la capacité de distinguer des sons différents. Plusieurs d'entre eux ont également recouvré la perception de certains sons de la vie quotidienne et amélioré leur capacité de communication avec leur entourage. Enfin, quelques-uns peuvent comprendre certaines conversations sans avoir à lire sur les lèvres. Ces derniers peuvent aussi converser au téléphone avec des personnes dont la voix leur est familière.

Dans la foulée du Dr Ferron, d'autres spécialistes canadiens se sont intéressés à l'implant cochléaire. C'est notamment le cas de son confrère montréalais Melvin Schloss, directeur du Département d'oto-

rhino-laryngologie à l'Hôpital pour enfants de Montréal.

Le docteur Schloss a effectué sa première implantation dès 1985. En deux ans, il installera six oreilles électroniques, dont la moitié sur des enfants. Son choix d'implant s'est porté sur le monoélectrode de la compagnie américaine 3M, qui est, selon lui, «le modèle le plus utilisé en Amérique du Nord». Disant avoir obtenu de très bons résultats avec cet appareil, Melvin Schloss espère à l'avenir expérimenter l'implant multi-électrode. Ailleurs au Canada, des spécialistes de Vancouver, d'Edmonton et de Toronto effectuaient récemment leurs premières expériences dans le domaine de l'oreille électronique.

Pour sa part, le Dr Ferron, entouré d'une équipe multidisciplinaire, s'est tourné dès le début de ses interventions vers l'implant multiélectrode. Il explique son choix par le fait que, contrairement au monoélectrode, le type d'implant qu'il a choisi permet de diffuser des messages plus sophistiqués.

Après avoir implanté un modèle français sur ses deux premiers patients, l'oto-rhino-laryngologiste de l'Hôtel-Dieu de Québec s'est tourné vers le modèle australien. Une seule expérience fut tentée par la suite avec le modèle américain Symbion. Équipé de quatre électrodes, cet implant donnait d'excellents résultats, mais on dut en cesser la production, en raison, entre autres, de sa difficulté de calibrage. L'équipe du Dr Ferron revint donc définitivement au Nucleus australien à 22 électrodes.

RÉÉDUCATION AUDITIVE NÉCESSAIRE

Une fois la chirurgie réalisée, le patient doit franchir deux autres étapes cruciales dans son cheminement vers le monde des sons: le calibrage de son appareil et l'apprentissage d'une audition nouvelle. À Québec, jusqu'au mois de mai 1987, ces responsabilités étaient confiées à Michel Desgagné, chef du Service d'audiologie de l'Hôtel-Dieu. Depuis ce temps, M. Desgagné se limite au

calibrage et aux examens de sélection des candidats à l'implantation, le travail de rééducation étant maintenant assuré par un spécialiste de l'Institut des sourds de Charlesbourg.

Deux heures par jour, cinq jours par semaine et ce, durant deux à quatre semaines, M. Desgagné reçoit à son bureau la personne nouvellement «implantée», pour calibrer son appareil à l'aide d'un micro-ordinateur.

Une première impulsion électrique est d'abord envoyée dans la cochlée pour vérifier le bon fonctionnement de chacune des électrodes. Ensuite, le spécialiste raffine son calibrage en envoyant à chacune des électrodes une impulsion électrique dosée selon la qualité des fibres nerveuses disponibles. Grâce à l'informatique, le spécialiste peut programmer chacune des électrodes selon une

certaine bande de fréquences. Par exemple, il peut décider que l'électrode n° 1 sera responsable des fréquences allant de 300 à 350 Hz, tandis que l'électrode n° 2 se chargera des fréquences allant de 351 à 418 Hz, etc.

RECONNAÎTRE DES SONS OUBLIÉS

M. Desgagné souligne que plusieurs problèmes surgissent lors de ces ajustements. «Premièrement, dit-il, la personne qui est sourde depuis quelques années a perdu des notions de sonorité aussi élémentaires que «fort, faible, grave et aigu». Cela ne lui dit plus rien. Il s'agit alors pour moi de lui redonner progressivement ces notions qui s'avèrent indispensables à l'ajustement des électrodes. Deuxièmement, les grands sourds ont tous, de façon continue, des bruits ou

L'ABC DE L'IMPLANT COCHLÉAIRE

On trouve actuellement une demi-douzaine de modèles d'implants cochléaires sur le marché. Produits de très haute technologie, ces appareils, faut-il le souligner, sont littéralement hors de prix. Le Chori-mac 12 français (12 électrodes), par exemple, se vend 19 000\$. Son concurrent australien, le Nucleus 22 (22 électrodes), coûte 18 000\$ tandis que le modèle américain à une seule électrode et commercialisé par la firme 3M vaut 8 000\$.

L'oreille électronique est un appareil conçu spécifiquement pour les personnes souffrant de surdité profonde des deux oreilles, qui ont déjà entendu (sauf exceptions) et qui ont conservé le langage. Son appareillage externe comprend un processus vocal, ou décodeur, porté à la ceinture, en bandoulière ou autrement, et dont le rôle consiste à analyser les sons, à sélectionner les plus utiles d'entre eux et à les codifier. Cet appareil, qui sur certains modèles est également un émetteur, reçoit au préalable les sons captés par un microphone. Il envoie ensuite des ondes électromagnétiques par fil jusqu'à un émetteur (ou une antenne selon les modèles) placé près de l'oreille.

L'appareillage interne de l'implant cochléaire se compose d'un récepteur-

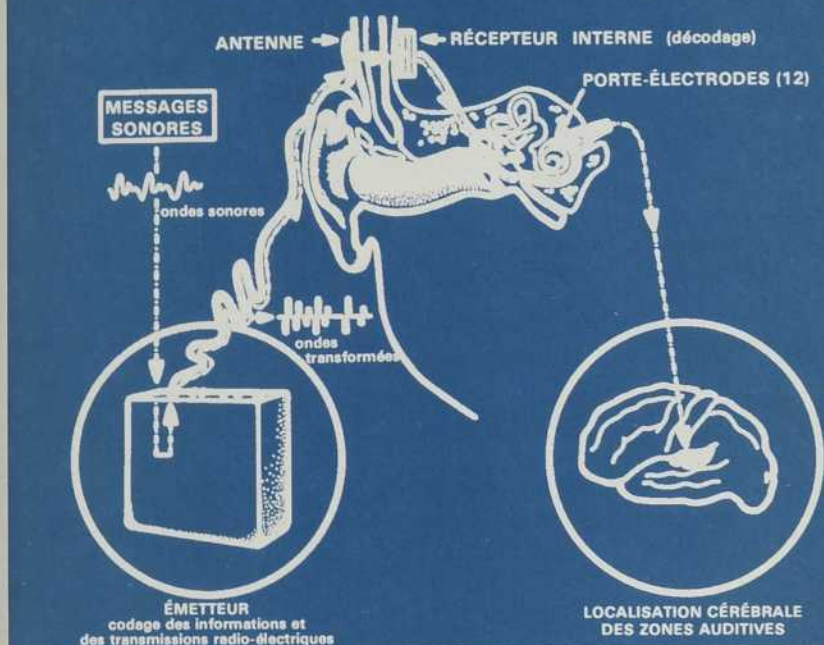
stimulateur et d'un porte-électrode(s). Véritable micro-ordinateur, le récepteur-stimulateur est logé dans l'os mastoïdien, derrière l'oreille au cours de la même intervention chirurgicale qui permet d'insérer le porte-électrode(s) dans la cochlée, à une fraction de millimètre du nerf auditif, sans le toucher. Son rôle consiste à décoder les signaux électromagnétiques reçus de l'antenne ou de l'émetteur, puis à les diriger sous forme de signaux électriques vers l'électrode ou les électrodes.



Hôtel-Dieu de Québec

À titre indicatif, le récepteur-stimulateur du Nucleus (ci-dessus) fait 34,5 mm de diamètre et pèse 10 g. Le porte-électrodes auquel il est rattaché aligne ses 22 électrodes sur un mince fil de 17 mm de long recouvert de silicone caoutchouté.

PROCESSUS DU CODAGE, DU DÉCODAGE ET DE LA TRANSMISSION DU MESSAGE



Hôtel-Dieu de Québec

acouphènes dans les oreilles. Le patient doit alors faire un effort spécial pour distinguer les sons que je lui envoie. Troisièmement, les fibres nerveuses, paresseuses, au début, en raison de leur longue inactivité, reprennent peu à peu leur fonction. Il faut donc diminuer à mesure l'énergie électrique nécessaire à la diffusion du son.»

Une fois le calibrage réalisé de façon adéquate, le patient est prêt à entreprendre sa rééducation auditive. Celle-ci dure trois mois en moyenne, pour un adulte, et son succès dépend notamment de facteurs aussi subjectifs que la qualité des fibres nerveuses de la cochlée et la capacité de mémorisation de l'individu.

«À l'heure actuelle, soutient Michel Desgagné, on est incapable de savoir si toutes les fibres nerveuses sont également stimulables dans chacune des zones de la cochlée. Par ailleurs, le patient doit se faire un code et apprendre que, dorénavant, le son «a», en regardant sur mes lèvres, s'entend de telle façon.»

Les sons qui ont changé, ainsi que la perte de mémoire auditive, sont d'autres aspects à considérer lors du processus de rééducation. Selon l'audiologiste-orthophoniste de l'Hôtel-Dieu de Québec, celui qui revient dans le monde sonore après plusieurs

années de silence ne reconnaît plus, par exemple, la sonnerie de certains téléphones ni la sirène de l'ambulance, parce que ces sons étaient différents auparavant. Par ailleurs, ajoute-t-il, le son qui est demeuré le même doit généralement être réentendu à deux ou trois reprises avant que la mémoire auditive, engourdie par son long sommeil, ne puisse effectivement le reconnaître.

OBJECTIF: RECRÉER L'OREILLE HUMAINE

Pour mener à bien sa tâche, Michel Desgagné n'hésitait pas à sortir dans la rue avec ses patients, en prenant bien soin d'identifier pour eux les multiples bruits de la vie quotidienne. Il complétait cette initiation bien particulière par des enregistrements des mêmes bruits qu'il faisait entendre à la personne «implantée». Comment celle-ci réagissait-elle à cette immersion sonore?

«Dans les premiers jours, d'expliquer M. Desgagné, la voix, les bruits, tout est pareil. La personne sait que quelque chose se passe mais sans pouvoir reconnaître quoi que ce soit. Pour la plupart des patients, la voix est rapide, saccadée, nasillarde. Quand quelqu'un parle, c'est du grésillement, de la friture. Mais, dans les

24 à 48 heures qui suivent, il commence à y avoir distinction des sons. Par la suite, la personne en vient à différencier le volume des sons et la qualité de la voix.»

