

# Science

ER  
-69  
BNQ



## Dossier spécial Vaches folles

Une curieuse histoire  
de protéines détraquées,  
de morts étranges,  
de médecins inquiets.  
Pas seulement en  
Europe, mais ici aussi.

# Les 10 découvertes de l'année



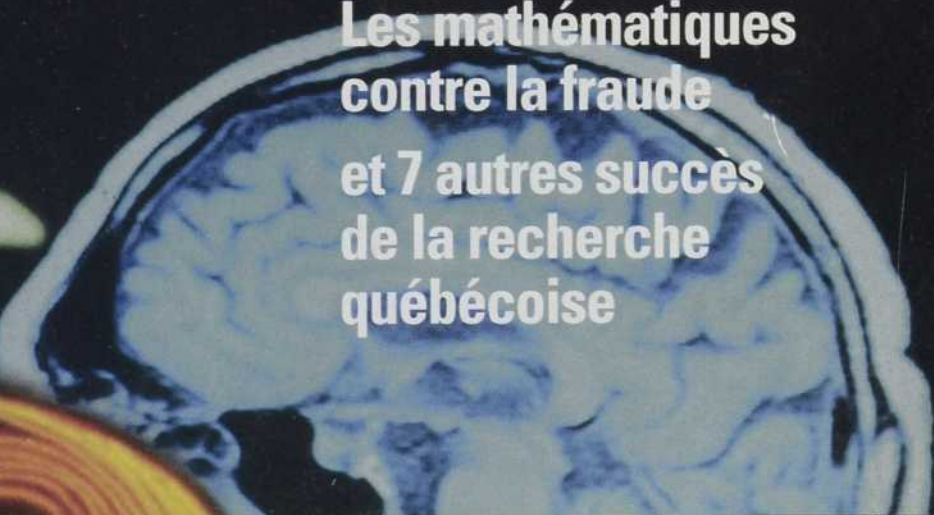
Le ver qui ne voulait pas mourir

L'ordinateur qui pense comme un cerveau

Les mathématiques contre la fraude

et 7 autres succès de la recherche québécoise

Stu: 05695  
Ser: 001/03  
Ima: 008/015



P 1120



<http://www.ulaval.ca>

IL EXISTE À QUÉBEC  
UNE UNIVERSITÉ  
DONT LES PROGRAMMES  
D'ÉTUDES SUPÉRIEURES  
STIMULENT VRAIMENT  
LES NEURONES.

- PROFESSEURS ACCESSIBLES
  - DOMAINES DE RECHERCHE VARIÉS
  - PROGRAMMES DE BOURSES ET DE SOUTIEN AU REVENU
- TECHNOLOGIES D'AVANT-GARDE PARTOUT SUR LE CAMPUS
  - QUALITÉ DE VIE EXCEPTIONNELLE DE LA RÉGION DE QUÉBEC



UNIVERSITÉ  
LAVAL

LE SAVOIR DU MONDE  
PASSE PAR ICI

**Faculté des études supérieures**

Cité universitaire, Québec, Canada G1K 7P4 Tél. : (418) 656-2464 ou 1 800 561-0478 Courrier électronique : fes@fes.ulaval.ca



# Nos animateurs vont de dépression...



## ...en dépression

L'hiver est arrivé. Les dépressions atmosphériques aussi. Et quand on veut aller jouer dehors, mieux vaut savoir ce que le temps nous réserve. Doté d'une technologie de pointe et de météorologues exclusifs, MétéoMédia vous en donne toujours plus côté température. Avec la météo locale aux dix minutes, notre chronique ski, celle de plein air, les conditions des routes, les conditions de ski, l'indice d'activité grippale et toutes nos autres chroniques, vous obtenez toujours les meilleures conditions pour profiter de l'hiver sans déprimer.



Câble 17, Télécâble Laurentien-Hull et CF Câble Montréal: câble 27  
[www.MeteoMedia.com](http://www.MeteoMedia.com)

## Tragiques délais

Une alimentation saine et équilibrée, un peu de sport, pas trop de stress, pas de boucane, pas de folie au volant, tous ces beaux principes qui devraient nous tenir en santé et nous permettre de vivre longtemps, voire heureux, nous les connaissons bien. Les multiples discours que nous tiennent spécialistes et autorités en matière de santé finissent donc par nous atteindre. Le hic, c'est la mise en pratique.

Si la cohérence n'est pas le fort de simples citoyens comme vous et moi, elle n'est pas non plus celui de nos autorités en matière de santé. Autant va-t-on se précipiter à bannir le tabac, autant va-t-on traîner à retirer du sang contaminé et, aujourd'hui, à reconnaître cette erreur tragique.

Quand je vois les efforts déployés pour éradiquer le tabagisme, je ne peux qu'applaudir. La preuve scientifique est faite, le tabac tue. Il est peut-être naïf de penser qu'on pourra en quelques années, et à coups d'interdits, venir à bout de ce fléau puisqu'il est enraciné dans nos mœurs, mais il faut effectivement agir sans relâche. Par contre, les plus ardents antitabagistes devront tenir compte dans leur croisade que leur « crois ou meurs » n'est guère plus qu'un épouvantail pour les derniers et importants bastions qu'ils visent : les compulsifs et les jeunes. Plutôt que de les braquer, pourquoi ne pas continuer l'efficace travail de sensibilisation et d'actions bien dosées mené jusqu'à maintenant ?

On aimerait voir déployer autant d'ardeur à prévenir un nouveau drame comme celui du sang contaminé (voir Québec Science, octobre 1995). Certes, le gouvernement fédéral aurait déjà dans ses tiroirs une refonte complète du système de gestion du sang qui mettrait la Croix-Rouge au rancart et créerait un Transfusion Canada. Une telle initiative est déconcertante puisque la logique voudrait qu'on attende au moins le rapport de la commission Krever et ses recommandations avant d'agir. Mais, justement, ce sont les gouvernements et autres Croix-Rouge qui ne cessent de mettre des bâtons dans les roues de la commission du juge Horace Krever et retardent la publication de son rapport.

Pour le public qui assiste à ce spectacle désolant, il est clair que les intérêts privés d'individus et d'organisations priment sur le droit à une vérité complète et publique. Même si la plupart des faits sont connus et démontrent clairement que la priorité a été donnée à des considérations économiques au détriment de choix plus sûrs pour les hémophiles et les personnes transfusées, il reste à connaître le mécanisme précis par lequel une telle erreur a pu être commise. C'est en sachant cela qu'une autre tragédie pourra être évitée. On comprend alors l'insistance de la commission Krever à prendre connaissance de tous les faits, y compris en fouillant dans les documents que le cabinet fédéral lui refuse. Que veut-on cacher, qui veut-on protéger ?

Le plus tragique, c'est qu'avec tous ces délais on fait bien peu de cas des victimes. Ne leur doit-on pas, au moins, toute la vérité, à elles comme à leur famille ? Environ 3 000 des 14 000 personnes qui ont contracté l'hépatite C vont mourir. Sur les 1 200 hémophiles qui ont reçu des produits sanguins contaminés, beaucoup ne sont déjà plus en vie. Peut-on, s'il vous plaît, agir aussi vite que lorsqu'on veut passer une nouvelle loi antitabac ?

