

Québec

Le secret des aurores boréales

Volume 33, numéro 5  
Février 1995, 3,45 \$

# Science

## Les 10 découvertes de l'année

Le nouvel  
âge de  
l'Univers  
le plus vieux  
fossile  
Dudu Québec  
la protéine qui  
permet aux nerfs  
de se régénérer  
et sept autres  
découvertes  
qui ont marqué  
la science  
québécoise

Le retour de la  
fusion froide  
Recherche clinique:  
ondes de choc  
Français et science:  
avez-vous manqué

René Racine,  
astrophysicien,  
chercheur  
de l'année





# Université de Montréal

## Faculté des études supérieures

*L'Université de Montréal compte la plus importante faculté des études supérieures au Canada. Elle décerne chaque année environ 275 doctorats et 2 295 maîtrises, certificats et diplômes d'études supérieures spécialisées.*

## La Faculté des études supérieures propose

53 certificats et diplômes d'études supérieures spécialisées, 116 programmes de maîtrise, 75 programmes de doctorat et un programme d'études postdoctorales dans les secteurs suivants :

### sciences fondamentales et appliquées

- aérospatial (Polytechnique)  
conjoint avec McGill, Concordia, Laval et Sherbrooke
- aménagement
- administration (H.E.C.)  
Ph.D. conjoint avec UQAM, McGill et Concordia
- bibliothéconomie et sciences de l'information
- chimie
- démographie
- éducation
- environnement et prévention
- génie (Polytechnique)
- génie biomédical  
conjoint avec Polytechnique
- géographie
- géologie
- informatique et recherche opérationnelle
- mathématiques
- mathématiques de l'ingénieur  
conjoint avec Polytechnique
- physique
- psychologie
- sciences biologiques
- sciences économiques
- sciences humaines appliquées
- statistique
- toxicologie
- urbanisme

### sciences humaines et sociales

- administration (H.E.C.)  
Ph.D. conjoint avec UQAM, McGill et Concordia
- anthropologie
- bioéthique
- communication  
Ph.D. conjoint avec UQAM et Concordia
- criminologie
- démographie
- droit
- éducation
- études allemandes
- études anglaises
- études françaises
- études hispaniques
- histoire
- histoire de l'art
- linguistique et philologie
- littérature comparée et générale
- muséologie  
conjoint avec l'UQAM
- musique
- philosophie
- psycho-éducation
- relations industrielles
- science politique
- sciences économiques
- sciences humaines appliquées
- sciences médiévales
- service social
- sociologie
- théologie
- traduction
- urbanisme

### sciences de la santé

- administration des services de santé
- anatomie
- biochimie
- bioéthique
- biologie moléculaire
- biopathologie cellulaire
- éducation physique
- environnement et prévention
- ergonomie  
conjoint avec Polytechnique
- génie biomédical  
conjoint avec Polytechnique
- médecine dentaire
- médecine du travail et de l'environnement
- médecine vétérinaire
- microbiologie et immunologie
- nutrition
- optométrie
- orthophonie-audiologie
- pharmacie
- pharmacologie
- physiologie
- psychologie
- réadaptation
- santé communautaire
- sciences biomédicales
- sciences infirmières
- sciences neurologiques
- toxicologie
- virologie  
conjoint avec l'Institut Armand Frappier

## Demandes d'information :

### pour l'Université de Montréal

Service des admissions  
Université de Montréal  
C.P. 6205, succursale A  
Montréal (Québec)  
Canada, H3C 3T5  
Tél. : (514) 343-6426

### pour l'École Polytechnique :

Bureau du registraire  
École Polytechnique de Montréal  
C.P. 6079, succursale A  
Montréal (Québec)  
Canada, H3C 3A7  
Tél. : (514) 340-4713

### pour l'École des Hautes Études Commerciales

École des Hautes Études Commerciales  
5255, avenue Decelles  
Montréal (Québec)  
Canada, H3T 1V6  
Tél. : (514) 340-6151

PRODUCTION : TRAVAUX SUR LE BÉTON SYSTÈME D'INSPECTION DES TRONCS DE PÔLE PROUDHOMME DE LA  
FORMATION LE PROJET MATH LE ROBOT SCORP SUPER : SURVEILLANCE PERMANENTE DES GROUPE TURBINES  
ALTERNATEURS JUMELÉS COLIER-DIESEL À HAUTE PÉNÉTRATION SANS STOCKAGE TRANSPORT : ESSAIS AU LABORATOIRE  
HAUTE TENSION BRIS DE TRANSFORMATEURS À LA CENTRALE LA GRANDE-4 CALCUL DU COURANT DANS LA MISSE À LA TERRE  
EN POSTES MODÉLISATION DES ENROULEMENTS DE TRANSFORMATEURS REMMÈMENT DES TURBINES MURLES  
REC ÉVALUATION DE NOUVEAUX MÉLANGES DE GAC POUR LES DISJONCTEURS EXTÉRIEURS ESSAIS DYNAMIQUES SUR  
VASEURS DE PHASES COMPOSITES TENUE MÉCANIQUE DES CUVES DE TRANSFORMATEUR ET D'INDUCTANCE MOULDS  
L'HYDROGÈNE ESSAIS AU LABORATOIRE GRANDE PUISSANCE

**INSTITUT DE RECHERCHE D'HYDRO-QUÉBEC (IREQ)**

PRÉVISION DE CHARGES GÉOMAGNÉTIQUES PAR SATELLITE ÉTUDE D'UN LIEN À COURANT COMBINAISON DE MODES COMPENSATION RÉACTIVE  
AUTOMATIQUE SIMULATION EN TEMPS RÉEL DE PHÉNOMÈNES ÉLECTROMÉCANIQUES RÉPÉTITION DE LA COMPENSATION RÉACTIVE  
EN LA STABILITÉ DES SYSTÈMES DE COMMANDE DU RMCC ÉRAULISATION PAR HYDROGÈNE DES BARRÉS  
SAGNARD VIBRATION DES LIGNES AÉRIENNES ÉVALUATION DE L'INTÉGRITÉ STRUCTURALE D'UN LIEN À 60 kV ESSAIS DE

## Notre seul projet : la meilleure technologie électrique

HAUTES SOUTERRAINES À THT COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE DANS  
LES POSTES SYSTÈME DE DÉTECTION DE FUMÉE STABILISATEUR  
NUMÉRIQUE D'ALTERNATEUR CARACTÉRISATION DES CÂBLES À HAUTE  
TENSION DANS LES POINTE D'ACCÈS DU RÉSEAU SOUTERRAIN EFFETS  
EN RÉGIME DES CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES SUR LA DÉTAIL MESURE  
DU POTENTIEL DE GND PENDANT LES CHARGES GÉOMAGNÉTIQUES SYSTÈME  
DE SURVEILLANCE EN CONTINU DES DISJONCTEURS AU SF<sub>6</sub> LA  
PROBLE PRÉVISION CÂBLES DE GARDE À FIBRES OPTIQUES SYSTÈME  
DE LOCALISATION DE DÉFAUTES LOCALISER DISTRIBUTION : ÉTUDE DE  
LA STABILITÉ DES MATÉRIAUX DE RECOURBEMENT SYSTÈME D'ENTRAÎNEMENT  
MÉCANIQUE LIMITS ÉNERGÉTIQUE DES TRANSFORMATEURS  
ET DISTRIBUTION TRANSFORMATEURS À NOYAU EN ACIER AMORPHÉ  
MOURE DU COURANT DE MOURE ÉVALUATION NON DESTRUCTIVE DE LA RÉSISTANCE DES POTRANS DE BOIS  
CARACTÉRISATION DES RACCORDES ÉLECTRIQUES POUR LE RÉSEAU DE DISTRIBUTION DISPOSITIFS À ÉLECTRODES MULTIPLES POUR LE CONTRÔLE NON DESTRUCTIF DE RACCORDES ÉLECTRIQUES ADDITIFS CHIMIQUES SUBSTITUÉS AU COP  
POUR LE DÉTÈCTEURS DE GAZ ESSAIS AU LABORATOIRE GRANDE PUISSANCE PLANIFICATION À LONG TERME DES  
RESEAUX DE DISTRIBUTION HÉRITIER L'ORDRE ESSAIS DE CÂBLES SATURÉS D'EAU LE PERTURBATION DES CONDITIONS  
D'UTILISATION DES JONCTIONS ELSTINGOLD APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ : ÉLECTROSYNTHÈSE

**LABORATOIRES DES TECHNOLOGIES ÉLECTROCHIMIQUES ET DES ÉLECTROTECHNOLOGIES (LTEE)**

RECYCLAGE D'ALUMINUM  
LA UNITÉ DE DÉMONSTRATION DE LA RÉCUPÉRATION D'ALUMINIUM INSTALLATION D'UNE UNITÉ INDUSTRIELLE DE RÉCUPÉRATION  
DE L'ALUMINIUM PRODUCTION DE POUSSIERES ET MISE EN FORME DE CÉRAMIQUES MÉCANIQUES DU CARBONATE  
D'ÉVALUATION DU RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE DES MOTEURS ÉLECTRIQUES SOLUTIONS DE REMPLACEMENT AU COURANT  
DUT À L'ÉLECTRICITÉ DURCISSEMENT DU BÉTON PAR HAUTES FRÉQUENCES FILIÈRES À LONG TERME : TRAVAUX EN  
PRÉCONDUCTIVITÉ MISE AU POINT D'ACCUMULATEURS LITHIUM-POLYMER LE PROJET HYDROGÈNE TRAVAIL EN  
VISION MÉCANIQUE TÉLÉVISIONNÉ L'ÉLECTROCHIMIE AUX INTERFACES MATÉRIAUX D'ÉLECTRODES POUR LA FILIÈRE  
CORROSION ALLIAGES À MÉMOIRE DE FORME SYSTÈMES EXPERTS ET SYSTÈMES DE MESURE : SESA UN SYSTÈME  
D'ÉVALUATION DE CONCENTRATION DES SERVICES AUXILIAIRES DE CENTRALES SYSTÈMES EXPERTS DE DIAGNOSTIC D'APPARAT  
D'ÉVALUATION (DECA) DÉVELOPPEMENT DE SYSTÈMES EXPERTS ANALYSEUR DE COURANT DE FUITE CHAÎNES DE MESURE HAUTE  
PRÉCISION POUR L'ÉTUDE DES TRANSISTIONS PARALLÈLES NOUVELLES INSTALLATIONS : CONSTRUCTION D'UNE NOUVELLE  
UNITÉ EXPÉRIMENTALE D'ESSAIS MÉCANIQUES SÉRIE D'ESSAIS D'ACCUMULATEURS NOUVELLES AILES D'ESSAIS AU  
LABORATOIRE DE RÉSEAUX



**Q** Hydro-Québec

Le meilleur de nous-mêmes

## Le test

**O**n venait de passer le test. Je ne me souviens pas du résultat, mais je me rappelle parfaitement le silence gêné qui s'était installé dans la classe. Alors qu'on échangeait assez facilement nos résultats d'examen — même si on avait coulé ! —, cette fois, c'était tabou. Le test en question déterminait nos aptitudes intellectuelles. Quelque chose qui s'approchait du test mesurant le quotient intellectuel, le QI : des sériations à compléter, des associations d'objets à faire, etc.

Certes, il y a une différence entre le QI et l'intelligence. Mais le test, disait-on à l'époque, devait aider les élèves à s'orienter vers leur future carrière. Néanmoins, en étant cynique, on pouvait dès lors diviser la classe entre idiots et doués.

On n'en a jamais reparlé entre nous. Par respect des uns des autres. Ce respect qui nous différencie des bêtes.

Or, ce que des enfants de treize ans d'une école polyvalente de Montréal n'osait aborder, deux chercheurs américains l'ont fait pour la population des États-Unis. Dans un essai intitulé *The Bell Curve* (la courbe en cloche), deux professeurs, Charles Murray et Richard Herrnstein, ont analysé une somme considérable de résultats de QI — notamment ceux obtenus à partir des tests qu'on a fait passer aux recrues des forces armées américaines.

Leurs conclusions ? Le QI est héréditaire et n'a rien à voir, ou si peu, avec le statut social ou l'éducation. Contestable ? Qu'à cela ne tienne, ils en remettent en soutenant que le QI des moins nantis est en règle générale inférieur à la moyenne des gens et que c'est pour cette raison qu'ils ne sont ni riches ni instruits. Ces gens « peu intelligents » ou « pas du tout intelligents », rappellent les auteurs, correspondent au quart de la population américaine.

Explosif ? Les auteurs affirment également que les efforts et les fonds alloués aux programmes favorisant l'accès à l'éducation ou le soutien des défavorisés — Noirs, enfants de familles monoparentales, chômeurs, assistés sociaux — sont du gaspillage parce que, de toute manière, ils n'auront jamais le QI pour réussir et s'instruire.

Il y a longtemps qu'on n'avait pas lu de telles bêtises ultraconservatrices servies à la sauce scientifique. Si la plupart des grands médias américains ont fait largement état, cet automne, de cette thèse, il en a été peu question au Québec. Mais à l'heure où l'avenir de la plupart des programmes sociaux est mis sur la table par le ministre fédéral des Ressources humaines, Lloyd Axworthy, il y a là un contexte favorable à l'essor de telles idées tordues. Des idées qui sentent fort l'eugénisme. On pourrait bien s'en passer.

*Raymond Lemieux*

## Actualités

8

### Santé : Ondes de choc en recherche clinique

L'affaire Poisson et l'affaire Morrisset ont secoué le milieu de la santé en 1994. Quelles leçons faut-il en tirer ?

*par Jean-Pierre Rogel*

10

### Ces enfants qu'on n'aime pas assez

Les problèmes affectifs vécus pendant l'enfance peuvent avoir des répercussions importantes sur la santé à l'âge adulte.

*par Marc Berthiaume*



11

### La momie avait mal aux dents

Première en archéologie : une momie égyptienne a été scannée. Le scoop : elle avait une énorme carie.

*par Pedro Rodrigue*

12

### Air Tchernobyl

Hôtesse de l'air et pilotes d'avion seraient plus exposés aux radiations de sources cosmiques que les travailleurs de centrales nucléaires.

*par Marie-Claude Ducas*

13

### Un plan vert pâle

Il y a quatre ans, le pays virait au vert. Mais avec une économie dans le rouge...

*par Nathalie Collard*

14

### OVNI : ils sont de retour

Les observations d'OVNI ont augmenté de 50 % au Canada, durant les deux dernières années. Un organisme fédéral est chargé de recueillir les témoignages. Et de les mettre sur les tablettes.

*par Benoît Chapdelaine*

16

### Nouvelles brèves

- Hydrologie : le facteur espresso
- Astronomie : Oh ! les belles rouges !
- L'amour sans gêne

*par Pedro Rodrigue*

### À l'agenda

## Chroniques

46

### La dimension cachée Amour, diamants et or

La face cachée des bijoux. À lire avant vos prochaines noces.

*par Raynald Pepin*

48

### Histoires de science Guerre et paix, le roman de Sakharov

Dans la tourmente de la guerre froide, un génie déchiré entre le bien et le mal.

*par Danielle Ouellet*

52

### Livres

Qui a tué Marie-Victorin ?

*par Mathieu-Robert Sauvé*

### CD-ROM

Isaac Asimov's The Ultimate Robot

*par Claude Marcil*

54

### Entrevue avec Daniel Blampain, linguiste Français et science : rendez-vous manqué ?

*par Gilles Drouin*

## Les 10 découvertes de l'année

Un dossier d'Isabelle Montpetit

### 18 Neurologie Pourquoi certains nerfs ne se refont pas

Les nerfs des membres peuvent se régénérer, mais pas ceux du système nerveux central. On a identifié la protéine en cause.

### 19 Ingénierie Une arme de plus pour les limiers verts

Les micropolluants sont particulièrement difficiles à mesurer. Un nouvel appareil permet de mieux les détecter.

### 20 Astronomie L'Univers est trop petit pour son âge

Après le Big Bang, l'Univers s'est mis à grandir. On croyait que sa naissance remontait à 15 milliards d'années, il serait deux fois plus jeune.

### 22 Géologie Nos ancêtres, les bactéries

Une roche trouvée par des prospecteurs en Abitibi contient les premières traces de vie au Québec. Des traces laissées là il y a 2,7 milliards d'années.

### 24 Ingénierie Des dessins au bout des doigts

On a mis au point une imprimante qui produit des images en relief grâce auxquelles les aveugles peuvent maintenant distinguer formes et couleurs.

### 25 Environnement Une assurance-vie pour la nature

La diversité biologique stabilise les écosystèmes et augmente leur capacité de récupération.

### 26 Médecine Ne plus couper pour rien

L'épisiotomie est une pratique chirurgicale courante, mais la plupart du temps inutile.

### 28 Biologie Le secret des cellules kamikazes

Certaines cellules sont programmées pour se suicider. Une enzyme est responsable de leur comportement kamikaze.

### 30 Dentisterie Des implants dentaires high tech

Une substance protéinique déposée sur les prothèses dentaires accélère la guérison des tissus environnants. La technique s'inspire de la microélectronique.

### 32 Immunologie Les défenses du béluga

Un étudiant au doctorat en biologie vient de lever le voile sur les mécanismes de base du système immunitaire du béluga.



### 21 René Racine, une star parmi les étoiles

L'émission d'actualité scientifique *Les Années lumière* a nommé l'astrophysicien René Racine chercheur de l'année 1994 pour sa contribution aux travaux sur l'âge de l'Univers qui ébranlent les théories actuelles de la cosmologie.

par Joane Arcand

### 33 Du côté de la Big Science

Quelques participations québécoises notables à de grandes découvertes scientifiques de 1994.

### 34 Les pôles de la recherche au Québec

Zoom sur le monde public et parapublic de la recherche québécoise.

### 36 Les feux du ciel

Après avoir alimenté plusieurs récits mythologiques amérindiens, les aurores boréales intéressent maintenant les météorologistes, les physiciens et même la NASA et l'Agence spatiale canadienne.

par Gilles Drouin



### 41 La fusion froide : un rêve toujours vivace

La plupart des laboratoires n'arrivent pas à reproduire la réaction de fusion froide réalisée par deux chercheurs en 1989. Cela dit, plusieurs des phénomènes électrochimiques observés dans le cadre de ces travaux demeurent inexpliqués. Les espoirs touchant la fusion froide ne sont pas éteints.

par Pierre Sormany



## Des nouvelles de Flippo

Bonne nouvelle : le béluga adopté par les lecteurs et les lectrices de *Québec Science* a été aperçu deux fois en 1993 par les responsables de l'Institut national d'écotoxicologie du Saint-Laurent. À l'instar de Flippo, plus d'une soixantaine de bélugas du Saint-Laurent ont également été adoptés par autant d'amis des bélugas. Toutefois, on reste sans nouvelle d'Ashoonna, Aster, Bach, Baladin, Bébé-luga, Bonnie Booly, Caresse, Crêton, Di ?, Globule, Guimauve, Impac, Limoilou, Louveteau, Mistamec, Mercure, Nakamu, Octave, Oreillette, Pilote BSL, Trident et Zeblanc.

## Un plongeon bien nommé ?

Dans le dernier numéro de votre revue, vous nous parlez du huard qui change de nom pour plongeon. Je croyais que vous faisiez une farce parce que, depuis que notre dollar s'appelle le huard canadien, il a pris une plonge à 0,73 \$.

Raymond Martel  
Loretteville

## La nostalgie en vrac

Une de mes chroniques préférées était « En vrac ». En fait, c'était la première chose que je lisais. J'espère donc qu'un jour vous remettrez cette chronique.

Michel Gaudet, informaticien  
Sherbrooke

## Déchets polémiques

J'ai lu avec beaucoup d'intérêt l'article intitulé « La poubelle nucléaire est pleine » (novembre 1994, p.9), et je tiens à vous faire part de ma surprise et de mon indignation quant à la teneur de cet article (...).

À la fin de son article, Monsieur Denis écrit qu'Hydro-Québec se lave les mains du projet de stockage permanent et m'attribue une déclaration à l'effet que le stockage permanent ne serait pas notre responsabilité. Or, tout au long des audiences publiques, Hydro-Québec a affirmé que, quoi qu'il arrive, celle-ci demeurerait toujours responsable de son combustible irradié, que cet engagement était clairement énoncé dans la politique corporative qu'elle a déposée lors des audiences publiques et que cette politique était basée sur divers

principes et des faits, entre autres :

que le gouvernement du Canada avait chargé Énergie Atomique du Canada limitée de proposer une solution à long terme, dont la proposition vient d'être rendue publique par le Bureau Fédéral d'Examen et d'Évaluation Environnementale (BFEÉE) et que cette solution, l'enfouissement géologique, sera disponible aux environs de 2025 si, bien sûr, elle est acceptée par la population.

Si Hydro-Québec n'est pas responsable du projet, il n'en demeure pas moins qu'elle est très concernée par son résultat et qu'elle s'y intéresse depuis plusieurs années. Elle est loin de s'en laver les mains comme le laisse entendre votre journaliste.

Michel R.

Rhœume, physicien  
Porte-parole d'Hydro-Québec  
Stockage à sec du combustible nucléaire irradié  
Centrale nucléaire Gentilly-2

### Donnez-nous vos commentaires !

Vous avez des commentaires et des suggestions sur le magazine ? Écrivez-nous à l'adresse suivante, ou envoyez-nous une télécopie au (514) 843-4897.

### Québec Science

425, rue De La Gauchetière Est  
Montréal (Québec)  
H2L 2M7

# Québec Science

Publié par  
La Revue Québec Science  
425, rue De La Gauchetière Est,  
Montréal (Québec)  
H2L 2M7

### DIRECTION

Directeur général : Michel Gauquelin  
Adjointe administrative : Joan Lacasse

### RÉDACTION

Rédacteur en chef : Raymond Lemieux  
Adjoint à la rédaction : Normand Grondin

Comité de rédaction : Patrick Beaudin, Jean-Marc Carpentier, Raymond Lemieux, Rosemonde Mandeville, Isabelle Montpetit, Gilles Parent, Sarah Perreault, Pierre Sormany, René Vézina, Yanick Villedieu

Collaborateurs : Joane Arcand, Marc Berthiaume, Benoît Chapdelaine, Nathalie Collard, Gilles Drouin, Marie-Claude Ducas, Claude Maril, Isabelle Montpetit, Danielle Ouellet, Raynald Pepin, Pedro Rodrigue, Jean-Pierre Rogel, Mathieu Robert Sauvé et Pierre Sormany

Page couverture : Laurent Leblanc et la NASA

Illustrations : Pierre-Paul Pariseau, Alain Massicotte  
Photographies : Laurent Leblanc  
Correction : Natalie Boulanger

### PRODUCTION

Direction artistique : Normand Bastien  
Recherche iconographique : Joan Lacasse  
Séparation de couleurs, pelliculage électronique : Film-O-Progress  
Impression : Interweb

### COMMERCIALISATION

Abonnements : Nicole Bédard  
Distribution en kiosques : Messageries Dynamiques

### ABONNEMENTS

| Tarifs (taxes incluses)       | Au Canada | À l'étranger   |
|-------------------------------|-----------|----------------|
| 1 an (10 numéros)             | 34,19 \$  | 43,00 \$       |
| 2 ans (20 numéros)            | 59,03 \$  | 75,00 \$       |
| 3 ans (30 numéros)            | 82,05 \$  | 105,00 \$      |
| À l'unité                     | 3,93 \$   | 4,50 \$        |
| Groupe (10 ex./ même adresse) | 30,77 \$  | Non disponible |

### Pour abonnement et changement d'adresse

QUÉBEC SCIENCE  
C.P. 250, Sillery (Québec) G1T 2R1  
Pour la France, faites votre chèque à l'ordre de :  
DAWSON FRANCE, B.P. 57, 91871, Palaiseau, Cedex, France

Québec Science, magazine à but non lucratif, est publié 10 fois l'an par la revue Québec Science. La direction laisse aux auteurs l'entière responsabilité de leurs textes. Les titres, sous-titres, textes de présentation et rubriques non signés sont attribuables à la rédaction. Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés.

### ABONNEMENTS ET CHANGEMENTS D'ADRESSE

Téléphone : (418) 657-4391

### PUBLICITÉ

Communications Publi-Services inc.  
1, rue Forget, Saint-Sauveur (Québec) J0R 1R0  
Géraldine Richard, Jean Thibault  
Tél. : (514) 227-8414 Téléc. : (514) 227-8995

### RÉDACTION

Téléphone : (514) 843-6888  
Télécopieur : (514) 843-4897

Dépôt légal : Bibliothèque nationale du Québec  
Premier trimestre 1995, ISSN-0021-6127  
Répertoire dans Repère et dans l'Index des périodiques canadiens.

© Copyright 1994 - La Revue Québec Science

Imprimé sur papier contenant 50 % de fibres recyclées et 40 % de fibres désencrées (post-consommation)

Québec Science reçoit l'aide financière du ministère de l'Industrie, du Commerce, de la Science et de la Technologie (Programme Revues de vulgarisation scientifique et technique) et du gouvernement du Canada (Programme Sciences et Culture Canada)

Gouvernement du Québec  
Ministère de l'Industrie, du Commerce,  
de la Science et de la Technologie

Industrie Canada Industry Canada

Membre de : The Audit Bureau  
CPA

Québec Science est produit sur cassette par l'Audiotèque, pour les personnes handicapées de l'imprimé. Téléphone : (418) 627-8882

# UNE DE NOS FAÇONS DE COMBATTRE LA POLLUTION.

MIRA GAUVIN-MAÎTRISE EN ENVIRONNEMENT

Des programmes adaptés  
aux besoins du marché,  
une formation concrète,  
des cours qualifiants...  
c'est de cette façon  
que l'UQAM voit son rôle.  
Pas étonnant que dès la fin  
de sa maîtrise, Mira Gauvin  
ait décroché le poste  
de conseillère en environnement  
à l'hôpital Notre-Dame.

## PROGRAMMES DE 2<sup>E</sup> ET DE 3<sup>E</sup> CYCLES EN SCIENCES

**DATE D'ADMISSION:**  
1<sup>er</sup> mars 1995

**Maîtrise en sciences  
de l'environnement\***  
(avec ou sans mémoire)

**Doctorat en sciences  
de l'environnement**

**DATE D'ADMISSION:**  
1<sup>er</sup> avril 1995

**Doctorat en météorologie**  
(extensionné de McGill)

**DATE D'ADMISSION:**  
1<sup>er</sup> mai 1995

**Maîtrise en biologie**

**Maîtrise en informatique  
de gestion\***  
(avec ou sans mémoire)

**Maîtrise en mathématiques**

**Maîtrise en sciences  
de l'atmosphère**

**Maîtrise en sciences de la terre**

**Diplôme de deuxième cycle  
en météorologie\***

**Doctorat en mathématiques**

**Doctorat en ressources minérales**

**DATE D'ADMISSION:**  
15 mai 1995

**Diplôme de deuxième cycle  
en intervention ergonomique  
en santé et sécurité au travail\***

**DATE D'ADMISSION:**  
1<sup>er</sup> juin 1995

**Maîtrise en chimie**

La Fondation de l'UQAM offre  
des bourses d'études de  
1 000 \$ à 10 100 \$.

\*programme contingenté

**Pour tout renseignement,**

**composez**

**le 987-3121**

**L'UQAM  
une force  
novatrice**



Université du Québec à Montréal

# Actualités

Santé

## Ondes de choc en recherche clinique

En 1994, deux incidents ont secoué le milieu de la recherche médicale : l'affaire Poisson et celle du sirop anti-sida. Il n'y a pas crise, mais...

par Jean-Pierre Rogel

**E**n 1994, la recherche clinique au Québec a été ébranlée par deux secousses sismiques. Deux événements très différents l'un de l'autre mais dont les répercussions se font encore sentir.

En mars, on a appris qu'un oncologue réputé de l'hôpital Saint-Luc à Montréal, le docteur Roger Poisson, avait falsifié, sur une période de 13 ans, de nombreuses données d'essais cliniques dans le cadre de la plus importante recherche sur le cancer du sein en Amérique du Nord. Le détonateur : un rapport officiel accablant de l'Office of Integrity des États-Unis.

En août, une équipe formée du docteur Richard Morisset, de l'Hôtel-Dieu de Montréal, du pharmacologue Mohamed Ben Amar et de Guy Poirier, inventeur d'un mystérieux sirop à base de plantes, dévoilait au congrès sur le sida à Yokohama les résultats extraordinaires d'un essai de leur sirop sur des patients sidéens. La nouvelle a fait beaucoup de bruit dans les médias d'ici, mais, dès le surlendemain, le ballon était dégonflé. On découvrait que l'étude n'était pas vraiment « randomisée » (les patients n'avaient pas été assignés au

hasard dans le groupe traité ou dans le groupe de contrôle), que les données étaient limitées à 10 patients et que, bref, on ne pouvait guère en tirer de conclusions. Les auteurs ont donc été accusés de manque de rigueur et de précipitation irresponsable dans l'annonce des résultats. Sur ce dernier point, il faut reconnaître que certains médias doivent au moins partager le blâme...

Les différences entre les deux cas restent importantes. Le docteur Poisson a été accusé de 113 falsifications de données — un péché capital en recherche —, et il a avoué sa faute. Quant au docteur Morisset et à ses collègues, on leur reproche, somme toute, d'avoir fait de la mauvaise science dans le cadre d'une étude préliminaire sur un médicament potentiel. Sur le strict plan du métier de chercheur, cela reste un péché véniel — peut-être plus courant qu'on ne le pense.