Les oreilles électroniques implantées au Québec et ailleurs dans le monde n'ont évidemment pas la qualité exceptionnelle de l'oreille humaine. Les futurs bénéficiaires d'implants cochléaires sont d'ailleurs prévenus que l'appareil, compte tenu de ses limites, ne leur redonnera pas leur capacité auditive d'autrefois. Des efforts continus, malgré un plafonnement prévisible, peuvent néanmoins redonner une autonomie certaine à ces personnes. C'est ainsi que, selon Michel Desgagné, quelques-uns de ses ex-patients lui téléphonent de façon régulière et ont avec lui des conversations presque normales.

La technologie évoluant sans cesse, qu'en sera-t-il de l'implant cochléaire d'ici quelques années?

Pour Michel Desgagné, l'effort des fabricants porte actuellement sur la miniaturisation de l'appareil et sur la qualité de transfert du message. «On parle également d'utiliser la fibre optique dans la fabrication de l'implant, ce qui permettrait vraisemblablement d'avoir à notre disposition de 200 à 300 électrodes pour faire passer le flux auditif normal.»

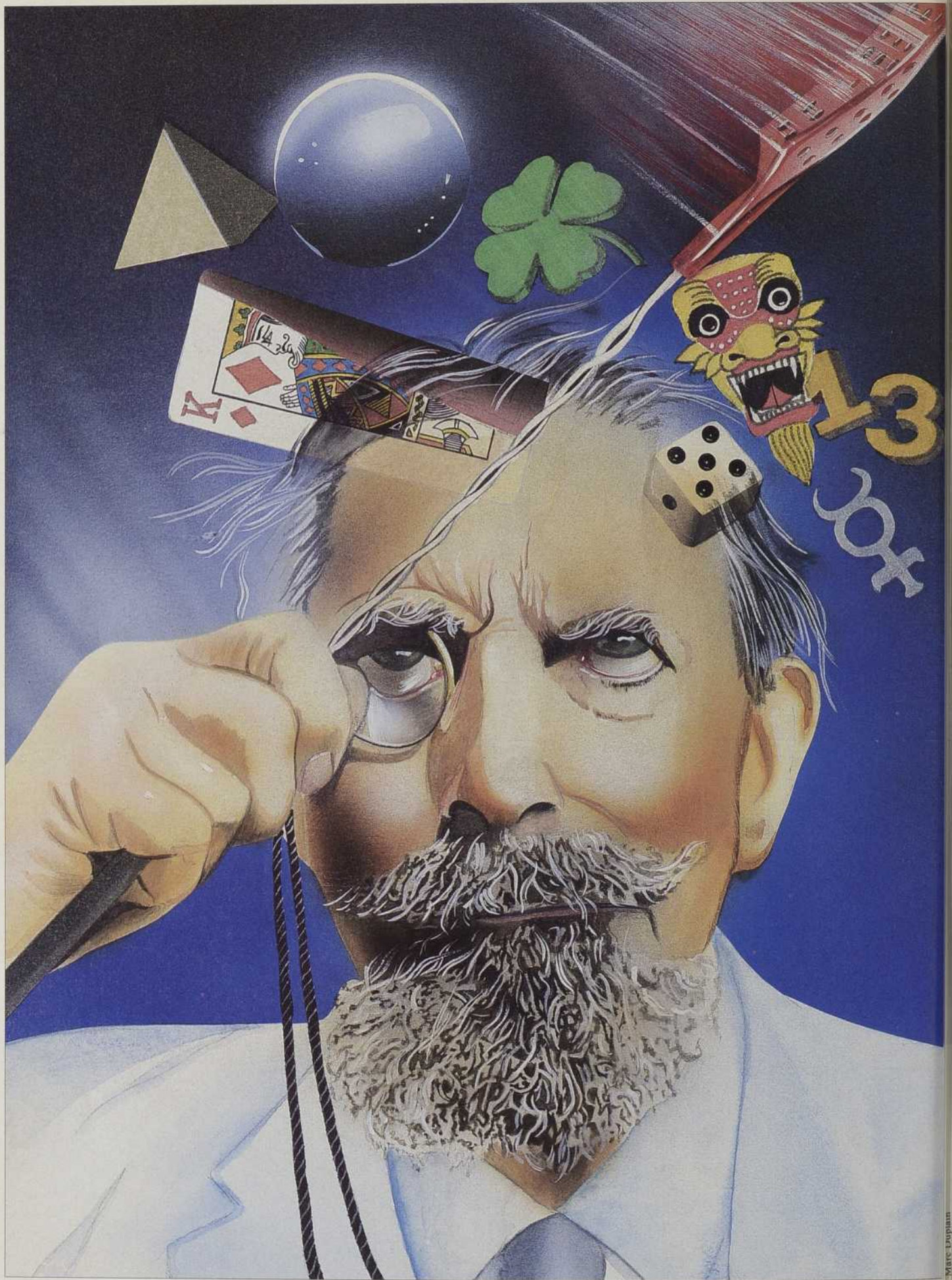
Le Dr Ferron, lui, compte bien que l'oreille humaine sera rejointe un jour. «Quand cela sera fait, conclut-il avec optimisme, on aura dépassé l'oreille, parce qu'on pourra greffer sur l'implant tous les dispositifs, filtres et autres, créés par l'homme pour une ouïe supérieure.» □

Pour en savoir davantage:

CHOUARD, C.-H., MACLEOD, P., «Implantation of Multiple Intracochlear Electrodes for Rehabilitation of Total Deafness: Preliminary Report», dans *Laryngoscope*, 1976, pp. 1743-1751.

EDDINGTON, D.K., «Speech Recognition in Deaf Subjects with Multichannel Intracochlear Electrodes», dans *Annals of the New York Academy of Science*, 1983, 405, pp. 241-258.

COLLECTIF, *The Cochlear Implant in the Otolaryngologic Clinics of North America*, W.B. Saunders Company, Philadelphie, mai 1986, vol. 19, n° 2, 449 p.



AU NOM DE LA RAISON

Les phénomènes paranormaux et les fausses sciences gagnent de plus en plus d'adeptes. Des sceptiques, gardiens du rationnel, luttent contre ces croyances pour le moins surprenantes en ce siècle de science et de technologie.

par Lucie PAGÉ

"Vampire», projet ultra secret des Forces armées américaines, avait pour but de vérifier la possibilité de détruire les missiles soviétiques en brûlant une photo de ces engins. Il a fallu six millions de dollars pour se rendre à l'évidence: le projet n'avait réussi qu'à saigner les contribuables.

Napoléon évitait les dîners regroupant 13 personnes à table. Franklin Roosevelt annulait tous les voyages prévus le 13 du mois. La «triskaidekaphobie», la peur du chiffre 13, coûte en moyenne un milliard de dollars chaque année, aux États-Unis, en absentéisme, en annulations de billets de train ou d'avion, et en baisse du chiffre d'affaires le 13 de chaque mois.

Des évangélistes guérissent certains hommes du cancer de l'utérus. Des compagnies n'hésitent pas à vérifier le signe astrologique d'un futur employé...

Les «sceptiques», ces gens qui ne croient pas aux phénomènes paranormaux, sont en guerre contre ce genre de croyances. Depuis 20 ans, James Randi, un Canadien, exhibe un chèque de 10 000\$ qu'il offre à quiconque pourra lui démontrer l'existence de pouvoirs psychiques, occultes ou paranormaux. Après 600 réclamations, James Randi, l'un des

meilleurs magiciens de l'Amérique du Nord, a toujours ses 10 000\$. «La différence entre tous ces gens et moi, explique-t-il, c'est que moi, j'admetts que je suis un charlatan. Pas eux.»

Les sceptiques se sont engagés dans une lutte féroce: celle de la rationalité opposée au besoin de croire. Ils font face à un problème quasi insurmontable: divers sondages américains confirment que la croyance aux phénomènes paranormaux, dans ce siècle de la science et de la technologie, reste forte et solide. La revue du Committee for the Scientific Investigation of the Claims of the Paranormal (CSICOP), le *Skeptical Inquirer*, publie régulièrement une centaine de pages d'articles et de reportages sur divers phénomènes paranormaux. Mais cette revue, qui tire à 20 000 exemplaires, passe presque inaperçue à côté des 5,5 millions d'exemplaires du *National Inquirer*, son farouche adversaire, qui, souvent, traite des mêmes sujets, mais sous un angle totalement différent. Pourquoi, malgré le manque de preuves évidentes, des millions de personnes se tournent-elles vers de telles croyances?

«Les gens ont besoin de croire», explique le professeur Yves Galifret, spécialiste en neurosciences, un des responsables du Comité français pour l'étude des phénomènes paranor-

maux, secrétaire général de l'Union rationaliste à Paris et membre du CSICOP. «On a beau leur démontrer de toutes les façons possibles, preuves en main, que tout ça, c'est du bidon, il y a un tel besoin de croire que les gens n'en tiennent pas compte.»

LA BOULE DE CRISTAL FAIT BOULE DE NEIGE

Depuis quelques années, les sceptiques font face à une recrudescence des phénomènes paranormaux. Ils l'expliquent ainsi: «L'approche de la fin d'un millénaire semble inciter les gens à penser à la fin du monde.» Ainsi, à l'aube de l'an mille, les gens se seraient tournés vers les sciences occultes pour apaiser leurs angoisses. Toutefois, M. Jean Delumeau, professeur au Collège de France, remarquait récemment que «les peurs, les terreurs de l'an mille n'ont pas existé, que c'est une légende. Nous espérons que les journaux parleront moins des peurs de l'an deux mille, parce qu'ils ne trouveront aucune référence historique à ces peurs de l'an mille.» Mais l'approche du troisième millénaire n'est pas la seule explication.

Le *Skeptical Inquirer* a publié une étude qui démontrait que les pseudo-sciences pullulent là où décline la foi religieuse. Aussi, tous les

sceptiques s'entendent pour dire que la pauvreté de l'enseignement des sciences et de leur histoire entraîne la recrudescence des «autres» croyances. Sans une compréhension fondamentale des lois de la nature, expliquent-ils, les gens sont plus portés à croire à des phénomènes paranormaux. «Les esprits des futurs adultes devraient être formés à reconnaître, pour les déjouer, les pièges du faux savoir et du charlatanisme», écrit M. Michel Rouzé, rédacteur en chef de *Science... et pseudo-science*, de l'Association française pour l'information scientifique, qui a pour devise: «La diffusion de la science, c'est aussi la dénonciation des pseudo-scientifiques.» «Si c'est là l'une des tâches les plus nobles et les plus nécessaires qui échoient aux enseignants de tout niveau, poursuit M. Rouzé, on est en droit d'exiger d'eux qu'ils transmettent l'esprit critique.»