Michel Gauquelin

## Actualités



### 8 Bartha Knoppers, personnalité scientifique de l'année

La bioéthicienne Bartha Knoppers est au cœur des questionnements touchant les recherches en génétique. L'équipe des *Années-lumière* de la radio de Radio-Canada l'a nommée personnalité scientifique de l'année.

par Mathieu-Robert Sawvé



### 10 Un lac gelé sur la Lune ?

De l'eau sur la Lune ? C'est possible. Mais si eau il y a, on n'est pas prêt de l'embouteiller !

par Claude Lafleur

### 12 Il fait trembler les édifices

Nos bâtiments pourraient-ils résister à un séisme violent ? Pas tous, affirme un chercheur de l'École Polytechnique de Montréal.

par Michel Saint-Germain



### 13 Chronique Internet Internaute : tous gonflés !

par Jean-Pierre Cloutier



### 14 Nouvelles brèves

## Chroniques

### 49 Innovations technologiques

par l'Agence Science-Press

### 50 Dimension cachée Faits d'hiver

par Raynald Pepin



### 52 Science et culture Chibougamau au bout des doigts

par Normand Grondin

### À l'agenda



### 53 Des chiffres et des jeux

par Jean-Marie Labrie

### 54 Livres

55 Entrevue avec... Pierre Morency **L'œil scientifique**  
par Raymond Lemieux

## Dossier

### Les découvertes de l'année

Les succès qui ont marqué la recherche québécoise en 1996. Il y a 10 ans à peine, certains d'entre eux seraient passés pour de la science-fiction !

Un dossier de Gilles Drouin, Laurent Fontaine, Claude Lafleur, Félix Légaré, Isabelle Montpetit et Anne-Marie Simard

#### 16 Génétique Vers l'immortalité?

Deux chercheurs ont réussi tout un exploit : multiplier par 9 la durée de vie d'un ver de terre. Un simple ver de terre ? Oui, mais qui nous dit que cette découverte ne s'appliquera pas un jour aux humains ?



#### 18 Mathématiques Il persiste et signe

Réjean Plamondon cherchait depuis longtemps une formule mathématique qui permettrait de déchiffrer l'écriture. Celle qu'il a trouvée peut faire beaucoup plus.

#### 19 Biologie moléculaire Colle miracle

C'est l'ostéopontine qui permet à nos os de se recoller. Et cette curieuse protéine aurait bien d'autres propriétés.



#### 21 Exobiologie Les Martiens sont parmi nous !

L'observation de traces de vie martienne sur une météorite, une des plus importantes découvertes à l'échelle mondiale, a été possible grâce au travail d'un chercheur montréalais. Sans lui, nous penserions encore être seuls au monde !

#### 24 Biologie Des foies de souris et des hommes

Grâce à une thérapie génique, on a transformé le foie malade d'une souris en un organe parfaitement sain. Mais avant d'utiliser ce traitement chez les humains, il devra franchir la haute barrière des espèces.

#### 26 Astrophysique L'étoile mystérieuse

Des Québécois ont repéré une étoile rare, étrange et de grandes dimensions.

#### 28 Santé mentale Fragile comme un X

Le syndrome du X fragile est la maladie mentale héréditaire la plus fréquente. Les travaux sur ce gène défectueux mettent en cause les ribosomes, ce qui étonne bien des chercheurs.



#### 29 Chimie Un détecteur d'U.V. à deux sous

Un moyen de mesurer facilement l'intensité des rayons ultraviolets, des radiations potentiellement cancérogènes.

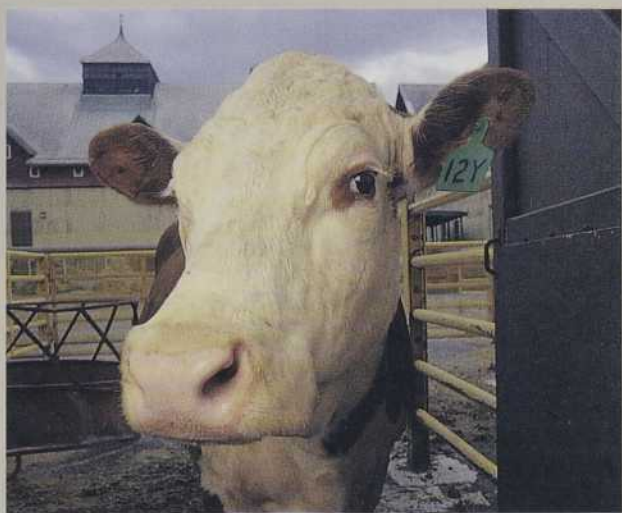
#### 30 Informatique Machine à penser

Une équipe de l'UQAM travaille sur les systèmes informatiques neuronaux qui se rapprochent de l'idée qu'on se fait du fonctionnement d'un cerveau humain.

#### 32 Environnement Dévoreuse de BPC

La chimie en trois dimensions révèle les applications insoupçonnées d'une enzyme qui élimine les BPC.

## Vaches folles



Tony Frouhse, Ottawa, pour le journal de l'Association médicale canadienne

### 35 Le choc est passé, le mystère demeure

Même si la crise de la maladie de la « vache folle » commence à s'estomper en Europe, elle laisse plusieurs questions scientifiques en suspens. Quelle est donc l'identité de ce curieux organisme qui n'est ni un virus, ni un microbe, mais qui est tout aussi contagieux ?

par Fabien Gruhier

### 36 Angleterre : le diable est aux vaches

Le scandale de la vache folle ? Les Anglais en font une affaire personnelle.

par Jean Michaud

### 39 Québec : les hôpitaux sont sur les dents

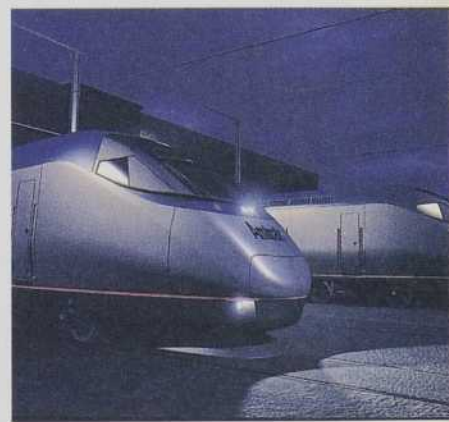
Les Européens ne sont pas les seuls à s'inquiéter : dans nos hôpitaux règne un climat de méfiance — presque de panique — lorsqu'on se trouve en face d'un cas de Creutzfeldt-Jakob.

par Rachel Duclos

### 44 Dernier appel pour le TGV Québec-Toronto

Le TGV Québec-Toronto sera, promet-on, un chantier format géant — quasiment l'égal de la Baie-James sur le plan des coûts ! Mais dans quel train, au juste, nous demande-t-on de nous embarquer ?