Mais il reste que ces deux incidents révèlent un malaise. Au cours des dernières décennies, le milieu de la recherche clinique a beaucoup changé. On a vu se constituer de grandes équipes multidisciplinaires, de véritables PME de la science. On a également assis-

**Au cours des quatre dernières décennies, des 170 nouveaux cas de fraude répertoriés, 60 % ont eu lieu dans le milieu médical. Le moteur de la recherche clinique est-il emballé ?**

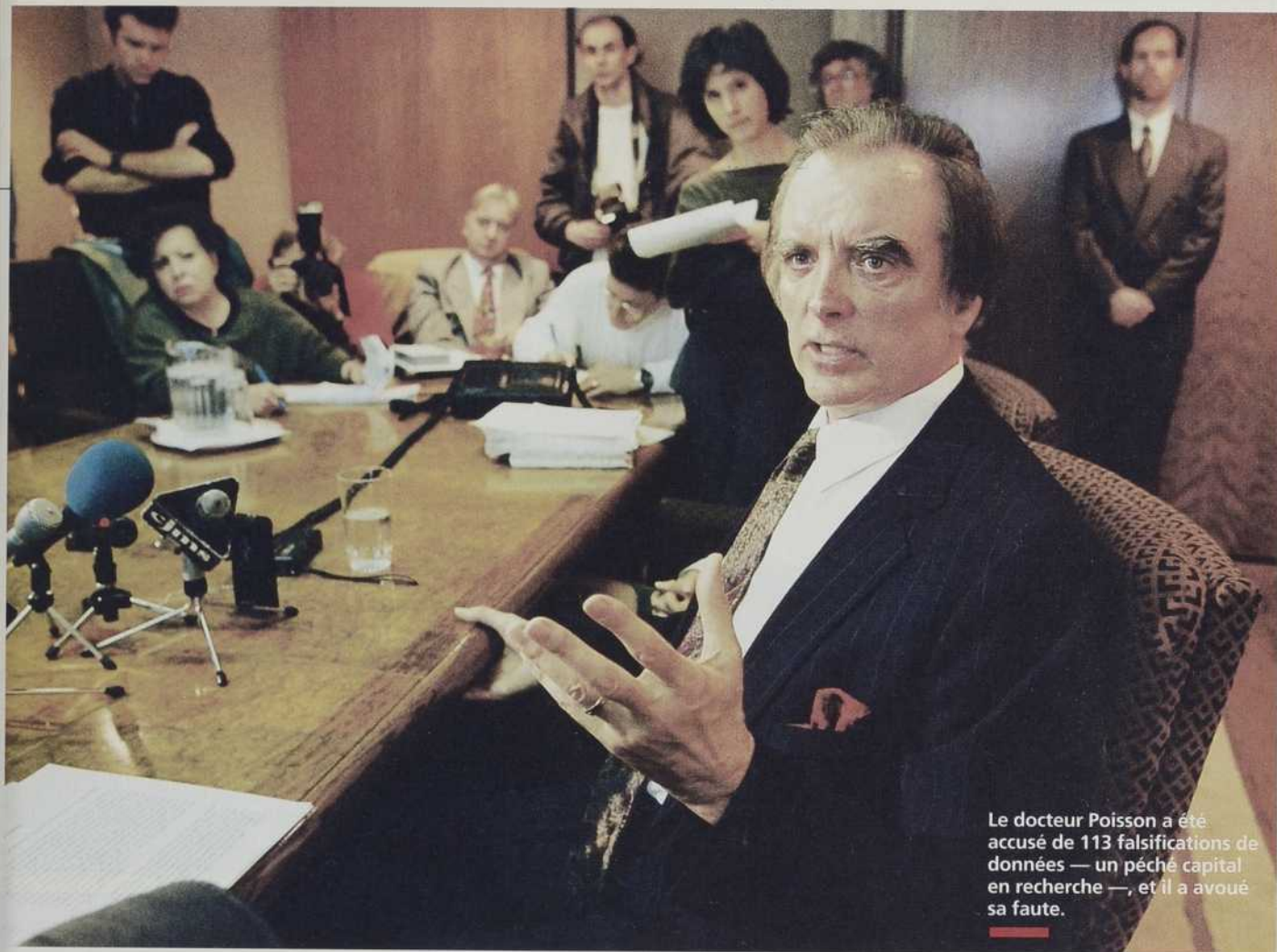
té à un accroissement phénoménal du nombre des publications et à une compétition accrue pour décrocher des subventions. Ces pressions affectent-elles les chercheurs au point de les inciter à commettre plus d'entorses à la rigueur scientifique ? Le moteur de la recherche clinique est-il emballé ?

Les essais cliniques aux protocoles bancals constituent un type de dérapage, tandis qu'à l'autre extrême les fraudes en constituent un autre. Au cours des quatre dernières décennies, des 170 nouveaux cas de fraude répertoriés, 60 % ont eu lieu dans le milieu médical. Comme on ne peut pas faire de comparaisons fiables avec les périodes précédentes, on ne

peut pas dire s'il s'agit d'une augmentation. Tout au plus peut-on constater que des éléments humains de compétition, de stress ou d'ambition sont présents dans les cas les plus célèbres (affaires Imanishi-Kari, Long, Spector, Darsee, Strauss, Soman...).

Président du FRSQ, le Fonds de la recherche en santé du Québec, et lui-même chercheur chevronné, le docteur Fernand Labrie admet que la concurrence est devenue plus forte entre les équipes. Mais il défend la qualité des résultats et ne prévoit aucune augmentation des irrégularités. « C'est vrai que plusieurs cas de fraude en recherche médicale ont récemment fait surface en Amérique du Nord, dit-il. Mais ces cas sont rarissimes, et toute fraude est vouée à être démasquée. Le système de la recherche est fait pour débusquer ces erreurs, car il est basé sur la preuve par des faits vérifiables, à toutes les étapes du travail. »

Défense du système, donc, et de la capacité du milieu à s'autodiscipliner. Si on sonde



**Le docteur Poisson a été accusé de 113 falsifications de données — un péché capital en recherche —, et il a avoué sa faute.**

quelques directeurs ou administrateurs de recherche médicale au Québec, on obtient sensiblement les mêmes réponses. On sent toutefois une gêne évidente à commenter publiquement l'affaire Poisson ou celle du sirop anti-sida. Personne ne veut tenter un parallèle entre les deux événements, personne ne veut voir dans ces incidents de l'année 1994 les signes d'une crise.

Mais cela n'empêche pas qu'une réflexion à l'interne est amorcée. Le docteur Michel Potier, directeur scientifique du FRSQ, explique qu'au-delà du climat de compétition, la recherche clinique pose peut-être un problème particulier. « La rigueur scientifique exige des protocoles stricts aux règles rigides, remarque-t-il. Au nom de l'intérêt de leurs malades, les médecins-cliniciens revendiquent souvent le droit d'utili-

ser leur jugement personnel dans l'application de ces règles. Cela crée une tension dans la recherche. »

Il est d'ailleurs intéressant de constater que les docteur Poisson et Morisset ont tous deux invoqué le sort de leurs patients pour justifier leurs entorses aux protocoles de recherche. Dans la préface du récent ouvrage de Roger Poisson, le cancérologue français Lucien Israël va plus loin. Il dénonce le rigorisme des études multicentres américaines, dans lesquelles sévissent selon lui des « biostatisticiens animés d'une véritable idéologie ». La charge, peu précise et à l'emporte-pièce, révèle toutefois une guerre de clans entre cliniciens et biostatisticiens dont on pourrait entendre reparler.

En attendant, au Québec, huit mois après l'affaire Poisson, on songe à resserrer cer-

tains contrôles sur la recherche clinique (rappelons que ce terme englobe les études épidémiologiques, les essais de nouveaux médicaments et les essais thérapeutiques, c'est-à-dire des recherches qui bénéficient d'un large financement public et qui font appel à des sujets humains). Le docteur Labrie signale que le FRSQ vient de terminer l'élaboration d'un code de pratique unifié. On y a détaillé toutes les étapes de contrôle lors d'essais cliniques : consentement éclairé des patients, intégrité des données de base, protocoles de validité statistique, etc.

Le président du FRSQ aimerait que tous les centres de recherche médicale au Québec adoptent ce code scientifique et éthique. « Nous avons déjà de bons mécanismes d'évaluation, estime-t-il. Les organismes subventionnaires ainsi que les comités scientifiques et

les comités d'éthique dont sont dotés les hôpitaux filtrent bien les projets dans leur phase initiale. Mais nous voulons ajouter à leur tâche le contrôle systématique de la qualité des données, en cours de recherche et à l'étape finale. »

Pour Fernand Labrie, de telles mesures sont suffisantes. Tout contrôle supplémentaire, extérieur au milieu, serait perçu comme étant injustifié et contraire à la liberté académique. Il ne saurait donc être question, par exemple, de créer ici un bureau de l'intégrité scientifique sur le modèle américain. C'est-à-dire une entité gouvernementale indépendante du milieu.

Ces premières réactions laissent cependant croire qu'on touche un nerf plutôt sensible. Et que le débat sur le nécessaire « contrôle de la qualité » en recherche clinique n'est pas clos. ●

## Psychologie

# Ces enfants qu'on n'aime pas assez

Une étude épidémiologique sur la santé des Français vient de démontrer que le manque d'amour rend plus malade que le manque d'argent. Comme quoi il vaut mieux être pauvre et bien entouré que riche et mal aimé.

par Marc Berthiaume

**O**n s'en doutait bien, mais pas à ce point : plus que la pauvreté, c'est l'absence d'amour au foyer durant leur jeunesse qui affecte davantage la santé des individus une fois qu'ils sont adultes !

Une volumineuse étude publiée cet automne en France sur les déterminants biographiques et sociaux de la santé des adultes passe à la loupe les témoignages et le bilan de santé de 13 150 Français. Les recherches, dirigées par Georges Menahem, chargé de mission au Conseil national de la recherche scientifique (CNRS), ont évalué l'impact sur la santé de problèmes affectifs rencontrés avant l'âge de 18 ans — notamment, le manque d'affection, les conflits entre parents, une grave maladie, un handicap ou un accident chez la mère ou le père et l'absence des parents durant un an.

En moyenne, les gens ayant vécu de graves difficultés familiales avant l'âge de 18 ans déclarent presque deux fois plus de maladies à l'âge adulte que ceux qui n'en ont pas connues.

Les problèmes affectifs de l'enfance ont pour effet, entre autres conséquences, de miner l'image de soi. Résultat : on s'occupe moins bien de sa santé, on consulte moins le médecin et le dentiste, et les modes de vie dits « à risques » sont plus fréquents. On constate



BCP / Campagne Centraide du Grand Montréal 1994-1995



également qu'une personne ayant connu un problème affectif dans son enfance fumera et prendra plus d'alcool à l'âge adulte. Il aurait également davantage d'accidents du travail.

En fait, les chercheurs ont été étonnés de constater à quel point les difficultés familiales

vécues durant l'enfance avaient un impact plus important sur la santé des adultes que leur situation sociale.

Bien sûr, le risque de connaître des problèmes affectifs augmente lorsque la condition économique des individus est plus modeste. Plus du tiers des ouvriers et des employés ont vécu des problèmes affectifs durables contre à peine plus du quart chez les cadres supérieurs et les membres des professions libérales. Les ouvriers déclarent d'ailleurs 22 % de plus de maladies que les cadres. Cela dit, note le rapport, les inégalités de santé observées en fonction de la condition sociale sont « trois fois moins importantes » que

celles observées en fonction d'un manque affectif.

Tous les problèmes affectifs n'ont pas le même impact. Le grand manque d'affection est le plus ravageur. Les personnes en ayant souffert accusent 49 % de plus de maladies que celles qui en ont été épar-

gnées. Les maladies les plus fréquentes : les troubles psychiques (76 % plus de cas) et les affections de l'appareil respiratoire et de l'appareil digestif (57 % plus de cas).

Cependant, on souffrira moins de la séparation de ses parents que d'un climat de méfiance dans le foyer. Les adultes qui ont été témoins dans leur jeunesse de conflits à la maison entre leurs parents déclarent 45 % plus de maladies contre 29 % pour ceux qui ont seulement vécu la séparation de leurs parents !

« On a remarqué que la séparation des parents ne correspond pas à une dégradation de l'état de santé mais au contraire à une augmentation moindre du taux de maladies, explique Georges Menahem. La séparation est un choc, mais j'ai découvert qu'un choc peut jouer un rôle protecteur. »

Cela dit, le chercheur tient à dédramatiser ces données. « Il faut garder à l'esprit l'essentiel, soit l'ordre de grandeur. Par exemple, une personne qui a vécu très jeune un grave manque d'affection ou un conflit entre ses parents a statistiquement de bonnes chances de demeurer en santé. Il reste néanmoins que les organismes de santé peuvent tirer profit de ces constats en ciblant certaines politiques de prévention et en sensibilisant les travailleurs sociaux. » ●

## La momie avait mal aux dents

**D**jedmaatesankh, la momie égyptienne du Royal Ontario Museum, a vécu à Thèbes, voilà trois millénaires. Depuis une quinzaine d'années, le paléopathologiste Peter Lewin, également pédiatre à l'Hôpital pour enfants de Toronto, s'y intéresse. En 1978, il l'a soumise de la tête aux pieds à une tomographie, une première en archéologie. Il vient de refaire l'opération, mais, cette fois, l'utilisation d'un scanner moderne couplé à un ordinateur lui a permis d'obtenir d'excellentes images en trois dimensions de sa « patiente » et de reconstituer le visage de la courtisane, tel qu'il était au cours des derniers mois de sa vie. Peter Lewin a également découvert la cause de sa mort : un gigantesque abcès dentaire, qui a laissé un trou de près de trois centimètres dans sa mâchoire supérieure.

Sans le secours des antibiotiques, la pauvre femme a dû en voir de toutes les couleurs avant de mourir d'un empoisonnement généralisé du sang.

*Pedro Rodriguez*



## Des idées qui font du chemin

Le Centre de recherche informatique de Montréal donne le coup d'envoi chaque année à plusieurs projets de recherche et développement et soutient la formation de nombreux étudiants. Fondé il y a bientôt dix ans, il compte aujourd'hui parmi les chefs de file dans le domaine des technologies de l'information.

Parmi leurs nombreuses activités, le CRIM et son Centre de génie logiciel appliqué accordent une place de choix à la mise en valeur des technologies. Véritable précurseur des liens ainsi que du transfert de connaissances et du savoir-faire entre universités, entreprises et institutions de recherche, le CRIM vous donne ainsi accès à tout un réseau de partenaires ainsi qu'à un vaste éventail de services professionnels qui vous aideront à prendre les devants au sein de votre industrie.



**Centre de recherche  
informatique de Montréal**

1801, avenue McGill College,  
bureau 800, Montréal (Québec)  
H3A 2N4  
Tél. : (514) 398-1234  
Télec. : (514) 398-1244

**Bâtisseur de l'avenir**

## Mal de l'air nucléaire

## Air Tchernobyl

Le personnel de bord dans les avions serait plus exposé à la radioactivité que les ouvriers travaillant dans des centrales nucléaires.

par Marie-Claude Ducas

**O**n le sait depuis longtemps : statistiquement parlant, voyager en avion est moins risqué que voyager en automobile ou même simplement traverser la rue ! Mais il faudra maintenant intégrer une variable supplémentaire dans les calculs de risque : l'exposition aux particules radioactives.

Nous recevons tous en permanence des radiations provenant du soleil et d'autres sources cosmiques, sauf que l'atmosphère en absorbe une bonne partie. En altitude, par contre, le rayonnement cosmique est plus important. Un rayonnement qui, dans le pire des cas, peut augmenter les risques de cancer et, pour les femmes enceintes, de malformation du fœtus. La recherche sur cette question est en plein essor, surtout en Amérique du Nord, qui a sur l'Europe un sérieux retard à ce chapitre.

Un biologiste de Münster, en Allemagne, a ainsi établi que la dose de radiations annuelles reçues par le personnel de bord des compagnies aériennes pouvait attendre 10 milliSieverts par an, soit près de cinq fois la dose moyenne des travailleurs des centrales nucléaires (2,2 milliSieverts) ! L'unité utilisée, le Sievert, n'est pas une mesure du rayonnement, mais une mesure du dommage possible des radiations.

D'autres études ont cependant produit des résultats moins dramatiques. Finnair, la ligne aérienne finlandaise, a évalué que son personnel rece-

vait 2,8 milliSieverts par an. Dans les cas extrêmes — c'est-à-dire les employés qui totalisent 600 heures de vol à plus de 12 000 mètres et au nord du 50<sup>e</sup> parallèle —, les doses de radiations sont deux fois plus importantes.

À titre d'exemple, au Canada, un travailleur manipulant du combustible nucléaire reçoit entre 2 et 4 mSv par année, un radiographe industriel entre 3 et 5 mSv et un travailleur de centrale nucléaire entre 1,2 mSv et 2 mSv.

Dans l'immédiat, on n'a pas de données complètes sur les

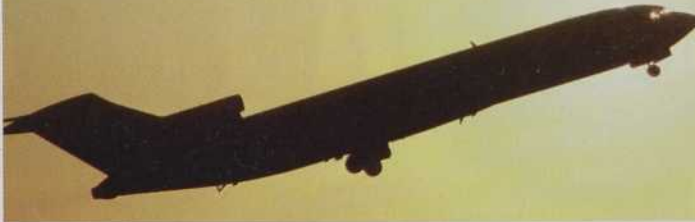
« travailleurs sous rayonnement », elle baissera de 50 mSv à 20 mSv par an.

Les recherches sur les personnes exposées aux bombardements atomiques ont établi qu'une dose de 1 mSv augmente les risques de cancer d'à peine 0,002 %. On estime par ailleurs que 1,5 % de tous les cancers mortels proviennent des radiations « naturelles » et que tous les Canadiens sont soumis annuellement à des doses de 2 mSv à 3 mSv.

« Même si prendre l'avion augmente réellement notre exposition aux radiations, dit le

la demande de ses employés, a modifié l'itinéraire de ses vols vers l'Extrême-Orient afin d'éviter le pôle nord, où les risques sont plus élevés. Toujours en Italie, les hôtesses enceintes ont droit à des congés payés par l'État. Aux États-Unis, on est en train de développer un système de détection indiquant aux avions de voler plus bas lors d'« orages solaires », car ils causent de forts rayonnements.

Au Canada, il n'existe pas encore de normes ou de directives à ce sujet. Mais il faut se rappeler que, pour les voyageurs occasionnels, les radiations cosmiques sont loin d'être considérées comme un danger majeur. Et puis, les résultats d'une étude effectuée entre 1950 et 1988 sur 913 pilotes de Canadian Pacific Airlines (puis de Canadien International) donnent matière à réflexion. Cette étude conclut que, même si les cancers du cerveau, du rectum et de la peau sont supérieurs à la normale, leurs causes restent difficiles à cerner. Par exemple, les cancers de la peau des pilotes se retrouvaient surtout au torse plutôt qu'au visage et au cou, comme c'est habituellement le cas. L'hypothèse des chercheurs : ce sont les fréquentes séances de bronzage lors des arrêts, plutôt que les radiations cosmiques, qui seraient à blâmer ! Ceux qui partent dans le sud cet hiver devraient peut-être méditer là-dessus. Et songer à glisser une crème protectrice dans leurs bagages avant de penser à revêtir une combinaison protectrice en plomb... ●



employés des compagnies aériennes canadiennes. Cela dit, des chercheurs du Collège militaire royal de Kingston et du ministère de la Défense nationale ont mesuré les radiations sur près de 600 vols d'Air Canada et d'Air France et s'apprentent à faire de même pour les vols militaires. « Nos mesures semblent corroborer celles des Européens », dit Pamela Tume, qui a participé aux travaux.

Encore aujourd'hui, la dose maximum de radiations de source artificielle permise par la Commission canadienne de contrôle de l'énergie atomique est de 5 mSv pour les « simples mortels ». Mais elle passera bientôt à 1 mSv par an. Pour les

docteur Claus Curdt-Christian, chef du département de médecine de l'aviation à l'Organisation de l'aviation civile internationale, il faut mettre les choses en perspective. « Pendant 70 ans, explique-t-il dans une brochure destinée aux pilotes, chaque personne peut s'attendre à être exposée à 210 mSv. Le risque de développer un cancer est donc de 0,42 %. Sur une période de 40 ans, les pilotes reçoivent une dose additionnelle d'au plus 112 mSv, l'équivalent d'un risque additionnel de 0,22 %. Or, pour l'ensemble des gens, le risque d'avoir un cancer potentiellement mortel est de 22 % !

Déjà, la compagnie Alitalia, à

## Environnement

## Un plan vert pâle

par Nathalie Collard

**E**n décembre 1990, en pleine vague écolo, le gouvernement conservateur annonçait en grande pompe la création d'un ambitieux programme environnemental : le Plan vert du Canada. Un programme pour reboiser le pays, lutter contre le réchauffement climatique, restaurer les cours d'eau, recycler les déchets, décontaminer les sols et sensibiliser la population à l'importance de protéger l'environnement. Brian Mulroney promettait de dépenser rien de moins que trois milliards de dollars et de réaliser le programme en seulement quatre ans !

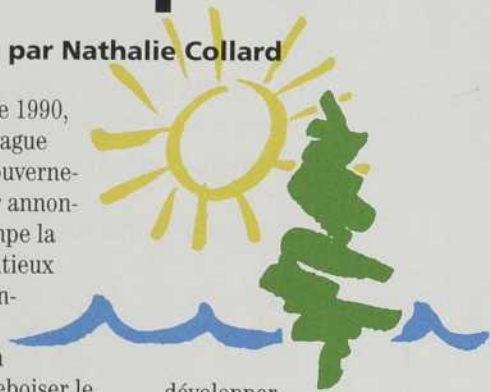
Mais quatre ans et un changement de gouvernement plus tard, à peine la moitié des sommes promises ont été investies. Quant au reste de l'enveloppe budgétaire, on affirme qu'il devrait être débloqué au cours de la prochaine année. Mais à l'heure où Ottawa planifie d'importantes coupures, l'avenir du Plan vert paraît bien sombre.

« On est en train de réviser l'ensemble des programmes fédéraux, déclare laconiquement Denis Jollette, directeur liaison et intégration, planification et coordination à Environnement Canada. Le Plan vert fera l'objet d'un examen au même titre que les autres programmes. » Par contre, on promet — encore une fois ! — qu'Environnement Canada travaillera avec d'autres ministères dans le but de

développer un « programme de développement durable ».

En fait, il faut s'attendre à une abolition pure et simple du Plan vert. D'autant plus que, comme le soulignent les politicologues George Hoberg et Kathryn Harrison, de la revue *Canadian Public Policy*, ce plan a suscité d'importantes campagnes de sensibilisation mais très peu d'actions concrètes. « Les budgets consacrés au Plan vert ont surtout contribué à la recherche et à l'éducation du public et très peu d'argent a été consacré à l'action directe », écrivent-ils dans un article intitulé « *It's Not Easy Being Green: The Politics of Canada's Green Plan* ».

La ministre fédérale de l'Environnement, Sheila Copps, n'a pas voulu dire quel sort elle réservait au Plan. La critique du Bloc québécois en matière d'environnement, Monique Guay, est aussi vague. « Tout ce que je peux vous dire, c'est que nous nous opposerons à toute politique environnementale qui viendrait empiéter sur les juridictions provinciales. » Question suivante : le Plan vert, espèce menacée s'il en est une, a-t-il un défenseur ? ●



## LE DEC BIEN COTÉ

## GROUPE D'EXCELLENCE

SCIENCES DE LA SANTÉ  
SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

Jean-François Thibert



fait partie du Groupe d'excellence. Son ambition est de devenir pédiatre et ainsi évoluer à la fois dans un monde scientifique et humain. Il aimerait, éventuellement, travailler à l'étranger dans un pays en voie de développement.



## Défi en sciences pour ceux qui :

- possèdent un goût marqué pour les sciences;
- cherchent un défi stimulant;
- manifestent une large ouverture d'esprit sur le monde;
- réussissent l'entrevue de sélection;
- ont maintenu une moyenne supérieure à 85%.

## Particularités :

- groupe homogène (contingentement fixé à 25 étudiants);
- conférences scientifiques, séminaires, visites d'industries;
- stage de sensibilisation;
- cote Z améliorée par l'Université de Montréal.

## L'entrevue est obligatoire pour adhérer au Groupe d'excellence.

- sur rendez-vous seulement, du 30 janvier au 3 février 1995;
- sur convocation en mars 1995.

Pour plus d'information ou pour prendre rendez-vous, composez le 376-1620, poste 230.

Collège de  
Rosemont

Ce qui était opaque  
il y a 100 ans  
est maintenant visible !

Et ce, grâce aux  
**technologues  
en  
radiologie.**

### Nous sommes 3 700 professionnels

- à voir au-delà des apparences en utilisant des instruments toujours plus perfectionnés;
- à contribuer, par notre expertise, au diagnostic ou au traitement de plusieurs maladies;
- à protéger en tout temps votre santé et votre bien-être grâce à notre formation;
- à nous assurer de toujours nous maintenir à la fine pointe de l'évolution des technologies;
- à être membres de l'Ordre professionnel dont la mission est d'assurer votre protection.

Nous exerçons en radiodiagnostic, en radio-oncologie et en médecine nucléaire.

Expertise, rigueur, savoir-faire et formation spécialisée nous confèrent le titre de **technologues en radiologie.**



**Ordre des  
Technologues en  
Radiologie du  
Québec**

*Des professionnels éclairés  
au service de votre santé.*

## Top secret

# OVNI : ils sont de retour !

Même si les OVNI font sourire, les gouvernements conservent les rapports d'observation de prétendues soucoupes volantes dans leurs classeurs. Sait-on jamais...

par Benoît Chapdelaine

Comme à chaque mois de février, Denise Cardinal, de l'Institut d'astrophysique Herzberg à Ottawa, fait parvenir aux Archives nationales du Canada les rapports d'observation d'Objets Volants Non Identifiés (OVNI) qu'elle a reçus durant l'année. En moyenne, une centaine de rapports. Mais depuis deux ans, on a passé le cap des 150. Des sommets depuis 1980 !

Depuis 1965, la Gendarmerie royale du Canada, Transports Canada et tout autre service ou ministère fédéral à qui on rapporte un phénomène atmosphérique inhabituel doit en informer par écrit l'Institut Herzberg, une composante du Conseil national de recherches du Canada. Des individus peuvent aussi s'adresser directement à l'Institut, mais, lorsque c'est le cas, il ne faut pas s'attendre à ce qu'une équipe d'astrophysiciens soit dépêchée d'urgence sur le site de l'observation pour démarrer une enquête !

« Ici, il n'y a aucun scientifique qui enquête sur les OVNI », dit Fokke Creutzberg, un chercheur de l'Institut qui ne croit pas en la présence d'extraterrestres au Canada. « Autrefois, les gens voyaient la Sainte Vierge ou un ange dans le ciel ! Maintenant ils voient des OVNI... » Fokke Creutzberg est du reste convaincu qu'il se pro-

duit bel et bien un phénomène dans le ciel quand les gens croient voir un OVNI, mais que ce phénomène n'a pas d'explication extraterrestre.

Au tournant des années 70, une équipe de chercheurs de l'Institut a tout de même étudié certains dossiers pour tenter de repérer des sites de chute de météorites que des observateurs auraient pu confondre avec des OVNI. Mais les travaux sont terminés depuis longtemps. L'Institut Herzberg se contente maintenant d'empiiler les rapports en attendant de les envoyer aux Archives nationales. « Ces rapports sont rarement excitants », ajoute Denise Cardinal, une analyste-programmeur chargée de tenir à temps partiel le registre sur les OVNI.

Employé des Archives nationales à Ottawa, Brien Brothman doit répondre, bon an mal an, à une vingtaine de demandes d'information sur les OVNI. « À ma connaissance, les gens qui demandent des renseignements sur les OVNI ne sont pas des chercheurs. Mais ça ne veut pas dire qu'ils ne sont pas sérieux », prend-il soin d'ajouter. Lui aussi a noté récemment un regain d'intérêt pour le sujet.

Québec Science a suivi les procédures — il faut passer par la Loi canadienne d'accès à l'information pour consulter

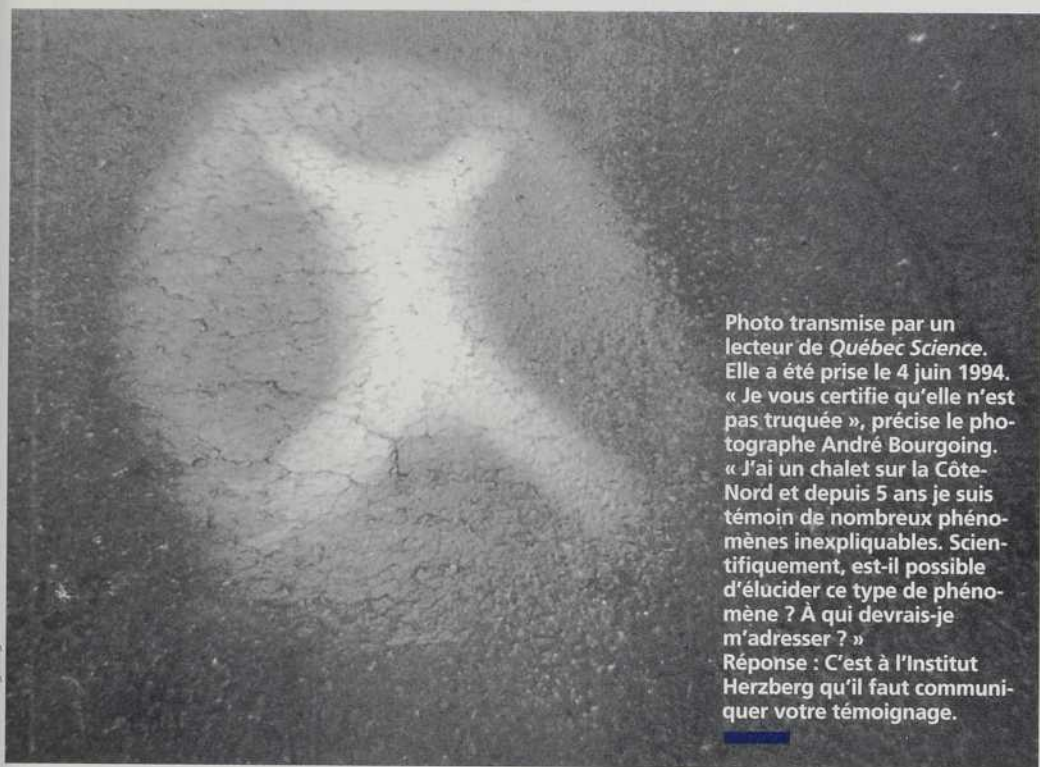


Photo transmise par un lecteur de *Québec Science*. Elle a été prise le 4 juin 1994. « Je vous certifie qu'elle n'est pas truquée », précise le photographe André Bourgoing. « J'ai un chalet sur la Côte-Nord et depuis 5 ans je suis témoin de nombreux phénomènes inexplicables. Scientifiquement, est-il possible d'élucider ce type de phénomène ? À qui devrais-je m'adresser ? »

Réponse : C'est à l'Institut Herzberg qu'il faut communiquer votre témoignage.

ces dossiers — et obtenu quelques exemples de rapport d'observation très succincts. Des rapports auxquels on avait retranché tout indice permettant d'identifier un observateur d'OVNI afin de se conformer aux exigences sur la protection des renseignements personnels.