Selon un sondage d'opinion en matière de science et de technologie effectué en 1985 par MM. Victor Tremblay et Jean Roy, pour le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Science et de la Technologie, un peu plus de la moitié de la population québécoise (54,3%) se dit favorable à l'augmentation du nombre d'heures consacrées à l'enseignement des sciences, même si cela signifie une diminution du temps alloué à d'autres matières. Un peu plus de 38% des gens s'y opposent. Il y a là un débat qui mérite d'être approfondi.

LA GUERRE DES ÉTOILES

Chaque jour, en Amérique du Nord, 1 800 journaux publient des horoscopes. Le CSICOP a écrit en leur demandant d'insérer, avant l'horoscope, un petit chapeau indiquant que «cette rubrique est là simplement pour vous amuser et qu'elle n'a aucun fondement scientifique», une espèce d'«éviter d'inhaler», comme sur les paquets de cigarettes. Rapidement, les journaux répondirent par lettres d'injures accusant les membres du CSICOP d'être des «esprits étroits», etc. Même les quelques journaux qui leur donnaient entièrement raison précisaient: «Si je dis ça, mon chiffre

De tout temps, l'être humain a été séduit par l' inexplicable. Le futur fascine. L'inconnu fait peur. La réalité angoisse. Les pseudo-sciences soulagent. En cette ère de la science et de la technologie, la liste des fausses sciences ne cesse de s'allonger.

Parmi les plus populaires, on note l'astrologie, la phrénologie, la télépathie, la cartomancie et de nombreuses autres «mancies»; on retrouve également l'étude de phénomènes réputés bizarres, tels le triangle des Bermudes, le monstre du Loch Ness, les ovnis, l'Atlantide et les autres continents «perdus»; l'art des diseurs de bonne aventure, des guérisseurs miraculeux ou des «doués» capables de lire avec le bout des doigts; l'intérêt répété pour la lévitation par la méditation, les biorythmes, les rêves prémonitoires, la vie émotive des plantes, l'effet

de la pleine lune sur le taux de criminalité, la réincarnation, le pouvoir des porte-bonheur, les miracles, etc.

Selon le sondage Léger et Léger (octobre 1987), les incrédules irrédutibles, au Québec, représentent 40% de la population. À l'opposé, 30% des Québécois croient, sans réserve, à l'astrologie, à la réincarnation, aux extraterrestres et à des superstitions telles que le fait de toucher du bois pour éviter la malchance, l'oreille qui bourdonne lorsqu'on pense à vous ou l'effet chanceux — ou maléfique — du chiffre 13. Par ailleurs, 30% doutent mais restent curieux. On note également que 16% des personnes interrogées possèdent un porte-bonheur.

Entre la science et la boule de cristal, c'est une vieille histoire qui continue: celle du combat entre le rationnel et la crédulité, entre la réalité et l'inconnu.

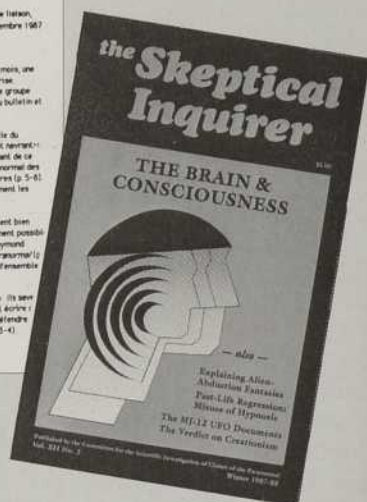
LES SCEPTIQUES

Les «saint Thomas» de l'occulte se regroupent dans divers clubs de sceptiques à travers le monde. Le magicien canadien James Randi compte, avec Isaac Asimov et Carl Sagan, entre autres, parmi une petite armée de 350 000 «incroyants». Les plus militants font partie du Committee for the Scientific Investigation of the Claims of the Paranormal (CSICOP) aux États-Unis. Ce groupe envoie une équipe de scientifiques enquêter sur le «bizarre et l' inexplicable». Résultats: certains phéno-

mènes sont certes bizarres, mais toujours explicables.

La toute récente Association des sceptiques du Québec, avec ses 60 membres, s'est jointe à la ligue. Leur but est d'«encourager la critique des phénomènes paranormaux, des ovnis, des pseudo-sciences et des prétentions religieuses pseudo-scientifiques».

Des groupes semblables existent, entre autres, en Australie, en Équateur, en France et en Grande-Bretagne, et des dizaines de groupes locaux sont florissants aux États-Unis.



Les bulletins et revues que publient les sceptiques diffusent de l'information scientifique sur des croyances ou phénomènes: résultats d'enquêtes, d'études, de rencontres, bibliographies...



Au Québec et ailleurs dans le monde, les sceptiques dénoncent les fausses croyances. Ici, M. Yves Galifret, un Français sceptique, professeur en neuro-sciences, à Paris, est entouré de MM. Jean Ouellette (à gauche) et Philippe Thiriart (à droite), deux organisateurs des sceptiques du Québec.

de ventes va s'effondrer. Ne me demandez pas de brûler ma boutique.»

Le sondage Tremblay-Roy révèle que 60,2% des Québécois croient que l'astrologie est une science. Selon un autre sondage, celui de Léger et Léger (octobre 1987), préparé pour le *Journal de Montréal*, 94% des gens au Québec connaissent leur signe astrologique. Ce même sondage révèle, de plus, que près des trois quarts des Québécois lisent de temps à autre leur horoscope. Et, blague à part, les personnes nées sous le signe du Poisson sont celles qui croient le plus à l'astrologie et aux superstitions. À l'opposé, les plus incrédules seraient les Taureaux, les Lions et les Scorpions...

En France, 60% des gens consultent régulièrement leur horoscope et 25% disent y croire. À Paris, en 10 ans, le nombre des voyants et adeptes des sciences occultes a quadruplé. Aussi, 8 millions de Français consultent, chaque année, 40 000 cabinets de voyance.

«Une des choses qui poussent les gens à croire à l'astrologie ou aux phénomènes paranormaux, explique

M. Yves Galifret, est la difficulté de reconnaître, parmi la multitude d'expériences quotidiennes, les événements reliés au hasard. Les prévisions annuelles faites par les voyants sont toujours vérifiées et c'est un fiasco total... sauf quelques coïncidences.»

L'astrologue a parfois raison, certes. L'idée est de savoir s'il a raison plus souvent qu'à son tour. «Aucune des tendances astrologiques n'a dépassé le stade de la preuve statistique, une fois soumise à un test sérieux», précise M. Gilles Beaudet, professeur de physique à l'Université de Montréal. «Pour autant, en 2 000 ans d'existence, l'astrologie aurait eu tout le temps voulu pour faire ses preuves.»

DON D'OBSERVATION

Rien de plus simple, selon les sceptiques, que de devenir astrologue, cartomancien, diseur de bonne aventure ou autre «conteur d'histoires». «Ils n'ont pas la moindre idée de votre avenir — ni de votre passé, d'ailleurs. Mais ils peuvent deviner pas mal de choses et c'est là l'essentiel de leur art: deviner la vérité à partir de vos attitudes et réactions.»

D'abord, la méthode utilisée n'a aucune importance, selon les sceptiques. Le voyant ou l'astrologue (que nous appellerons «psi») peut lire l'avenir sur un pied, dans la main, les deux yeux fermés, pourvu qu'on le laisse étudier le client avant de se bander les yeux. Le psi est un observateur hors pair, qui remarque tout de suite l'âge du client, son style, ses manières, son vocabulaire, son accent, et son tempérament.

Le psi sait qu'à peu près tout être humain devient amoureux, se querelle, se réconcilie, perd un être cher, etc. À s'en tenir à ce genre de prédictions, on aura toujours raison. Ray Hyman, psychologue à l'Université de l'Oregon, donne un exemple.

«Une jeune femme âgée entre 28 et 33 ans rend visite à un psi. Elle porte des bijoux dispendieux, une alliance et une robe noire d'une étoffe de pauvre qualité. Le psi remarque qu'elle porte des souliers destinés aux personnes ayant des problèmes de pieds.

«Le psi suppose que cette cliente est venue le voir, comme la plupart de ses clientes, à cause de problèmes d'amour ou d'argent. La robe noire et la bague indiquent que son mari est probablement mort récemment. Les bijoux dispendieux suggèrent qu'elle était financièrement à l'aise durant son mariage, mais l'étoffe de pauvre qualité indique que son mari l'a laissée sans le sou. Les souliers thérapeutiques signifient qu'elle est debout plus souvent qu'avant. Il en déduit qu'elle travaille depuis la mort de son mari.» Observation à la Sherlock Holmes quoi! Ce dernier aurait d'ailleurs fait un excellent diseur de bonne aventure.

«Le déterminisme astrologique est extrêmement sécurisant pour les gens un peu démunis devant la complexité du monde moderne», reconnaît Gilles Beaudet. Sauf que la montée de l'irrationnel ne touche pas seulement les «naïfs». Elle trouble aussi des milieux qu'on aurait crus à l'abri. Certains boursiers paient l'astrologue ou le cartomancien jusqu'à 1 000\$ pour savoir où, quand, comment et combien investir. La CIA dépense l'argent des contribuables

américains pour vérifier si les sous-marins soviétiques seraient réparables par la pensée. Des dizaines de compagnies québécoises (dont les noms en surprendraient plus d'un s'ils étaient rendus publics) consultent des astrologues pour obtenir des conseils.

«Les dirigeants ou membres de la direction des compagnies doivent prendre des décisions angoissantes», confie M. Philippe Thiriart, professeur de psychologie et membre de l'Association des sceptiques du Québec. «Cela ne m'étonnerait pas que ces gens se rendent en cachette consulter des astrologues ou autres pseudo-scientifiques, tout simplement pour apaiser leur angoisse.»

Mais les sceptiques s'attardent moins aux «superstitions bénignes» qu'à d'autres croyances beaucoup plus malignes.

DES MIRACLES PRÉMÉDITÉS

Les prédicateurs attirent 10 millions de téléspectateurs chaque semaine aux États-Unis. L'un d'eux, Pat Robertson, se présente même comme candidat à la présidence des États-Unis!