par Michel Saint-Germain



## Le plus gros

Au sujet de l'article de Jean-Marc Fleury sur l'Observatoire de neutrinos de Sudbury (SNO), paru dans le numéro de novembre dernier, **Bernard Tétreault, professeur à l'INRS-Énergie et Matériaux et chercheur au Centre canadien de fusion magnétique**, soutient que le SNO n'est pas le plus important projet de *Big Science* au Canada. Selon lui, le SNO (investissement : 70 millions de dollars, coût annuel d'opération : 4 millions de dollars) « n'occupera qu'une poignée de chercheurs en équivalent plein temps ». Il arriverait donc derrière l'accélérateur TRIUMF, à Vancouver, qui « dans ses diverses incarnations aura coûté au-delà de 100 millions de dollars, a un budget annuel de 44 millions de dollars et emploie près de 200 personnes ». Le Tokamak de Varennes est également plus important que le SNO,



constate-t-il. « Il aura coûté 60 millions de dollars en ingénierie et équipements, a pour l'instant un budget annuel de 14 millions de dollars et occupe environ 50 chercheurs (avec les thésards), 10 ingénieurs et 30 techniciens. »

L'auteur de l'article précise cependant que si TRIUMF est certes un très gros projet, il faut aussi rappeler qu'il s'agit là d'un laboratoire qui mène plusieurs expériences de front depuis 1975. À l'opposé, le SNO a été construit pour atteindre un seul objectif, très précis, et

c'est pour cela qu'il est généralement considéré par la communauté scientifique canadienne comme LE projet de *Big Science* de la dernière décennie.

## De psyché et d'autres

Le commentaire de Michel Trudeau sur la psychothérapie qui accompagnait notre minidossier sur les sectes (novembre 1996) a fait réagir plusieurs de nos lecteurs.

« Toutes les psychothérapies, affirme l'auteur, (...) sont porteuses de cette idée de la déconstruction du sujet. Ah oui ? M. Trudeau doit savoir lire entre les lignes des ouvrages ce que moi-même je n'y ai jamais vu en toutes lettres ! » dit la **psychologue et psychothérapeute Nadine Gueydan**, de Montréal. Elle lui reproche également de franchir trop légèrement la distance séparant la psychothérapie des « rituels de purification » et du « mysticisme farfelu ». « Si je n'ignore pas que la provocation intellectuelle peut avoir sa place dans le champ du savoir, conclut-elle, je proteste lorsqu'elle devient incohérente et gratuite. »

La psychologue **Andrée Lachapelle**, de Joliette, est plus nuancée. « Un grand merci à M. Trudeau de nous donner l'occasion de démontrer à la base l'unicité du regard de l'être (même du psychothérapeute) selon son histoire. » Par contre, elle juge que sa perception de la psychothérapie est trop restrictive. « Chaque thérapeute ne peut aider tous les gens qui se présentent à lui. Il a une approche bien à lui (les écoles de pensée n'ont rien à voir dans cela) qui ne convient qu'à un type de clientèle. Et ça, le thérapeute doit en être conscient pour ne pas enfermer son patient dans son "scénario" d'aide à lui. »

## 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

### Adresse électronique

courrier@QuebecScience.qc.ca

Nous acceptons de temps à autre de communiquer notre liste d'abonnés à des organismes et des entreprises quand nous croyons que leurs produits ou services peuvent intéresser nos abonnés. Cependant, les demandes qui nous sont adressées sont acceptées avec parcimonie à la lumière de la bonne réputation des requérants et de l'intérêt des produits et services qu'ils offrent. La plupart de nos abonnés apprécient ce service. Si vous ne souhaitez pas que votre nom figure sur cette liste, faites-le-nous savoir par écrit en nous indiquant votre nom, votre adresse ainsi que votre numéro d'abonné.

# Québec Science



CEGEP de Jonquière

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

courrier@QuebecScience.qc.ca  
http://QuebecScience.qc.ca

### DIRECTION

Directeur général : Michel Gauquelin  
Adjointe administrative : Nicole Lévesque

### RÉDACTION

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

Comité de rédaction : Patrick Beaudin, Jean-Marc Carpentier, André Delisle, Jean-Marc Fleury, Rosemonde Mandeville, Isabelle Montpetit, Gilles Parent, Pierre Sormany, René Vézina

Collaborateurs : Jean-Pierre Cloutier, Gilles Drouin, Rachel Duclos, Laurent Fontaine, Fabien Grubier, Jean-Marie Labrie, Claude Lafleur, Félix Légaré, Claude Marcell, Jean Michaud, Isabelle Montpetit, Raynald Pepin, Pedro Rodrigue, Jean-Pierre Rogel, Michel Saint-Germain, Mathieu-Robert Sauvé et Anne-Marie Simard

Illustrations/photos : Marc Cuadrado, Laurent Leblanc, Pierre-Paul Pariseau, Rémy Simard  
Correction : Natalie Boulanger

### PRODUCTION

Direction artistique : Normand Bastien  
Séparation de couleurs, pelliculage électronique et impression : Interweb

### COMMERCIALISATION

Promotion : Héliène Lapointe  
Abonnements : Nicole Bédard  
Distribution en kiosques : Messageries Dynamiques

### ABONNEMENTS

Tarifs (taxes incluses)	Au Canada	À l'étranger
1 an (10 numéros)	37,60 \$	48,00 \$
2 ans (20 numéros)	64,95 \$	86,00 \$
3 ans (30 numéros)	89,91 \$	125,00 \$
À l'unité	4,50 \$	5,25 \$
Groupes (10 ex/ même adresse)	34,19 \$	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 manuscrits soumis à Québec Science ne sont pas retournés. 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  
publiser@sim.qc.ca

### RÉDACTION

Tél. : (514) 843-6888 Téléc. : (514) 843-4897

Dépôt légal : Bibliothèque nationale du Québec  
Premier trimestre 1997, ISSN-0021-6127  
Répertorié dans *Repère* et dans l'*Index des périodiques canadiens*.  
© Copyright 1996 - 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 Reves 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  
CPFA

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

# Abonnez-vous !

## 10 n<sup>os</sup>/an

- des dossiers fouillés
- des informations accessibles
- des sources fiables
- + le Guide des vacances
- + des suppléments gratuits



# Votre cadeau : un nouveau Guide Internet

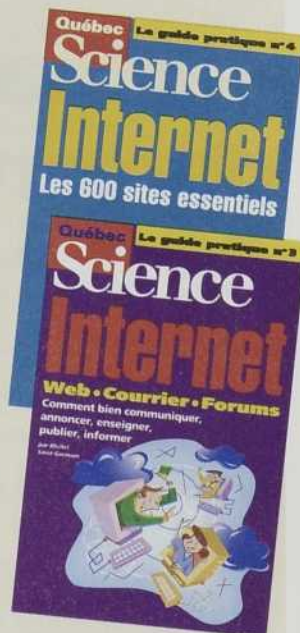
## Gratuit

avec l'abonnement de 1, 2 et 3 ans

Le 4<sup>e</sup> Guide Internet de Québec Science  
**Les 600 sites essentiels**  
 Édition 1997

ou

Le 3<sup>e</sup> Guide Internet  
**Web•Courier•Forums**  
 Comment bien communiquer



## En plus

1 reliure avec l'abonnement de 2 ans  
 2 reliures avec l'abonnement de 3 ans



# Abonnez-vous ! 1 800 613-4391

Cette offre expire le 31 août 1997.