Joint à l'envoi, un document daté de mars 1966 et signé par un colonel de l'armée de l'air américaine (« *Canadian-USA Communications Instructions for Reporting Vital Intelligence Sightings* ») rappelle qu'en pleine guerre froide, tout objet insolite — *a fortiori* un missile soviétique ! — devrait être signalé sans délai aux autorités militaires.

Un autre document du ministère fédéral de la Défense, « Rapport sur les phénomènes atmosphériques », daté de 1981, précise comment remplir un rapport d'observation.

FROM : 226 RADAR SQN  
GANDER, TERRE-NEUVE  
TO : NATIONAL DEFENSE  
OPERATIONS CENTER  
CC : INSTITUTE HERZBERG  
OF ASTROPHYSICS  
SUBJECT : UFO REPORT

- A. Date et heure :  
27 juillet 1987, 03:50
- B. État du ciel : brumeux
- C. Identification de l'observateur :  
(censuré)
- D. Site de l'observation :  
Saint-John's, Terre-Neuve
- E. Autres témoins : (censuré)
- F. Description : Une lumière jaune  
vif se déplace lentement à environ  
1 000 pieds au-dessus de la  
Banque de Nouvelle-Écosse sur  
Water Street.
- G. Autres renseignements pertinents : la lumière devenait plus  
vive quand le ciel était brumeux  
et diminuait d'intensité quand la  
brume se dissipait.

Mais il n'y a pas qu'à Terre-Neuve qu'on prend des vessies pour des antennes de soucoupe. Une autre observation a eu lieu le 26 avril 1987 à Mascouche, au Québec, lorsqu'on a signalé la présence d'une « étoile » bleutée avec du rouge qui s'est déplacée de haut en bas et de gauche à droite pendant 10 minutes. La personne estimait la distance entre lui et l'OVNI à au moins deux millions de milles !

Quelques jours auparavant, soit le 20 avril 1987, une femme de la région de Montréal rap-

portait avoir observé pendant deux heures un OVNI immobile dans la nuit, à seulement 12

mètres d'altitude, presque au-dessus de sa maison. La personne qui a rempli le rapport prend cependant la peine de signaler que la même personne avait vu exactement le même phénomène au cours du mois de novembre précédent.

En juin 1987, c'est une femme de la région de Sydney, en Nouvelle-Écosse, qui voit un objet vert lime avec trois lumières blanches s'écraser à l'horizon puis se séparer en boules de lumière blanche qui se perdent dans la nature. Elle appelle son mari au sous-sol, mais il arrive trop tard pour voir quoi que ce soit !

Comme en font foi ces échantillons, les observations d'OVNI se produisent presque toujours sans témoin et sans preuve. En fait, elles sont si peu prises au sérieux que l'Institut Herzberg refuse les vidéocassettes des observateurs qui réclament une enquête ! ●

## La compétence dans la complexité

Pour s'y retrouver dans la complexité du monde, en particulier depuis l'essor prodigieux des technologies de l'information et de la communication, le Collège propose quelques-uns de ses programmes d'études :

### Les programmes préuniversitaires :

Arts et lettres : Cinéma, Lettres, Lettres-communication

Sciences, lettres et arts (programme intégré)

Sciences de la nature (sciences de la santé et sciences appliquées)

Sciences humaines

### Quelques programmes d'enseignement technique :

Conception de logiciels pour ceux qui veulent traduire les besoins d'aujourd'hui en solutions intelligentes

Gestion des réseaux informatiques pour ceux qui vont se placer au cœur des systèmes de la communication informatisée

Services financiers : un programme conçu avec la collaboration des banquiers canadiens et assurant l'acquisition des compétences en services financiers

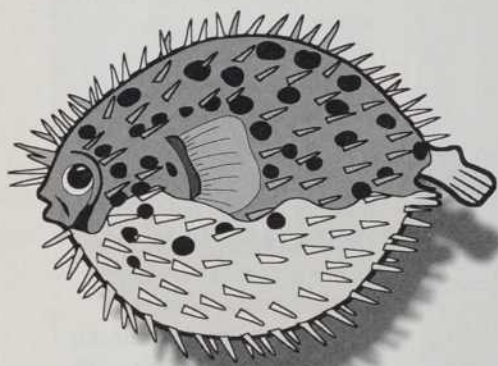
Commerce international : les dernières techniques pour commercer avec le monde

**Collège  
de Bois-de-Boulogne**  
*L'avenir en formation*

Téléphone : (514) 332-3000  
Télécopieur : 332-0527

## Nouvelles brèves

par Pedro Rodrigue



### ■ Hydrologie Le facteur espresso

Les hydrologues de la Commission géologique des États-Unis disposent d'un excellent marqueur pour analyser la dilution des rejets d'égouts dans les cours d'eau : la caféine. Au contraire des autres rejets domestiques, cette substance traverse sans se dégrader les filtres des usines d'épuration. Les chercheurs américains s'en servent donc comme étalon pour mesurer l'efficacité du traitement des eaux usées en comparant la concentration de caféine dans l'eau en amont et en aval d'une usine d'épuration avec la concentration des autres polluants organiques. Après avoir analysé de la sorte les eaux du Mississippi, on a dressé la carte du taux de caféine que charrie *Ol' Man River* : à partir de Minneapolis, les poissons ne dorment plus et à la Nouvelle-Orléans, ils jouent du blues toute la nuit !

(Source : *Popular Science*)

### ■ Astronomie Oh ! les belles rouges !

Lorsqu'en 1988 l'astrophysicien John Huchra, le découvreur des loupes cosmiques, annonça avoir repéré plusieurs quasars très rouges sur les clichés transmis par le satellite IRAS (Infra-Red Astronomy Satellite) de la NASA, personne ne le prit au sérieux. Depuis 30 ans, on avait découvert des milliers de quasars. Mais tous émettaient une puissante lumière bleue caractéristique. Sauf que l'astronome Rachel Webster, de l'Université de Melbourne, en Australie, vient de terminer une étude systématique des

quasars qui émettent des ondes radio. En examinant au télescope optique la source de ces émissions radio, elle a constaté que, probablement parce que leur lumière doit traverser un disque de poussières, près de la moitié de ce type de quasars émettent dans le rouge ou le proche infrarouge.

(Source : *Science*)

### ■ Psychologie L'amour sans gène

Notre intelligence, nos traits de personnalité et notre émotivité, tout comme la couleur de nos yeux, sont assez fortement influencés par nos gènes. Mais ce que nous faisons de ces attributs quand vient le temps de conquérir l'être cher n'a vraiment rien à voir avec la génétique. Des psychologues de l'Université de la Californie ont comparé les attitudes amoureuses qu'ont adoptées 450 paires de jumeaux et de jumelles. Ils les ont



classées en six catégories allant de l'amoureux transi au bourreau des cœurs, en passant par le tiède, le prudent, l'intéressé et le chevalier servant. Même si les trois quarts de leurs cobayes étaient des jumeaux identiques, qui partagent donc les mêmes gènes, les approches d'un individu se situent parfois aux antipodes de celles adoptées par son jumeau, ce qui tend à montrer que la romance est avant tout une affaire de culture. Malgré l'influence qu'il subit de l'éducation, du milieu familial et même du statut social, l'amour est vraiment... sans gène.

(Source : *Science News*)

## À l'agenda

*Au Planétarium de Montréal,*  
(514) 872-4530

### Poussières d'étoiles

Du Big Bang à aujourd'hui avec Hubert Reeves sur bande sonore. Du 2 février au 15 mai 1995.

*À l'Insectarium de Montréal,*  
(514) 872-0663

### Croque-insecte

Au menu : grillons et criquets. Le rendez-vous des gastronomes et des entomologistes. Les 18 et 19 février; 25 et 26 février; 4 et 5 mars. De 13 h à 16 h.

*Au Musée de la civilisation de Québec,* (418) 643-2158

### Forêt verte, planète bleue

Pour découvrir la dynamique écologique de la forêt et pour comprendre les problèmes environnementaux qui assaillent le globe. L'exposition, qui devait se terminer le 16 avril, a été prolongée jusqu'au 4 septembre 1995.

### L'ours : du conte à la réalité

Pour tout savoir sur l'ours noir d'Amérique. Un atelier qui se tient tous les samedis et dimanches jusqu'au 2 avril 1995.

### De l'érable à l'érablière

Atelier éducatif qui explique le fonctionnement de notre arbre national, des racines à la cime. Tous les samedis et dimanches, jusqu'au 4 septembre 1995.

*Au Musée de l'Amérique française à Québec,* (418) 692-2843

### Pour la mémoire du monde

Un aperçu de la collection de manuscrits que le service des archives de folklore de l'Université Laval a ramassée depuis un demi-siècle. Des contes, des légendes et des chansons du Québec profond. Jusqu'au 17 septembre 1995.

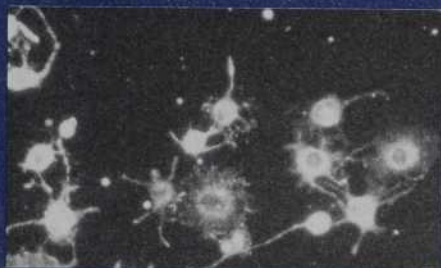
*Au Biodôme de Montréal,* (514) 868-3000

### La nature dans tous ses états

Une exposition sur les relations de l'être humain avec la nature. Du 15 janvier au 7 mai 1995.

Pour annoncer des événements d'éducation scientifique d'intérêt général dans cette colonne, faites parvenir vos communiqués de presse à Québec Science, (rubrique « À l'agenda », 425, rue de la Gauchetière Est, Montréal (Québec) H2L 2M7. La rédaction se réserve le droit de sélectionner les événements à mettre à l'agenda.

# Les 10 découvertes de l'année 1994



## Un dossier d'Isabelle Montpetit

Le dossier des 10 découvertes de l'année est en train de devenir une tradition à *Québec Science*. C'est en quelque sorte notre façon de célébrer la vigueur et la diversité de la recherche scientifique qui se fait chez nous.



Comme vous le verrez, certaines de ces découvertes sont fondamentales alors que d'autres trouveront peut-être une niche sur le marché dès l'an prochain. Mais qu'il s'agisse de la compréhension de l'Univers ou de l'intégration des enfants aveugles à l'école, elles auront toutes des répercussions importantes sur notre société.

Pour choisir les 10 découvertes, nous avons consulté plusieurs sources, parmi lesquelles les journaux, magazines de vulgarisation



scientifique et publications universitaires.

Nous nous sommes également adressés aux universités et aux centres de recherche, qui nous ont fait part de leurs meilleurs crûs 1994. Finalement, nous avons soumis nos trouvailles à des gens qui connaissaient bien les domaines concernés et qui nous ont gracieusement conseillé sur l'importance de ces découvertes.

Au moment de faire le choix, nous avons utilisé différents critères de sélection. Entre autres choses, la publication des résultats de recherche dans des revues scientifiques prestigieuses,

l'impact de la découverte sur le secteur d'activité scientifique, la réponse qu'elle fournit à des questions que se pose la communauté québécoise et son intérêt pour le bien-être humain. Vous remarquerez que plusieurs des 10 découvertes touchent le domaine biomédical. Ce n'est pas un hasard, car c'est le secteur de recherche où le Québec consacre le plus d'efforts.

Finalement, il faut admettre qu'il y a une part de subjectivité dans nos choix. Mais le but de l'exercice n'était pas tant d'offrir à nos lecteurs un palmarès complet de la science québécoise que de les convaincre qu'il y a aussi des chercheurs québécois dans les ligues majeures de la science.



Une découverte importante, car elle permettra peut-être de guérir la paralysie.

# Pourquoi certains nerfs ne se refont pas

Certains nerfs se renouvellent, d'autres pas. Entre autres choses, parce qu'une curieuse protéine les empêche de le faire. Mais des chercheurs de l'Université McGill à Montréal commencent à en savoir plus long à son sujet.

Lorsqu'ils sont détruits, les nerfs du cerveau et de la moelle épinière — qui composent le système nerveux central — ne se régénèrent pas, ou à peine. C'est pourquoi on immobilise toujours les gens qui se fracturent la colonne vertébrale, pour éviter qu'une déchirure ne provoque une paralysie irréversible.

Mais les nerfs des membres — le système nerveux périphérique — se comportent différemment. Comme des plantes dont on fait des boutures, leurs neurones coupés produisent peu à peu de nouvelles « pousses » qui innervent à nouveau le membre blessé. Pourtant, les neurones de ces deux types de nerfs sont semblables : un corps cellulaire et un long prolongement, l'axone, qui transmet l'influx nerveux.

Les blessés de la moelle épinière, les accidentés cérébro-vasculaires et leurs médecins donneraient cher pour comprendre la différence entre les deux systèmes. Des chercheurs de l'Université McGill, les neurobiologistes Lisa McKerracher et Samuel David et le biochimiste Peter Braun, ont identifié un des éléments du mystère : une protéine appelée MAG qui inhibe la croissance des neurones du système nerveux central.

Durant les années 80, alors qu'il faisait son post-doctorat au laboratoire du neurologue Albert Aguayo à l'Université McGill, Samuel David avait contribué à élucider une partie du problème. Il avait alors découvert que si on place côte à côte des neurones d'un membre et des neurones blessés du système nerveux central, les neurones blessés se régénèrent. Il y a donc « quelque chose » dans le système nerveux périphérique qui favorise la croissance des nerfs. Ou encore « quelque chose » dans le système nerveux central qui l'en empêche.

Samuel David et sa collègue Lisa McKerracher ont voulu identifier cet agent. Peter Braun, un spécialiste de la biochimie



Neurones en présence de la protéine MAG; aucune croissance. À droite, les neurones ne subissent pas l'action de la protéine.

de la myéline, s'est joint à eux. Après de multiples manipulations biochimiques et de fastidieux tests sur des neurones de veaux isolés, les trois chercheurs ont finalement mis la main sur une des coupables : la protéine MAG (pour *Myelin Associated Glycoprotein*). Lorsque la protéine MAG est présente, les neurones ne bronchent pas. Par contre, si on la détruit, les neurones poussent. MAG joue donc exactement le rôle qu'on attendait d'elle : inhiber la régénération des neurones.

Pourtant, les neurones du système nerveux périphérique ont eux aussi une gaine de myéline. Pourquoi MAG n'empêche-t-elle pas leur régénération ? « Le système nerveux périphérique contient 10 fois moins de MAG que le système nerveux central », répond Lisa McKerracher. « De plus, ajoute Samuel David, le comportement des deux systèmes est différent. Lorsqu'un nerf du système périphérique est coupé, la gaine de myéline est détruite en moins d'une semaine. Dans le système nerveux central, cela peut prendre des mois. » Les chercheurs ont également remarqué que certaines substances du système nerveux périphérique annulent l'effet de MAG.

Il faut rappeler qu'on connaissait l'existence de la protéine avant les travaux de

l'équipe québécoise. Sauf qu'on ignorait son rôle et qu'on soupçonnait qu'elle en jouait plusieurs.

Après avoir travaillé avec des cultures de cellules, les deux neurobiologistes font maintenant des expériences sur des animaux vivants, en l'occurrence une lignée de souris mutantes chez qui MAG est absente.

Les chercheurs essaient aussi d'identifier la portion de MAG qui bloque la régénération. Le site actif est habituellement



Institut de recherche, Hôpital général de Montréal

tout petit par rapport à la taille des protéines. « Éventuellement, nous pourrions élaborer des stratégies pour empêcher MAG d'agir, explique Samuel David. Mais il est encore beaucoup trop tôt pour penser à guérir les blessures du système nerveux central chez les humains. »

Avant d'identifier la protéine MAG, les chercheurs ont repéré plusieurs autres agents inhibiteurs potentiels dans la myéline. « Le domaine des inhibiteurs de croissance est tout nouveau, dit Lisa McKerracher. Mais je m'attends à ce qu'on en trouve plusieurs autres, et pas seulement dans le système nerveux. »

Dans les années 80, on a identifié plusieurs protéines qui stimulent la croissance des cellules. Les années 90 seront-elles celles des inhibiteurs de croissance ? ●

Une découverte importante, car elle permet de mesurer certains polluants à des concentrations infimes.

# Une arme de plus pour les limiers verts

Des chercheurs de l'Institut de recherche d'Hydro-Québec ont inventé un appareil qui détecte des métaux toxiques là où on croyait qu'il n'y en avait pas.

Le défi était clair : Hydro-Québec avait besoin d'une façon simple de mesurer la concentration de méthylmercure dans l'eau des réservoirs hydro-électriques de la Baie-James. Surtout abondante dans les sédiments des réservoirs, cette substance toxique n'est présente qu'à l'état de trace dans l'eau. Et en quantités si infimes que, pour les détecter, il faut des manipulations complexes et un appareillage sophistiqué et coûteux.

Un procédé électrochimique, mis au point par le service Chimie des matériaux de l'Institut de recherche d'Hydro-Québec (IREQ) et le Conseil national de la recherche scientifique, en France, vient de remettre tout cela en question. Ce procédé peut mesurer des concentrations de métaux à moins d'une ppt (partie par billion) et détecter en moins de 15 minutes une molécule de méthylmercure parmi 10 millions de millions de molécules d'eau !

En fait, même si les appareils électrochimiques de la génération précédente étaient efficaces et précis, celui de l'IREQ est de 1 000 à 10 000 fois plus sensible ! Et il peut, en outre, détecter plusieurs métaux simultanément : le zinc, le cadmium, le plomb, le cuivre...

La méthode employée est relativement simple. On place dans l'eau une électrode que l'on soumet à une tension électrique. La tension dissout les métaux qui s'accumulent ensuite sur l'électrode. Chaque métal a besoin d'une tension minimum spécifique pour rester fixé sur l'électrode. Lorsqu'on diminue progressivement la tension, les métaux sont relâchés l'un après l'autre, dès que la tension tombe sous leur seuil minimal. Ainsi, lorsque la tension baisse sous un certain seuil, tous les atomes de zinc se détachent en même temps, alors que le cuivre se détache à une tension beaucoup plus basse.

Chaque fois qu'un métal se détache, un faible courant électrique est enregistré.



Laboratoire de l'IREQ, à Varennes.

En mesurant l'intensité de ce courant à l'électrode, on peut savoir quelle quantité du métal se trouve en solution.

On connaissait déjà les méthodes électrochimiques de détection, mais l'équipe de l'IREQ, sous la direction scientifique de Gilles Y. Champagne, et ses collaborateurs français ont élaboré un nouveau principe de détection et ont repensé le support électronique. Un des avantages de ce principe, c'est de pouvoir mieux distinguer le signal du bruit de fond, ce qui accroît la capacité de détection de l'appareil.

Le prototype, de la taille d'un four à micro-ondes, a été surnommé BJ-101 par les chercheurs. BJ pour Baie-James et 101, parce qu'il a exactement 101 boutons de contrôle des différents paramètres ! Toutefois, la version commerciale sera de la taille d'un téléphone et n'aura qu'un seul contrôle : on/off. Elle sera également dotée d'un ordinateur.

Pour miniaturiser ainsi le système de mesure, les chercheurs ont dû améliorer les électrodes. En collaboration avec l'Institut national de la recherche scientifi-

que (INRS-Energie et Matériaux) et l'Université de Venise, ils ont conçu deux nouveaux types d'électrodes qui simplifieront la préparation de certains échantillons.

Après les succès obtenus avec l'eau des réservoirs, les chercheurs de l'IREQ ne se sont pas arrêtés en si bon chemin et ont entrepris l'étude d'autres liquides. Le sang et l'urine, par exemple, avec la faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal, en plus du lait et de l'eau de pluie. Dans tous ces liquides, le BJ-101 a réussi à détecter des concentrations de métaux lourds jusqu'alors invisibles avec les méthodes conventionnelles.

Avec une telle sensibilité, l'appareil pourrait jouer un rôle important en matière de détection des rejets industriels et dans la prévention des intoxications aux métaux lourds. On pourrait, entre autres applications, mesurer la quantité de plomb contenue dans le sang des enfants plus rapidement, avec plus de précision et à moindre coût.

En repoussant ainsi les limites de détection des appareils de mesure, on peut maintenant identifier des contaminants là où on les croyait absents. ●

Une découverte importante, car elle pourrait nous obliger à récrire l'histoire de l'Univers.

# L'Univers est trop petit pour son âge

Le simple fait de mesurer la distance entre notre galaxie et l'amas de la Vierge remet en question non seulement les théories cosmologiques, mais également la théorie de la relativité générale.

« Ça faisait 25 ans qu'on attendait ça », dit d'entrée de jeu l'astrophysicien René Racine de l'Université de Montréal. Avec ses collègues du télescope Canada-France-Hawaï et de l'Institut Hertzberg d'astrophysique à Victoria, René Racine est parvenu à mesurer la distance entre la Terre et l'amas de la Vierge, un groupe de galaxies assez proches de la nôtre.

Cette mesure a permis de calculer avec une précision jamais égalée la constante de Hubble, le chiffre magique au moyen duquel on évalue l'âge de l'Univers. Si ce chiffre est petit, l'univers est vieux; s'il est grand, l'Univers est jeune. Or, la constante calculée par René Racine et ses collègues est plutôt forte, ce qui fait grincer les rouages des modèles cosmologiques communément admis.

Pour calculer la constante de Hubble, on doit mesurer la distance des galaxies lointaines. On peut le faire de plusieurs façons, mais la mesure la plus exacte s'obtient en observant les Céphéides, un type d'étoiles aux propriétés remarquables. Les Céphéides sont des étoiles variables : leur luminosité change régulièrement. Cette variation de la luminosité est due à la température interne de l'étoile et à certaines réactions qui se produisent périodiquement en son cœur. Plus l'étoile est petite, plus ces réactions se produisent fréquemment et plus l'étoile scintille rapidement.

Si on connaît la fréquence d'oscillation d'une Céphéide, il est facile d'en déduire la taille. Et par conséquent sa brillance intrinsèque, car une petite étoile brille moins qu'une grosse. En comparant sa brillance intrinsèque avec la brillance perçue sur la Terre, on peut déduire la distance de l'étoile. Et calculer la constante de Hubble.

C'est pourquoi on cherchait depuis longtemps à mesurer la distance de Céphéides lointaines. Mais, dans l'amas de la Vierge, elles sont si éloignées que les télescopes



Sur cette photo, on a soustrait la lumière diffuse de la galaxie pour mieux faire apparaître les objets résolus. C'est à partir de telles images « traitées » que nos recherches sur les étoiles variables de NGC4571 ont été faites. En médaillon : l'image de la même galaxie obtenue à partir des techniques de tirage classique.

La galaxie spirale NGC4571 dans l'amas de la Vierge photographiée avec la caméra haute résolution du télescope Canada-France-Hawaï. Les étoiles de la galaxie, un milliard de fois moins brillantes que celles perceptibles à l'œil nu, sont visibles sur cette image. Leur brillance indique une distance de 47 millions d'années-lumière ( $4,3 \times 10^{10}$  km). C'est la moitié de ce qu'elle devrait avoir selon la théorie du « Big Bang inflationniste ».

terrestres ne les voyaient pas. Or, l'équipe de René Racine a mis au point une caméra qui permet de doubler la résolution d'un télescope terrestre en annulant l'effet des perturbations atmosphériques. Les chercheurs ont terminé de concevoir leur caméra un peu avant le lancement du télescope spatial *Hubble*. « Lorsque *Hubble* a été lancé, nous avons eu peur de nous faire doubler », se rappelle René Racine. Cela dit, la myopie temporaire de *Hubble* a permis de sauver les meubles !

« Une fois par mois, pendant deux ans, un de nous est allé passer la moitié d'une nuit de nouvelle lune au télescope Canada-France-Hawaï, raconte-t-il. À chaque nuit d'observation, s'ajoutait une image de la galaxie NGC4571 de l'amas de la Vierge. On a ensuite mis un an à analyser ces images à l'ordinateur afin d'y détecter des étoiles variables. »

Après avoir évalué leur brillance intrinsèque, les astrophysiciens ont conclu que ces étoiles se trouvaient à quelque

50 millions d'années-lumière de la Terre. À leur grande consternation... car les étoiles auraient dû se trouver beaucoup plus loin. « Si l'amas de la Vierge s'éloigne de nous à plus de 1 200 kilomètres par seconde depuis 18 milliards d'années, comme on le croyait jusqu'ici, explique René Racine, il devrait se trouver à environ 100 millions d'années-lumière. » L'Univers est donc trop petit pour son âge !

On peut imaginer les problèmes que cette découverte cause aux cosmologistes. Une des explications possibles, c'est que l'expansion de l'Univers ne s'est pas toujours faite à la même vitesse. On peut imaginer, par exemple, que la croissance de l'Univers ralentit sous l'effet de la gravité. Mais, si c'était le cas, l'amas de la Vierge devrait se trouver encore plus loin. « Il faut donc conclure que l'expansion de l'Univers accélère, dit René Racine. Et ça, aucune force physique connue ne peut l'expliquer. »

Les cosmologistes pourraient par contre s'en tirer avec une entourloupette : modifier la théorie de la relativité générale en y ajoutant une constante cosmologique. « Par contre, l'ajout d'une telle constante n'aurait aucun sens physique, déplore René Racine. Et elle rendrait la théorie de la relativité inintéressante d'un point de vue formel. »

Autre possibilité : on s'est trompé sur l'âge des amas globulaires, en situant l'apparition des galaxies entre 15 et 18 milliards d'années. De sorte que l'Univers serait plus jeune qu'on ne le croyait. « Cela signifierait que nous avons commis de graves erreurs en physique nucléaire », dit René Racine. Pourtant, certains chercheurs, notamment Gilles Fontaine et Pierre Bergeron, également de l'Université de Montréal, sont persuadés que l'Univers n'a pas plus de 10 milliards d'années. Mais d'autres rétorqueront que 10 milliards d'années, ce n'est pas suffisant pour permettre aux galaxies que nous connaissons de se former.

Bref, les théoriciens de la cosmologie ne s'ennuieront pas pendant les prochaines années. « Avant d'affirmer que l'Univers est plus jeune qu'on ne le croyait, il faudra de nombreuses autres observations, dans des galaxies beaucoup plus éloignées », affirme l'astrophysicien Jean-René Roy, de l'Université Laval. Mais pour ce genre de mesures, René Racine et ses collaborateurs passeront le relais au télescope spatial *Hubble*, dont la myopie est maintenant corrigée. ●

## Chercheur de l'année de Radio-Canada

### René Racine, une star parmi les étoiles



Laurent Leblanc

L'équipe de l'émission scientifique de Radio-Canada *Les Années lumière* a désigné René Racine, astrophysicien à l'Université de Montréal et ex-directeur de l'Observatoire du mont Mégantic, scientifique de l'année 1994. C'est sa contribution à la réévaluation de la taille et de l'âge de l'Univers qui a permis à René Racine de se démarquer dans l'actualité scientifique. Avec des collègues, il vient de publier dans la revue *Nature* un article qui va secouer l'édifice de la cosmologie pour un bon bout de temps.

René Racine s'est lancé dans l'aventure de l'astronomie comme on se jette à l'eau. Il opte pour une carrière scientifique en astrophysique après des études de premier cycle à l'Université Laval de Québec, sa ville natale. Ces années-là, il n'y avait guère d'astronomes professionnels au Québec. Il part donc décrocher ses diplômes de maîtrise et de doctorat à l'Université de Toronto.

Boursier de la Fondation Carnegie, il termine ses études post-doctorales aux observatoires du mont Wilson et du mont Palomar aux États-Unis. Il enseigne ensuite six ans à Toronto avant de revenir au Québec, en 1976, comme professeur au département de physique de l'Université de Montréal, poste qu'il occupe toujours. Les recherches qui l'intéressent portent sur les amas globulaires, la structure des galaxies et les distances cosmologiques.

C'est en 1976 qu'on inaugure l'Observatoire du mont Mégantic, qui relève à la fois de l'Université Laval et de l'Université de Montréal. Un défi comme René Racine les aime. Car la mise en service d'un nouvel observatoire n'est pas une mince affaire. Il faut ajuster télescopes et instrumentation, régler en quelque sorte les problèmes de jeunesse de tout cet appareillage. René Racine dirige l'Observatoire du mont Mégantic jusqu'en 1980. Il est ensuite nommé à la tête de la Société du télescope Canada-France-Hawaï. Ce tout nouvel observatoire au sommet du volcan Mauna Kea vient consacrer ce site comme étant la capitale mondiale de l'astronomie d'observation.

C'est grâce à la visibilité exceptionnelle que l'on peut obtenir du sommet du Mauna Kea, à l'amélioration des détecteurs CCD (*Charge-Coupled Devices*) et surtout à la caméra haute-résolution (HRCam) perfectionnée, mise au point dans les années 80 par René Racine, que les résultats publiés dans la revue britannique *Nature* ont pu être obtenus. Ces technologies ultramodernes, dites d'optique adaptative, permettent d'analyser en temps réel les images fournies par le télescope et de rectifier continuellement les réglages pour affiner la qualité des images.

Joane Arcand

Une découverte importante, car elle touche l'apparition de la vie au Québec.

# Nos ancêtres, les bactéries

C'est en Abitibi que des géologues ont découvert par hasard les formes de vie les plus anciennes de l'est de l'Amérique du Nord.

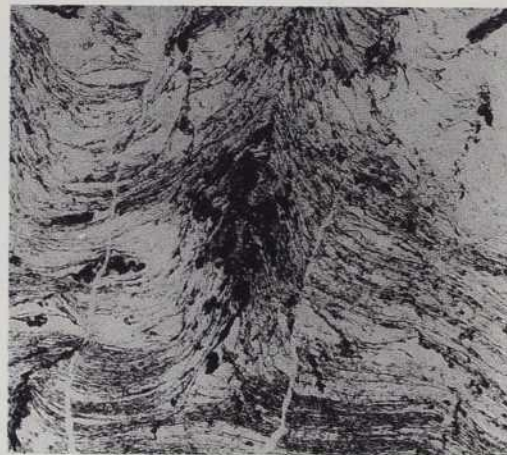
Il y a 2,7 milliards d'années, le Québec, de l'extrême nord de son territoire actuel jusqu'à la baie James, se trouvait sous l'océan. L'Abitibi était alors couverte d'une chaîne de volcans. C'est à cette époque et dans ces conditions que sont apparues les plus anciennes formes de vie connues au Québec. Les vestiges de ces premières bactéries sont restés enfermés dans une gangue de pierre jusqu'à ce qu'une équipe de géologues, dirigée par Mario Masson, les découvre en faisant de la prospection minière pour la compagnie Noranda.