Le magicien Randi, récipiendaire du prix de la MacArthur Foundation de Chicago — 272 000\$ pour cinq ans — se demandait comment des «télévangélistes», tel Peter Popoff, pouvaient guérir miraculeusement les malades qui assistent à leurs spectacles. Il décida d'enquêter.

Armé d'un équipement électronique et aidé d'un ami déguisé en femme et simulant un cancer des ovaires! — Randi se rend à un spectacle de Popoff. Tout de suite, il remarque que le prédicateur porte un audiophone. Randi trouve curieux que Popoff, qui guérit même le cancer, ait besoin d'un tel appareil. Avec son détecteur d'ondes, Randi découvre qu'il s'agit en fait d'un récepteur. Il intercepte un message curieux concernant son complice déguisé: «La prochaine personne, celle avec le gros derrière et la poitrine fournie, c'est Mme X. Elle a un cancer de l'utérus...» La voix du

message intercepté était celle de Mme Popoff. Installée dans une camionnette, à l'extérieur de l'enceinte, elle suit le spectacle retransmis en circuit fermé et dicte à son mari les noms, adresses et maladies des candidats à la guérison, de même que les noms de leurs médecins, détails qu'elle avait recueillis avant le spectacle. Le rôle de Mme Popoff est justement de s'entretenir avec les spectateurs tout en leur posant des petites questions pour «faire la conversation». Les réponses à ces questions donneront à son mari de «grands pouvoirs».

Randi prétend que personne, à ce jour, n'a été guéri de quelque maladie que ce soit. Comment expliquer, alors, que les gens se lèvent de leur fauteuil roulant après la bénédiction du prédicateur? Tous ces «miraculés», remarque Randi, se lèvent d'une même marque de fauteuils roulants... loués. Lorsque les gens entrent dans la salle, Mme Popoff leur demande s'ils voudraient bien s'asseoir dans un fauteuil roulant et se lever lorsque le «Maître» le leur demandera. «Les gens «embarquent», dit Randi. Certains se doutent bien qu'ils jouent un jeu, mais ils «embarquent» quand même.»

Mais certains autres jouent le jeu sans le savoir. Randi donne l'exemple d'une personne souffrant d'arthrite. «On a démontré scientifiquement qu'une personne ne sent plus son arthrite lorsqu'un Oral Roberts ou un Peter Popoff, la saisit, la secoue et lui donne une taloche en plein front.» Le mal disparaît grâce à une poussée d'adrénaline. «Il faut comprendre, explique Randi, que la personne en question est devant son idole, pour ne pas dire son dieu, sous les caméras de télévision, entourée de 20 000 personnes. Il est évident qu'elle ne sentira plus rien: elle est trop excitée.» À la fin du spectacle, toutefois, ces mêmes «miraculés», se retrouvent recroquevillés, pleurant et criant de douleur.

CRISE DE FOI

La croyance aux phénomènes paranormaux n'est pas dommageable en

soi. «Ce sont les effets sur la société qui le sont», avertit le président du CSICOP, M. Paul Kurtz. En effet, certaines croyances peuvent mener à de vrais dangers physiques ou psychologiques.

À Toronto, une femme a déboursé 10 000\$ pour qu'une diseuse de bonne aventure guérisse son fils schizophrène. Une autre a payé 7 000\$ pour avoir un pot de «potion magique», contenant, en fait, de l'eau colorée, qu'elle mettait sous son lit le soir, confiante que son cancer disparaîtrait. Peter Sellers est mort, semble-t-il, parce qu'il est allé voir un de ces guérisseurs miraculeux aux Philippines, au lieu de se faire opérer pour le cœur.

C'est certes sans exagération que nous parlons de croyances mortelles. Le pasteur Jim Jones a entraîné des centaines de disciples dans la mort. Le magicien Randi a rencontré un scientifique qui croyait, sans réserve, à Uri Geller et à son pouvoir de tordre des cuillers. Lorsque Randi lui a dévoilé le secret, le scientifique a tenté de se suicider.

Par ailleurs, on peut se demander qu'est-ce qui est le plus «meurtrier»: la croyance ou la connaissance scientifique? M. Yves Galifret admet que le travail des sceptiques n'est pas très excitant, «parce que c'est toujours de la critique que nous faisons. Nous sommes perçus comme des trouble-fête.»

Au contraire de ce qu'affirmait Descartes dans son célèbre *Discours de la méthode*, le bon sens n'est peut-être pas la chose du monde la mieux partagée. □

Pour en savoir davantage:

Rouzé, Michel, *La parapsychologie en question*, Hachette, 1979.

Broch, Henri, *Le paranormal*, Éditions du Seuil, 1985.

De Pracontal, Michel, *L'imposture scientifique en 10 leçons*, Éditions La Découverte, Paris, 1986.

Majax, Gérard, *Le grand bluff*, Fernand Nathan, Paris, 1978.

Les Sceptiques du Québec, *Bulletin d'information*, Case postale 96, Sainte-Élisabeth (Québec), J0K 2J0.

[illegible]

Des vacances et des sciences

**Des camps originaux, un festival inédit,
des stages sur mesure,
autant de bonnes occasions d'attrapper
la piquête des sciences cet été.**

par **Élaine HÉMOND**

Ils se couchent à trois heures du matin après avoir poursuivi une étoile, jardinent dans les protoplastes et les bactéries pour enfin découvrir la culture in vitro de la violette africaine, testent leur acuité auditive dans une chambre sourde et la résistance de leur tympan, dans une chambre à réverbération. Ils fouillent la spartine, passent la bague à des volatiles, s'initient au maniement des armes à feu et jouent avec des robots de 100 000 \$.

Ce programme un peu fou n'est pas celui d'un nouveau centre d'«attra-fic-science» surréaliste qui s'appellerait, par exemple, «Einstein World»; c'est une énumération presque sérieuse des différentes activités d'initiation scientifique offertes aux adolescents et adolescentes dans des camps-écoles du Québec.

Alors que la culture scientifique est mise sur un piédestal et qu'on tente, à tous les niveaux, de susciter des vocations scientifiques, sait-on qu'il existe au Québec une dizaine de camps-écoles orientés vers les sciences et les technologies? Parmi les camps reconnus par le Conseil de développement du loisir scientifique (CDLS), nous en avons choisi quatre qui touchent des secteurs particulièrement originaux.

DES CORN-FLAKES À MIDI

Le Soleil est déjà haut dans le ciel de Charlevoix et les eaux de Port-au-Saumon miroitent des poussières lumineuses caractéristiques du milieu de la journée. Alors qu'un groupe de jeunes garçons et filles remonte fièrement de la baie les trouvailles aquatiques glanées

Centre ée

Camp-école sur la sauvagine • École



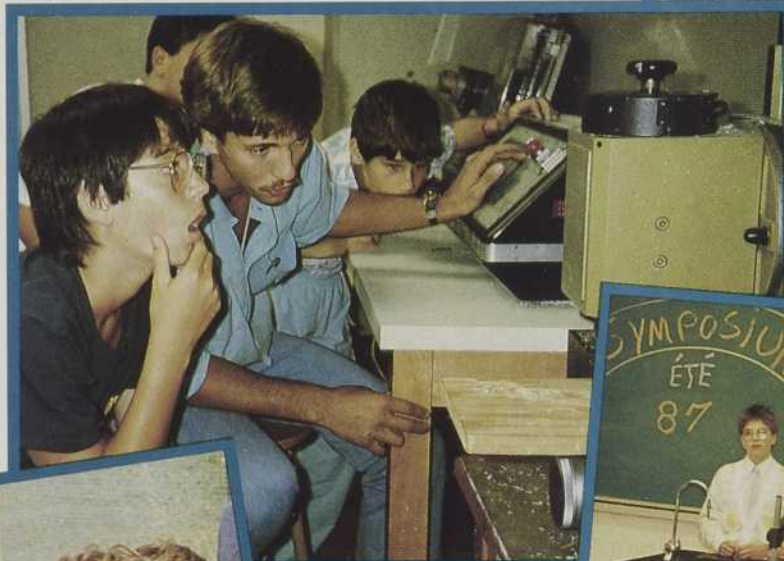


Semaine Animatur • Sciences naturelles

Port-au-Saumon • Sciences naturelles



Camp-école Cégep de la Pocatière • Technologies de pointe



Camp-école Cégep de Rivière-du-Loup • Biotechnologies



Centre écologique de Port-au-Saumon • Astronomie

lors d'une séance d'initiation au milieu marin, une dizaine d'adolescents émergent en s'étirant de leurs dortoirs. Drôle de camp de vacances! Ils en seront aux *corn-flakes* et au pain grillé, alors que les autres campeurs prendront leur repas du midi.

Les astronomes ne travaillent pas le jour, c'est bien connu! Ainsi, au Centre écologique de Port-au-Saumon, les stagiaires astronomes vivent la nuit. Pendant que le commun des mortels dort, ces jeunes apprennent à utiliser la carte du ciel, à reconnaître les constellations, à observer la lune, les taches solaires, la planète Jupiter et ses satellites. Ces activités se déroulent la nuit, entre 22 h 30 et 3 h 30. Le Centre possède un observatoire avec un télescope, une lunette et plusieurs instruments astronomiques. Une chambre noire et un support informatique complètent ces outils.

Coordonné par l'Association québécoise des groupes d'astronomes amateurs, ce séjour d'initiation propose à des jeunes filles et des garçons âgés de 11 à 17 ans, non seulement de découvrir les astres par «le bon bout de la lorgnette», mais de réaliser un véritable projet scientifique qu'ils auront eux-mêmes défini avec leurs animateurs. Outre leurs explorations astrales nocturnes, ils pourront observer Vénus et Mercure en plein jour et expérimenter les techniques de la photographie astronomique. Des sports collectifs, grands jeux et excursions (dont une pour observer des baleines), viendront quand même égayer les journées de ces «grands ducs».

Le Centre écologique de Port-au-Saumon et la corporation des Jeunes Biologistes organisent également des stages en sciences naturelles axés notamment sur l'étude du sol, des oiseaux, des plantes, et de la vie dans la mer et en eau douce.

JARDINAGE MICROSCOPIQUE

Pendant que ces jeunes naturalistes pataugent dans l'encyclopédie «grandeur nature» du Centre écologique

LÀ OÙ LES SCIENCES S'APPRIVOISENT

Centre écologique de Port-au-Saumon

1328, rue Fleury est
Montréal (Québec) H2C 1R3
Tél.: (514) 388-0710

Stages d'astronomie entre le 31 juillet et le 12 août 1988, offerts aux filles et aux garçons de 11 à 17 ans.