# 50

- je m'abonne à Québec Science
- je me réabonne
- 1 an (10 n<sup>os</sup>) 37,60 \$ TTC
- 2 ans (20 n<sup>os</sup>) 64,95 \$ TTC
- 3 ans (30 n<sup>os</sup>) 89,91 \$ TTC

Tarifs valables au Canada seulement.

Détachez et expédiez à Québec Science

C.P. 250,  
 Sillery (Québec) G1T 2R1  
 Tél. : (418) 657-4391  
 1 800 613-4391  
 Téléc. : (418) 657-2096  
 Internet :  
 courrier@QuebecScience.qc.ca

Nom \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_ n° \_\_\_\_\_ rue \_\_\_\_\_ app. \_\_\_\_\_

ville \_\_\_\_\_ province \_\_\_\_\_

code postal \_\_\_\_\_ téléphone \_\_\_\_\_

Profession \_\_\_\_\_

Chèque  Mandat-poste  Visa  MasterCard

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

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

Signature \_\_\_\_\_

Faites-moi parvenir  Le 3<sup>e</sup> Guide Internet : Web•Courier•Forums

Le 4<sup>e</sup> Guide Internet : Les 600 sites essentiels

La (les) reliure(s)

(Allouez 4 semaines pour l'expédition)

Numéro d'enregistrement de la TPS : R-1335-97427  
 Numéro d'enregistrement de la TVQ : 1013609086

# Actualités

## Bartha Maria Knoppers, personnalité scientifique de l'année

L'avocate et globe-trotter Bartha Maria Knoppers a été nommée « scientifique de l'année » par l'équipe de l'émission *Les Années-lumière*, de Radio-Canada.

par Mathieu-Robert Sauvé

**E**ntre Montréal, Amsterdam, Washington et Londres, l'avocate Bartha Maria Knoppers consacre sa carrière à l'éthique scientifique en génétique et en médecine. Pourtant, à l'université, cette juriste de renom n'a jamais suivi le moindre cours de science. « En 1984, j'ignorais tout des gènes récessifs et dominants, confie-t-elle en riant. Ce que je sais, je l'ai appris par osmose, à force de fréquenter des généticiens et des spécialistes des nouvelles technologies de la reproduction. »

Première « non-scientifique » à recevoir ce titre en 10 ans (les précédents lauréats étaient botaniste, astrophysicien et oncologue), la chercheuse rattachée au Centre de recherche en droit public (CRDP) de l'Université de Montréal rêve d'écrire des romans et va à la messe le dimanche. Mariée à un souverainiste notoire, elle est fédéraliste. Aussi bien dire que les divergences d'opinions ne lui font pas peur !

Voilà qui est utile quand on fait partie d'un comité chargé de rédiger la *Déclaration universelle sur le génome humain*

*et les droits de la personne humaine*. Ce projet, piloté par l'UNESCO, réunit 55 membres de 40 pays et doit être finalisé en 1998, un demi-siècle après la promulgation de la *Déclaration universelle des droits de l'homme*. Ce document affirmera notamment que le patrimoine génétique humain ne peut être la propriété de quiconque. « Des artistes, des anthropologues, des hauts fonctionnaires, des juristes et des théologiens sont assis autour de la même table, précise-t-elle. Et nous devons nous entendre sur un texte dans lequel les Russes aussi bien que les Italiens, les Américains et les Japonais se reconnaîtront. C'est fascinant. »

Si la recherche en génétique est devenue un des grands enjeux humains et scientifiques de cette fin de siècle, ce n'était pas le cas il y a 20 ans. Surtout dans les facultés de droit !

« Quand j'ai décidé d'étudier les nouvelles technologies de reproduction, en 1976, les gens riaient un peu de moi, se souvient-elle. Ça ne faisait pas très sérieux pour une juriste. »

Elle trouve pourtant un professeur qui lui ouvre les portes

de l'Université McGill : Paul-André Crépeau. « Elle a rédigé ici un mémoire remarquable et remarqué sur la responsabilité médicale et la reproduction médicalement assistée, souligne Paul-André Crépeau. Par la suite, elle s'est intéressée à plusieurs sujets reliés à la bioéthique. Je crois que les juristes devraient tous s'intéresser aux valeurs, aux relations humaines, aux religions, à l'économie, à la science... à tout ce qui fait une société, en fait. »

En 1978, la naissance de Louise Brown, le premier bébé-éprouvette, confirme les intuitions de la chercheuse : le droit aura beaucoup à faire en matière de techniques de reproduction et de génétique.

Aujourd'hui, on peut non seulement créer des embryons hors du ventre de la mère, mais aussi les congeler, les cloner, déchiffrer une partie de leur information génétique, les trier... Des « porteuses » ont même offert leur corps à des couples infertiles, des mères l'ont fait pour leur fille, on a donné naissance à des êtres dans le but de transplanter leurs organes, etc. Seulement voilà, pendant qu'on a fait des milliers de frères et

de sœurs à Louise Brown, les lois n'ont pas évolué et elles datent encore de l'époque où la reproduction était bêtement une affaire sexuelle...

Pourtant, les enjeux juridiques que pose la science moderne dépassent parfois l'entendement.

Ainsi, les médecins qui n'utilisent pas les tests de dépistage génétique reconnus risquent maintenant d'être poursuivis en justice par les embryons qu'ils observent aujourd'hui à l'échographie ! « On a même vu des enfants poursuivre leurs parents pour naissance non désirée et même vie non désirée, explique Bartha Maria Knoppers. Et si, habituellement, je privilégie les codes d'éthique plutôt que les règlements, dans ce domaine-là, je crois que nous devrions légiférer au plus vite pour assurer l'immunité parentale. »

« C'est une femme qui a une remarquable capacité de compréhension des grands enjeux de la génétique : je dirais même qu'elle est vite sur ses patins ! » observe le généticien



Laurent Leblanc

**Les enjeux juridiques que pose la science moderne dépassent parfois l'entendement. « On a même vu des enfants poursuivre leurs parents pour naissance non désirée », explique Bartha Maria Knoppers.**

Claude Laberge, de l'Université Laval, qui a contribué à sa formation « sur le tas ».

C'est avec ce médecin qu'elle a organisé, en 1985, dans le cadre du congrès de l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences, un des premiers colloques de l'histoire sur l'impact de la génétique sur les sciences humaines. Ils ont également cosigné plusieurs textes. En 1991, par exemple, ils s'interrogeaient sur le concept d'égalité<sup>1</sup>. Parmi les questions abordées : faut-il repenser le contrat social de Jean-Jacques Rousseau voulant que tous les êtres naissent égaux ou juger,

<sup>1</sup>B.M. Knoppers et C. Laberge, « The Social Geography of Human Genome Mapping », dans Bankowski et al, *Genetic, Ethic and Human Values*, CIOIMS, Genève, 1991, p. 51.

comme John Rawls, que « chacun est génétiquement différent donc égal dans la diversité » ?