Ce sont des blocs de calcaire qui ont mis la puce à l'oreille des géologues. Ce minerai a souvent une origine biologique. Comme la région de Joutel, près de Matagami en Abitibi, est surtout formée de roches d'origine volcanique, la présence de calcaire y est inhabituelle.

En observant ces blocs, les géologues ont remarqué des formes étranges, soit de fines couches superposées qui suggèrent que des bactéries y ont déjà vécu. De telles structures, qu'on appelle stromatolites, existent encore aujourd'hui. Elles sont formées par des tapis de bactéries qui vivent dans l'océan à une profondeur de 20 à 50 mètres, là où la lumière du soleil pénètre encore. Comme les plantes, ce type de bactéries a besoin de lumière pour vivre.

Le tapis microbien contient des bactéries mortes et vivantes enrobées dans une sorte de gelée. Avec le temps, les sédiments marins se déposent sur la gelée et certains minéraux calcaires s'y solidifient, formant un filtre entre les bactéries et la lumière. Les bactéries poursuivent donc leur croissance vers le haut, vers la lumière. À la longue, les couches s'empilent les unes sur les autres pour former un stromatolite.

Lorsqu'ils ont découvert leur morceau de calcaire à Joutel, les géologues de Noranda l'ont soumis à Hans Hofmann, du



Chacune des pointes a à peu près la taille d'un doigt. Lorsqu'on coupe la roche en tranches très minces, on peut voir les couches des bactéries fossilisées empilées les unes sur les autres.

département de géologie de l'Université de Montréal, un des rares spécialiste de la paléontologie du précambrien, l'ère géologique à laquelle appartiennent ces vestiges. En faisant des coupes très fines de la roche, il a pu distinguer des formes pointues qui ne peuvent être attribuables à aucune autre cause que la présence de bactéries (voir la photo). « Ces formes sont caractéristiques de bactéries qui sont à la recherche de la lumière dont elles ont besoin pour faire de la photosynthèse », affirme le chercheur. Les bactéries qui se reproduisent le plus rapidement se retrouvent au sommet de ces pointes, qui ont à peu près la taille d'un doigt.

Pour évaluer l'âge des stromatolites, il a fallu mesurer la quantité de certains éléments radioactifs dans la roche volcanique qui les entourait. Le zircon, par exemple, contient de l'uranium, qui se désintègre au fil du temps pour former du plomb. Plus il y a de plomb dans une roche, plus elle est vieille.

Les formations de Joutel atteignent l'âge vénérable de 2,7 milliards d'années. À cette époque, les continents n'étaient pas encore tout à fait formés et

le climat géologique était très instable. On trouve donc peu de vestiges de la vie qui soient aussi vieux — une trentaine en tout dans le monde, dont les plus anciens datent de 3,5 milliards d'années. Lorsque les continents ont à peu près émergé, il y a 2,5 milliards d'années, les bactéries ont laissé leurs traces un peu partout sur le globe.

Malheureusement, les stromatolites de Joutel n'ont gardé aucune trace des bactéries qui les ont formés. Toutes les empreintes ont été détruites par les événements géologiques qui ont suivi. Le calcaire dans lequel les stromatolites

étaient emprisonnés est à base de carbonate, et ce matériau conserve mal ce genre de fossiles. On ne sait donc pas à quelle espèce appartenaient ces bactéries.

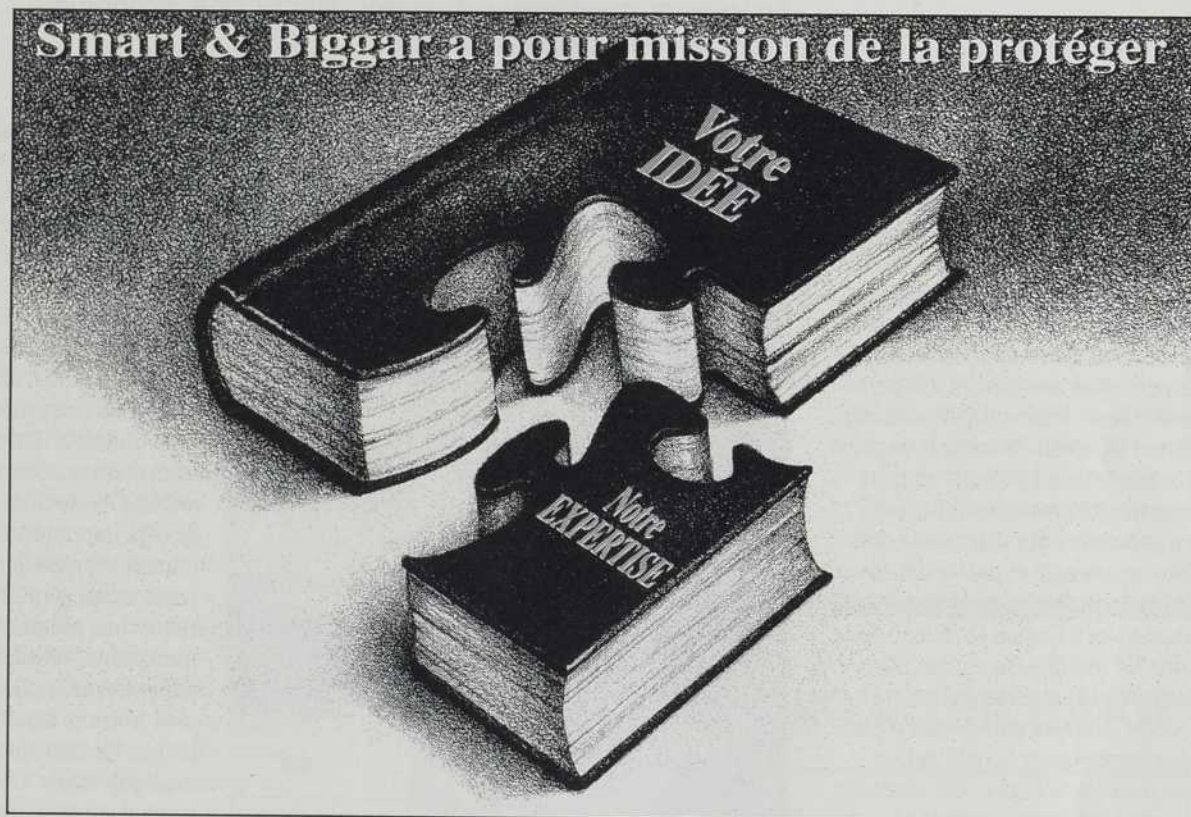
L'état des stromatolites ne permet pas non plus de dire à quelle fréquence les couches se formaient. « Dans les stromatolites contemporains, les laminations se produisent à des rythmes variables, selon les saisons, les marées, les mois lunaires ou les tempêtes », explique Hans Hofmann. Mais les formations de Joutel ne fournissent pas d'indices là-dessus, car on les a trouvées loin du lieu où elles se sont formées.

À ce sujet, Hans Hofmann émet l'hypothèse que les stromatolites de Joutel se sont formés au sommet d'un volcan submergé. À la suite d'une éruption, les blocs de calcaire auraient roulé sur les flancs jusqu'à la base, où on les aurait retrouvés. Les stromatolites sont en effet entourés de structures sédimentaires qui se forment habituellement à une grande profondeur. Les géologues écument maintenant la région de Joutel pour tenter de trouver le sommet où sont nés ces ancêtres de la vie au Québec. ●

Le point de départ, c'est **votre idée**.  
Elle est **géniale**.

Sa **réalisation** est longue,  
la **mise en marché** encore plus.

**Smart & Biggar a pour mission de la protéger**



**Vous avez maintenant l'assurance  
qu'elle restera unique.**

**D**epuis une centaine d'années, **SMART & BIGGAR\*** s'est donné comme mission de protéger et de défendre les idées originales de l'entreprise locale et étrangère.

Qu'il s'agisse de l'obtention d'un brevet d'invention, d'une marque de commerce, d'un dessin industriel, d'un droit d'auteur, de la protection d'un secret de fabrique, d'un litige ou des aspects contractuels reliés à l'une ou l'autre de ces matières, ses quelques 50 avocats et agents de brevets pratiquant dans l'un ou l'autre de ses bureaux de Montréal, Ottawa, Toronto et Vancouver, ont la formation et l'expérience requises pour vous conseiller, notamment dans les domaines suivants:

- |                             |                                   |                  |
|-----------------------------|-----------------------------------|------------------|
| - le génie mécanique        | - l'électricité et l'électronique | - l'informatique |
| - la chimie et la biochimie | - la biotechnologie               | - la métallurgie |

**SMART & BIGGAR** se veut votre partenaire dans la protection de vos idées.

Pour de plus amples renseignements, communiquez avec nous sans frais au 1 800 363-4347.

**SMART & BIGGAR**  
**Nous protégeons vos idées originales...**

\* En partenariat avec Fetherstonhaugh & Cie

Une découverte importante car elle facilitera l'intégration des personnes aveugles.

# Des dessins au bout des doigts

Comment faire « voir » des dessins à des personnes aveugles ? En les imprimant en relief, évidemment ! Une technologie qui n'existait pas avant 1994.

« Ouvrez votre livre de mathématiques à la page 14. Lisez ce qui est écrit sous le cercle bleu. » Pour l'enfant aveugle, le cercle bleu lui ferme la porte de l'intégration à l'école régulière. Mais plus pour longtemps, grâce à l'esprit d'invention de Gaston Ouzilleau, du Centre Louis-Hébert, un institut de réadaptation pour les personnes aveugles, et à la persévérance de Nicole Trudeau, de l'Université du Québec à Montréal. Ils ont mis au point une table traçante qui imprime en relief les images que lui envoie un ordinateur.

Tout a commencé il y a deux ans. Jacques Côté est aveugle et publie des livres en braille pour la firme Braille Jymico. Il se plaint alors à Gaston Ouzilleau de la piètre qualité des dessins conçus pour les aveugles. À peu près au même moment, Nicole Trudeau entreprend d'élaborer des normes pour la publication d'images pour les aveugles. Elle examine tout ce qui se fait dans le monde pour fabriquer des images en relief. « Je n'ai rien trouvé de satisfaisant », dit-elle. Ces méthodes sont artisanales et coûteuses, ou encore elles produisent des dessins difficiles à déchiffrer. « Les cercles sont de véritables caricatures », s'indigne Nicole Trudeau. Elle fait donc appel au Centre Louis-Hébert, qui a mis au point plusieurs appareils qui facilitent la vie aux aveugles.

Gaston Ouzilleau s'attelle à la tâche. « En sortant d'une des rencontres, j'ai pensé à une table traçante reliée à un ordinateur, raconte-t-il. Je suis allé acheter une seringue, du scellant au silicone et une pompe à aquarium. » Il installe tant bien que mal la seringue et la pompe sur la table traçante et réussit à produire de vagues dessins avec les cordons de silicone. Lorsqu'il « voit » les dessins, Jacques Côté est emballé et suggère à Gaston Ouzilleau de tenter d'obtenir une subvention pour perfectionner l'idée. L'inventeur est moins enthousiaste. Les dessins ne sont



Gaston Ouzilleau, du Centre Louis-Hébert, avec l'imprimante en relief.

pas très beaux... Mais Jacques Côté les trouve « géniaux ».

Il faut dire que les aveugles n'ont pas été gâtés jusqu'à maintenant. Les publications en braille contiennent des images en relief faites par ordinateur, mais on les trace avec les gros points du braille. Impossible de représenter convenablement un cercle ou une courbe avec ce pointillé. Et, pour le lecteur, comment savoir si un groupe de points fait partie du dessin ou de caractères en braille ?

Le ministère de l'Enseignement supérieur finit par accorder une subvention. Gaston Ouzilleau se met à la recherche d'un produit miracle agréable au toucher et permettant de tracer des traits de différentes épaisseurs. Le produit doit aussi sécher immédiatement, ne pas être toxique et adhérer au papier. « J'ai essayé le silicone, les crayons de cire fondus et la

colle ultraviolette, avant de tomber sur le bon produit », se rappelle Gaston Ouzilleau. La composition de cette « encre » est évidemment un secret bien gardé.

La table traçante, appelée Graphact, imprime des dessins à partir de n'importe quel programme de dessin par ordinateur. On peut aussi utiliser un scanner pour numériser et modifier une image déjà imprimée. En déterminant l'épaisseur des différents traits, on peut représenter une hiérarchie d'informations. « On imprime par exemple le plan cartésien en traits fins et le graphique en traits plus épais », explique Nicole Trudeau. Il y a même un petit logiciel qui permet d'imprimer en braille un texte tapé en caractères ordinaires.

« Lorsqu'on est aveugle, on perçoit une image comme un puzzle, morceau par morceau, avant de la percevoir dans sa globalité, explique Jacques Côté. L'œil fait exactement le contraire : il englobe d'abord l'ensemble, puis s'attarde aux détails. » D'où l'importance de simplifier les dessins. « Le problème, poursuit Jacques Côté, c'est que les dessins sont faits par des voyants et payés par des voyants. Lorsqu'ils voient une carte simplifiée de l'Europe par exemple, ils trouvent que ce n'est pas sérieux. Pourtant, elle est beaucoup plus utile pour nous. »

Et les couleurs ? « On pourrait les représenter par des textures, dit Gaston Ouzilleau. S'il y avait une norme universelle qui dit que rayé, c'est rouge, et picoté, c'est bleu, l'enfant aveugle « verrait » tout de suite le cercle bleu dont lui parle son professeur. » ●

Une découverte importante, car elle donne des indices sur la façon de gérer les écosystèmes.

# Une assurance-vie pour la nature

Des biologistes fournissent un argument de plus pour la préservation de la biodiversité.

**J**ohn Downing, de l'Université de Montréal, et son collègue David Tilman, de l'Université du Minnesota, viennent de démontrer que nous avons tout intérêt à maintenir la diversité des espèces vivantes. En effet, plus un écosystème contient d'espèces, mieux il survit aux perturbations et plus vite il s'en remet.

Ils tirent leurs conclusions d'observations faites sur quatre prairies du Midwest américain soumises en 1987-1988 à la pire sécheresse qu'ait connue la région en 50 ans.

Les chercheurs avaient débuté leurs travaux avant la sécheresse en « divi-sant » les prairies en 207 parcelles, où le nombre d'espèces végétales variait. À l'origine, ils voulaient comprendre les facteurs qui influencent la composition unique des écosystèmes. Pour chaque parcelle, ils avaient donc soigneusement identifié les espèces de plantes présentes et mesuré la quantité totale de matière végétale produite.

Lorsque la sécheresse a frappé, John Downing et David Tilman ont examiné les quatre prairies à la loupe, puis ont continué à mesurer les différents paramètres pendant quatre ans.

En bout de ligne, ils ont constaté que, malgré certains dommages, les parcelles les plus diversifiées avaient beaucoup mieux résisté à la sécheresse. Les parcelles pauvres, elles, avaient vu leur production diminuer de 12 % par rapport à celle qui prévalait avant la sécheresse.

Mieux encore, quatre ans après la sécheresse, les parcelles riches avaient retrouvé leur productivité d'origine. Tout le contraire des parcelles pauvres.

« Un écosystème, c'est un peu comme un portefeuille financier bien équilibré, avec un mélange d'actions et d'obligations qui rapporteront bien selon les conditions du marché, disait John Dow-

ning à *Québec Science* en avril dernier. Les espèces, comme les actions et les obligations, ont des forces et des faiblesses uniques. Moins le portefeuille est diversifié, plus il risque la catastrophe. »

Ainsi, dans un écosystème qui contient plusieurs espèces, il y en aura toujours quelques-unes qui seront mieux adaptées aux conditions difficiles. Si la sécheresse, les maladies ou la grêle frappent, des espèces disparaîtront, mais les survivantes continueront à soutenir la vie des insectes, des oi-

seaux et des mammifères. Et donc la vigueur de l'écosystème.

Par ailleurs, les deux chercheurs ont remarqué qu'au-delà d'un certain nombre d'espèces, la résistance à la sécheresse n'augmente plus. Dans un écosystème déjà diversifié, chaque espèce additionnelle risque d'être semblable à une espèce déjà présente.

La préservation de la biodiversité n'est donc pas une lubie. Elle servirait de police d'assurance contre les catastrophes. Une assurance qui couvre même les *acts of God* ! ●



**LEGER ROBIC RICHARD**

AVOCATS

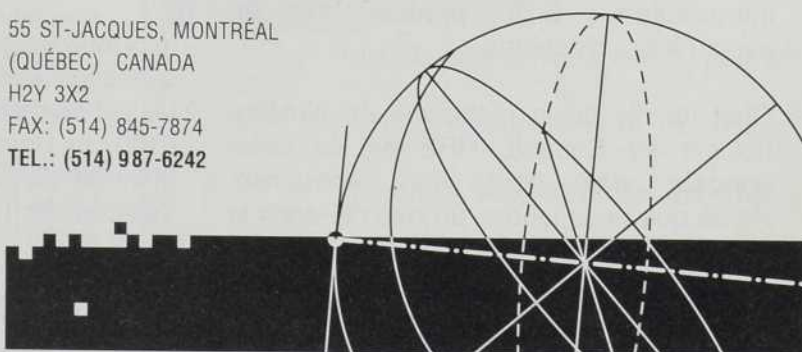
**ROBIC**

DEPUIS 1892

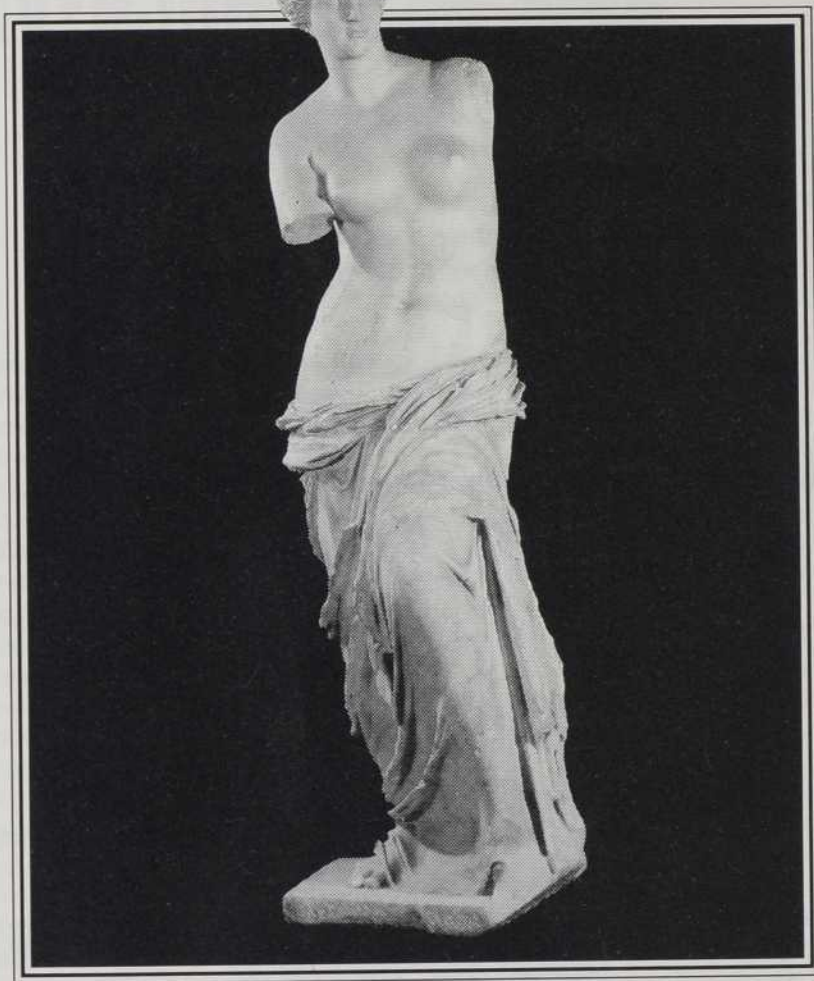
AGENTS DE BREVETS ET MARQUES  
PROTECTION DES DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

*La maîtrise des intangibles*

55 ST-JACQUES, MONTRÉAL  
(QUÉBEC) CANADA  
H2Y 3X2  
FAX: (514) 845-7874  
TEL.: (514) 987-6242



# Besoin d'un bras droit ?



Ce bras droit existe vraiment !  
L'Institut de recherche en biotechnologie vous le tend.

En affaires, la qualité de votre partenaire ne fait aucun doute. Il doit être jeune mais avoir assez d'expérience pour être digne de confiance... Capable de s'investir dans le travail tout en partageant les risques... Imaginatif sans pour autant se montrer intransigeant... Enfin, productif tout en ayant l'esprit d'équipe...

Chef de file de la recherche en biotechnologie au Canada, l'IRB est le collaborateur idéal pour votre entreprise. Parce que nous jouons un rôle clé dans le

développement technologique des secteurs pharmaceutique, des bioprocédés et de l'environnement, nous vous offrons ce qu'il y a de mieux : des équipes multidisciplinaires, des équipements de pointe, des formules flexibles de collaborations.

Informez-vous dès maintenant de nos capacités de recherche : **(514) 496-6374**  
Institut de recherche en biotechnologie  
6100, av. Royalmount  
Montréal (Québec) H4P 2R2  
Télécopieur: (514) 496-5007

***Institut de recherche en biotechnologie***



Conseil national  
de recherches Canada

National Research  
Council Canada

**CMRC-NRC**

Une découverte importante, car elle remet en question une pratique courante en obstétrique.

# Ne plus couper pour rien

Avec les chambres de naissance et la fin du dogme « césarienne un jour, césarienne toujours », les accouchements ont beaucoup changé depuis quelques années. C'est maintenant au tour de l'épisiotomie de routine d'être remise en question.

En principe, les obstétriciens pratiquent une épisiotomie, c'est-à-dire une incision entre la vulve et l'anus qu'on recoud après la naissance du nouveau-né, pour éviter des déchirures graves du périnée chez les patientes. Cette intervention est aujourd'hui passablement répandue. Or, une équipe de chercheurs affiliés à l'Université Laval vient de démontrer que cette pratique, loin d'éviter les déchirures graves, en multiplie le risque par trois.

Les chercheurs ont étudié les dossiers de 6 522 femmes qui ont accouché entre 1985 et 1993 à l'hôpital du Saint-Sacrement de Québec. Toutes donnaient naissance à leur premier bébé et couraient donc un risque accru de déchirures du rectum et des muscles de l'anus. En plus d'être très douloureuses, ces blessures entravent la marche, provoquent l'incontinence et rendent les rapports sexuels pénibles.

Après avoir colligé les données de leurs dossiers, les médecins ont constaté que 20,6 % des femmes qui avaient subi une épisiotomie avaient des déchirures graves au périnée alors que cette proportion était de 4,5 % chez celles qui n'avaient pas subi l'intervention. Par contre, ces dernières avaient plus souvent des déchirures superficielles au vagin, qui guérissent en trois ou quatre jours, alors que la guérison prend trois semaines pour les déchirures graves et dix jours pour une épisiotomie sans complications.

L'épisiotomie est parfois inévitable. Notamment, lorsque le périnée est trop rigide pour laisser passer le bébé ou lorsqu'on recourt aux forceps parce que le travail ne progresse plus. On l'utilise aussi dans tous les cas où le bébé doit sortir rapidement, par exemple lorsqu'il manque d'oxygène. L'anesthésie épidurale, très répandue dans certains hôpitaux, apaise la douleur chez la mère, mais elle réduit sa force musculaire. Ce qui entraîne souvent l'emploi de forceps et de ventouses. Donc, le recours à l'épisiotomie.

Certains médecins utilisent cette technique pour gagner du temps. « Avec l'épisiotomie, l'accouchement est de 10 à 20 minutes plus court », note le gynécologue Jean-Jacques Pinault, coauteur de la recherche. Le taux d'épisiotomie varie donc beaucoup d'un médecin à l'autre, entre 10 % et 80 % selon cette étude.

« D'autres chercheurs avaient déjà démontré le lien entre l'épisiotomie et les déchirures du périnée, précise le docteur Lucie Baillargeon, aussi coauteure de la recherche. Mais



Lucie Baillargeon

leurs études portaient sur un petit nombre de cas et ne tenaient pas compte du nombre d'accouchements précédents. » L'étude de l'Université Laval a innové en incluant des facteurs comme le poids du bébé, l'utilisation de forceps et de ventouses et l'expérience du médecin.

Devant ces résultats, on peut espérer que les médecins modifieront peu à peu leur pratique. D'ailleurs, les choses ont déjà commencé à changer. En 1985, à l'hôpital du Saint-Sacrement, 78 % des femmes qui accouchaient de leur premier enfant subissaient une épisiotomie. Neuf ans plus tard, il n'y en avait plus que 56 %. Et l'an dernier, les responsables de la nouvelle politique québécoise de périnatalité suggéraient d'abaisser ce taux à 20 %. ●

## CITEQ

1501, montée Ste-Julie  
Varenes (Québec)  
J3X 1P9  
Téléphone : (514) 652-4651  
Télécopieur : (514) 652-4182

Le centre d'innovation sur le transport  
d'énergie du Québec conjugue  
les ressources d'Hydro-Québec et  
d'ABB pour la recherche appliquée  
et le développement de nouveaux  
produits : **des solutions d'avenir.**

**ABB**



Une découverte importante, car elle pourrait mener à la guérison du cancer.

# Le secret des cellules kamikazes

On savait que certaines cellules se suicidaient. Mais pas comment elles y parvenaient. Des chercheurs de l'Université Laval ont identifié une enzyme responsable de cette mise à mort.

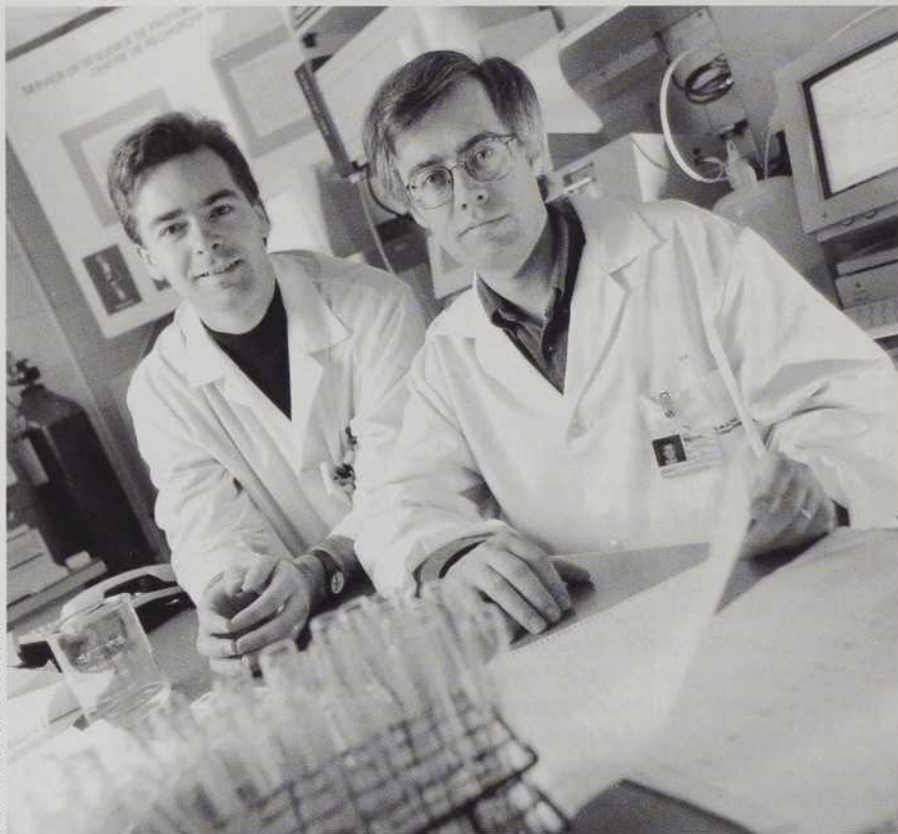
**A**près qu'un bébé a été sevré, les seins de la femme qui l'allaitait reprennent progressivement leur taille d'avant l'accouchement. Pour arriver à ce résultat, certaines cellules des glandes mammaires doivent littéralement se suicider. C'est ce qu'on appelle l'apoptose, ou la mort cellulaire programmée.

Le suicide des cellules joue un rôle dans plusieurs autres phénomènes physiologiques. Ainsi, lorsqu'une cellule, trop vieille ou blessée, est devenue indésirable, son programme de suicide est activé. Guy Poirier et Serge Desnoyers, de l'Université Laval, et des collègues de la John Hopkins School of Medicine, ont identifié une enzyme qui joue un rôle précoce dans ce processus.

La découverte est fondamentale et pourrait être utile dans la mise au point de nouveaux traitements contre le cancer. En effet, les cellules cancéreuses ont perdu cette faculté de mourir. Et si on apprend comment fonctionne le mécanisme de la mort cellulaire, on espère pouvoir un jour programmer les cellules cancéreuses pour les inciter à mettre un terme à leurs jours.

L'équipe de Guy Poirier s'est intéressée à l'apoptose par le biais de travaux sur les mécanismes de réparation de l'ADN, le long filament qui contient le bagage génétique de chaque individu. Le rayonnement ultraviolet et certaines substances toxiques brisent parfois les brins d'ADN à l'intérieur d'une cellule. Normalement, une protéine, appelée PARP (pour Poly(ADP) ribose polymérase), se colle à la cassure et déclenche un mécanisme de réparation.

Sauf que si les cassures sont trop nombreuses, la cellule risque de se tromper en les réparant et peut provoquer des mutations dangereuses. C'est alors qu'une nouvelle enzyme entre en jeu. Elle se pointe sur les lieux de la cassure



Renée Méthot, Université Laval

Guy Poirier et Serge Desnoyers, de l'Université Laval.

et coupe les molécules de PARP, qui cessent de fonctionner. La cellule dont l'ADN est amoché s'engage alors vers le suicide, ce qui empêche l'apparition d'une tumeur.