Coût: 35\$ d'inscription et 325\$ (incluant l'excursion aux baleines) ou 165\$ par semaine.

Stages en sciences naturelles entre le 3 et le 15 juillet, offerts aux filles et aux garçons de 7 à 17 ans.

Coût: même que précédemment.

Camp-école sur les biotechnologies du Cégep de Rivière-du-Loup

80, rue Frontenac
Rivière-du-Loup (Québec)
G5R 1S8
Tél.: (418) 862-6903, poste 280

Stages offerts aux jeunes de 4e et 5e secondaire

Dates: du 26 juin au 10 juillet 1988

Coût: 350\$

Centre spécialisé de technologie physique

Cégep de La Pocatière
140, 4e Avenue
La Pocatière (Québec) G0R 1Z1
Tél.: (418) 856-1525

Stages d'initiation aux technologies de pointe offerts aux étudiants de 3e, 4e et 5e secondaire.

Stage 1: du 27 juin au 1er juillet 1988

Stage 2: du 4 au 8 juillet 1988

Stage 3: du 11 au 15 juillet 1988

Coût: 95\$

Camp-école provincial sur la sauvagine

Société de conservation de la baie de l'Isle-Verte
371, Route 132 est
C.P. 9

Isle-Verte (Québec)

G0L 1K0

Tél.: (418) 989-2757

Stages offerts aux jeunes de 12 à 17 ans

Dates: du 26 juin au 15 juillet 1988

Coût: 185\$ par semaine

LES CAMPS À VOCATION SCIENTIFIQUE DU QUÉBEC

En plus des quatre camps-écoles mentionnés dans cet article, quelques autres camps, orientés vers les sciences naturelles, sont reconnus par le Conseil de développement du loisir scientifique (CDLS).

Les Jeunes écologistes de Lévis

9, Mgr Gosselin
Lévis (Québec)
G6V 5K1

Les Jeunes Explos

C.P. 264
Joliette (Québec)
J6E 3Z6

Le Centre écologique d'Arundel

R.R. No 1
Arundel (Québec)
J0T 1A0

Le Camp d'écologie Saint-Viateur

450, avenue Querbes
Montréal (Québec)
H2V 3W5

Le camp-école Chicobi inc.

Guyenne (Québec)
J0Y 1L0

Le Camp Rolland-Germain

Frelighburg (Québec)
J0J 1C1

de Port-au-Saumon, d'autres adolescents, de l'autre côté du fleuve, se penchent sur une nature microscopique mais ouverte à l'expérimentation et aux transformations.

S'initier aux biotechnologies devient une activité de vacances, au camp-école du Cégep de Rivière-du-Loup. Encadrés par des biologistes et des scientifiques qui cherchent à enseigner *in vivo* des vocations scientifiques, une trentaine de garçons et

filles, de 13 à 17 ans, jardinent dans des éprouvettes ou sur des lames de verre, avec des pincettes et des pipettes.

Le professeur Fernand Gagné, responsable de ce camp-école, explique: «Nous cherchons à initier les jeunes participants aux principes biologiques de base appliqués aux biotechnologies, dans des domaines aussi variés que l'agro-alimentaire, la médecine et la pharmacologie, la

LE FESTIVAL DES SCIENCES DE LA NATURE

Bien connu pour la beauté de ses paysages et la couleur des personnages du « Temps d'une paix », Charlevoix s'inscrit maintenant sur la carte des activités scientifiques au Québec avec son *Festival des Sciences de la Nature*. Lancé en 1987, ce Festival s'appuie principalement sur le Centre écologique de Port-au-Saumon, à mi-chemin entre La Malbaie et Saint-Siméon. Stratégiquement placé entre la mer et la montagne, le centre n'est pas seulement un camp d'été à caractère écologique pour les jeunes, mais il accueille volontiers les familles et les adultes pour des séjours moins longs. On peut même s'y arrêter une journée en passant.

La variété d'activités offertes dans le cadre même du Centre écologique ne l'empêche pas d'en parrainer d'autres, à l'extérieur, où il joue le rôle d'organisme-ressource. On organisait l'été passé, de concert avec le Centre, une excursion dans les Hautes-Gorges de la rivière Malbaie qui recèlent, entre autres attraits, une érablière unique. Pour en préserver l'intégrité, le Centre a déposé un projet de création d'une réserve de la Biosphère, liée aux actions de l'UNESCO. Ses dirigeants ont également convaincu un

vieil ami, M. Francis Cabot, de faire les honneurs de ses « Jardins aux quatre vents » à un premier groupe de visiteurs. C'est le plus important jardin privé au Canada, avec plus de 1 000 espèces de plantes, des plans d'eau et des ponts suspendus au-dessus des ravins.

Le Centre travaille également de concert avec le parc provincial des Grands Jardins et le parc fédéral marin du Saguenay (en formation) pour mieux faire connaître leurs richesses. Sans compter des excursions en canot sur la rivière Malbaie, une exposition de papillons, des tournées d'observation d'oiseaux, d'insectes, de plantes, et même de météore, en souvenir de ce choc titanesque qui a jadis ébranlé la région.

Cette année, l'ensemble du Festival se tiendra de la mi-juin à la fin août et on pourra se procurer un calendrier des différentes activités en écrivant à :

Secrétariat du Centre écologique de Port-au-Saumon

1328, Fleury est
Montréal (Québec) H2C 1R3
Tél. : (514) 388-0710 et (418) 434-2209
(à partir du 1er juin 1988).

Danielle Ouellet

filles intéressés à comprendre l'interdépendance écologique et à favoriser l'utilisation rationnelle du patrimoine faunique.

Le camp-école provincial sur la sauvagine de l'Isle-Verte est l'une des nombreuses activités offertes par la Société de conservation de la baie de l'Isle-Verte (SCOBIV). Cette région jouit d'un microsystème écologique tout à fait unique. C'est en effet de part et d'autre de la baie de l'Isle-Verte que se déploient les derniers grands marais à spartines de l'estuaire du Saint-Laurent. Ce milieu salin et humide, et surtout l'abondance de la spartine, favorisent la nidification du canard noir. La spartine, cette plante des marais salés, recueille en effet les sédiments (micro-organismes et larves) rejetés par le fleuve, à chaque marée, et constitue un précieux garde-manger pour le canard noir et la sauvagine en général. Plus de 250 espèces d'oiseaux ont été répertoriées dans la région.

À ce camp, les jeunes apprennent à reconnaître les oiseaux en identifiant les différentes espèces et leurs caractéristiques. Les raisons et l'importance du baguage leur sont expliquées et la technique leur est enseignée dans la pratique. Les animateurs du camp-école complètent cette initiation à la sauvagine en faisant découvrir un marais dans le détail : sa composition, son utilité pour la faune et son concept écologique.

Puisque la chasse constitue l'une des données importantes de l'interdépendance écologique, des spécialistes du camp-école sur la sauvagine devancent un peu l'instinct de chasseur des jeunes en les initiant à l'éthique de cette activité. Ils leur expliquent les différentes méthodes de chasse, l'estimation de la portée des projectiles et les règles de la chasse sportive. Dans cet esprit, les jeunes se familiarisent avec le fonctionnement et le maniement des armes à feu, les principes de sécurité et les différents règlements.

Lauréate des derniers Grands prix du tourisme québécois, la SCOBIV suggère plusieurs activités écologiques, ethnologiques et touristiques aux parents qui voudraient

foresterie, l'énergie et l'environnement.»

« Les jeunes, ajoute le professeur Gagné, se familiarisent ici avec des techniques de pointe comme le génie génétique, la fusion cellulaire, la culture des tissus, la fermentation, le génie biochimique et enzymatique. Ils appliquent en outre leurs connaissances théoriques en expérimentant, entre autres, la production de plants *in vitro*, l'isolation de l'ADN, la fusion des protoplastes ou la réalisation d'un bioréacteur. Chaque stagiaire choisit son expérience, et détermine ses hypothèses et sa démarche. Les animateurs le guident. Un symposium final confrontera les jeunes chercheurs à un jury composé de professionnels. »

Non, ces jeunes « savants » n'en perdent ni leurs cheveux, ni leur

sourire, ni leurs précieux jours de vacances. Les quinze jours que dure le camp sont entrecoupés de sorties touristiques et thématiques, ainsi que d'activités sportives et de détente. Par exemple, une journée à la base de plein air de Pohénégamook permettra aux apprentis druides de s'aérer les idées sur des planches à voile, alors que la visite du Centre astronomique du Témiscouata leur fera faire un « zoom » salutaire de l'infiniment petit vers l'infiniment grand.

LA SAUVAGINE EN VEDETTE

Un peu plus bas sur le Saint-Laurent, l'île Verte, paradis de la sauvagine, et plus particulièrement du canard noir, accueille des jeunes garçons et

séjourner sur l'île Verte pendant le stage de leurs jeunes.

DE L'ÉLECTRONIQUE À LA ROBOTIQUE

Patrick Cantin, 16 ans, de Portneuf ne chasse pas le canard lorsqu'il dit: «On en perd parfois des bouts, mais en général on arrive à suivre!» Il est l'un des participants de 1987 au stage d'initiation aux technologies de pointe du Cégep de La Pocatière. «Le rythme est soutenu, physiquement et intellectuellement», ajoute Patrick.

Ils sont une centaine de garçons et de filles de 4e et 5e secondaire à venir, par groupes de trente, s'initier aux rudiments des techniques qui animent ou hantent leurs rêves de carrières scientifiques. Dans les locaux du Centre spécialisé de technologie physique du Cégep de La Pocatière, les bases de la métrologie,

de l'électronique et de l'électricité, de l'optique, du laser et de l'holographie, de l'acoustique, de la robotique, de la transmission par fibre optique et de la conception assistée par ordinateur (CAO) constituent les défis intellectuels de ces jeunes curieux, qui se défendent bien d'être des «bolés».

«Ce qui est primordial, c'est d'être intéressé!» dit Marie-Claude Rhéault, 17 ans, de Nicolet, qui a déjà participé à plusieurs «expo-sciences» avec des projets touchant la physique et l'optique. «C'est super agréable!» dit-elle en riant, devant un tableau décoré de calculs. Quant à Axel Van de Walle, de Cap-Rouge, il avoue: «C'est la première fois que je joue avec un robot de 100 000\$.»