En plus de ses compétences professionnelles, l'avocate est appréciée pour son leadership et ses qualités de femme d'équipe. Ses étudiants, en tout cas, sont vite promus au statut de coauteur dans les publications savantes. « Dès qu'ils ont dépassé le stade de la bibliographie et des notes de bas de page, les étudiants sont mûrs pour être auteurs,

pense-t-elle. Je crois qu'on leur doit bien ça. »

Quand on demande à l'avocate, qui est d'origine néerlandaise, ce qui l'a amenée à vivre au Québec, elle répond spontanément : « Mon mari. » C'est le droit civil qui lui a fait croiser la route du constitutionnaliste Daniel Turp au cours d'un programme d'échanges, en 1976. Le Québec, par ailleurs, est un endroit rêvé pour une spécialiste en droit comparé. Enracinée en Amérique mais culturellement tournée vers l'Europe, la province abrite deux grands systèmes juridiques : le droit civil français et le *common law* britannique. « Tout comme aux Pays-Bas, il y a ici une tradition humaniste valorisée par l'État. »

L'existence de réseaux scientifiques originaux, qui unissent les chercheurs d'intérêt commun, est un autre

atout du Québec. Sans aller jusqu'à dire que la compétition est inexistante, il règne, selon elle, une réelle atmosphère de collaboration dans la communauté scientifique québécoise. « Heureusement, dit-elle, car me battre pour atteindre mes objectifs, ça ne m'intéresse pas. »

Elle semble également avoir le don d'ubiquité car elle siège au conseil d'administration de plusieurs de ces réseaux : Institut interuniversitaire de recherche sur les populations, Comité canadien pour la recherche sur le cancer du sein, Fondation canadienne de pédiatrie, Réseau de génétique humaine appliquée, Société de médecine et de droit du Québec... Sur le plan international, elle préside le Comité d'éthique de HUGO (acronyme de *human genome*), qui supervise l'ensemble des travaux sur le génome humain. Tout ça en poursuivant sa carrière de professeure à l'Université de Montréal et sa pratique privée, une journée par semaine, chez McMaster Meighen, un grand bureau d'avocats de Montréal.

En fait, Bartha Maria Knoppers aurait pu tout aussi bien gagner le concours de la *superwoman* de l'année puisque ses deux enfants, Nicolas, 17 ans, et Catherine, 14 ans, reviennent constamment dans la conversation. Elle serait même, admet-elle, un peu « mère poule » : le soir de son arrivée du troisième congrès international de bioéthique, qui a réuni pendant une semaine, à San Francisco, quelque 400 spécialistes du monde, elle a trouvé le temps d'accompagner son fils à son match de hockey. Et de promener son chien, le bien-nommé Hugo. ●

# Un lac gelé sur la Lune ?

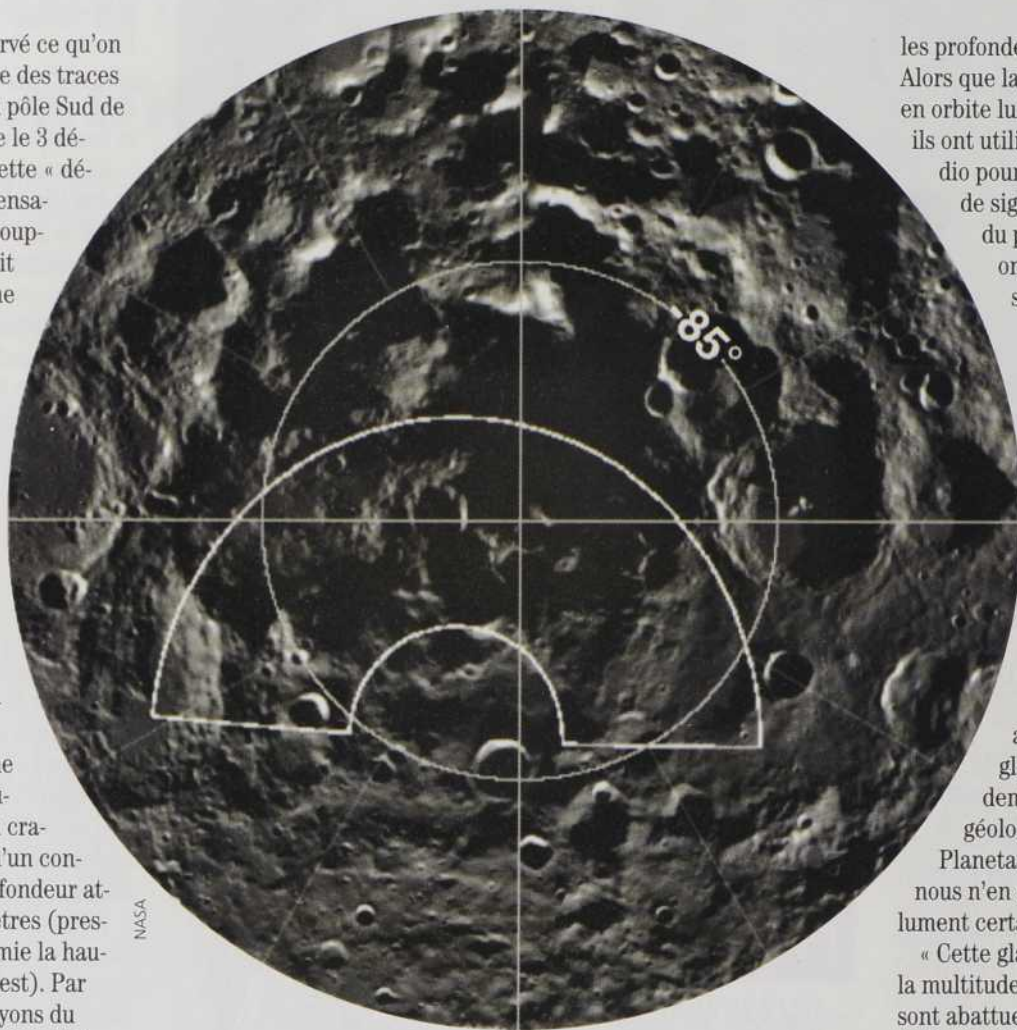
De l'eau sur la Lune ? C'est possible.  
Mais oubliez les images de lacs bleutés ou de bancs de neige immaculés :  
si eau il y a, on n'est pas prêt de l'embouteiller !

par Claude Lafleur

**O**n a observé ce qu'on croit être des traces d'eau au pôle Sud de la Lune. Annoncée le 3 décembre dernier, cette « découverte » a fait sensation, même si on soupçonnait qu'il y avait de l'eau sur la Lune depuis déjà deux ans (voir Québec Science, avril 1995, p. 12). En fait, on savait qu'il ne pouvait y avoir d'eau sur la surface nord, rôtie par les chauds rayons du Soleil, mais on croyait possible d'en trouver au pôle Sud.