C'est l'enzyme qui coupe PARP que Guy Poirier et ses collègues ont identifiée. Ils l'ont baptisée *prICE*. Dans le jargon des biologistes moléculaires, ce nom signifie qu'elle ressemble à une autre enzyme appelée ICE. Pour le moment, *prICE* est encore un fantôme : on détecte son activité, mais on ne l'a pas encore isolée.

Les chercheurs ont travaillé à partir d'un extrait de cellules qui a la propriété de déclencher l'apoptose. Lorsqu'on y place des noyaux cellulaires, ces der-

niers s'engagent vers le suicide. Grâce à des techniques sophistiquées, Guy Poirier et ses collègues ont réussi à déterminer la portion précise de PARP qui est coupée par *prICE*.

Cette découverte a paru dans la prestigieuse revue britannique *Nature*, le *nec plus ultra* des publications scientifiques. Plus de 90 % des articles qui lui sont soumis sont refusés avant même d'être évalués par un comité d'experts. « Depuis la publication, raconte Guy Poirier, plusieurs laboratoires ont manifesté l'intention de collaborer avec nous. » Forte de ce succès, son équipe est sur le point de soumettre un nouvel article à *Nature*. Mais là-dessus, motus et bouche cousue. ●



*Les laboratoires les plus modernes au monde de notre filiale BioChem Thérapeutique*



*Le Labotech<sup>MC</sup>, commercialisé par notre filiale BioChem ImmunoSystèmes*



*Fluviral<sup>MC</sup>, un vaccin contre l'influenza, produit par notre filiale LAF BioVac*

# Une formule gagnante

**La formule gagnante de BioChem Pharma inc. est faite de trois grandes composantes.**

## Le haut savoir

Nous croyons à la recherche fondamentale. Nous y investissons nos énergies. L'élément clé de notre succès est notre équipe de chercheurs chevronnés qui travaillent en collaboration avec d'éminents scientifiques dans des centres de recherche à travers le monde.

Nos chercheurs sont fiers d'œuvrer dans une entreprise pharmaceutique de propriété canadienne, visant les marchés internationaux. Ils se consacrent à un même objectif : prévenir, dépister et guérir.

## L'intégration des activités dans la prévention, le diagnostique et le thérapeutique

BioChem Pharma est engagée dans un éventail complet d'activités : la recherche et le développement de produits thérapeutiques, ainsi que dans la recherche, le développement, la fabrication et la commercialisation de produits diagnostiques et de vaccins humains pour une vaste gamme d'infections et d'autres maladies.

## Les alliances stratégiques

BioChem Pharma développe certains de ses nouveaux produits et ses nouveaux marchés grâce à des accords avec d'importantes entreprises internationales spécialisées en santé et produits pharmaceutiques.



**BIOCHEM PHARMA INC.**

275, BOUL. ARMAND-FRAPIER, LAVAL (QUÉBEC) CANADA H7V 4A7  
TÉLÉPHONE : (514) 681-1744 TÉLÉCOPIEUR : (514) 978-7755

Une décision importante

Une découverte importante, car elle met à profit les propriétés bénéfiques de certaines molécules naturelles en dentisterie.

# Des implants dentaires high tech

Des techniques empruntées à la microélectronique pourraient révolutionner le monde des implants dentaires et orthopédiques.

L'époque du dentier qui repose dans un verre d'eau durant la nuit est à peu près révolue. Aujourd'hui, on porte plus volontiers des implants permanents, vissés dans la mâchoire. Mais ces implants ne sont pas simples à installer. On doit d'abord poser une cheville de titane dans la mâchoire et attendre jusqu'à six mois que l'os se forme autour. Bien sûr, pas question de mastiquer sur l'implant pendant tout ce temps. Lorsque l'os s'est formé, on installe la deuxième partie de la prothèse, qui traverse la gencive et sur laquelle on visse une dent de remplacement. Là encore, la guérison est longue.

L'équipe d'Antonio Nanci et de Marc McKee, professeurs à la faculté de médecine dentaire de l'Université de Montréal, a trouvé le moyen de réduire ces délais en attachant à l'implant de titane des protéines naturellement présentes dans le corps qui stimulent la formation de l'os et la guérison des gencives. « Nous avons réussi à fixer des protéines sur toute la surface d'un implant, explique Antonio Nanci. Non seulement ont-elles résisté à un environnement semblable à celui de la mâchoire, mais elles ont en plus conservé leur activité biologique. »

Mais Antonio Nanci a de la compétition. À l'heure actuelle, plusieurs laboratoires essaient de coller des protéines sur le titane au moyen de forces électrostatiques, un peu comme on colle des cheveux sur un peigne qu'on a frotté sur un chandail de laine, ou encore de placer ces protéines dans un matériau qui entoure l'implant. Sauf que son équipe a une approche particulière. « Nous créons des ponts covalents entre le titane et la protéine », dit-il. Ce sont des liaisons moléculaires extrêmement solides, qui rendent la couche de protéines beaucoup plus stable. D'autre part, ce procédé requiert une moins grande quantité de protéines que celui des concurrents. Un avantage, car les protéines, que l'on doit fabriquer à l'aide du gé-



Laurent Leblanc

Antonio Nanci. Avec son équipe, il a mis au point une sorte de tapis moléculaire qui facilite la guérison des tissus autour des implants dentaires.



nie génétique, coûtent très cher.

Les chercheurs ont inventé une sorte de tapis moléculaire, fermement attaché au titane, sur lequel sont fixées les protéines réparatrices. Les brins de ce tapis sont en fait des chaînes de carbone. Un bout de la chaîne est fixé au titane, l'autre bout porte une protéine ou une autre molécule ayant une activité biologique. Le tapis moléculaire sert d'amortisseur entre l'implant et l'os qui se formera autour.

« Nous avons voulu imiter les lignes cémentantes de l'os normal, poursuit Antonio Nanci. Ce sont des couches de protéines qui fonctionnent selon le principe du contreplaqué. Elles absorbent les microfractures et les empêchent de se diffuser dans tout l'os, tout en agissant comme une colle. »

Au bout du tapis moléculaire, on place des facteurs de croissance ou encore des protéines du tissu osseux, comme l'ostéopontine, qui fait partie de la ligne cément-

tante. Ces protéines stimulent et guident la croissance de l'os, qui se forme alors à la surface du titane. « Sans ces facteurs de croissance, l'os guérit plus lentement et de façon irrégulière, formant un tissu spongieux », dit Antonio Nanci. L'interface os-implant est bien plus solide lorsque l'os se forme simultanément sur toute la surface de l'implant.

La gencive aussi peut guérir plus rapidement, si on la met en présence de facteurs de croissance et de protéines de la muqueuse buccale. Antonio Nanci imagine une mosaïque sur l'implant : sur la partie du bas, l'ostéopontine et les facteurs de croissance de l'os; sur la partie du haut, les molécules qui stimulent la croissance de la gencive. « On pourrait même faire agir plusieurs molécules en synergie, en les répartissant sur des chaînes de carbone à plusieurs têtes », dit-il, en rêvant déjà tout haut à une prothèse personnalisée pour chaque patient. ●



# Innovatech

## Grand Montréal



Société Innovatech du Grand Montréal a été créée par le gouvernement du Québec pour participer au financement d'initiatives visant à rehausser l'innovation technologique dans le Grand Montréal.

La Société est dirigée par un conseil d'administration de neuf membres de l'industrie et du monde des affaires ainsi que des milieux de l'enseignement et de la recherche, qui sont nommés par le Gouvernement et assistés par des délégués de certains Ministères. La permanence de la Société est assurée par le président-directeur général et appuyée par une petite équipe comprenant des spécialistes en technologie, innovation et montages financiers.

La Société possède comme moyens :

- un montant maximum de 300 millions de dollars reporté sur la période 1992-1997;
- une synergie avec les programmes gouvernementaux déjà en vigueur et les initiatives du secteur privé;
- un environnement fiscal exceptionnel pour la recherche-développement.

La Société possède une grande flexibilité dans ses modes d'investissement. La participation financière de la Société peut prendre l'une ou l'autre des formes suivantes :

- une contribution;
- un prêt avec ou sans intérêts;
- une prise en charge d'une partie ou de la totalité des intérêts sur un prêt;
- une garantie de remboursement d'un prêt;
- une acquisition d'actions ou de parts participatives à moins de 50 %.

L'examen des propositions sera basé sur une famille de critères qui tiennent compte de la mission et des objectifs de la Société ainsi que de la qualité intrinsèque des propositions eu égard aux orientations gouvernementales en matière d'innovation.

Vous adressez vos propositions d'initiatives à l'attention du président-directeur général à :

**Société Innovatech du Grand Montréal**

2020, rue University, bureau 1527

Montréal (Québec)

H3A 2A5

**Une découverte importante, car elle pourrait expliquer pourquoi les bélugas du Saint-Laurent sont si mal en point.**

# Les défenses du béluga

On ne connaissait rien du système immunitaire des bélugas. Un étudiant au doctorat vient de lever le voile sur les mécanismes de base.

**L**es bélugas du Saint-Laurent sont mal en point. « Ils sont plus contaminés et plus malades que tous les autres mammifères marins qu'on connaît », dit Sylvain de Guise, vétérinaire et pathologiste, qui a fait l'autopsie de dizaines de bélugas. « Chaque béluga qu'on trouve mort sur les berges du Saint-Laurent a trois ou quatre lésions et chacune d'elle peut causer la mort. »

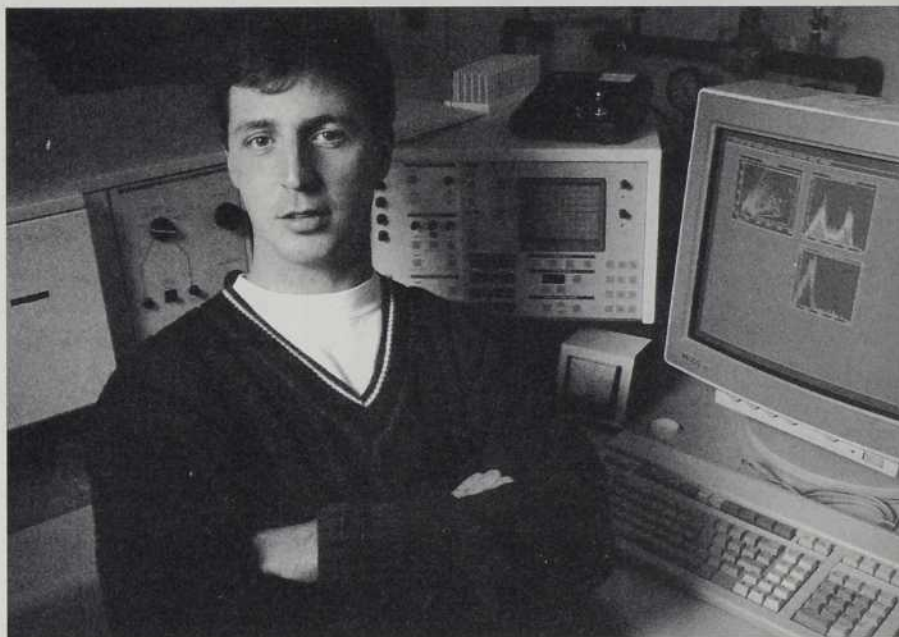
Jusqu'ici, on croyait que les problèmes de santé des bélugas étaient directement liés aux contaminants auxquels ils sont exposés et qui détruisent leur système immunitaire, l'armée de cellules qui neutralisent les virus, les bactéries et les cellules cancéreuses dangereuses pour l'organisme. Cependant, on n'avait jamais réussi à le démontrer puisqu'on ne connaissait absolument rien du système immunitaire du béluga.

Pour son doctorat, Sylvain de Guise, sous la direction de Michel Fournier, de l'Université du Québec à Montréal, a entrepris de décrire celui des bélugas en bonne santé.

Leur système immunitaire comprend plusieurs types de cellules qui effectuent différentes fonctions. Les neutrophiles en sont un bon exemple. Lorsque des bactéries envahissent l'organisme, ils sont d'abord chargés de les dévorer. Un processus qu'on appelle « phagocytose ». Puis, les neutrophiles produisent ensuite du peroxyde et des radicaux libres pour tuer les bactéries qu'ils ont gobées.

D'autres cellules s'attaquent aux cellules cancéreuses et à celles qui ont été infectées par des virus. Ces cellules tueuses font littéralement exploser leurs ennemies en perçant des trous dans leur membrane. Finalement, il existe des cellules qui produisent des anticorps lorsqu'elles sont exposées à des corps étrangers.

Avec ses collègues, Sylvain de Guise a identifié ces cellules chez le béluga en



Sylvain de Guise. Il a identifié les cellules productrices d'anticorps chez le béluga.

analysant le sang de spécimens qui vivent dans les eaux de l'Arctique ou dans des aquariums. Pour y parvenir, il a, par exemple, placé dans des cultures de neutrophiles de petites billes de latex fluorescentes, de la taille d'une bactérie. Pour mesurer la capacité de phagocytose, il a utilisé un appareil qui détecte la fluorescence pour compter combien de billes chaque cellule avait « avalées ».

Les neutrophiles produisent du peroxyde lorsqu'ils ont avalé un corps étranger, mais également lorsqu'on stimule leur membrane. Les chercheurs ont donc administré à des neutrophiles une substance qui stimule leur membrane et une autre qui devient fluorescente en présence de peroxyde. L'intensité de la fluorescence indiquait la quantité de peroxyde produite.

L'étude de ces fonctions chez les bélugas permet donc d'établir ce qu'est un système immunitaire en santé. Ainsi, lorsque l'on examinera les cellules des bélugas du

Saint-Laurent, on saura avec certitude si leur système immunitaire est malade.

C'est la prochaine étape de cette étude. « L'été prochain, nous prélèverons des échantillons de sang, de peau et de graisse sur des bélugas du Saint-Laurent, dit Sylvain de Guise. Il faudra cependant trouver le moyen de les capturer sans leur faire de mal. Ce sera la première fois qu'on pourra faire le lien entre les dommages au système immunitaire et l'exposition à des contaminants en milieu naturel. »

Pourquoi consacrer autant d'énergie à étudier le béluga ? « Parce qu'il est au bout de la chaîne alimentaire », dit Sylvain de Guise. Ainsi, si le béluga est en mauvaise santé, c'est que d'autres maillons de la chaîne alimentaire du fleuve sont mal en point.

D'ailleurs, la question est à ce point préoccupante que l'Environmental Protection Agency (EPA) des États-Unis a déjà accepté de financer une partie de son projet. ●

## Du côté de la Big Science...

**E**n choisissant les 10 découvertes de l'année, nous avons éliminé d'emblée certaines percées auxquelles ont contribué des chercheurs québécois en collaboration avec des dizaines d'autres chercheurs canadiens et étrangers. Ces percées exigent de nombreuses collaborations en plus d'investissements colossaux. C'est ce qu'on appelle aujourd'hui la *Big Science*. L'apport de nos chercheurs à certaines de ces découvertes mérite d'être mentionné.

L'identification du quark *top* a fait les manchettes en avril dernier. L'existence de cette particule était prédite depuis longtemps par le modèle standard, la théorie physique qui décrit la structure de la matière. Toutes les autres particules de ce modèle avaient déjà été identifiées, mais le quark *top* manquait à l'appel. Pour l'observer, il a fallu la collaboration de 440 physiciens des États-Unis, d'Italie, du Japon, de Taiwan et du Canada, dont Kenneth

Ragan et cinq de ses collègues de l'Université McGill.

L'événement s'est produit au Fermilab, un gigantesque accélérateur de particules situé à Chicago. Il a été le théâtre de milliards de collisions entre des protons et des antiprotons. On espérait que ces collisions donnent naissance à des quarks *top*, dont la durée de vie est infime. Au bout du compte, la signature du quark *top* s'est manifestée 12 fois.

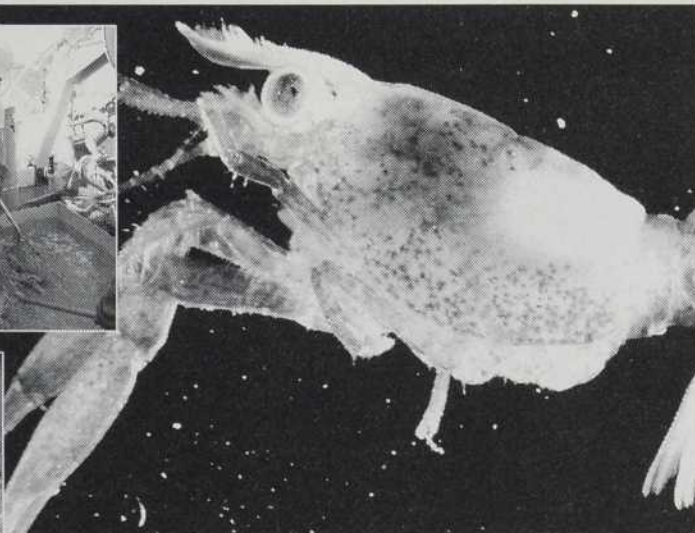
Un autre projet d'envergure : la cartographie et le séquençage du génome humain — l'ensemble des gènes qui caractérisent notre espèce. Une recherche nécessaire pour comprendre le rôle du génome dans certaines maladies. Pour y parvenir, il a fallu identifier des points de repère le long des filaments d'ADN sur lesquels se trouvent ces gènes. En septembre dernier, un groupe de 27 chercheurs américains et français publiaient la première carte complète

du génome humain. Parmi eux, le Québécois Jean Morissette, du Centre hospitalier de l'Université Laval, qui a collaboré au projet français Généthron. Maintenant que ces balises sont posées, les chercheurs pourront explorer des régions plus précises du génome.

Enfin, sur le front du cancer, 43 chercheurs américains et deux québécois, Steven Narod et Patricia Tonin, de l'Université McGill, ont identifié un gène responsable des formes héréditaires du cancer du sein et de l'ovaire. Lorsque ce gène a subi une mutation, il augmente le risque d'apparition précoce d'une de ces formes de cancer. La détection de la mutation permettra d'identifier les femmes à risque et de leur administrer d'éventuels traitements préventifs. Soulignons toutefois que les formes héréditaires de ces cancers sont relativement rares, 5 % pour le cancer du sein et 10 % pour le cancer de l'ovaire.

I.M.

## DES RECHERCHES ESSENTIELLES



**INSTITUT MAURICE-LAMONTAGNE**  
CENTRE DE RECHERCHE EN SCIENCES DE LA MER

Nos écosystèmes marins sont riches et complexes.

Leur gestion et leur protection requièrent une connaissance précise de leur état et l'élaboration de moyens novateurs de mise en valeur. L'Institut Maurice-Lamontagne se consacre, avec ses partenaires, à des recherches de pointe, appliquées aux domaines des pêches, du milieu marin et de l'hydrographie, dans l'est du Canada.

850, route de la Mer  
C.P. 1000, Mont-Joli  
(Québec) G5H 3Z4

Téléphone:  
(418) 775-0500

Télécopieur:  
(418) 775-0542



Pêches Fisheries  
et Océans and Oceans

Canada

# Les pôles de la recherche au Québec

Zoom sur le monde public et parapublic de la recherche québécoise.

## Les principaux instituts et centres de recherche publics et parapublics du Québec

Au Québec, le secteur public participe activement à la recherche, que ce soit avec ses propres chercheurs et laboratoires ou en jouant un rôle d'initiateur lorsqu'il fait plutôt effectuer la recherche par les universités et le secteur privé. Ce qui explique des écarts importants du nombre de chercheurs et d'autres employés parmi ces organismes. Le classement est par ordre alphabétique et ne comprend pas le secteur hospitalier.

| Organismes                                                                                 | Personnel de recherche | Autre personnel | Organismes                                                                                     | Personnel de recherche | Autre personnel |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------|
| AGENCE SPATIALE CANADIENNE                                                                 | 300                    | 50              | INSTITUT DE RECHERCHE D'HYDRO-QUÉBEC (IREQ)                                                    | 450                    | 150             |
| CENTRE D'INNOVATION EN TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION (CITI) (Industrie et Sciences Canada) | 111                    | 42              | INSTITUT DE RECHERCHE EN BIOTECHNOLOGIE (Conseil national de recherches Canada)                | 190                    | 30              |
| CENTRE DE FORESTERIE DES LAURENTIDES (CFL)                                                 | 76                     | 62              | INSTITUT DE RECHERCHE EN SANTÉ ET EN SÉCURITÉ DU TRAVAIL DU QUÉBEC (IRSST)                     | 89                     | 37              |
| CENTRE DE RECHERCHE ET DE DÉVELOPPEMENT SUR LES ALIMENTS (CRDA) (Agriculture Canada)       | 59                     | 18              | INSTITUT DE RECHERCHES CLINIQUES DE MONTRÉAL (IRCM)                                            | 275                    | 125             |
| CENTRE DE RECHERCHE INDUSTRIELLE DU QUÉBEC (CRIQ)                                          | 253                    | 167             | INSTITUT DES MATÉRIAUX INDUSTRIELS (IMI) (Conseil national de recherches Canada)               | 110                    | 25              |
| CENTRE DE RECHERCHE INFORMATIQUE DE MONTRÉAL (CRIM)                                        | 88                     | 12              | INSTITUT DE TECHNOLOGIE DU MAGNÉSIMUM                                                          | 3                      | 33              |
| CENTRE DE RECHERCHES MINÉRALES DU QUÉBEC (CRM)                                             | 98                     | 24              | INSTITUT MAURICE-LAMONTAGNE (IML)                                                              | 202                    | 49              |
| CENTRE FRANCOPHONE DE RECHERCHE EN INFORMATISATION DES ORGANISATIONS (CEFRIQ)              | -                      | 10              | INSTITUT NATIONAL D'OPTIQUE (INO)                                                              | 110                    | 14              |
| CENTRE GÉOSCIENTIFIQUE DE QUÉBEC (CGQ)                                                     | 55                     | 9               | LABORATOIRE DE RECHERCHE EN DIVERSIFICATION ÉNERGÉTIQUE (LRDE) - CANMET                        | 26                     | 15              |
| CENTRE QUÉBÉCOIS DE VALORISATION DE LA BIOMASSE (CQVB)                                     | -                      | 15              | LABORATOIRE DES TECHNOLOGIES ÉLECTROCHIMIQUES ET DES ÉLECTROTECHNOLOGIES D'HYDRO-QUÉBEC (LTEE) | 70                     | 30              |
| CENTRE SAINT-LAURENT                                                                       | 10                     | 72              | LABORATOIRE JUDICIAIRE DE LA GENDARMERIE ROYALE DU CANADA                                      | 6                      | 2               |
| CONSEIL DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE (CST)                                           | 6                      | 11              | MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION DU QUÉBEC (MAPAQ)               | 57                     | 10              |
| INSTITUT CANADIEN DE RECHERCHES SUR LES PÂTES ET PAPIERS (PAPRICAN)                        | 250                    | 100             |                                                                                                |                        |                 |
| INSTITUT DE RÉADAPTATION DE MONTRÉAL                                                       | 20                     | 30              |                                                                                                |                        |                 |

Sources : Le bottin de la recherche, juillet-août 1994, Actas et Québec Science

## Les publications dans les universités québécoises (1991)

Le nombre de publications est une des mesures de l'activité scientifique des chercheurs. Les sciences sociales et humaines ne sont pas incluses dans ce tableau car elles ne sont pas répertoriées par l'ISI.

|                          | Biologie   | Recherche biomédicale | Chimie     | Médecine clinique | Sciences terre et espace | Génie et technologie | Mathématiques | Physique   | Total       |
|--------------------------|------------|-----------------------|------------|-------------------|--------------------------|----------------------|---------------|------------|-------------|
| McGill                   | 160        | 357                   | 109        | 651               | 67                       | 103                  | 26            | 116        | 1589        |
| Université de Montréal*  | 37         | 182                   | 50         | 335               | 66                       | 32                   | 12            | 86         | 800         |
| Polytechnique**          | 2          | 18                    | 26         | 0                 | 8                        | 74                   | 7             | 43         | 178         |
| Laval                    | 149        | 130                   | 0          | 150               | 30                       | 0                    | 9             | 66         | 534         |
| UQAM                     | 44         | 80                    | 41         | 43                | 42                       | 33                   | 13            | 21         | 317         |
| Sherbrooke               | 7          | 55                    | 42         | 79                | 5                        | 42                   | 2             | 41         | 273         |
| Université du Québec***  | 34         | 41                    | 9          | 25                | 26                       | 21                   | 1             | 22         | 179         |
| Concordia                | 18         | 10                    | 21         | 26                | 8                        | 48                   | 11            | 31         | 173         |
| <b>Total universités</b> | <b>449</b> | <b>855</b>            | <b>272</b> | <b>1309</b>       | <b>244</b>               | <b>279</b>           | <b>74</b>     | <b>383</b> | <b>3865</b> |

\*Incluant HEC (2 publications)

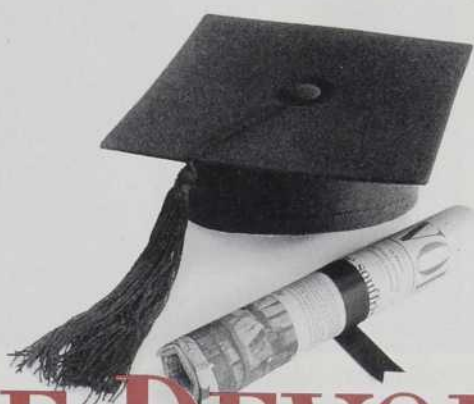
\*\*Les publications de Polytechnique sont déjà incluses dans le total de l'Université de Montréal

\*\*\*Sans UQAM

Source : Science Citation Index (ISI)

« On peut  
continuer à tout temps l'étude,  
non pas l'écolage : la sotte chose  
qu'un vieillard abécédaire! »

Michel de Montaigne, Essai II, 28



LE DEVOIR

# Les feux du ciel

Les aurores boréales fascinent les humains depuis toujours et ont mis plusieurs millénaires à livrer leurs secrets.

par Gilles Drouin

**T**ôt dans la nuit du 13 mars 1989, une panne générale a plongé le Québec dans le noir. Au même moment, les couche-tard ont eu droit à un spectacle époustouflant : des aurores boréales d'une rare intensité balaient le ciel étoilé, libéré de la pollution lumineuse des villes. Des blanches, des vertes mais aussi des rouges, plus rares.

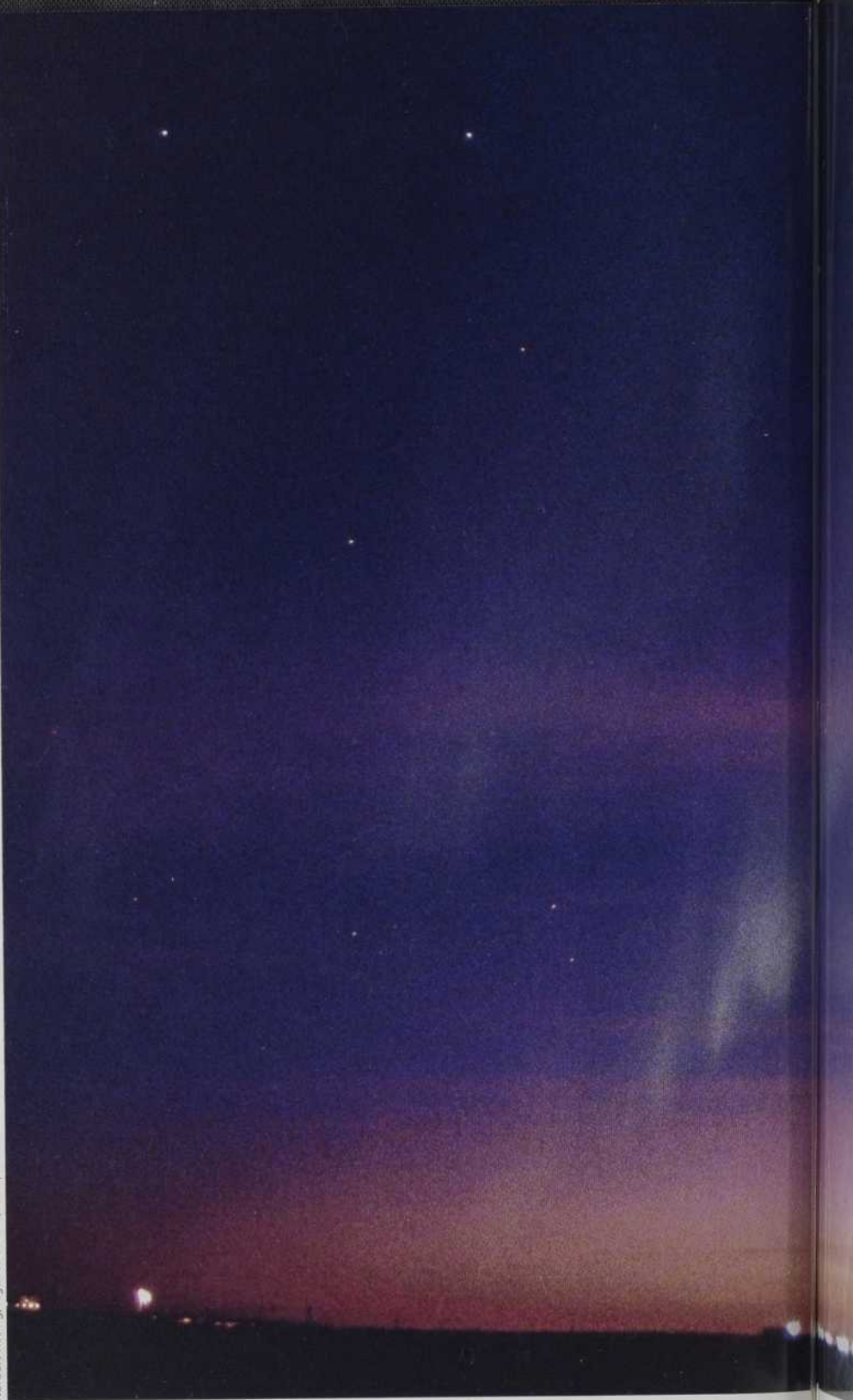
Cet événement exceptionnel illustre bien les deux facettes des aurores polaires — les marionnettes comme les appellent certains Acadiens. Propulsées dans l'espace par les explosions solaires, des milliards de particules chargées électriquement viennent inonder la Terre et stimuler l'activité électrique de la haute atmosphère. Invisibles, les courants électriques et les champs magnétiques générés par cette interaction Soleil-Terre provoquent alors un des plus saisissants phénomènes célestes visibles à l'œil nu.