Il s'agit en effet d'une chance unique pour ces jeunes de profiter des locaux et du matériel sophistiqué du Centre spécialisé de technologie physique du Cégep de La Pocatière. Destinées à l'enseignement supérieur, à la recherche et à ses applications, ces infrastructures permettent une initiation en «Rolls-Royce» aux technologies de pointe.

Le directeur du Centre spécialisé de technologie physique, Fernand Landry, explique: «Nous voulons permettre une activité de culture scientifique dans un contexte qui ne soit ni scolaire, ni compétitif. Le jeune pourra, dans un cadre à la fois rigoureux et détendu, évaluer son goût des sciences et des technologies, et le développer. Le coût est modique, la formule est rodée et nous semble attrayante, mais les candidats à ces stages ne se bousculent pas... Les filles, surtout, ne sont pas assez nombreuses.»

Que ce soit à La Pocatière, à Rivière-du-Loup, à Port-au-Saumon ou à l'Île-Verte, malgré des orientations différentes, les animateurs ont été unanimes sur un point: «Les jeunes n'ont pas besoin d'être des surdoués pour profiter de nos stages: il leur faut surtout être intéressés.»

Avis aux adolescentes et aux adolescents curieux, fouineurs et «démonteurs». Si vous avez envie de joindre l'utile à l'agréable, les camps-écoles du Québec vous feront passer de belles vacances. □

ET LES ADULTES?

Pour les adultes qui auraient aussi la fringale des connaissances scientifiques, le Groupe d'animation en sciences naturelles du Québec (GASNQ) propose des stages dans différentes disciplines. Les thèmes de ces stages vont de l'écologie marine à la géologie, en passant par la botanique, l'ornithologie, l'entomologie, l'astronomie, la météorologie et la géomorphologie.

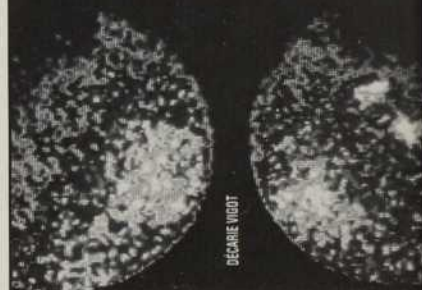
Une semaine «Animatur», du 8 au 15 août, offre une initiation à presque toutes les sciences naturelles. Ce stage, qui se déroule dans la réserve de Parke (comté de Kamouraska), se veut non seulement un apprentissage scientifique, mais aussi un moment d'échanges privilégié. Cette année, le GASNQ propose également, les 9, 10 et 11 septembre, la découverte du système écologique du parc des Grands Jardins, dans le comté de Charlevoix.

Les animateurs du GASNQ sont des scientifiques qui agissent bénévolement. Les frais à prévoir sont de 115\$ par bloc de deux jours et incluent le gîte et le couvert.

GASNQ
C.P. 568
Sillery (Québec)
G1T 2W3

JEAN-PIERRE REGNAULT

IMMUNOLOGIE GÉNÉRALE



NOUVEAUTÉ

UN CONDENSÉ
DES CONNAISSANCES
ACTUELLES
EN IMMUNOLOGIE

Sommaire

1. Concepts fondamentaux
 2. Organes lymphoïdes
 3. Cellules de l'immunité
 4. Antigènes
 5. Anticorps et complément
 6. Réactions antigène-anticorps
 7. Barrières naturelles et résistance à l'agresseur
 8. Aspects dynamiques des réactions immunitaires
 9. Immunité anti-infectieuse
 10. Hyper-sensibilités
 11. Problèmes actuels en immunologie
- Glossaire
Index

1988 • 19 x 23 cm • 480 pages • 37,00 \$
Nombreux tableaux • Illustrations
nombreuses et soignées

----- Bon de commande -----

Veuillez m'expédier _____ exemplaires de *Immunologie générale* à 37 \$ chacun, plus 2,00 \$ pour couvrir les frais d'envoi.

Nom _____

Adresse _____

Ville _____ Code _____

☐ ci-joint mon règlement au montant de _____

☐ Visa ☐ Master Card N° _____

Date d'exp.: _____

Signature: _____

Décarie Éditeur inc. 233, ave Dunbar Ville Mont-Royal
Qué., H3P 2H4 (514) 342.8500

La sève qui lévite

par Raynald PEPIN

Avril. C'est le printemps. La nature dégèle, les humains aussi. Dans les arbres, la sève s'élance vers les bourgeons qui mettront au monde une nouvelle génération de feuilles. Des érables à sucre, les humains détournent une petite quantité de sève qu'ils feront bouillir pour élaborer le sirop, ce nectar des dieux. Que de merveilles! Que de questions, aussi! Comment la sève monte-t-elle? Pourquoi n'utilise-t-on que la sève de l'érable à sucre, pour faire du sirop, et pourquoi seulement au printemps?

La sève brute (l'eau et les sels minéraux) monte des racines aux branches en passant à l'intérieur de vaisseaux constitués de longues cellules cylindriques aboutées.

Par ailleurs, la hauteur des arbres atteint souvent 20 ou 30 m (jusqu'à 100 m pour certaines espèces): pour amener l'eau à de telles hauteurs, il faut donc une très bonne «pompe»!

Le mécanisme le plus important repose sur la transpiration des feuilles (plus de 90% de l'eau qui parvient aux

feuilles s'évapore) activée par l'énergie solaire. L'appel d'eau créé au niveau des feuilles aspire la sève présente plus bas dans les vaisseaux. Ce phénomène se répercute tout au long du tronc grâce aux forces de cohésion élevées existant entre les molécules d'eau. Durant l'été, la sève est donc «tirée» vers le haut.

Mais au début du printemps, il n'y a pas encore de feuilles... Dans certains arbres, dont l'érable à sucre, une pression interne va néanmoins provoquer la migration de l'eau des racines vers le haut, et permettre d'extraire la sève. Cette pression, de nature osmotique (l'osmose est un processus par lequel l'eau passe d'un milieu peu concentré en substances dissoutes à un milieu plus concentré), est due à la dégradation de l'amidon en sucres solubles. La sève contient plus de sucres en haut de l'arbre qu'en bas et ce gradient de concentration fait monter l'eau.

L'amidon, formé de sucres produits l'année précédente par photosynthèse, est stocké dans le tronc en attendant de fournir l'énergie et les matériaux nécessaires à la croissance des nouveaux tissus de l'arbre. À la reprise de l'activité prin-

tanère, la concentration en sucres de la sève brute est assez élevée (2,5% en moyenne pour la sève de l'érable, la plus concentrée). Puis la croissance de l'arbre absorbe les sucres stockés dans le tronc et la concentration de la sève diminue fortement: il serait donc inutile de la récolter durant l'été.

On dit que, pour que la sève coule bien, il faut qu'il gèle la nuit et qu'il fasse chaud le jour. Il semble que cela vienne de ce que, dans ce cas particulier, l'amidon et les sucres complexes se dégradent mieux en sucres solubles quand la température est basse. Ce comportement inhabituel (les réactions chimiques sont généralement plus efficaces à haute température) découle peut-être d'une dégradation enzymatique, mais je n'ai pu obtenir de renseignements là-dessus. Si vous en savez plus, n'hésitez pas à m'écrire...

Quand on chauffe la sève, les sucres qu'elle contient se caramélisent, c'est-à-dire qu'ils s'hydrolysent et forment des molécules plus grosses, qui expliquent la viscosité du sirop et surtout lui donnent sa belle couleur dorée.

DES FRISONS DANS LE DOS

Quoi de plus agréable que de se prélasser dans un bon bain chaud? Pourtant, il y a toujours un moment difficile: celui où on s'appuie le dos sur le métal. Pourquoi ce dernier nous paraît-il si froid? Quand on s'assoit le dos nu dans un fauteuil, c'est beaucoup plus plaisant. Pourtant, le fauteuil et la paroi du bain sont tous deux à la température de la pièce (le bain peut même être plus chaud)! D'où vient la différence?

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 février 1988 est: **M. Raoul Plante, 255, Gosselin, Saint-Isidore (Québec), G0S 2S0** - Pour sa réponse à la question «L'eau qui rétrécit», cette personne recevra un exemplaire du jeu Le Docte Rat (une valeur de 32,95 \$), gracieuseté des Éditions du Boréal Express.

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

RÉPONSE

Comment le sucre assure-t-il la conservation, sans réfrigération, des confitures et des gelées?

L'explication est simple: quand on ne peut pas vaincre l'adversaire (ici, les bactéries qui utilisent les fruits comme source de nourriture), on l'assoiffe... ou on l'assèche. C'est ce qui arrive, grâce à l'osmose, aux bactéries placées dans une solution de sucre concentrée. L'eau passe du milieu peu concentré en sucre, c'est-à-dire le cytoplasme d'une bactérie, à un milieu très concentré, comme la purée de fruits sucrée. On peut expliquer qualitativement le phénomène en disant que les molécules d'eau de la solution peu concentrée diffusent plus facilement que les molécules de la solution concentrée qui, elles, sont freinées par les molécules de sucre. Perdant de l'eau, ou ne pouvant en capter, les bactéries meurent ou cessent de se multiplier.

LA QUESTION DU MOIS

Les Cercles des Jeunes Naturalistes

par Denis GILBERT

Qui n'a pas déjà observé des oiseaux au cours de son enfance? Ou bien assumé la responsabilité d'un petit animal domestique? Ou encore participé à une corvée de nettoyage autour de la maison? Toutes ces petites occupations vous ont sûrement procuré quelques satisfactions et peut-être sensibilisé à la nature et à tous les éléments qui la composent.

Pour certains, ces satisfactions ont même tourné à la passion. Une passion qui habite depuis neuf ans Cathy Chevette, 17 ans, de Saint-Hyacinthe. Très active dans les Cercles des Jeunes Naturalistes (CJN) depuis octobre 1978, ce petit bout de femme déterminée a su gravir les échelons pour devenir, en juin dernier, la Naturaliste de l'année 1987.

Cet honneur spécial est attribué chaque année à une jeune fille et à un garçon qui, par leur participation et leurs travaux en sciences naturelles, ont su garder le mouvement des CJN jeune et dynamique. Quant à l'organisme lui-même, il contribue depuis plus de 50 ans à rapprocher jeunes et moins jeunes de la nature et des sciences naturelles.