C'est en effet une région très particulière : il s'agit d'un cratère aussi vaste qu'un continent, dont la profondeur atteint les 12 kilomètres (presque une fois et demie la hauteur du mont Everest). Par conséquent, les rayons du Soleil n'atteignent jamais le fond et il y fait une température extrême de quelque -230°C !

C'est une sonde de la Défense américaine qui a fait la découverte. Lancée le 25 janvier 1994, dans le cadre du programme de défense « Star Wars », imaginé — puis abandonné — au cours des années 80, *Clementine* avait pour mandat de tester différents capteurs destinés au repérage des missiles. Or, comme l'indi-



Sur la face cachée de la Lune : un cratère vaste comme un continent et profond de 12 kilomètres. Des comètes s'y seraient écrasées, laissant des traces d'eau. Ou plutôt de glace, car la température y atteint les -230°C !

que le lieutenant-colonel Paul Rustan, directeur du projet *Clementine*, « lorsqu'est venu le temps de tester les capteurs en question, les budgets avaient été si réduits que la Défense n'avait plus les moyens de lancer le second satellite », celui qui devait servir

de point de repère à la sonde *Clementine*. Les Américains ont donc utilisé la Lune pour mettre leur satellite à l'épreuve.

Les responsables de la mission ont eu l'ingénieuse idée d'utiliser le satellite à la manière d'un radar afin de sonder

les profondeurs du pôle Sud. Alors que la sonde se trouvait en orbite lunaire, en avril 1994, ils ont utilisé son émetteur radio pour lancer un faisceau de signaux en direction du pôle. Ces signaux ont rebondi sur la surface, puis ont été captés par le réseau des grandes antennes de la NASA.

L'analyse de cet écho radar, qui a nécessité deux années, indique que le signal aurait frappé une surface glacée. « Nous pensons avoir trouvé de la glace, indique prudemment Paul Spudis, géologue au Lunar and Planetary Institute. Mais nous n'en sommes pas absolument certains. »

« Cette glace proviendrait de la multitude de comètes qui se sont abattues sur cette région de la Lune il y a des milliards d'années », explique pour sa part Steward Nozette, directeur adjoint de la mission *Clementine*. Comme les comètes sont constituées de « neige sale », le fond du cratère serait loin d'être une patinoire puisque les chercheurs estiment que la glace ne constituerait que de 0,2 à 0,3 % de la surface observée. Et, étant donné le froid intense, il s'agirait d'un matériau plus dur que le roc.

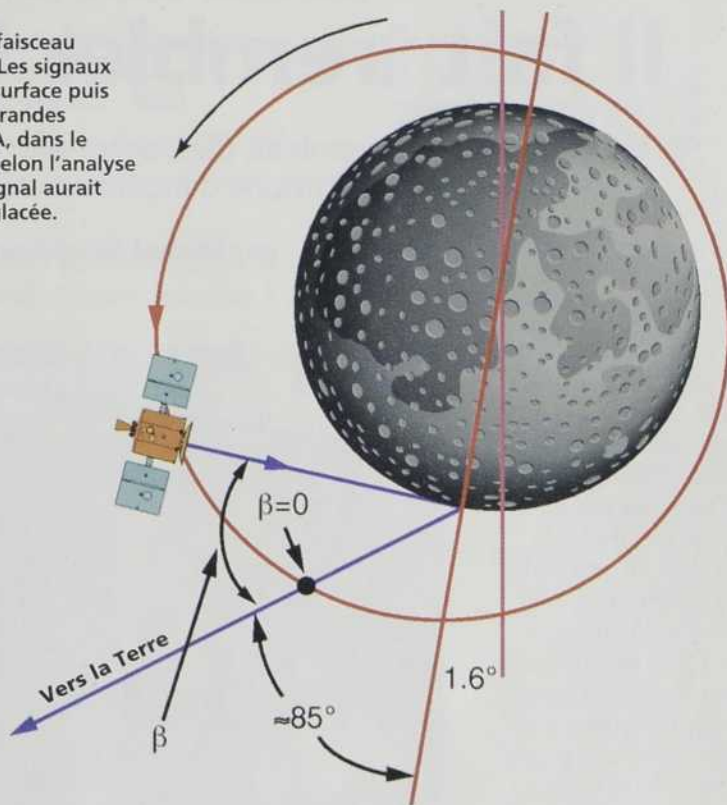
Lors de l'annonce de la

découverte, on a avancé l'hypothèse que la présence d'eau sur la Lune pourrait grandement faciliter la colonisation de notre satellite — cette eau pouvant aussi bien servir à alimenter les colons qu'à produire du carburant pour les fusées. Toutefois, on imagine mal comment on exploitera cette ressource clairsemée au fond d'un immense puits plongé en permanence dans l'obscurité la plus totale et où règne une température effroyable. ●

**Pour en savoir plus**

La communication scientifique publiée dans la revue *Science* : <http://www.sciencemag.org/science/scripts/display/full/274/5292/1495.html>  
 La page web de *Clementine* : <http://www.nrl.navy.mil/clementine/clementine.html>

La sonde dirige son faisceau vers le pôle lunaire. Les signaux rebondissent sur la surface puis sont captés par les grandes antennes de la NASA, dans le sud des États-Unis. Selon l'analyse de l'écho radar, le signal aurait frappé une surface glacée.



NASA

## 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



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

**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 30 juin 1997.

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

QSM 1997-02

# Il fait trembler les édifices

Et si, un jour, la terre tremblait dans notre coin de pays ? Surprise : peu d'édifices y résisteraient. Un groupe d'ingénieurs se prépare pour *The Big One*.

par Michel Saint-Germain

**L**e Québec a enregistré un très petit nombre de séismes au XX<sup>e</sup> siècle. Mais, selon l'ingénieur André Filiatrault, un événement beaucoup plus dévastateur pourrait survenir un jour ou l'autre. Or, peu d'édifices ont été construits pour résister à d'importantes secousses. « Tous les bâtiments anciens, y compris les ponts, comportent un risque », précise André Filiatrault, qui est aussi professeur à l'École Polytechnique de Montréal. Selon lui, il faudrait d'abord renforcer les bâtiments en maçonnerie les plus âgés, notamment les usines et les écoles.



moitié d'une portion de structure. L'ordinateur qui contrôle la plate-forme reproduit des vibrations numérisées lors de séismes majeurs — comme celui du Saguenay en 1988. La plate-forme peut déplacer une charge de 15 tonnes sur un plan horizontal. Et l'appareil est énergivore : à elle seule, la pompe hydraulique qui l'actionne utilise le quart de toute l'électricité consommée à Polytechnique !

Après chaque séquence, les chercheurs scrutent le modèle à la recherche de fissures et analysent les mesures obtenues à l'aide d'une panoplie de capteurs électroniques. Ils recommandent ensuite de quelle façon renforcer la structure. Ils mettent également à l'épreuve, pour le compte d'un consortium d'ingénieurs californiens, une nouvelle façon d'améliorer les structures métalliques soudées. Elle consiste à réduire la poutre en taillant un demi-cercle aux abords de la soudure, créant ainsi une sorte de fusible qui permet à la poutre de plier, à la soudure de résister et à la structure d'éviter l'effondrement.