De l'autre côté, cette intense activité électrique peut constituer une nuisance importante, notamment pour les communications et les satellites en orbite autour de la Terre, de même que pour les lignes de transport d'électricité et les conduites de gaz.

Norbert Rosing, Agence Sunset, Publiphoto

Avec leurs allures spectrales, il n'est pas surprenant de constater que les aurores polaires aient attiré l'attention et enflammé l'imagination des simples mortels que nous sommes. Le folklore des pays nordiques regorge de croyances et de légendes à propos de ce phénomène longtemps inexplicable. L'auteure canadienne-anglaise, Candace Savage, dans un livre publié récemment, brosse un tableau impressionnant de l'imagination humaine à ce sujet. Dans le folklore mondial, les au-

rores sont associées à la mort, à la fécondité, à la chance ou au malheur. Les shamans inuit du centre du Canada prétendaient effectuer des voyages spirituels au sein des aurores pour y puiser des conseils sur le traitement des malades. Candace Savage rapporte aussi une tradition circumpolaire selon laquelle les aurores sont les âmes des personnes qui ont perdu la vie en versant leur sang lors d'un meurtre, d'un suicide ou au cours d'un accouchement.





## Comment observer une aurore boréale

**P**our observer les aurores boréales la nuit, il faut s'éloigner de la ville ou de toutes sources importantes de lumière. Incidemment, les aurores se produisent aussi dans le jour, mais l'éclat du Soleil les masque sans difficulté. Pour un succès garanti, les latitudes les plus nordiques sont les mieux indiquées. Mais il est quand même possible d'en voir régulièrement sous nos latitudes. À proprement parler, il n'y a pas de véritables saisons pour l'observation des aurores. Seul le mois de juillet semble moins généreux. Les chances d'en contempler sont meilleures aux équinoxes et pendant l'hiver. Sans que ce soit démontré hors de tout doute, il y a fort à parier que la position de la Terre dans l'espace y est pour quelque chose.

Les bonnes soirées, les aurores feront leur apparition quelques instants après le coucher du soleil, dès que la noirceur permet de les voir. De façon caractéristique, l'aurore commence dans le calme et seuls de légers mouvements sont perceptibles. Puis, généralement autour de minuit, les aurores s'activent. C'est à ce moment qu'il est possible de les voir battre comme des rideaux au vent. À d'autres moments, elles peuvent donner l'impression d'être littéralement projetées vers nous.

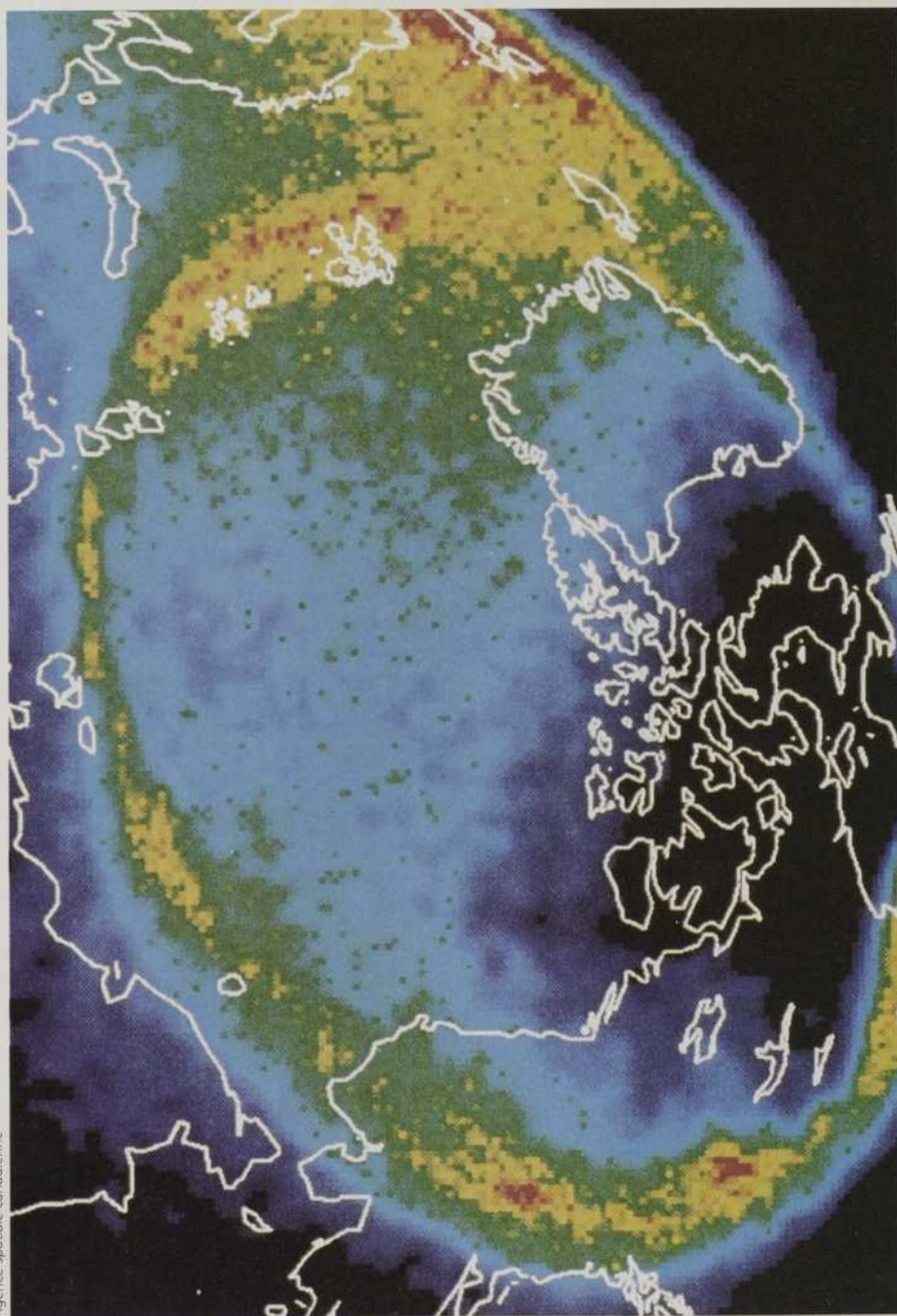
À cause de la faible luminosité des aurores et de la noirceur de la nuit, notre œil perçoit mal les nuances colorées. La plupart du temps, l'aurore apparaît blanchâtre avec quelques reflets verdâtres, plus rarement rougeâtres. Certaines personnes, dont des chercheurs, ont aussi déclaré avoir entendu une sorte de crépitement en regardant des aurores, un phénomène inexpliqué qui semble toutefois rare.

Les aurores sont liées à l'activité solaire, actuellement au creux de son cycle de 11 ans. Il est toutefois possible d'observer fréquemment des aurores. Elles sont seulement moins spectaculaires que celles qui se produisent lors du maximum. Le prochain est d'ailleurs attendu vers l'an 2 000, ce qui excitera sans doute bien des millénaristes !

Toujours selon l'auteure, des exégètes estiment que la vision divine du prophète Ézéchiël, associée par certains à la visite d'extraterrestres, serait en fait une simple aurore boréale. Leur explication : à la même époque, en l'an 593 av. J.-C., le Grec Anaximène aurait aperçu des « nuages de gaz enflammé », qui seraient en fait cette même aurore. Cette explication simpliste constitue les premiers balbutiements d'une explication scientifique des aurores.

Bien enroulées dans cette courtépente de légendes, les aurores ont gardé leurs secrets pendant des millénaires. Galilée est le premier à utiliser l'expression « aurores boréales » pour nommer ce phénomène, sans toutefois le comprendre. Au cours du XIX<sup>e</sup> siècle, 27 théories scientifiques ont été élaborées pour expliquer, sans succès, le phénomène auroral !

Ce siècle a toutefois apporté des découvertes importantes pour la compréhension des aurores. Par exemple, celle du



Agence spatiale canadienne

## Les leçons d'un orage magnétique

**L**es orages magnétiques à l'origine des aurores boréales ont la capacité d'induire des courants électriques au sol. C'est ce qui est arrivé lors de la panne de mars 1989. Ces courants induits ont saturé un certain nombre de transformateurs qui n'ont plus été en mesure de faire leur travail, qui consiste essentiellement à maintenir la tension sur une ligne de transport. Dans certains cas, on a enregistré des courants de 100 ampères à des endroits où il n'y a habituellement pas de courant.

Pour mettre au point sa stratégie en cas d'orages magnétiques, Hydro-Québec a confié à Léonard Bolduc, du groupe Équipement à l'IREQ, le mandat d'étudier les moyens susceptibles d'atténuer les effets d'un orage magnétique. Ces orages induisent des courants sur des transformateurs, de même qu'ils provoquent des tensions au sol au voisinage de lignes de transport. Les travaux de l'équipe de Léonard Bolduc ont conduit à des modifications dans la conception des filtres sur les compensateurs et à l'addition de condensateurs sur les lignes à 735 kV.

Hydro-Québec a aussi augmenté le seuil de tolérance des compensateurs statiques du réseau de la Baie-James, ce qui permet au réseau de transport de subir des fluctuations de tension plus importantes sans provoquer de déséquilibres qui peuvent conduire au délestage des lignes. Dans le pire des scénarios, les lignes de transport se retirent du circuit une à une jusqu'à la panne totale.

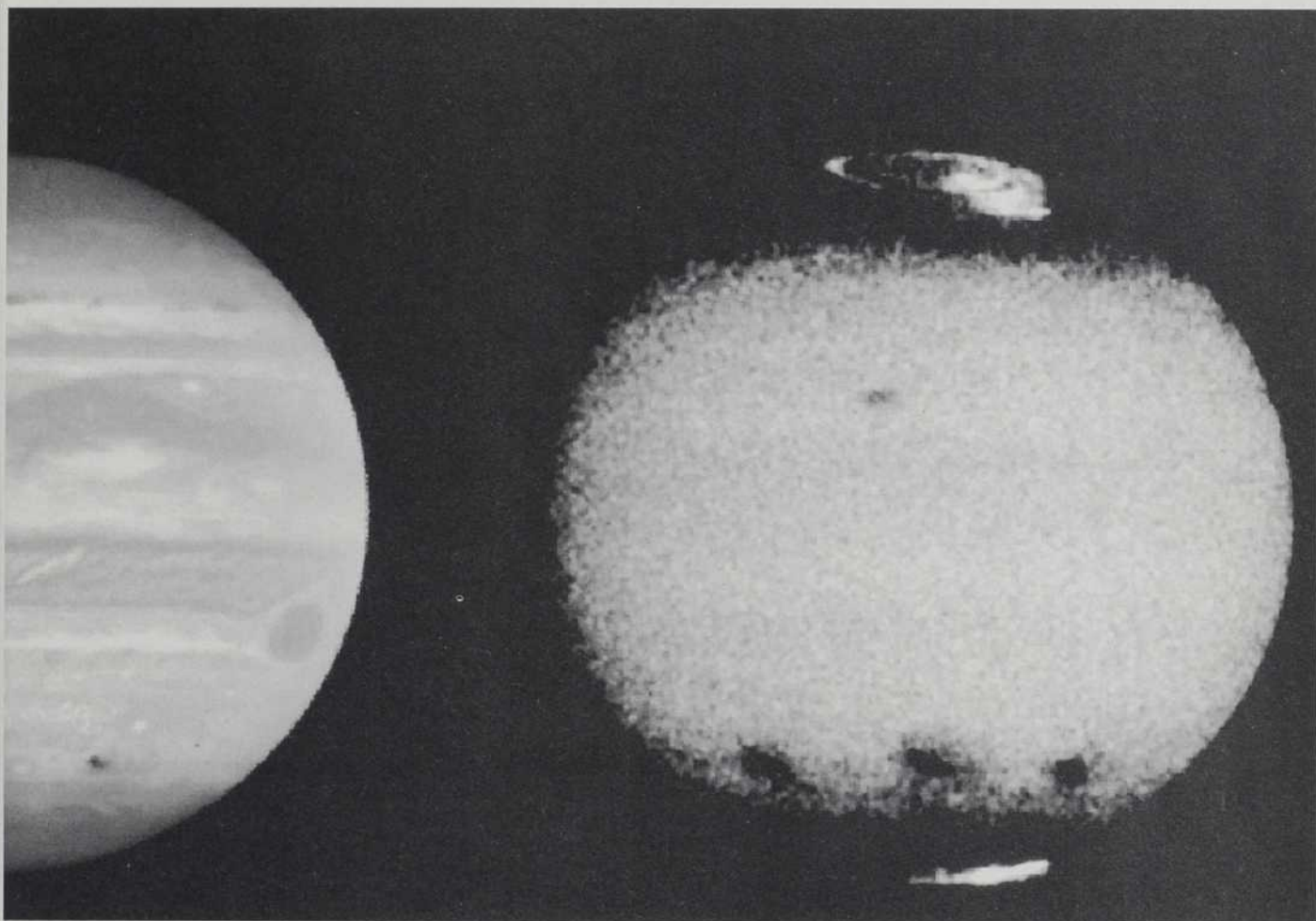
lien entre les aurores et les perturbations du champ magnétique terrestre enregistrées au sol. Ou encore la première observation d'une éruption solaire en 1859 suivie d'un orage magnétique qui provoque des aurores polaires spectaculaires. Toutefois, il faudra attendre la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle pour que le Norvégien Olaf Birkeland associe les aurores avec des courants électriques créés dans l'atmosphère par des particules en provenance du Soleil.

La théorie de Birkeland se rapproche de l'explication la plus simple que l'on puisse donner des aurores polaires. Projetées dans l'espace par les explosions solaires, des milliards de particules chargées électriquement (électrons et protons) forment le vent solaire. Celui-ci entre en collision avec le champ magnétique terrestre qui se déforme sous la pression. Le champ magnétique prend alors la forme d'une comète : une tête aplatie prolongée d'une queue qui s'étire vers le côté opposé au Soleil.

En résumé, on peut dire que les particules sont alors capturées par le champ magnétique terrestre. Les plus énergétiques entreprennent alors un mouvement de va-et-vient d'un pôle à l'autre jusqu'au moment où elles atteignent les couches de l'atmosphère qui contiennent une concentration suffisante de molécules d'azote et d'oxygène, soit entre 100 kilomètres et 1 000 kilomètres d'altitude. Les particules frappent alors ces molécules. Pendant un petit moment, ces molécules sont excitées, mais elles retrouvent rapidement leur équilibre. Comme un soupir, elles émettent de l'énergie sous forme de lumière dont la couleur varie en fonction de la molécule. Ce processus, appelé fluorescence, est semblable à ce qui se passe dans un écran de télévision ou encore dans un tube fluorescent.

Mais cette explication réduit à leur plus simple expression les phénomènes qui se cachent derrière les aurores polaires.

Les aurores polaires ne seraient que la pointe d'un gigantesque iceberg électrique. Selon Jean-Pierre Saint-Maurice, un physicien de l'Université Western Ontario, c'est plutôt la compression du champ magnétique terrestre sous l'effet du vent solaire qui provoque une série de réactions électriques débouchant sur les aurores. Certaines particules solaires pénètrent la magnétosphère, mais elles ne semblent pas jouer un rôle très important dans les aurores. « Jusqu'à un certain point, explique le chercheur, il est possible de comparer la magnétosphère à un citron pres-



## Des aurores extraterrestres

Il semble de plus en plus certain que le phénomène auroral ne soit pas exclusif à la Terre. En effet, les photographies de Jupiter prises lors de l'écrasement de la comète Shoemaker-Levy 9 ont révélé la présence d'auréoles lumineuses, vraisemblablement des aurores polaires. Certains indices photographiques laissent croire qu'il pourrait en être de même pour Saturne et Uranus. Compte tenu de la distance qui sépare ces planètes du Soleil, les scientifiques estiment que les particules émises par l'astre du jour ne peuvent expliquer à elles seules le phénomène auroral qui s'y déroule. Dans le cas de Jupiter, certains ont émis l'hypothèse que les particules chargées à l'origine des aurores pourraient provenir d'un gigantesque volcan en éruption sur Io, un satellite de la planète géante. Pour les autres planètes, les spéculations vont bon train.

sé. La main représente le vent solaire, tandis que les gouttelettes de citron représentent les particules chargées qui pénètrent dans l'atmosphère. »

L'importance de la pénétration des particules dans l'atmosphère dépend en grande partie de leur énergie. Généralement, les particules responsables des aurores sont bloquées à une altitude qui varie de 100 à 300 kilomètres. « Pour atteindre l'altitude de 100 kilomètres, précise Jean-Pierre Saint-Maurice, un électron doit être accéléré par une différence de potentiel de 100 000 volts, ce qui est énorme. » Quelle est la source de cette énergie ? Pour l'instant, les chercheurs sont incapables de répondre à cette question. « Il faut nécessairement que des phénomènes locaux jouent un rôle dans l'accélération des particules », avance-t-il.

Les travaux de Jean-Pierre Saint-Maurice

relèvent de la physique théorique. Mais la compréhension fine des processus électriques qui se dissimulent derrière les aurores polaires pourrait permettre de mieux cerner l'interaction entre le vent solaire et la magnétosphère terrestre. C'est ce qui intéresse principalement les chercheurs actuellement. À plus long terme, ces connaissances pourraient d'ailleurs avoir des retombées très pratiques. Il n'est donc pas étonnant de voir l'Agence spatiale canadienne s'intéresser au sujet.

Selon Gerry Atkinson, scientifique en chef du programme de sciences spatiales de l'Agence, la compréhension de ces phénomènes est importante à plus d'un titre. « Les courants électriques qui traversent l'atmosphère ont plusieurs effets au sol, explique-t-il. Outre les problèmes causés aux lignes électriques, ils ont ten-

dance à suivre les conduites de gaz et à en accélérer la corrosion. D'autre part, les orages magnétiques peuvent provoquer des pannes dans les satellites, brouiller les communications et perturber des systèmes de localisation comme le Global Positional System. L'activité électrique de l'atmosphère peut même nuire au travail de prospection des géologues. » Plusieurs recherches visent aussi à prévoir avec plus d'exactitude le moment et l'intensité des orages magnétiques. De cette façon, toutes les personnes intéressées pourraient mieux se préparer à absorber le choc des aurores, ne serait-ce que celui occasionné par la beauté de leur spectacle. ●

### Pour en savoir plus :

*Les aurores boréales*, par Candace Savage. Éditions du Trécarré, 1994, 144 p.

# LA RECHERCHE : L'ASSISE DE NOTRE HISTOIRE, LA PIERRE ANGULAIRE DE NOTRE AVENIR



Chez Pfizer Canada, la solidité de nos fondations repose sur notre engagement continu dans la recherche et la mise au point de produits qui satisfont à des normes élevées d'efficacité et d'innocuité.

Des investissements de plus de quatre milliards de dollars au cours des années quatre-vingt nous ont donné l'élan nécessaire pour connaître une nouvelle décennie caractérisée par des découvertes et une croissance phénoménales, comme en témoigne la mise au point de médicaments d'importance, tant pour traiter la dépression et les allergies que les affections de l'appareil cardio-vasculaire et les maladies infectieuses.

Mus par une volonté constante d'innover, nous avons réussi à mettre au point des médicaments nouveaux pour traiter des maladies aussi diverses que l'arthrite, la chlamydie, l'hypertension et l'angine de poitrine. De plus, étant donné que nous consacrerons plus de un milliard de dollars à la recherche en 1993, nous pouvons espérer que divers projets ayant trait à des produits parmi les plus avancés de l'industrie porteront leurs fruits.

Pfizer demeure fidèle à sa tradition d'excellence dans le domaine de la recherche, de génération en génération.



## Le magazine

**Québec  
Science**

Fiable et passionnant !

### Toute l'actualité

en environnement, santé, énergie, éducation, communications, espace, biotechnologies, transports, innovations technologiques, recherche fondamentale au Québec et dans le monde.

**Québec Science** présente les faits, explique, met en perspective, avec les nuances nécessaires, pour aider à comprendre les grands enjeux de notre société.

À lire : reportages, entrevues, chroniques, dossiers fouillés, suppléments, illustrations détaillées.

Voulez-vous découvrir, en savoir plus, mieux comprendre ? **Québec Science** répond à vos questions, vous permet d'aller plus loin, jusque dans le futur.

**Abonnez-vous • Offrez un abonnement  
Économisez jusqu'à 30%**



**Commandes  
téléphoniques**

**Québec :**  
(418) 657-4391  
**Ailleurs :**  
1-800-613-4391

**Abonnez-vous,  
réabonnez-vous  
et recevez  
votre cadeau :**

1 reliure pour un  
abonnement de deux ans  
2 reliures pour un  
abonnement de trois ans



**oui**

☐ je m'abonne  
à **Québec Science**  
☐ j'offre un  
abonnement

☐ 1 an (10 nos) 34,19 \$ TTC  
☐ 2 ans (20 nos) 59,03 \$ TTC  
☐ 3 ans (30 nos) 82,05 \$ TTC

Tarifs valables au Canada seulement.  
Cette offre expire le 31 mars 1995.  
Numéro d'enregistrement  
de la TPS : R-1335-97427  
Numéro d'enregistrement  
de la TVQ : 1013609086

Détachez et expédiez à

**Québec Science**

C.P. 250, Sillery (Québec) G1T 2R1

Tél.: (418) 657-4391 Téléc.: (418) 657-2096

Faites-moi parvenir la (les) reliure(s) ☐

Faites-la (les) parvenir à la personne que j'abonne ☐

(Allouez 4 semaines pour l'expédition)

Nom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

no

rue

app.

ville

province

code postal

téléphone

profession

Je paye par ☐ chèque ☐ Visa ☐ MasterCard

(à l'ordre de Québec Science)

No de carte \_\_\_\_\_

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

Signature \_\_\_\_\_

**Offert par :** Nom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

no

rue

app.

ville

province

code postal

téléphone

In vitro

# La fusion froide un rêve toujours vivace



Le mythe de la « fusion froide » — l'énergie du soleil accessible en douceur dans un simple bac d'électrolyse — n'a duré que quelques mois. La science l'a enterré officiellement à l'automne 1989. Mais quelques centaines de chercheurs persistent à y croire, et des entreprises japonaises ont investi des dizaines de millions de dollars dans cette aventure. L'histoire d'une idée qui ne veut pas mourir.

par Pierre Sormany

**M**ars 1989. Deux chimistes, l'Anglais Martin Fleischmann et l'Américain Stanley Pons, annoncent en conférence de presse qu'ils ont provoqué la fusion d'atomes de deutérium (de l'hydrogène lourd) dans un bain d'électrolyse, sur un coin de table de l'Université de l'Utah. En quelques heures, la nouvelle fait le tour du monde. Le grand rêve ! On pourra libérer en douceur, à température ambiante et sans radiations, l'énergie qui alimente le cœur des étoiles.

L'annonce déclenche une course frénétique. À travers le monde, plusieurs centaines de laboratoires tentent de reproduire l'expérience de Fleischmann et Pons. Un brouillon de leur article circule par télécopieur. Les données y sont approximatives, les détails insuffisants. Et la reproduction de l'effet se révèle presque impossible. Des équipes vont certes mesurer un peu de chaleur en excès et d'autres rapporteront quelques neutrons, mais, dans l'ensemble, les résultats sont négatifs ou non concluants.

« Pas étonnant », clament les physiciens, qui cherchent depuis 40 ans à domestiquer la fusion thermonucléaire. Ils ont investi des milliards de dollars dans de gigantesques enceintes magnétiques conçues pour comprimer des gaz chauds comme le Soleil afin que leurs atomes fusionnent. Mais ils n'y sont parvenus que pendant quelques minutes.

On comprendra que la « recette » de Fleischmann et Pons leur paraît beaucoup trop simple. Selon les deux chimistes, il suffit d'immerger des électrodes de platine et de palladium dans un bain contenant de l'eau lourde et des sels de lithium. Un courant électrique sépare l'oxygène et le deutérium de l'eau lourde. Le truc, c'est que le palladium est capable d'absorber une quantité inouïe d'hydrogène. Une fois l'électrode saturée de cet hydrogène lourd, il ne resterait plus qu'à exciter la structure cristalline du métal pour que l'énorme pression interne provoque la fusion de quelques atomes. Les deux chimistes rapportent une énorme quantité de chaleur

excédentaire et l'émission de quelques neutrons, preuve d'une réaction nucléaire.

Hélas ! les lois de la physique sont formelles. La pression interne du palladium demeure des millions de fois trop faible pour que les noyaux d'hydrogène puissent vaincre leur répulsion naturelle. Et, s'il y avait eu fusion, les émissions radioactives auraient été telles que les deux chimistes ne seraient plus là pour en parler ! Pour accepter la théorie de Fleischmann et Pons, il aurait donc fallu récrire toute la physique.

En mai 1989, la Société américaine de physique se réunit à Baltimore. On en profite pour faire un bilan des travaux sur la « fusion froide ». Un bilan d'une rare sévérité : toute l'affaire serait le fruit de l'incompétence des deux chimistes, leurs mesures seraient faussées et leurs instruments inadéquats. Certains vont même jusqu'à parler de fraude.

Fin de la course. À l'été, la revue *Nature* décide de ne pas publier l'article que lui avaient soumis Fleischmann et Pons puis décrète, dans son éditorial de septembre, que l'affaire est close. En novembre, un panel d'experts formé par le Département américain de l'énergie arrive à la même conclusion : aucune trace de réaction nucléaire et aucune donnée concluante concernant la production de chaleur, estiment les auteurs.

Mais parmi cette avalanche de résultats négatifs, on retrouve quelques exceptions. Des équipes rapportent avoir observé une chaleur qui excède largement ce que permettent les réactions chimiques en cause. Erreurs de mesure, disent les physiciens... ce qui met les chimistes en rogne : on leur reproche de ne pas connaître leur métier ! D'autres équipes ont découvert des traces de tritium et d'hélium (deux sous-produits de la fusion du deutérium) dans leur électrode. Simple contamination de l'eau lourde, répond-on. On a aussi détecté des neutrons, qu'on qualifie de « bruit de fond », sans plus !

De son côté, le gouvernement de l'Utah, flairant le pactole, avait déjà annoncé son intention d'investir quelques millions pour la mise en place d'un Institut national sur

la fusion froide (NICF). Et on n'allait pas le fermer simplement parce que Washington avait tourné la page ! Pendant deux ans, sous la supervision du NICF, quelques groupes de recherche vont donc reprendre les manipulations de Fleischmann et Pons ou celles du physicien Steven Jones, qui avait lui aussi constaté la fusion de deutérium dans du palladium lors d'une expérience menée indépendamment. Mais là encore, les recherches sont frustrantes et les résultats, décevants. Aussi, en juillet 1991, tout juste après la deuxième confé-

une seule centrale de 600 mégawatts pendant un an ! »

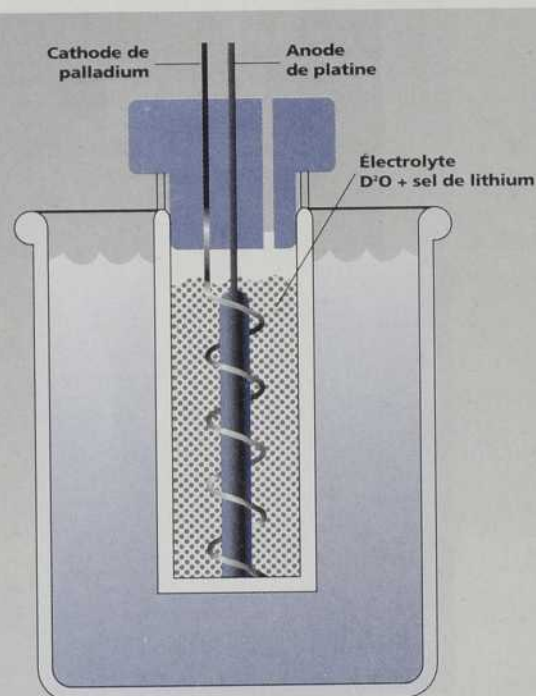
Entre-temps, Stanley Pons, le héros médiatique d'hier, a quitté l'Université de l'Utah dans la disgrâce. Il est allé rejoindre son collègue et ancien professeur Martin Fleischmann, quelque part en Europe, loin des projecteurs. « Ce n'était plus possible de continuer aux États-Unis, expliquera-t-il dans le cadre d'un reportage de CBC. Même nos enfants à l'école se faisaient harceler parce que leur père faisait de la mauvaise recherche, parce que j'avais dis-  
crédité l'université ! »

Il faut dire que le débat s'est rapidement déplacé dans l'arène idéologique. Avant de tourner en conflit ouvert.

Dès l'automne 1989, Douglas Morrison, du Laboratoire européen pour la physique des particules du CERN, à Genève, fait paraître dans *Physics Today* un vieux texte du chimiste Irving Langmuir sur la « science pathologique », c'est-à-dire l'étude en apparence très sérieuse de phénomènes qui n'existent pas. La description colle tellement à la fusion froide qu'elle devient rapidement l'illustration type de cette mauvaise science. Au moins trois livres vont paraître, en Grande-Bretagne et aux États-Unis, sur le « fiasco scientifique du siècle », comme l'écrira John Huizenga, physicien de l'Université de Rochester et l'un des auteurs du rapport du Département américain de l'énergie.

Le directeur du département de rédaction scientifique du Massachusetts Institute of Technology, l'ingénieur Eugene Mallove, sera le seul à rompre cette relative unanimité. En 1991, au moment où l'on s'apprête à fermer l'Institut de l'Utah et à tourner la page de la fusion froide aux États-Unis, Mallove publie *Fire From Ice*, une charge en règle contre l'establishment scientifique. L'ingénieur vient de découvrir que les données brutes publiées par sa propre institution, le MIT, ont été arrangées avant publication afin de masquer un léger excès de chaleur. « Je découvrais que les résultats négatifs les plus souvent cités à travers le monde, écrit-il, étaient en fait des résultats positifs ! » Outré, il démissionne de son poste.

Sur la prétendue fraude du MIT,



Le dispositif pour réaliser la fusion froide est assez simple. Dans un contenant d'eau lourde, on plonge deux électrodes. On ajoute une pincée de deutéroxyde de lithium pour rendre l'eau lourde conductrice. Après plusieurs centaines d'heures de fonctionnement, les atomes d'hydrogène fusionneraient pour donner de l'hélium tout en libérant de l'énergie.