Pourtant, tout ne s'est pas fait en claquant des doigts pour Cathy. Quand on regarde son palmarès éloquent, on ne



Cathy Chevette, membre du cercle «Les Aventuriers de la nature», reçoit le prix de la Naturaliste de l'année 1987.

peut que constater son mérite: étude de la germination et du bouturage en 1985; étude du hamster en 1984; participation active au sein de son cercle (Les Aventuriers de la nature) et à plusieurs festivals, expositions et concours; vente de calendriers pour faire la promotion du mouvement CJN; rédaction de textes portant sur les plantes, les pluies acides, le recyclage, la protection des marais et sur nos

droits et responsabilités face à l'environnement. Elle travaille actuellement à la création d'un jeu, genre *Électro*, portant sur l'identification des oiseaux.

Comment tout cela a-t-il commencé pour elle? «Lorsque j'avais huit ans, un de mes amis savait que j'aimais beaucoup regarder les oiseaux et il me voyait souvent soulever des pierres pour observer les fourmis. Il m'a encouragé à devenir membre d'un Cercle de Jeunes Naturalistes. Au début, cela n'a pas été facile; ma mère n'était pas tout à fait d'accord, car les activités du cercle se

déroulaient après la classe; mais, à la suite de certaines négociations, tout s'est arrangé... heureusement!»

Tout au long de son cheminement, Cathy a pu bénéficier du support d'une dame pour qui elle a beaucoup d'admiration: Sœur Béatrice Gaucher, qui est décédée il y a près d'un an. «Sœur Béatrice m'a beaucoup influencée. Elle m'a aidée à développer mon sens des responsabilités, de l'organisation et de l'engagement et a toujours su me mettre en confiance lorsque le besoin se faisait sentir. J'aurais bien aimé qu'elle soit présente lorsque j'ai reçu le titre de Naturaliste de l'année, afin de partager cette récompense avec moi.»

Toute jeune encore, Cathy Chevette n'entend pas sacrifier son amour de la nature à sa carrière: «J'aimerais bien continuer à évoluer dans le domaine des sciences naturelles après mes études en secrétariat, afin de partager avec d'autres mes connaissances. J'ai toujours été fascinée par la nature où je me sens si bien. C'est pourquoi je veux contribuer à sensibiliser les gens au respect que nous devons à la nature!»

LES JEUNES NATURALISTES

Effectifs: Il y a plus de 3 000 Jeunes Naturalistes au Québec, dont l'âge varie de 6 à 17 ans.

Qualités requises: Sens de l'observation, respect de la nature, esprit méthodique, sens de l'analyse, esprit d'équipe, débrouillardise et autonomie.

Coûts: Devenir membre d'un cercle coûte 2 \$ par année. Certains cercles peuvent demander un petit supplément. Il existe aussi un club de correspondance pour lequel il faut payer 7 \$ par année.

Renseignements supplémentaires:

Cercles des Jeunes Naturalistes
4101, Sherbrooke Est, Bureau 124
Montréal (Montréal)
H1X 2B2
(514) 252-3023

Lectures:

Les CJN offrent un vaste éventail de feuillets d'information et de brochures, ainsi que certains volumes dont le prix ne dépasse pas 10 \$. De plus, des «écologiciels», des vidéocassettes et des diaporamas sont disponibles.

Denis Gilbert est agent d'information à INFOPUQ. Vous pouvez le rejoindre au (418) 657-3551 ou, par courrier électronique, au QC00011.

QU'EST-CE QUE LA SCIENCE?

Récents développements en philosophie des sciences: Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend

Alan F. Chalmers

Éditions La Découverte, Paris, 1987, 238 pages, 29,95\$

Aimeriez-vous remettre à jour la représentation que vous vous faites de la nature de la science? On se rend compte, par exemple, que les idées courantes sur la méthode et sur la nature des certitudes (lois, découvertes, etc.) renvoient bien souvent à des conceptions de la perception et de l'intelligence totalement dépassées. On s'aperçoit aussi que l'explication stéréotypée des composantes de la démarche scientifique qui accompagnent l'initiation scientifique scolaire est plus ébranlée que confirmée par le plus clair du progrès scientifique concret du XXe siècle. Dans ce contexte, le livre d'Alan F. Chalmers est tout à fait bienvenu.

Ses plus grandes qualités? Il présente de façon claire, mais sans simplisme, les œuvres contemporaines les plus originales en philosophie des sciences. Il remet les discussions actuelles dans une perspective historique extrêmement éclairante. Il évite le jargon qui encombre trop souvent les études dans ce domaine. Enfin, il met en valeur les questions qui demeurent ouvertes, les débats toujours vivants. Une connaissance scientifique hésitante sur ses propres

fondements est ainsi rendue plus attrayante qu'une science trop dogmatique.

Chalmers développe en particulier trois thèmes d'un grand intérêt. En premier lieu, il fait bien comprendre pourquoi la conception «positiviste» de la science, comme dérivation, accumulation et combinaison de plus en plus fouillée d'observations qu'on amasse, est actuellement battue en brèche. Plus on examine ce qui se passe vraiment dans la recherche scientifique, plus la conception des hypothèses et, de façon générale, l'initiative d'une intelligence qui «construit» des schèmes explicatifs, prennent de la place en deçà même de l'accumulation de constats d'observations.

Par ailleurs, *Qu'est-ce que la science?* situe très bien la portée et certaines limites de la position de Karl Popper selon laquelle seules les théories réfutables peuvent se prétendre scientifiques, car celles qu'on ne peut réfuter, on ne pourrait pas non plus les prouver. Chalmers aborde également la perspective des changements de paradigme qui, d'après Thomas Kuhn, marqueraient des tournants majeurs dans la progression de

la recherche scientifique. Les retournements radicaux qu'ont représentés, par exemple, la relativité d'Einstein ou, ensuite, le probabilisme de la mécanique quantique, dénotent un changement de paradigme, c'est-à-dire une remise en question des conceptions centrales d'un noyau important de théories.

Les travaux originaux d'Imre Lakatos mettent justement en valeur le décalage entre une recherche particulière et l'ensemble de théories où elle s'enracine. Sans doute est-il toujours vrai qu'une seule expérience non conforme à une prédiction particulière peut faire mettre de côté une hypothèse de recherche. Mais ce n'est pas le cas pour l'ensemble du «programme de recherche» sous-jacent.

Le livre d'Alan Chalmers est bienvenu, particulièrement en raison du fait qu'il remédie à une sorte de cloisonnement entre tradition française et tradition anglo-saxonne en matière de philosophie des sciences. Il ne peut qu'alimenter une conscience critique très enrichissante chez tous ceux et celles que les sciences passionnent.

Arthur Marsolais

LE HUITIÈME JOUR DE LA CRÉATION

Jacques Neiryck

Presses polytechniques romandes, Lausanne, 1986, 309 pages

Disponible chez Diffusion et promotion du livre universitaire, 4823, Sherbrooke Ouest, Westmount (Québec), H3Z 1G7

Le thème du *Huitième Jour de la création* est actuel: qu'est-ce que la technologie? Le style est à l'image du titre: brillant et imagé. Jacques Neiryck a écrit un livre indispensable à quiconque veut comprendre son époque. Ingénieur de formation et chercheur de vocation, Belge d'origine et Français d'adoption, il enseigne les circuits et systèmes au Département d'électricité de l'École polytechnique de Lausanne. On aura compris

que Jacques Neiryck est avant tout un humaniste.

Le Huitième Jour de la création commence par interroger la nature de la technique. Jacques Neiryck avance d'emblée un paradoxe: la technique n'est ni positive, ni négative, ni neutre. «Ce n'est pas l'usage qui détermine la valeur d'un objet technique, au sens où le manie-ment du même couteau prend une valeur différente selon qu'il est utilisé pour couper une tran-

che de pain ou pour assassiner son conjoint.» Il s'agit d'une question beaucoup plus fondamentale.

La technique transforme l'être humain. «L'homme muni d'un couteau n'est plus le même animal; ses gestes, bons ou mauvais, ont davantage de poids.»

Et l'auteur poursuit sur sa lancée en affirmant que l'être humain n'est pas libre de choisir ou de refuser la technique. Neiryck prend l'exemple du direc-

QU'EST-CE QUE LA SCIENCE?

Récents développements en philosophie des sciences

Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend



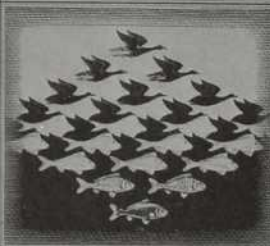
ÉDITIONS LA DÉCOUVERTE

LE HUITIÈME JOUR DE LA CRÉATION

INTRODUCTION À L'ENTROPOLOGIE

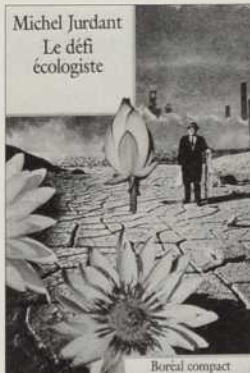
Jacques Neiryck

Préface de Jacques Bili



ÉDITIONS POLYTECHNIQUES ROMANDES

Michel Jurdant
Le défi
écologiste



teur d'une firme informatique auquel un ingénieur soumet un projet de nouvel ordinateur plus performant et moins cher. Le directeur est contraint de le réaliser, sinon un concurrent le fera. Conclusion: «Tout progrès technique qui est du domaine du possible devient obligatoire.» Mais que disent officiellement le gouvernement et l'entreprise privée? Il faut prendre le virage technologique et relever le défi, nous n'avons pas le choix!

Jacques Neiryneck n'en tire pas un motif de désespoir. Il fait appel à ses connaissances, qui sont immenses, et dresse un tableau panoramique très instructif de l'histoire des techniques, depuis «Adam, casseur de cailloux» jusqu'à nos jours.

Le Huitième Jour de la création offre une cohérence à toute épreuve. Il est difficile d'en accepter un aspect et d'en récuser un autre. Tout est lié par une rigueur sans failles. On pourra argumenter sur les jugements de valeur portés dans ce livre. Ils sont souvent contestables. Témoin, le nom de Guevara, cité comme l'un des «saints de notre temps», aux côtés des Jaurès, Nader et Sakharov. Jacques Neiryneck n'est manifestement pas à l'aise dans la politique. Mais son livre a le mérite de réintroduire la technologie au centre de l'histoire de l'humanité et d'apporter un éclairage nouveau sur l'ensemble de notre savoir.