Les chercheurs obtiennent également des contrats du secteur privé et du ministère québécois des Transports, responsable de l'entretien de 8 500 ponts et viaducs. Le groupe a d'ailleurs mis au point une méthode d'évaluation de la vulnérabilité des ponts et envisage de tester, à l'aide du simulateur, la résistance de certains grands ponts du Québec. ●

Le simulateur de tremblement de terre de l'École Polytechnique. Sur la plate-forme de 12 mètres carrés, on place les copies de « morceaux d'édifices ». Après les secousses, on cherche les fissures. À gauche : en janvier 1995, la ville de Kobe au Japon subissait un séisme d'une rare intensité.



M.Hidieri/Select/OROP/Photopresse

ble de l'appareil. Ici, les séismes touchent un plus grand territoire et, les mouvements au sol étant plus rapides, les dégâts ne sont pas du même type. »

L'ingénieur estime que certains édifices ont déjà été affaiblis par des tremblements de terre de moyenne intensité, mais comme ils ne se sont pas écroulés, « leurs propriétaires se sont contentés de dire ouf ! » indique-t-il.

L'appareil lui-même est constitué d'une plate-forme de 12 mètres carrés qui peut supporter une copie réduite de

Mais comment identifier les constructions les plus fragiles ?

Plutôt que d'attendre un véritable tremblement de terre, l'École Polytechnique a fait l'acquisition d'un simulateur de séismes qui permet aux ingénieurs de déceler les points faibles d'un édifice. Seul appa-

reil de ce genre dans tout l'est du Canada, il est plus puissant que celui que s'est procuré l'Université de Colombie-Britannique en 1978. « On ne peut appliquer dans l'est du continent les mêmes critères que dans l'ouest, souligne André Filiatrault, le responsa-

## Internautes : tous gonflés !

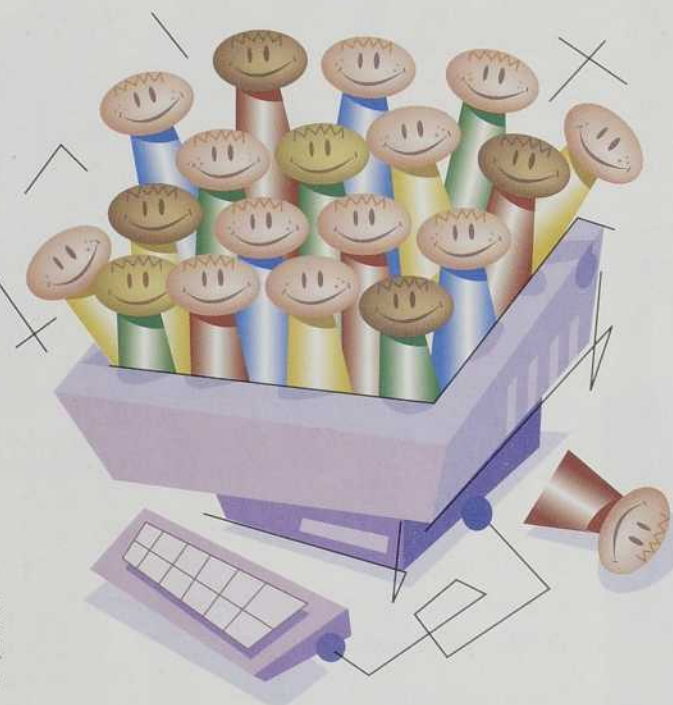
À en croire certains promoteurs, le nombre d'internautes augmente plus vite qu'on peut le brancher sur le réseau !

La statistique est-elle une science exacte ? En général, nous prêtons foi à la montagne de chiffres qui nous proviennent des spécialistes du gouvernement, des instituts, centres et organismes en tout genre. Mais lorsqu'il est question d'Internet, les statisticiens perdent littéralement le nord ! Combien de personnes en Amérique du Nord sont branchées sur Internet ? Trente millions ? Quarante millions ? Plus encore ?

En octobre dernier, le New Network Institute (NNI) affirmait dans sa deuxième édition de *Online & Internet Statistics Reality Check, '96* qu'il n'y avait pas encore — et qu'il n'y avait jamais eu d'ailleurs — 25 millions de branchés aux États-Unis. En fait, selon le NNI, le nombre d'Américains branchés sur Internet serait plus près de 15 millions, soit 6 % de la population ou 10 % des foyers. Le NNI base cette estimation sur les rapports agrégés de 4 études principales et de 25 études ou enquêtes secondaires.

Pour sa part, l'étude *CommerceNet/Nielsen Internet Demographics*, rendue publique en août 1996, estime que la proportion de personnes ayant accès à Internet au Canada et aux États-Unis était de 23 % — presque 4 fois plus que le chiffre du NNI.

En avril dernier, une étude de Project 2000 (*Internet Use in the United States: 1995*



Rémy Simard

*Baseline, Estimates and Preliminary Market Segments*) soutenait qu'en 1995 28,8 millions de personnes avaient accès à Internet ou pouvaient y avoir accès. En 1995, vraiment ? C'est-à-dire avant même la grande poussée de croissance enregistrée... en 1996 ?

Combien d'écoliers ont accès au réseau aux États-Unis ? Ils seraient 18,7 millions si on en croit les données du American Home Financial Services. Mais une autre source évoque plutôt

le chiffre... de cinq millions de jeunes, la majorité y accédant de leur foyer. La même source précise que, si 50 % des écoles américaines sont branchées, seulement 9 % ont des postes de travail en salle de classe et que chaque poste doit satisfaire, en moyenne, une quinzaine de jeunes !

Confusion totale, donc, sur le plan statistique. Des analystes plus conservateurs, comme le NNI, attribuent la surenchère aux grandes entreprises du secteur des nouvelles technologies qui, non contentes de

mousser leurs produits, exagèrent le nombre réel et potentiel de leurs utilisateurs dans le but d'obtenir les crédits nécessaires à la recherche et au développement.

Pour obtenir des statistiques plus fiables, il faudrait d'abord mieux définir certains termes, plus particulièrement ce qu'on entend par « accès » et « utilisation » du réseau, deux concepts étroitement liés.

Outil de productivité, mode de communication, lieu virtuel de divertissement, Internet est tout cela. Par contre, les applications varient selon le lieu d'accès — maison, bureau, bibliothèque, etc.

Prenez la situation au Québec, documentée tous les six mois par le Réseau interordinateurs scientifique québécois (RISQ). Dans son plus récent rapport (novembre 1996), le RISQ indique combien de personnes interrogées se branchent à la maison ou au travail, mais aussi dans un établissement d'enseignement, un café électronique ou une bibliothèque, où, d'après les réponses obtenues par le RISQ, de plus en plus de gens se branchent.