Illustration : Uniel & Untel Inc.

rence annuelle sur la fusion froide, on prend la décision de fermer l'Institut.

« Son directeur, Fritz Will, était à l'origine un des plus ardents défenseurs de la fusion froide », dit Ashok Vijh, électrochimiste à l'Institut de recherche en électricité du Québec à Varennes et l'un des chercheurs qui ont tenté en vain de reproduire l'expérience en 1989. « Or, Fritz Will a montré que ses résultats positifs étaient dus à des erreurs de mesure. » Certains laboratoires ont également rapporté de la chaleur en excès, admet-il, mais cela serait dû à des réarrangements dans la structure du palladium. Un effet temporaire, très difficile à reproduire et sans grand intérêt commercial. « Même avec tout le palladium de la terre, on ne pourrait alimenter

l'argumentation de Mallove n'est cependant pas totalement convaincante. La rectification des données brutes pour corriger des erreurs connues des instruments de mesure est une pratique fréquente. Reste que le livre de Mallove frappe juste lorsqu'il fait le survol de près d'une centaine d'expériences ayant révélé l'existence d'un effet inexplicable. Peut-être pas de la fusion, admet-il, mais de quelque chose d'intrigant tout de même. Alors pourquoi les grandes revues scientifiques ont-elles refusé de publier presque tous ces résultats ? Et pourquoi refuse-t-on encore aujourd'hui de financer toute recherche sur cet effet mystérieux ?

Cette même année, l'industriel japonais Minoru Toyota, président de Toyota Corporation, vient à la rescousse de Fleischmann et Pons. IMRA, une filiale européenne de recherche du constructeur automobile, leur offre un laboratoire tout neuf dans le parc technologique de Sophia-Antipolis, près de Nice. À l'Université d'Hokkaido, à Sapporo, plusieurs équipes sont actives. Dès 1990, Todahiko Mizuno rapporte une production constante de chaleur excédentaire pendant 35 jours. Un an plus tard, Akito Takahashi affirme que ses cellules électrolytiques au palladium produisent de manière continue une chaleur représentant près de deux fois plus d'énergie que ce que le système reçoit. Takahashi publie ses résultats dans *Saïensu*, l'édition japonaise du *Scientific American*. Mais l'éditeur américain refuse l'article aux États-Unis, en réaffirmant en éditorial, en mai 92, que la fusion froide est « de la science pathologique ».

Les travaux de Takahashi vont bientôt être repris, avec succès, par l'équipe de Mike McKubre, du Stanford Research Institute, le seul laboratoire américain encore subventionné pour étudier la fusion froide (3 à 4 millions de dollars US par année, versés par EPRI, un consortium de recherche des grandes sociétés américaines de production d'électricité). L'énergie excédentaire est modeste, reconnaît McKubre — entre 1 % et 30 %, selon les cellules —, mais suffisante pour qu'on se penche sérieusement sur le sujet. D'autres chercheurs, qui s'entêtent à poursuivre leurs travaux à fonds perdus, vont bientôt confirmer les observations de McKubre : Edmund Storm à Los Alamos, John Bokris à l'Université A & M du Texas, Robert Bush à l'Université polytechnique de la Californie...

Ernest Criddle, du Centre scientifique et technologique en électrochimie de l'Université d'Ottawa,

## La controverse sur nos ondes !

**L**e 5 mars prochain, dans le cadre de l'émission *Découverte*, Radio-Canada diffusera la version française légèrement écourtée d'un reportage d'une heure sur la fusion froide produit l'année dernière par son réseau anglais (CBC) en collaboration avec la BBC de Londres.

Diffusée d'abord en Grande-Bretagne, cette émission a aussitôt relancé la controverse. Douglas Morrison, physicien du CERN et un des plus féroces détracteurs, a fait parvenir à la CBC, par télécopieur, un volumineux dossier, afin de convaincre la télévision canadienne de s'abstenir de diffuser « ce programme exceptionnellement mauvais et anti-scientifique ».

Ashok Vih, de l'IREQ, qui a vu l'émission, partage ce jugement. « Il y a beaucoup de propagande dans cette émission. Des entreprises qui viennent d'investir des millions dans cette technologie nous parlent de résultats spectaculaires. Mais il n'y a aucune donnée scientifique nouvelle. »

Ernest Criddle reconnaît que l'émission manque peut-être un peu d'esprit critique. « Certaines affirmations des promoteurs auraient mérité plus de nuances et les gens qui ne croient pas à la fusion froide n'ont peut-être pas obtenu un traitement équitable. Mais, dans l'ensemble, on y donne une vision assez juste des travaux en cours. En ce sens, c'est de la bonne télévision. »

Ernest Criddle, du Centre scientifique et technologique en électrochimie de l'Université d'Ottawa, n'a jamais abandonné les recherches sur la fusion froide. « Au Canada, je suis le dernier des Mohicans ! »



fait également partie de ce noyau d'irréductibles. En 1989, alors que toutes les équipes canadiennes faisaient chou blanc, il avait obtenu un léger excédent de chaleur et rapporté l'émission de quelques neutrons. Depuis, Ernest Criddle n'a jamais abandonné les recherches. « Au Canada, je suis le dernier des Mohicans ! » lance-t-il avec humour.

Ses cellules d'électrolyse deutérium-palladium ont produit de la chaleur avec une régularité rassurante : entre 30 % et 150 % de chaleur excédentaire par rapport à l'énergie électrique dissipée dans le système. Rien de très spectaculaire, reconnaît-il lui aussi, mais il y a un effet, c'est certain. « Il y a des réactions qui ne peuvent être expliquées par l'électrochimie classique. Ce qui se passe précisément, on ne le sait pas encore. C'est ce qui rend la recherche passionnante. »

C'est en octobre 1992, à la troisième conférence annuelle sur la fusion froide (ICCF-3), à Nagoya au Japon, que la course à la fusion froide reprend vraiment. D'abord, parce qu'on y rapporte tant de résultats positifs que l'existence d'un « effet étrange » paraît désormais indiscutable. Ensuite, parce que les pionniers de la fusion froide maîtrisent maintenant suffisamment le procédé pour que leurs résultats soient reproductibles. Ils ont compris, par exemple, que si le palladium comporte des micro-fissures, le dégagement de chaleur ne se produit pas. Et que si l'eau contient des traces de sodium (un contaminant presque inévitable), cela « tue » le système. Voilà pourquoi, disent-ils, tant de laboratoires ont rapporté des échecs au début.

Mais la vraie surprise de Nagoya, c'est l'annonce que de la chaleur en excès peut aussi être produite avec des électrodes de nickel poreux, dans un bassin d'eau ordinaire contenant différents sels. Pendant toute la durée de la conférence, la chimiste Reiko Nottoya, de Sapporo, fera du reste fonctionner une telle cellule dans le hall de la salle de conférence. Avec un rendement moyen de plus de 150 %, soutient-elle !

John Huizenga était sur place. Pour lui, la fusion du deutérium dans le palladium, sans radiations, demandait déjà de croire à trop de miracles. Mais la fusion de l'hydrogène est des millions de fois moins probable. « Les surprises sont fréquentes en science. Il faut savoir les reconnaître. Mais quand

## La course vers la fusion

**A**u moment de sa formation, l'Univers n'était qu'un immense nuage de protons, de neutrons et d'électrons baignant dans un rayonnement intense. Une véritable fournaise où protons et neutrons se heurtaient violemment, donnant naissance à des noyaux de deutérium (l'hydrogène lourd : un proton et un neutron). Puis la collision de ces atomes de deutérium a fait apparaître des noyaux d'hélium (deux neutrons et deux protons).

Mais l'Univers naissant est en expansion rapide. Les rencontres atomiques deviennent de moins en moins fréquentes. Jusqu'au moment où la force gravitationnelle fractionne ce nuage en expansion et entraîne d'immenses masses de ce gaz à se concentrer sur elles-mêmes. Au cœur de ces étoiles en formation, les collisions reprennent, créant un peu plus de deutérium, un peu plus d'hélium. Dans chaque cas, le produit final de ces collisions est moins massif que la somme de ses composantes. La différence s'envole en énergie. C'est ainsi que les étoiles se sont allumées.

Le deutérium est donc la matière première de la fusion thermonucléaire. Sur Terre, cet hydrogène lourd est plutôt rare. Mais même à raison d'un atome de deutérium par 6 500 atomes d'hydrogène dans l'eau, c'est déjà la surabondance : deux kilomètres cubes d'eau de mer contiennent assez de cet élément pour libérer par fusion plus d'énergie que l'ensemble de nos réserves de pétrole. Voilà repoussée de quelques milliards d'années la menace d'épuisement de nos ressources... à condition qu'on apprenne à maîtriser la fusion !

Hélas, si la pression gravitationnelle au cœur des étoiles suffit à propulser les noyaux atomiques les uns contre les autres, tel n'est pas le cas sur Terre. Comme tous ces noyaux sont de charge électrique positive, ils se repoussent au contraire avec force. Pour les contraindre à fusionner, il faudra chauffer le deutérium à des températures inouïes pour que la vitesse des noyaux atomiques puisse vaincre la « barrière » électrique et confiner ce gaz chaud au plus petit volume possible afin de favoriser les rencontres.

On l'a réussi une première fois, en 1948, en emprisonnant un peu d'hydrogène au cœur d'une bombe atomique. Ce fut la terrible bombe H. Depuis 40 ans, on tente d'y parvenir de façon moins explosive, en surcomprimant des gaz extrêmement chauds dans d'immenses chambres magnétiques. Des mégamachines de plusieurs milliards de dollars. Mais les réactions de fusion qu'on y provoque ne remboursent encore qu'une infime partie de l'énergie requise pour le chauffage et le confinement. Et cela ne dure que quelques minutes !

On comprendra le scepticisme des physiciens quand on leur a dit que cette fusion atomique pouvait se faire « spontanément », à température et pression ambiantes, dans certains types de métaux. En théorie, les noyaux de deutérium emprisonnés dans le palladium sont des milliers de fois trop éloignés pour que des rencontres s'y produisent. Et l'énergie fournie au système, des millions de fois trop faible pour vaincre la répulsion électrique.

Deutérium



Deutérium



Illustration : Untel & Untel inc.

autant de miracles sont requis en même temps, c'est la preuve qu'on est en pleine pathologie. »

Mais est-ce bien de la fusion ? Le procédé nickel-eau ordinaire a été développé par Randall Mills, un diplômé du MIT installé à Lancaster, en Pennsylvanie. Alors qu'il cherchait à résoudre certains problèmes théoriques de la physique des particules, Mills a proposé un nouveau modèle atomique et postulé l'existence d'une variante de l'hydrogène dont l'électron occuperait une orbite beaucoup plus près du noyau. Dans son article, publié à l'été 1991 dans *Fusion Technology*, il suggérait que l'énergie produite par les cellules d'électrolyse serait due non pas à la fusion, mais au passage de l'hydrogène d'un état atomique à l'autre.

Séduisante, la théorie de Mills n'explique toutefois pas les produits de fusion que plusieurs laboratoires prétendent

avoir trouvés. Ni les neutrons émis.

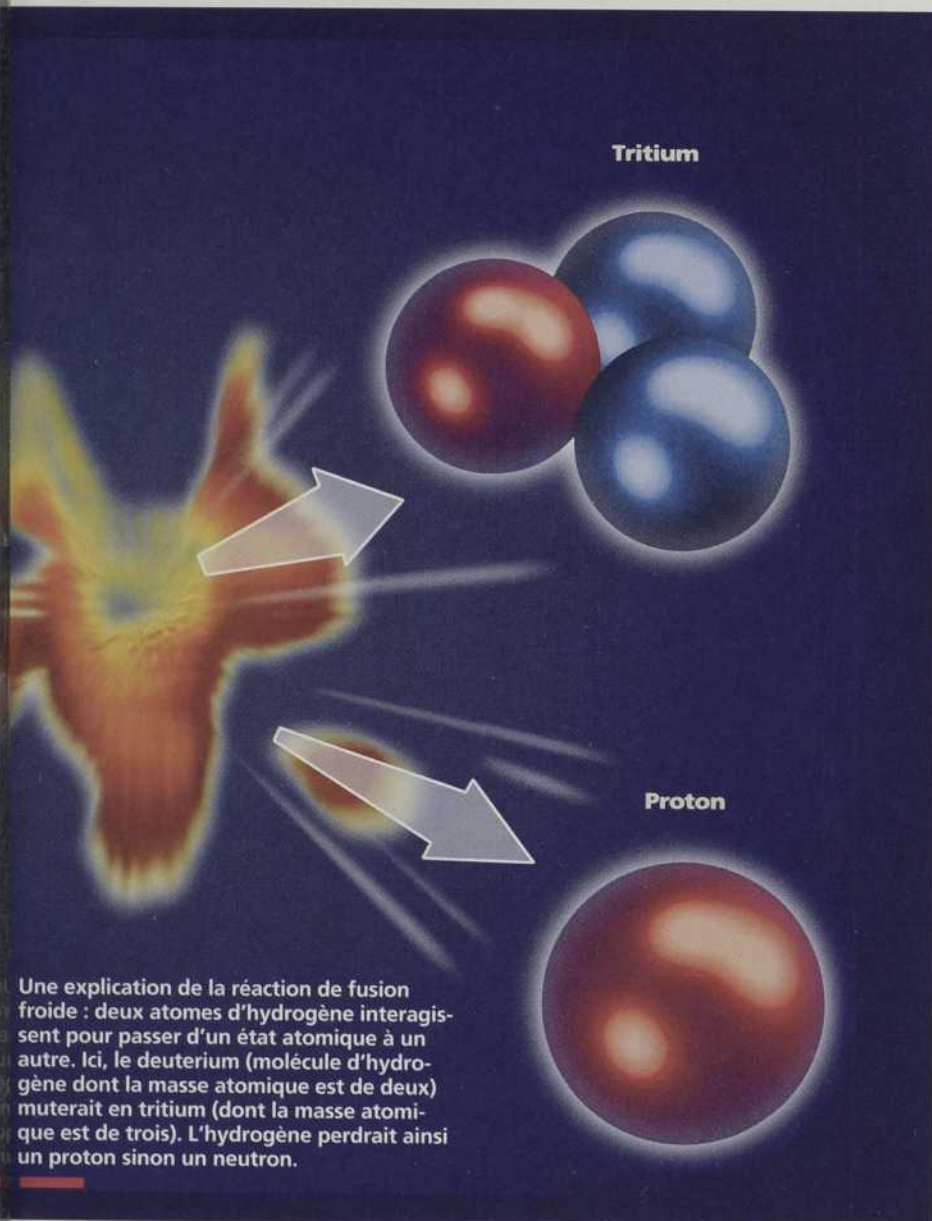
« C'est une autre caractéristique de la science pathologique que de faire appel à une panoplie de théories mutuellement exclusives, constate Douglas Morrison, du CERN. Il semble que les lois de la physique s'appliquent partout dans l'Univers, sauf dans les expériences que les prosélytes de la fusion froide mènent dans des structures métalliques. Et là, il semble que chaque expérience a ses propres lois ! »

Malgré le scepticisme, la conférence de Nagoya aura des répercussions immédiates. Au Japon, le ministère de l'Industrie (MITI) décide d'investir 30 millions de dollars US en trois ans dans le « Nouveau projet hydrogène ». Sony, Nippon Steel, Toshiba, Mitsubishi et quelques autres se joignent à Toyota. Aux États-Unis, la compagnie Thermacore se lance dans la production des cellules nickel-eau de Randall

Mills. Des investisseurs de l'Utah rachètent les demandes de brevets en cours d'étude pour quelques centaines de milliers de dollars. Leur entreprise, Eneco inc., annonce ensuite un programme de recherche de 25 millions de dollars US pour des recherches aux États-Unis et dans deux laboratoires de Russie.

En 1993, les recherches sur la fusion froide sortent finalement de l'ombre. Quelques revues scientifiques recommandent à leur ouvrir leurs pages. Le magazine *Popular Science* publie en août la première compte rendu favorable à paraître dans un média grand public depuis près de quatre ans. L'article est signé par Jerry Bishop, journaliste du *Wall Street Journal* honoré par les physiciens en 1989 pour sa couverture critique de l'affaire !

Ce retour du balancier ne convainc pas la majorité des scientifiques. « L'activité s'est simplement déplacée des laboratoires



Une explication de la réaction de fusion froide : deux atomes d'hydrogène interagissent pour passer d'un état atomique à un autre. Ici, le deutérium (molécule d'hydrogène dont la masse atomique est de deux) muterait en tritium (dont la masse atomique est de trois). L'hydrogène perdrait ainsi un proton sinon un neutron.

vers l'entreprise, dit Ashok Vijh, de l'IREQ. C'est là qu'on annonce maintenant les grands succès. Ces gens veulent susciter un engouement pour faire de l'argent vite. » Et les investissements massifs des Japonais ? « Ce que les Japonais veulent, c'est d'attirer chez eux les meilleurs spécialistes en électrochimie au monde. Peu leur importe si la fusion froide n'aboutit pas. Ils comptent sur d'autres retombées. »

Ernest Criddle ne partage pas le scepticisme de son collègue. Mais il reconnaît que, malgré le nouvel essor des recherches, les progrès réels ont été d'une désespérante lenteur. « Ça fera bientôt six ans qu'on y travaille et on est encore loin de la première application pratique. » Le problème vient, selon lui, de la faible efficacité de l'électricité dans le processus d'électrolyse. « Pour que le rendement d'une cellule approche celui d'une simple

plaque chauffante, il faudrait obtenir au moins 300 % de chaleur en excès. » Si certains chercheurs rapportent de tels rendements — Fleischmann, notamment —, c'est encore de manière occasionnelle, avec des systèmes fragiles et de faible puissance.

Ernest Criddle déplore la même absence de progrès du côté de la compréhension théorique du phénomène. Le mystérieux processus qu'il étudie ne deviendra donc pas, à court terme, la source d'énergie universelle et inépuisable qu'on annonçait en 1989. « Mais c'est quelque chose de très intéressant, du point de vue électrochimique. Et ça suffit pour me motiver. » ●

#### Pour en savoir plus :

Harry Collins et Trevor Pinch, « Le soleil dans une éprouvette, ou l'histoire de la fusion froide » dans *Tout ce que vous devriez savoir sur la science*, Seuil, 1994.



## LES DÉBROUILLARDS

Le magazine drôlement scientifique des 9 à 14 ans

vous propose en janvier :

**Ah ! comme la neige a neigé...**

Pluie, verglas, grêle et neige : la recette de la nature.

**Leur pays chaud... c'est chez nous**

À l'arrivée de l'hiver, le harfang des neiges s'en va dans le Sud... au Québec !

**Le rire, c'est sérieux !**

Ce que les scientifiques pensent de la rigolade...

**En plus**

3... 2... 1... **Partez !**, un cahier spatial de 16 pages conçu spécialement pour les astrodébrouillards !

Et en février

**Un zoo en hiver**

Que font les flamants roses, les éléphants et les tortues quand il y a de la neige ? Marie-Soleil Taugas fait son enquête.

**Qu'est-ce qu'un iceberg ?**

Tout sur l'iceberg, de son glacier natal à sa mort.

**En plus**

Une section spéciale sur les camps d'été, avec des renseignements sur l'équitation, le canoë-kayak, l'hébertisme, le fonctionnement d'une boussole et bien d'autres surprises qui vous feront rêver à l'été.

Et toutes les B.D., chroniques et jeux habituels !



**Les Débrouillards** est en vente dans tous les dépanneurs des chaînes **Proprio** et **Provi-Soir** ainsi que dans plusieurs kiosques à revues et librairies, au prix de 2,95 \$.

Pour s'abonner (1 an, 10 numéros, 27,30 \$), s'adresser à :

Magazine Les Débrouillards

25, boul. Taschereau, bureau 201

Greenfield Park (Québec) J4V 3P1

Commande téléphonique (carte de crédit indispensable) : (514) 875-4444/1-800-667-4444



par Raynald Pepin

## Amour, diamants et or

« Un diamant est éternel », dit le slogan de De Beers, la compagnie qui contrôle 80 % du diamant brut au monde. Mais les diamants sont plus qu'éternels, ils sont aussi mystérieux, fascinants et totalement séduisants.

**L**es bijoux et les pierres précieuses ne m'avaient jamais vraiment intéressé jusqu'à ce que je rencontre, pour les besoins de cet article, un gemmologue montréalais, Jocelyn Gonthier, qui m'a fait partager sa passion pour les pierres précieuses et les bijoux.

Le diamant est la pierre la plus précieuse, la plus connue et la plus chargée de signification. S'il est si précieux, c'est qu'il est rare et qu'il possède des propriétés uniques. Le diamant est le plus dur des matériaux connus et il est chimiquement inaltérable. Par contre, il brûle. Comme le graphite, il est constitué de carbone pur, mais a une structure plus compacte. Le diamant ne peut être produit qu'à des pressions très élevées : en usine, on en synthétise des petits (moins d'un quart de carat, soit 0,05 gramme) à une température dépassant 1 300°C et une pression supérieure à 60 000 fois la pression atmosphérique ! Cela dit, les diamants synthétiques coûtent presque aussi cher à produire que les diamants naturels.

L'extraction du diamant est un processus qui produit énormément de résidus. La teneur des très bons gisements ne dépasse pas un carat, soit 0,2 gramme, par tonne de roche. Un diamant d'un carat, dont le diamètre est d'environ 6 millimètres, nécessite l'extraction d'une centaine de mè-



Pierre-Paul Pariseau

tres cubes de roche ! Pour isoler les diamants, on broie la roche et on fait passer la poudre sur un tapis enduit de graisse. La graisse retient les diamants. « Jusqu'à 80 % des diamants extraits des gisements sont impropres à la joaillerie, dit Jocelyn Gonthier. Ces diamants sont utilisés dans l'industrie pour les travaux de coupe, de sciage, de forage et d'abrasion. »

Même à l'état brut, un diamant est brillant. En bijouterie, on le taille de façon à minimiser les pertes et à tirer profit de ses propriétés optiques. « On scie le diamant avec un mince disque métallique enduit d'huile et de poussière de diamant et tournant à plus de 3 000 tours par minute, explique le gemmologue. Il faut

compter plusieurs heures de travail pour un diamant d'un carat. On peut aussi tailler le diamant au laser, mais cette méthode entraîne de plus grandes pertes. À cause du risque d'erreur élevé, le clivage, qui consiste à casser le diamant selon des orientations précises, est une technique en voie de disparition. Il ne reste peut-être qu'une dizaine de cliveurs dans le monde. »

Si le diamant scintille et chatoie si joliment, c'est grâce à ses propriétés optiques uniques. Son indice de réfraction, à 2,42 en lumière jaune (1,50 pour le verre), est le plus élevé de tous les matériaux transparents. Sa surface réfléchit ainsi une proportion élevée de la lumière qui le frappe, soit

au moins 17 % contre 4 % pour le verre.

Cette propriété confère aussi au diamant un angle critique faible. Si la lumière, une fois à l'intérieur du diamant, arrive à une interface avec un angle de plus de 24° par rapport à la perpendiculaire, elle est entièrement réfléchie — c'est ce qu'on appelle la « réflexion interne totale ». On taille donc les diamants de façon à ce que la lumière pénétrant par la face supérieure se réfléchisse successivement sur deux ou trois des facettes de la culasse (la partie inférieure) puis ressorte par le dessus dans diverses directions. « Si le diamant est mal taillé ou s'il est trop court, la lumière pénètre avec un angle inférieur à 24° et sort par la culasse. Donc, le diamant scintille moins », explique Jocelyn Gonthier.

Le diamant décompose également la lumière comme un prisme. Les différentes couleurs sont réfractées très différemment parce que l'indice de réfraction du diamant varie de 2,41 pour la lumière rouge à 2,45 pour la violette tandis que pour le verre, la variation n'est que de 0,02. Cette forte dispersion engendre des scintillements colorés.

Comment peut-on distinguer un diamant d'une imitation de verre, de plastique ou d'un autre matériau ?

Il existe différents tests physiques pour évaluer la dureté et la conductivité thermique.

Mais, même après 25 ans de métier, Jocelyn Gonthier admet qu'il ne se risquerait pas à effectuer ce test à l'œil nu !

« Tous les diamants comportent des défauts, parfois très légers : micro-fissures, nuages, carbone non cristallisé, etc. Au microscope, ces défauts deviennent évidents. Par contre, il n'y a pas de moyen fiable à 100 % pour distinguer le diamant naturel du diamant synthétique. »

Afin de pouvoir les porter sur une bague, un collier, une boucle d'oreille, on sertit les diamants dans une monture. Généralement, le bijou est en or : on ne sert quand même pas du caviar dans un bol de plastique !

L'or pur est jaune, car la structure de ses niveaux d'énergie est telle que l'or réfléchit moins le bleu que le jaune et le rouge. En comparaison, l'argent réfléchit égale-

**Un gramme d'or peut être étiré pour donner un fil de plusieurs kilomètres de longueur ou battu pour former des feuilles d'or de près d'un mètre de côté et d'un dixième de micromètre d'épaisseur ! À cause de cette tendreté, un bijou n'est jamais constitué d'or pur, mais plutôt d'un alliage, avec de l'argent, du cuivre ou du nickel.**

ment toutes les longueurs d'onde du spectre visible et apparaît « blanc ».

La valeur de l'or provient de sa rareté, mais aussi du fait qu'il est le seul métal à résister à la corrosion. Tous les autres métaux s'oxydent, du fer qui rouille à l'argent qui noircit en passant par le cuivre qui verdit. L'atome d'or, lui, réagit peu chimiquement, car bien qu'il possède un électron extérieur célibataire (couche 6s), cet électron est fortement lié au noyau.

Comme les diamants, l'or ap-

paraît en concentrations très faibles, même dans un filon.

« Dans les gisements du nord-ouest du Québec, la teneur va de 0,1 à 0,3 once d'or (de 3 à 9 grammes) par tonne de minerai », précise Hélène Baril, de la compagnie minière Cambior. La production mondiale dépasse 2 000 tonnes d'or par année. Regroupés ensemble, les déchets accumulés annuellement constitueraient une petite montagne d'au moins 600 mètres de haut.

Un gramme d'or peut être étiré pour donner un fil de plu-

sieurs kilomètres de longueur ou battu pour former des feuilles d'or de près d'un mètre de côté et d'un dixième de micromètre d'épaisseur ! À cause de cette tendreté, un bijou n'est jamais constitué d'or pur, mais plutôt d'un alliage, avec de l'argent, du cuivre ou du nickel. Le terme « carat » décrit la proportion d'or contenue dans le bijou et n'a rien à voir avec la masse totale du bijou. De l'or pur correspond à 24 carats. Un anneau constitué d'or à 18 carats contient 75 % d'or et 25 % d'autres métaux.

Dans le plus extravagant des cas, l'or peut même être utilisé pour la pâtisserie de luxe, par exemple pour décorer les gâteaux Opéra, confirme Jacques Gaudreau, de l'Institut d'hôtellerie du Québec. Manger de l'or pour la Saint-Valentin ? C'est une folie, vrai, mais l'amour n'est pas tellement plus rationnel ! ●

# Le camp-école en biotechnologies 1995

**Stage de formation et de sensibilisation du 25 juin au 9 juillet 1995**

Le Cégep de Rivière-du-Loup vous invite à vivre et à partager une expérience hors de l'ordinaire en vous présentant son camp-école en biotechnologies, une initiative unique au Québec.

Du 25 juin au 9 juillet 1995, initiez-vous aux sciences et aux techniques biologiques de pointe dans un contexte de vacances.

Ce projet reçoit l'appui de la Fondation du Collège de Rivière-du-Loup. Il est également rendu possible grâce à l'implication de l'entreprise pharmaceutique Merck Frosst.

Un contenu scientifique à la mesure de vos aspirations, des expériences captivantes en laboratoire, des visites scientifiques, un programme original d'activités socioculturelles et touristiques.

**Frais d'inscription : 50<sup>000</sup>**  
(non remboursable en cas de désistement)

**Frais de participation : 475<sup>000</sup>**  
(incluant les frais de séjour, de pension et de participation aux activités)

**Date limite d'inscription : 5 mai 1995**

Pour en savoir plus sur les critères d'admissibilité ou pour obtenir notre dépliant d'information :

**Camp-école en biotechnologies**  
**Cégep de Rivière-du-Loup**  
a/s Madame Nicole Saint-Pierre  
80, rue Frontenac, Rivière-du-Loup (Québec) G5R 1R1

**Téléphone : (418) 862-6903, poste 240**  
**Télécopieur : (418) 862-4959**



par Danielle Ouellet

# Guerre et paix, le roman de Sakharov

Scientifique détaché puis pacifiste convaincu,  
Andreï Sakharov est le pur reflet de son époque.

L'explosion de bombes atomiques à Hiroshima et à Nagasaki a marqué la fin de la Seconde Guerre mondiale. Elle a aussi donné le départ à une formidable course à l'armement nucléaire entre Soviétiques et Américains. Au cœur de cette guerre nouveau genre, la guerre froide, se trouve un groupe de scientifiques, avec leurs découvertes, leurs certitudes et leurs doutes. Parmi eux, Andreï Sakharov, l'un des plus illustres représentants de sa génération. Père de la bombe H, Sakharov deviendra l'un des plus sévères critiques du régime communiste et obtiendra en 1975 le prix Nobel de la paix. Mais il paiera cher sa dissidence.

Le matin du 7 août 1945, en se rendant à la boulangerie, Andreï Sakharov s'attarde quelques instants pour jeter un coup d'œil sur un journal affiché sur un panneau. Une nouvelle le cloue littéralement sur place : la veille, une bombe d'une puissance de 20 mégatonnes a été lancée sur Hiroshima. En quelques secondes, le jeune physicien de 24 ans comprend mieux que tout autre que son destin, et même celui de toute l'humanité, vient d'être dramatiquement modifié :

« Quelque chose de neuf et de terrible venait de faire irruption dans la vie, écrira-t-il, et cela provenait de la science la plus haute, la science devant laquelle je m'inclinai. »

Dès sa tendre enfance, Sakharov est fasciné par les expériences scientifiques que son père, professeur de physique, réalise dans son laboratoire. Il les considère comme des « miracles aveuglants ». Et très tôt, il rece-



Gorki, URSS, janvier 1980. Andreï Sakharov avec Elena Bonner. C'est elle qui mènera une campagne internationale pour libérer le savant du joug soviétique.

va à la maison une formation originale où se succèdent des enseignants de toutes les disciplines. Sakharov attribuera d'ailleurs les difficultés de communication et de socialisation qu'il éprouvera tout au long de sa vie à cette période de relatif isolement. Par contre, l'enseignement individualisé lui permet d'avancer rapidement et de développer une grande indépendance d'esprit.