Jean-Guy Rens

LE DÉFI ÉCOLOGISTE

Quelle bonne idée ont eue les responsables des éditions du Boréal d'avoir réédité *Le défi écologiste*, du regretté Michel Jurdant, dans leur nouvelle collection de poche: Boréal compact! Michel Jurdant était considéré comme l'un des penseurs les plus articulés du mouvement écologiste au Québec. Ce livre, qui est paru pour la première fois quelques jours après sa mort, en 1984, à l'âge de 51 ans, peut être considéré comme le testament d'un militant exemplaire. Michel Jurdant, *Le défi écologiste*, Boréal compact, Montréal, 1988, 432 pages. En vente en librairie.

L'Institut Armand-Frappier 1938-1988

une université de recherche
au service de la santé publique.



Université du Québec

Institut Armand-Frappier

LA RECHERCHE:

microbiologie appliquée, épidémiologie et médecine préventive, immunologie, médecine comparée, sciences appliquées à l'alimentation, virologie, immunochimie médicinales.

LES PROGRAMMES:

Maîtrise en microbiologie appliquée
Maîtrise en virologie
Doctorat en virologie

Bureau du registraire, Institut Armand-Frappier,
531, boulevard des Prairies, Laval (Québec) J7N 9Z9
Téléphone: (514) 687-5010

MAINTENANT À QUÉBEC LE NATURALISTE

CENTRE COMMERCIAL LAVOISIER
1990, BOULEVARD CHAREST O., bureau 117
QUÉBEC (QUÉBEC)
G1N 4K8
Tél.: (418) 527-1414

POUR COMMANDER SANS FRAIS

1-800-463-6848



SPACEMASTER I
ZOOM 15-45x

349,50 \$

CUSTOM COMPACTE
7x26 CF

244,50 \$



LE «S» DE L'UNESCO

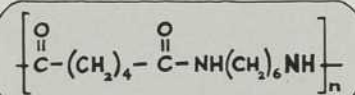
Avec le recul du temps, il semble incroyable que l'Unesco ait failli être dotée d'un mandat dépourvu de tout programme scientifique. C'est grâce à l'insistance d'un groupe de scientifiques éminents, dirigés par Joseph Needham, chef de la mission scientifique britannique en Chine, et par Julian Huxley, qui allait devenir le premier directeur général de l'Unesco, que le «S» a été ajouté à l'Organisation des Nations Unies pour l'Éducation, la Science et la Culture lors de sa création, en 1945. Déjà, en décembre 1943, Needham écrivait : «La science et la technique jouent maintenant et joueront de plus en plus un rôle si prépondérant dans la

UNE INFORMATION EXPLOSIVE

À la fin de janvier dernier, la banque d'information biologique et biomédicale BIOSIS annonçait qu'elle venait de franchir le cap des cinq millions de résumés d'articles scientifiques. Témoinnant de la croissance accélérée de l'information scientifique, la publication du cinq millionième résumé arrive quatre ans après celle du quatre millionième et dix ans après celle du trois millionième. Au moment où les espèces vivantes sont en diminution sur notre planète, il est paradoxal de constater à quel point l'information sur la vie augmente !

LA RÉVOLUTION DU NYLON

En 1938, il y a 50 ans, la compagnie américaine Du Pont de Nemours mettait au point le premier matériau entièrement synthétique : le nylon. En fait, rappelle Du Pont Canada pour souligner l'anniversaire de la «libération» de l'homme vis-à-vis de sa dépendance envers les matières naturelles, le mot «nylon» ne signifie rien, pas plus d'ailleurs que les



lettres n-y-l-o-n prises séparément. Le nylon est composé de quatre éléments : carbone, hydrogène, oxygène et azote. À l'origine, il était fait de charbon, d'air et d'eau. Aujourd'hui, on le fabrique à partir de pétrole. Les poils des brosses à dents Dr West ont été le premier produit à utiliser du nylon, suivis du fil de pêche et du fil de suture. Paradoxalement, le filament de nylon (qui est plus fort que le fil d'acier) a permis la production des bas de nylon (dont les mailles sont loin d'être aussi fortes que l'acier). À propos, pouvez-vous vous imaginer en train de demander à une vendeuse une paire de bas de «polyhexaméthylène-adipamide»? C'est pourtant le nom chimique officiel du nylon !

UNE NOUVELLE ARME POUR LES MÉCHANTS PATRONS?

Il y a lieu, bien sûr, de se réjouir : une nouvelle technique permet de visualiser l'activité des divers circuits du cerveau avec une précision inégalée jusqu'ici. Présentée dans la revue *Nature*, cette technique a été appliquée avec succès par John Kauer, du Centre médical de la Nouvelle-Angleterre, pour observer l'activité cérébrale d'une salamandre vivante. Tant mieux pour la science. Souhaitons cependant que des patrons ne songent pas à y recourir pour surveiller l'activité cérébrale de leurs employés...

UNE CO



civilisation humaine qu'il faut d'urgence trouver un moyen pour que la science puisse efficacement franchir les frontières... Un «S» de moins et l'organisation mondiale serait passée à côté de la reconnaissance du facteur culturel le plus important de notre époque...

LE VENIN QUI GUÉRIT

Contrairement à ce qu'on pourrait croire à première vue, la Veuve noire n'est pas une marque de champagne, mais une araignée grosse comme un pois dont la morsure est fatale. Un gramme de venin de Veuve noire déshydraté revient à plus de 3 000 \$. L'insectarium d'Alma-Ata en URSS possède environ 600 araignées de cette espèce, 1 500 scorpions jaunes dont le venin est encore plus cher et des scorpions noirs qui sécrètent une substance vendue au prix fabuleux de 16 000 \$ le gramme. Tous ces venins entrent dans la composition de médicaments susceptibles de sauver la vie de nombreuses personnes. Pharmaciens, attention aux morsures des clients mécontents du prix des médicaments !

UNE PLANTE MIRACULEUSE

C'est bien beau la synthèse chimique des éléments, mais il n'en reste pas moins que la nature offre souvent des qualités et une polyvalence irremplaçables. Tel est le cas du bambou qui constitue à la fois un aliment, un matériau de construction, un médicament et un combustible pour la moitié des habitants de la Terre. Comme la croissance du bambou est la plus rapide du monde végétal, on croirait que cette plante abonde. Malheureusement, ceux et celles qui la récoltent ne se préoccupent pas assez de sa conservation. Et parce qu'elle a mille et un usages,



sa consommation dépasse sa capacité de reproduction ; certaines forêts de bambou sont en danger. Voilà pourquoi les chercheurs commencent à s'en préoccuper. À un point tel que le Canada, par l'intermédiaire du Centre de recherches pour le développement international (CRDI), finance près d'une vingtaine de projets de recherche sur le bambou. À notre connaissance, aucun projet toutefois ne vise à faire pousser cette plante dans le Grand Nord canadien !

À L'ATTAQUE DES FEUX DE FORÊT (Gilles Drouin)

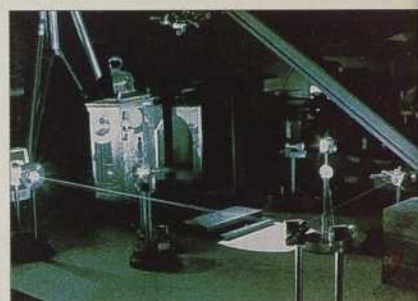
Dès que l'hiver aura disparu, ce sera la saison des feux de forêt. Au Québec, c'est bien connu, on sait combattre ce fléau. Avec une surveillance constante, des stratégies de lutte efficaces, des équipes bien entraînées et une flotte d'avions reconnus, le Québec se prépare à l'attaque. Gilles Drouin nous décrit le combat.

CES SOLS QU'IL FAUT DÉCONTAMINER (Michel Beaulieu)

Jusqu'à maintenant, la construction domiciliaire s'est effectuée sur des terres agricoles ou sur des sols vierges. Aujourd'hui, on recycle de plus en plus d'anciens terrains industriels qu'on transforme en coquets quartiers résidentiels. Michel Beaulieu fouillera les secrets de ces terrains qu'il faut à tout prix décontaminer avant d'y vivre.

L'HOLOGRAPHIE SORT DU MUSÉE (Yvon Larose)

Sans doute, avez-vous déjà remarqué ces hologrammes qui apparaissent sur les cartes de crédit? Ou encore, ces lecteurs optiques jumelés aux caisses enregistreuse dans les épiceries? Ce ne sont là que quelques-unes des applications commerciales de l'holographie qui est présente aussi dans l'industrie, ce que nous expliquera Yvon Larose.



VOUS ÊTES CHERCHEUR UNIVERSITAIRE?...

Loto-Québec lance pour une troisième année consécutive son programme de bourses et subventions de recherche. En tout, elle attribuera six bourses ou subventions de 10 000 \$ à 35 000 \$!

Étudiants de Maîtrise: 10 000 \$/an
Étudiants de Doctorat: 15 000 \$/an
Professeurs/chercheurs universitaires: 10 000 \$ à 35 000 \$/an

Domaine de recherche: Tout projet portant sur les jeux de hasard et d'argent (acquisition d'habitudes de jeu, joueurs compulsifs, criminalité, jeux illégaux, régressivité, évolution socio-politique, valeurs morales et éthiques, évolution des marchés, étude de nouveaux jeux ou de nouveaux modes de distribution (télé-achat), etc.).

Date limite de soumission des projets: 29 avril 1988

Loto-Québec désire ainsi favoriser le développement des connaissances dans un domaine vaste et fort intéressant.

Pour de plus amples informations, contactez:
- Le Service de subventions et bourses de recherche de votre Université
- Le bureau de votre département ou faculté

OU: M. Luc Provost
Loto-Québec
500, rue Sherbrooke Ouest
16e étage
Montréal (Québec)
H3A 3G6

Tél.: (514) 282-8000, poste 3517
ou (514) 499-5006



loto-québec



La technologie nouvelle au service de l'électricité



**IRECA, un acier ultra-résistant
mis au point dans nos laboratoires**

**Supraconducteurs
Nouveaux matériaux
Fusion thermonucléaire
Systèmes-experts
Robotique**

**Technologie,
Affaires internationales
et IREQ**

L'ÉLECTRIFICACITÉ



CULTIVER LA FORÊT

VOILÀ NOTRE NOUVEAU DÉFI!

Dorénavant, grâce au reboisement et aux traitements sylvicoles, nos forêts seront plus productives. L'industrie du bois sera assurée d'un bois de qualité en quantité suffisante. C'est toute notre économie qui en bénéficiera.

Nos forêts seront également mieux protégées. Les exploitants forestiers devront tenir compte des autres utilisations de la forêt: loisirs, chasse, pêche, etc. Nous pourrons tous ensemble mieux profiter de notre forêt.



Québec



Énergie et Ressources
Québec