L'enfance de Sakharov, c'est aussi l'ambiance tragique, cruelle et terrifiante des purges staliennes des années 30 où plusieurs de ses oncles et cousins seront arrêtés et même fusillés.

À 20 ans, en 1941, Sakharov poursuit ses études en physique à l'Université de Moscou. À la surprise générale, Hitler, que l'on croyait l'allié de Staline, attaque l'URSS en juin. Au cours de l'été, Andreï répare les radios de l'armée et réalise son premier

travail de recherche indépendant : un « prototype expérimental de sonde magnétique permettant de retrouver des éclats d'acier dans le corps des chevaux blessés ».

À l'automne, les étudiants sont évacués par train vers Kechi, une zone moins dangereuse. C'est pendant ce trajet de 10 jours qu'il s'initie à la mécanique quantique et à la théorie de la relativité. Une fois sur place, les professeurs sont peu nombreux tandis que les étudiants, continuellement affamés, vivent dans l'angoisse. Le nombre d'années d'études est réduit de cinq à quatre, car l'armée a un besoin urgent de chercheurs et de techniciens.

Quant à la formation en physique, elle souffre encore des attaques dont elle a été victime à la fin des années 30 et qui avaient contraint plusieurs universitaires compétents à démissionner.

Le principal reproche qu'on leur faisait : leur adhésion à la « théorie antimatérialiste de la relativité ». Andreï Sakharov termine son cours à l'été 42 et, bien qu'on lui offre de s'inscrire au doctorat, il choisit de participer activement à l'effort de guerre.

Après un séjour de plus de deux ans dans une cartoucherie où il met au point un appareil pour détecter les fissures dans les balles de calibre 14,5 mm, Sakharov est convoqué à Moscou pour étudier sous la direction d'un physicien célèbre, I.E. Tamm. Ravi de se consacrer à la science fondamentale, il se plonge dans la physique théorique avec passion.

Sakharov connaît depuis 1939 la possibilité d'une réaction en chaîne. Par contre, il ignore tout des recherches secrètes entreprises à Los Alamos, aux États-Unis, pour la fabrication d'une bombe atomique. Ce n'est qu'à la lecture d'un article dans une revue anglaise, en 1945, qu'il repense au sujet. Il y apprend la destruction en Norvège de réserves d'eau lourde destinées à la fabrication d'une bombe extraordinaire basée sur la fission du noyau de l'atome d'uranium, appelée « bombe atomique ». Peu de temps après, il apprend avec horreur son utilisation par les Américains.

Sakharov poursuit ses recherches et propose de nouvelles méthodes pour fractionner les isotopes. Dès la fin de 1946, le général Zverev, informé de ses succès scientifiques, l'invite à se joindre à son groupe de chercheurs pour travailler dans des conditions de rêve, avec les meilleures bibliothèques et les

Photos tirées de Mémoires, la biographie de Sakharov

# POURQUOI CHOISIR L'UNIVERSITÉ LAVAL POUR VOS ÉTUDES DE 2<sup>e</sup> ET 3<sup>e</sup> CYCLES ?

Pour le savoir : (418) 656-2464 ou 1-800-561-0478

Des professeurs  
chercheurs  
chevronnés  
qui partagent  
leur savoir

Des programmes  
de formation  
adaptés aux  
nouveaux besoins

Des programmes  
importants  
de bourses et de  
soutien financier

Une université  
complète  
dans un milieu  
stimulant

Des liens  
étroits avec  
l'entreprise privée  
et le marché  
du travail



 UNIVERSITÉ  
LAVAL

*Faculté des  
études supérieures*

LE SAVOIR DU MONDE  
PASSE PAR ICI

Renée Cloutier, professeur  
Faculté des sciences de l'éducation  
Denis Bélanger, étudiant  
Maîtrise en administration des affaires

Dinh N. Nguyễn, doyen  
Faculté des études supérieures  
Annik Delagrave, étudiante  
Doctorat en génie civil

Bastien Bouchard, étudiant  
Maîtrise en communication publique

Pavillon Jean-Charles Bonenfant, Québec, Canada G1K 7P4

plus grands accélérateurs. De plus — argument suprême —, on lui propose de régler son problème de logement.

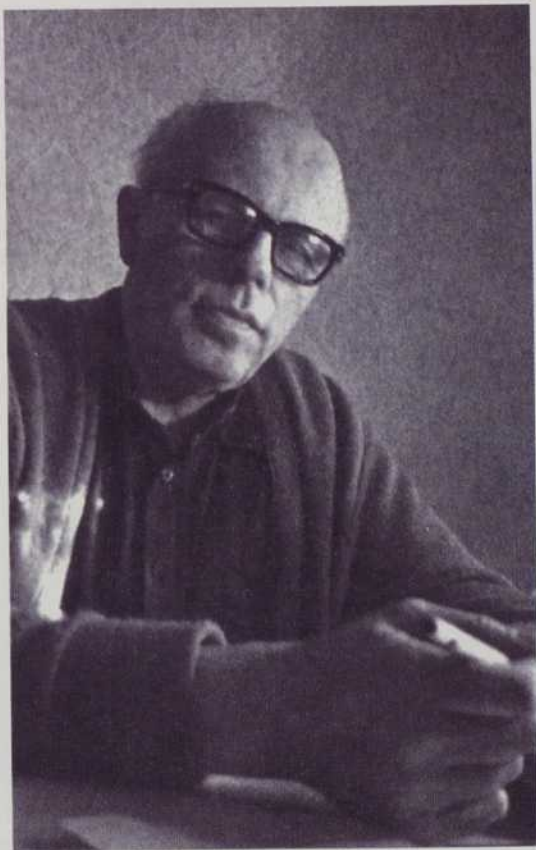
Sakharov vit alors avec sa jeune épouse et ses parents dans une chambre d'hôtel bruyante, à la merci de propriétaires imprévisibles et susceptibles de les expulser à tout moment. Mais Sakharov décline l'offre, préférant continuer ses recherches théoriques. L'année suivante, lors de la soutenance de sa thèse de doctorat, il refuse de nouveau une proposition semblable, provenant de Kourtchakov, le numéro un de la science soviétique.

La fois suivante, on ne lui demande plus son avis. En 1948, Tamm annonce à ses élèves Sakharov et Belenkov, ébahis, qu'à eux trois ils sont chargés d'étudier les possibilités théoriques et pratiques de fabriquer une bombe à hydrogène ! Les Sakharov se voient, en prime, attribuer une pièce de 14 mètres carrés dans un immeuble où une dizaine de familles se partagent un corridor chauffé au bois. Même sans table de cuisine, sans salle de bain et avec des toilettes communes, l'amélioration est de taille.

Cette enrôlement forcé marque pour Andreï Sakharov le début de 20 ans de recherches secrètes sur l'armement thermonucléaire. Après les horreurs de la guerre, Sakharov et ses collègues partagent l'intime conviction que leurs travaux sont absolument indispensables. Andreï se voit comme un « soldat de la guerre scientifique et technique ». Les expressions équilibre stratégique et équilibre de la terreur vont bientôt devenir des termes familiers sur lesquels il s'appuie en cas de doute. Pour décrire son travail scientifique, Sakharov reprendra l'expression

du père de la bombe atomique, Enrico Fermi : « C'était de la superbe physique. »

En août 1949, soit quatre ans après leurs rivaux de l'Ouest, les Soviétiques consacrent la course aux armements avec l'explosion de leur première bombe atomique. Mais l'Ouest a déjà un autre projet en marche : réaliser une bombe à hydrogène, encore plus



destructrice. Alors que dans une bombe atomique, le noyau d'atomes lourds comme l'uranium est fissionné, une bombe à hydrogène implique une réaction de fusion. Les noyaux d'hydrogène s'écrasent les uns contre les autres avec un intense dégagement de chaleur, comme les réactions dans le Soleil.

Sakharov s'attaque rapidement au problème, et les solutions qu'il propose lui valent d'être admis, en 1950, dans la Mecque de la recherche nucléaire en Union Soviétique, un immense laboratoire connu sous le nom de code « Installation ».

L'Installation est une ville ultrasecrète et entourée de barbelés. Les distractions sont inexis-

tantes, et on ne badine pas avec la sécurité : une dactylo qui avait omis d'enregistrer un feuillet sur lequel Sakharov avait demandé un calcul s'est vu imposer une peine de plus d'un an de détention, bien que le calcul ait été effectué. Et le chef de service de la dactylo, après une conversation à ce sujet avec ses patrons, a choisi de se suicider ! Cela dit,

les conditions de vie y sont meilleures qu'à la ville et, au bout de six mois, lorsque l'épouse et les deux fillettes de Sakharov sont autorisées à le rejoindre, la famille se voit attribuer un logement de trois pièces : « C'est sans doute la première application pacifique de l'atome », ironise madame Sakharov.

La bombe H, appelée familièrement « l'engin », devient pendant trois ans la préoccupation constante de Sakharov. Le jour de son essai, il ne tient plus en place. D'autant plus que les autorités politiques ont déjà annoncé au monde entier qu'elles possédaient leur bombe à hydrogène ! Le 1<sup>er</sup> août 1953, Sakharov assiste à l'explosion : « Le pied du

champignon était d'une grosseur invraisemblable en regard de ce que nous avions l'habitude de voir sur les photographies d'explosions atomiques ordinaires. » Heureusement, un de ses collègues, un empêcheur de tourner en rond, avait exigé à la dernière minute un plan d'évacuation des villages avoisinants. La première bombe H américaine, elle, explosa huit mois plus tard.

Le travail de Sakharov est salué comme un véritable exploit patriotique. Au cours des années qui suivent, tout en perfectionnant « l'engin », le père de la bombe H entame cependant une réflexion sur les dangers des essais thermonucléaires. Fort de sa nomination à l'Académie des

sciences et de ses nombreuses décorations, il tente à plusieurs reprises — mais sans succès — de convaincre les autorités d'arrêter les essais. Il révisé toutes ses idées, s'intéresse à la génétique et tente de dénombrer toutes les victimes potentielles des retombées radioactives. Les chiffres sont ahurissants, mais le pouvoir politique boude ses recommandations. Khrouchtchev lui-même s'emporte publiquement contre Sakharov, l'enjoignant de ne pas se mêler de ce qui ne le regarde pas.

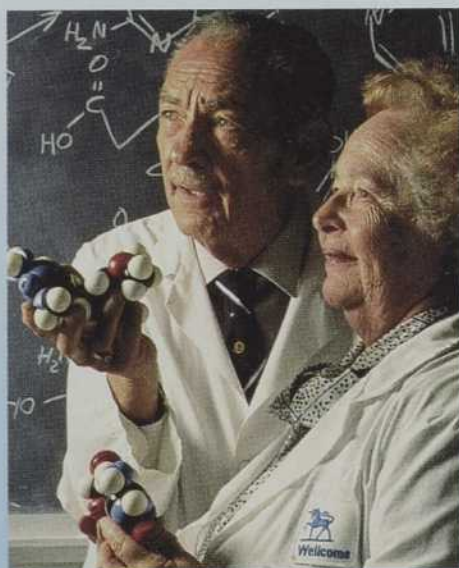
En 1968, Sakharov va trop loin. Son texte *Réflexions sur le progrès, la coexistence pacifique et la liberté intellectuelle* a atteint l'Occident. Cet appel à la conscience des scientifiques, cette critique virulente du régime soviétique, est même publié dans le *New York Times*. Expulsé de l'Installation, il reprend ses recherches théoriques à l'université tout en continuant d'appuyer diverses causes en faveur de la paix et de la liberté. Ses prises de position lui valent, en 1975, le prix Nobel de la paix. Sauf qu'il n'est pas autorisé à quitter l'URSS pour le recevoir.

Cinq ans plus tard, après s'être prononcé contre la présence de son pays en Afghanistan au cours d'une entrevue avec un journaliste américain, Andreï Sakharov est privé de ses titres et de ses décorations, expulsé de Moscou vers la ville de Gorki et interdit de tout contact avec l'étranger. Malgré son appel aux scientifiques soviétiques, personne, en URSS, ne prend sa défense. Il sera libéré six ans plus tard et mourra en décembre 1989. Le mur entre l'Est et l'Ouest venait tout juste de tomber. ●

#### Pour en savoir plus :

*Atlas du nucléaire civil et militaire*, par Gérard Chaliand et Michel Jean. Éditions Payot et Rivages, Paris, 1993, 156 p.  
*Mémoires*, par Andreï Sakharov. Éditions du Seuil, Paris, 1990, 808 p.

# Fiers de notre passé Totalemtent orientés vers l'avenir



Dr George Hitchings LAURÉATS DE PRIX NOBEL Dr Gertrude Elion

Parmi les rares prix Nobel de médecine attribués à des chercheurs de l'industrie pharmaceutique, pas moins de cinq l'ont été à des chercheurs associés à Burroughs Wellcome.

Chez Burroughs Wellcome, on cherche maintenant à trouver de meilleurs traitements contre le cancer pulmonaire et le cancer du sein, l'épilepsie, les affections cardio-vasculaires, ainsi que l'infection au VIH et l'herpès.

Burroughs Wellcome s'efforcera en outre d'être un générateur clé de données de recherche clinique sur de nouveaux médicaments destinés au marché mondial.



**Burroughs Wellcome**

KIRKLAND, QUÉBEC, CANADA



© Burroughs Wellcome Inc. 1994 CCPP

## Québec Science facile à consulter



**La reliure Québec Science a belle apparence. De plus, elle est solide, pratique, facile d'entretien.**

Un grand nombre (84,7 %) des abonnés de *Québec Science* disent qu'ils conservent leur magazine\*. La reliure est l'outil idéal pour garder intacts vos *Québec Science* et retrouver rapidement les dossiers, articles ou chroniques qui vous intéressent.

Chaque reliure peut contenir 12 numéros de *Québec Science*.

\*Enquête QS-CREST, mai 1991



### Tarifs

1 reliure : 10,75 \$

3 reliures : 25,97 \$

5 reliures : 37,96 \$

TPS, TVQ et frais d'expédition inclus pour le Canada)  
/veuillez prévoir environ quatre semaines pour la livraison.  
Cette offre expire le 31 mars 1995.

**Je désire recevoir** \_\_\_\_\_ **reliure(s) au prix de** \_\_\_\_\_

Nom \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_ app. \_\_\_\_\_

Ville \_\_\_\_\_ Province \_\_\_\_\_

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

☐ Chèque ☐ Mandat-poste ☐ Visa ☐ MasterCard

Chèque ou mandat-poste à l'ordre de Québec Science

N° de carte \_\_\_\_\_ Date d'expiration \_\_\_\_\_

Signature \_\_\_\_\_

Détachez et expédiez à Québec Science, C.P. 250, Sillery (Québec) G1T 2R1

# A-t-on tué Marie-Victorin?

La Thèse, par Robert Gagnon. Éditions Quinze, 1994, 234 p., 17,95 \$.

« Il était onze heures quarante quand Robert Gagnon tomba sur cette histoire de thèse... »

Sans perdre une minute, cet historien de l'École Polytechnique de Montréal — il a signé l'histoire « officielle » de l'institution publiée en 1991, chez Boréal — s'est lancé sur la piste d'une fascinante querelle d'intellectuels mettant aux prises plusieurs savants de l'époque, dont le frère Marie-Victorin, fondateur du Jardin botanique de Montréal. Ficelée par une intrigue romanesque captivante, son enquête dans les tréfonds des archives institutionnelles de l'École Polytechnique et de l'Université de Montréal a été couronnée du prix Robert-Cliche 1994.

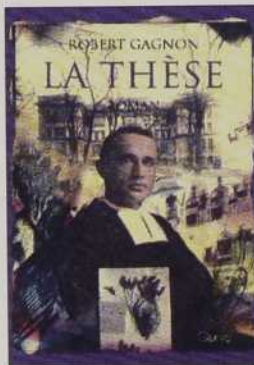
À 50 ans de distance, le li-

mier fait revivre la frustration du premier candidat au Ph. D. d'une université canadienne-française, Jacques Rousseau, qui s'est vu refuser la mention d'honneur.

Une lettre d'injures déclenche les hostilités au centre desquelles se retrouvent Marie-Victorin et Jacques Rousseau. L'issue ? On ne vous la révélera pas. Il faut lire.

*La Thèse* se base sur trois anecdotes qui ont eu un retentissement variable dans le milieu universitaire montréalais des années 30 et 40.

D'abord, la saga de la thèse sur l'*Astragalus*. Une thèse acceptée puis refusée puis accep-



tée de nouveau à la suite d'une décision du conseil de l'Université. Son auteur : un botaniste prometteur, Jacques Rousseau (Jacques Dumouchel dans le roman). Puis la mort subite du directeur de l'École Polytechnique le 21 avril 1938 et, enfin, celle du Frère Marie-Victorin, le 15 juillet 1944, dans des circonstances étranges.

Parmi les grands moments du livre : la reconstitution de la soutenance de la thèse, l'instant où l'historien — qui se met en scène sous le nom de François Cournoyer — tente, en mangeant un *souvlaki*, d'expliquer à son copain archi-

viste les détails de la querelle et, enfin, les pages où quatre botanistes partent à la recherche de la dernière herborisation du frère Marie-Victorin.

Ce roman, le premier à mettre en trame de fond le milieu universitaire québécois des années 30, révèle les débuts de l'institution, mais également le travail des historiens, qui vivent parfois des frissons rétroactifs d'une grande intensité au fin fond des bibliothèques...

Si le roman dissimule mal certaines maladresses sur le plan de l'écriture — c'est la première incursion de Robert Gagnon dans le monde de la fiction —, l'ensemble devrait plaire énormément aux amateurs de sciences.

Mathieu-Robert Sauvé

## CD-ROM

### Isaac Asimov's The Ultimate Robot

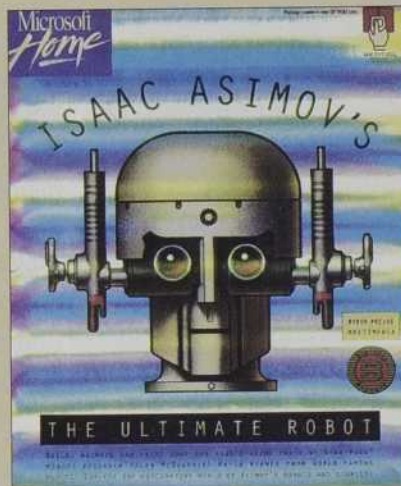
Microsoft. Plateforme : Macintosh. Prix : 99,95 \$.

Isaac Asimov a inventé le terme « robotique » en 1939 et l'a popularisé dans ses articles scientifiques et ses œuvres de science-fiction. Le CD-ROM *Ultimate Robot*, qu'il a produit avec Byron Preiss Multimedia et Microsoft Home, vulgarise ce sujet complexe.

Ce CD-ROM est divisé en huit sections : robotique, CinéRobots, chronologie de la robotique, œuvres d'Asimov, etc. Malheureusement, les icônes de ces sections n'ont pas d'étiquette. Pour s'y retrouver, il faut les sélectionner l'une après l'autre au hasard, se servir de la fonction « aide » ou consulter le manuel d'instructions. Cependant, cet inconvénient mineur n'arrêtera certainement pas quiconque s'intéresse aux robots.

À la section « robotique », on explique les principes du mouvement d'un robot, les fondements de la robotique, les robots industriels, etc. Tout en lisant sur un sujet sélectionné dans une fenêtre à gauche de l'écran, on peut examiner un dessin détaillé à la droite de l'écran. Des flèches permettent de poursuivre la lecture ou de revenir en arrière. On peut fouiller dans la section ouverte un type de texte particulier ou une série de mots à l'aide de la commande « rechercher ».

La section CinéRobots présente des extraits de films dans lesquels les robots jouent un rôle important. Par exemple, *Métropolis*, *La Planète interdite*, *2001 : Odyssée de l'espace* ou *La Guerre des étoiles*. Chaque extrait est accompagné de renseignements sur le film (acteurs, directeur, synopsis, etc.) et d'explications sur le rôle des robots. Les extraits sont un peu courts — une vingtaine de secondes —, mais l'ensemble est intéressant.



On peut également visionner des films d'animation assistée par ordinateur qui ont remporté des prix, de même qu'un vaste choix de robots : robots industriels, robots utilisés dans l'espace, véhicules robotiques, robots utilisés dans les expériences de réalité virtuelle, etc. Cela dit, les images sont plutôt floues et souvent trop petites et trop foncées.

Une section offre une cinquantaine des meilleurs récits d'Asi-

mov avec une reproduction des couvertures de ses ouvrages. Une autre, des vidéos de ses interviews sur la robotique, l'intelligence artificielle, les voyages dans l'espace et la science-fiction. Des *hot-links* inclus dans les textes d'Asimov et dans les descriptions vidéo permettent aux lecteurs de passer directement aux sujets correspondants dans les articles, aux définitions du glossaire ou à des événements de la chronologie.

Dans la section « robotoids », on peut construire et animer ses propres robots. Une fois les robots terminés, on peut les imprimer à 100 %, 50 % ou 25 % du format qui apparaît sur l'écran.

*The Ultimate Robot* constitue une excellente introduction au fonctionnement des robots et à leur utilisation actuelle et future.

Claude Marcil

## Guide d'accès à Internet

Comment et avec quel outil accéder à l'Internet, ce réseau électronique grâce auquel on peut tout autant écrire au président américain qu'aux fans de *Star Trek*. *Québec Science* vous propose le mois prochain un guide pratique pour gagner cette autoroute électronique. Par la même occasion, nos reporters exploreront comment le milieu scientifique québécois profite de l'actuelle révolution informatique.

*Un dossier de Jean-Hugues Roy et André Bélanger*

### La revanche des microbes

Virus et bactéries sont de plus en plus coriaces. Et les médecins doivent prescrire des antibiotiques de plus en plus puissants. Ce qui n'est pas sans inquiéter : en effet, que se passera-t-il quand l'arsenal des antibiotiques sera devenu inefficace ?

*par Monique Guilbeault et Claude Marcil*

### Dans la ligne de MIR

En primeur : une visite du complexe orbital *MIR* à l'aide de photographies spectaculaires. Un aperçu de la vie quotidienne à l'intérieur de cette station spatiale utilisée par les Russes et les Américains.

*par Claude Lafleur*

## DE LA RECHERCHE FONDAMENTALE À LA THÉRAPEUTIQUE

Grâce au savoir-faire et à l'expertise de ses chercheurs, à ses équipements de pointe, à la qualité de la formation qu'on y dispense, le Centre de recherche du CHUL offre un milieu unique au Québec où la recherche fondamentale et appliquée ainsi que le partenariat sont favorisés.

Le Centre de Recherche du CHUL

**À LA POINTE DE LA RECHERCHE  
BIOMÉDICALE DANS LE MONDE**

Centre de  
recherche  
CHUL

par Gilles Drouin

# Français et science : un rendez-vous manqué ?

**P**rofesseur à l'Institut des traducteurs et interprètes de Bruxelles, Daniel Blampain dirige un département de recherches spécialisé dans l'étude de la néologie et de la terminologie du français en tant que langue des sciences et des techniques dans un contexte multilingue.

Collaborateur pendant plus de 20 ans de l'illustre grammairien Joseph Hanse, il a travaillé activement à la troisième édition du *Nouveau dictionnaire des difficultés de la langue française moderne*. Selon lui, il ne faudrait que quelques bouffées d'air frais dans les corridors de l'Académie française pour réanimer notre langue sur le plan international et scientifique. Plaidoyer pour une langue vivante et agitée.

**Québec Science : Lors de la présentation du nouveau Hanse, vous avez souligné qu'il était né d'un esprit contestataire. Qu'entendiez-vous par là ?**

**Daniel Blampain :** Joseph Hanse était contre le français unitaire, contre le français académique. Il n'aimait pas les puristes. La thèse de Hanse est qu'il n'y a pas une seule langue française mais plutôt un français pluriel. C'est pourquoi la plupart des articles contenus dans le Hanse sont des articles de motivation et d'explication de la langue. Mon expérience de la pédagogie m'a appris qu'une langue ne s'impose pas. Une langue, on se l'approprie. L'arbitraire de la langue n'en favorise pas la maîtrise. Bien sûr, une langue est complexe, mais le Hanse montre justement qu'il est possible de surmonter cette complexité et même de l'apprendre dans le plaisir. Il faut découvrir ce plaisir de la langue. Par exemple, en jonglant avec les sujets, les ver-



Guido Marcon

bes et les compléments pour trouver dix façons différentes de dire la même chose. Jongler avec la langue, c'est se l'approprier. Malheureusement, les académiciens français n'ont jamais voulu nous laisser avoir le sentiment d'être les propriétaires de la langue française.

**QS : La langue française est-elle vraiment en mesure de rendre compte de l'activité scientifique ?**

**DB :** Le français souffre d'être considéré comme une langue de culture ou comme une belle langue. Je crois que c'est une image restreinte. La langue française n'est pas inférieure à la langue anglaise pour traduire les réalités des sciences et des techniques. En terminologie, on constate que nous sommes capables de rendre compte dans notre langue des plus grands concepts scientifiques. D'une langue à l'autre, le découpage notionnel n'est pas le même, mais nous

avons à notre disposition des termes dans les différentes langues qui permettent de dire les mêmes choses.

**QS : On a parfois l'impression que la langue anglaise permet plus de libertés...**

**DB :** Si l'anglais est tellement souple, c'est parce qu'il est cultivé. À cause d'une idéologie de la langue française centralisatrice et unitariste, nous avons pris un certain retard. Le français a maintenant une image

de langue inerte dans le domaine des sciences et des techniques. Nous nous heurtons aussi au manque de tolérance des gens qui détiennent la langue française. Il y a une sorte d'image de difficulté de la langue, encouragée par les Français, qui fait qu'il est devenu impossible de la parler sans le complexe de la faute. Je crois que c'est un des facteurs de perte de vitesse de la langue française, outre les facteurs prédéterminants comme le passage de toute l'activité scientifique, du moins de la grande documentation scientifique, aux États-Unis.

**QS : Quel est l'avenir du français comme langue de communication scientifique ?**

**DB :** Nous ne pouvons pas espérer que le français remplacera l'anglais d'ici dix ans. Les jeux sont faits. Mais il ne faut pas avoir une attitude fataliste en la matière. Il faut promouvoir la traduction et développer le pou-

voir néologique de la langue française. La langue ne doit pas être rigide mais souple. La promotion de la langue française peut se faire par la traduction presque simultanée des livres publiés par les scientifiques les plus importants. Ceci créerait un dynamisme beaucoup plus grand. Si nous encourageons les scientifiques de langue française à avoir cette conscience double, je crois que nous aurions une image moins figée de la langue française. L'enjeu actuel porte surtout sur la publication en français à des fins de vulgarisation, notamment pour l'enseignement. Sans l'aide à la publication en français et sans l'aide à la traduction, l'avenir du français est sombre.

**QS : Qu'entendez-vous plus précisément par dynamiser la langue ?**

**DB :** L'activité de traduction est un moyen de dynamiser la langue. Il faut aussi pouvoir accueillir l'autre mot. Soit en le francisant, soit en l'accueillant sans le condamner et en lui donnant un équivalent le plus tôt possible. D'ailleurs, le langage scientifique et technique contient beaucoup plus d'anglicismes que la langue générale. Probablement parce que l'activité de traduction n'est pas suffisante. Et vous voyez que la philosophie du Hanse rejoint une conception plus générale de la langue des sciences et des techniques. Si vous allez vers un dictionnaire qui vous expose des difficultés et qui vous impose telle ou telle source, comment voulez-vous avoir ne fut-ce qu'un millimètre de sentiment de création. Pour dynamiser la langue, il faut des pays en situation multilingue, comme la Belgique et surtout comme le Québec, où la langue française est en condition de survie. ●

NOUS  
CROYONS



# EN L'AVENIR!

Chaque année, nous investissons près d'un milliard de dollars dans la recherche d'avant-plan et la formation de chercheurs dans les universités canadiennes. Notre rôle est d'assurer l'épanouissement d'un milieu de recherche dynamique qui favorise la synergie et le transfert du savoir entre les secteurs universitaire, privé et gouvernemental.

Au fil des ans, notre engagement envers la créativité et l'excellence de la communauté universitaire s'est traduit par un appui soutenu aux chercheurs canadiens. Notre priorité est d'offrir des programmes d'aide à la recherche adaptés aux besoins des chercheurs et suffisamment souples pour permettre la poursuite des meilleures avenues de recherche.

L'avenir, c'est l'exploration scientifique et la réflexion sur nos sociétés. C'est aussi le rapprochement entre les établissements et les disciplines. En mettant l'accent sur la collaboration et la multidisciplinarité, des initiatives d'envergure nationale — comme les programmes Éco-recherche, du Génome humain ou des Réseaux de centres d'excellence — laissent déjà entrevoir un avenir prometteur.

Les conseils subventionnaires fédéraux rendent hommage aux chercheurs dont les travaux permettent de repousser les frontières du savoir et contribuent au bien-être des Canadiens et Canadiennes.

*Votre engagement et votre persévérance sont notre raison d'être.*



Conseil de recherches en sciences humaines  
Conseil de recherches médicales  
Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie

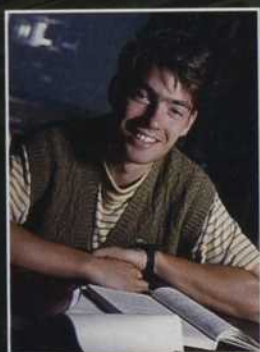
# Canadä

# Le fruit du hasard?

PAS DU TOUT

À l'Université  
de Sherbrooke,  
on récolte ce  
qu'on a semé,  
et ça porte  
fruit...

Un  
*pays*  
de  
connaissance



Centrée sur l'étudiante et l'étudiant, l'Université de Sherbrooke est reconnue pour l'importance qu'elle accorde à la formation pratique et à l'innovation dans l'enseignement et la recherche.

Inscrivez-vous dès maintenant!  
C'est la chance de votre vie...

Renseignements  
1-800-267-UDÉS



UNIVERSITÉ DE  
SHERBROOK