Préciser les notions d'accès et d'utilisation, comme le fait le RISQ, est un premier pas vers la normalisation de la terminologie statistique pour Internet, mais un premier pas essentiel. On ne pourra continuer bien longtemps de se nourrir de statistiques gonflées qui servent davantage les intérêts des fournisseurs que ceux qui tentent, à des fins de développement, de cerner l'ampleur réelle du phénomène. ●

### CyberRessources

**Online & Internet Statistics Reality Check, '96**

<http://www.newnetworks.com/statsexecsum.htm>

**CommerceNet/Nielsen Internet Demographics**

[http://www.commerce.net/work/pilot/nielsen\\_96/exec.html](http://www.commerce.net/work/pilot/nielsen_96/exec.html)

**Internet Use in the United States: 1995 Baseline Estimates and Preliminary Market Segments**

<http://www2000.ogsm.vanderbilt.edu/baseline/>

[1995.Internet.estimate.html](http://www2000.ogsm.vanderbilt.edu/baseline/1995.Internet.estimate.html)

**How many kids are really online? (USA Today)**

<http://www.usatoday.com/life/cyber/tech/ct282.htm>

**Résultats de l'enquête du RISQ**

<http://www.risq.qc.ca/enquete/index.html>

## Nouvelles brèves

## ■ Zoologie

### Habile subterfuge

Au grand désespoir du conservateur du Musée Smithsonian d'histoire naturelle de Washington, des visiteurs asiatiques dérobent continuellement les vibrisses (les moustaches) d'un énorme tigre du Bengale exposé à la vue — et aux doigts trop agiles — du public. Pourquoi de tels larcins ? Parce que les vibrisses de tigre possèdent, selon les Asiatiques, des vertus aphrodisiaques. Ce que les visiteurs ignorent, toutefois, c'est que depuis plusieurs années le tigre du Smithsonian arbore, plus vraies que nature, de splendides moustaches... en fibre de verre !



## ■ Génie électrique

### Le lapin carbure aux carottes

Certains fruits et légumes (comme les oranges, les bananes et les aubergines) peuvent être utilisés pour produire de l'électricité. Bien que cela ne signifie pas que vous remplacerez un jour l'accumulateur de votre auto par une caisse de citrons, des ingénieurs de l'Université Venkates-

wara, en Inde, mettent actuellement à l'épreuve certaines combinaisons de déchets agricoles qui pourraient, selon eux, remplacer avantageusement les produits chimiques dangereux que contiennent aujourd'hui les accumulateurs et les piles électriques. Ainsi, ils ont fait fonctionner durant un mois une horloge électrique au moyen d'électrodes qu'ils avaient piquées dans une peau de banane. Ils ont par la même occasion percé un secret bien gardé : en réalité, le célèbre lapin Energizer carbure... aux carottes !

Pedro Rodrigue

## ■ Universités

### Beaucoup d'appelés, peu d'élus

Quelle est la principale menace à la vie académique ? Les coupures ? Le manque de financement ? Rien de tout cela : selon un article du journaliste Noël Malcolm publié dans le quotidien britannique *Independent*, la vie intellectuelle de l'université serait surtout menacée par ses propres publications inutiles !

Noël Malcolm a observé que l'augmentation des livres publiés par les presses universitaires coïncide avec la baisse du nombre de lecteurs par livre. C'est encore plus vrai pour les... 200 000 revues savantes publiées chaque année, en anglais seulement, qui résistent opiniâtement à toutes les lois de l'économie : on estime en effet que chaque article a, en moyenne, à peine cinq lecteurs.

Claude Marcil

## ■ Honneurs

### Les Nobels du Québec 1996



Jacques Genest

Roch Theroux

Trois scientifiques du monde de la santé ont été honorés lors de la remise des prix du Québec.

C'est un pionnier de la science médicale d'aujourd'hui, **Jacques Genest**, fondateur de l'Institut de recherches cliniques de Montréal (IRCM), qui a reçu le prix Armand-Frappier pour sa contribution à l'es-

essor de la science québécoise. Jacques Genest a dirigé l'institution jusqu'en 1984. Cet important pôle de recherche biomédicale regroupe près de 400 chercheurs fondamentalistes et cliniciens. Le docteur Genest a notamment réalisé des découvertes importantes sur l'hypertension artérielle. Maladie mortelle dans le passé, elle est maintenant considérée comme un mauvais fonctionnement des facteurs de régulation du corps qui peut être maîtrisé.

**Jacques de Champlain**, un collègue de Jacques Genest, a reçu le prix Wilder-Penfield qui souligne une contribution remarquable dans le domaine de la recherche biomédicale. Le lauréat a mis en évidence le fait que le système nerveux peut jouer un rôle dans l'hypertension artérielle. Depuis 1987, Jacques de Champlain dirige le Groupe de recherche sur le système nerveux autonome qui réunit 27 chercheurs.

Enfin, le prix Marie-Victorin, qui récompense un chercheur en sciences pures et appliquées, a été attribué à **Stephen Hanessian**, professeur de chimie à l'Université de Montréal. Tel un architecte des molécules, ce chimiste a réussi à synthétiser de nombreuses molécules aux propriétés médicales recherchées, comme des antibiotiques et des antitumoraux. L'an dernier, le CRSNG lui avait remis sa médaille d'or.

R.L.

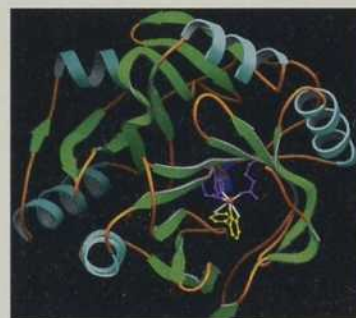
Le chiffre du mois

# 46 000

ans. C'est l'âge de la plus vieille plante du monde. Cette plante, qu'on vient de découvrir en Tasmanie, une île située au sud-est de l'Australie, serait la seule représentante d'une espèce d'arbuste appelée *Lomatia tasmanica*. Lorsqu'elle a germé, l'Amérique était déserte, les mammoths et les rhinocéros laineux se baladaient en Europe, et l'homme des cavernes n'avait pas encore réalisé ses premières fresques. Comment *Lomatia tasmanica* est-elle parvenue à traverser le temps sans jamais avoir été broutée par quelque animal préhistorique ? Mystère. Mais on sait qu'elle résiste particulièrement bien aux situations climatiques extrêmes, notamment aux périodes glaciaires.

R.L.

# Les 10 découvertes de l'année au Québec



**D**e nombreuses découvertes en recherche fondamentale ont marqué l'actualité scientifique québécoise en 1996. Nous vous présentons celles qui, selon nous, témoignent le mieux de la vigueur et de la diversité de la science d'ici.

Plusieurs ont fait une entrée remarquée, d'autres sont passées quasiment inaperçues. Mais elles ont toutes fait l'objet d'une publication dans une revue savante et ont donc été évaluées par les pairs du chercheur. Elles ont aussi contribué, chacune à sa façon, à faire avancer la recherche dans leur domaine respectif.

Il faut le dire, ce choix demeure subjectif tant la variété et le nombre de découvertes faites l'an dernier étaient grands. Pour les choisir, nous avons consulté des universités et des centres de recherche de même que de nombreux quotidiens, revues spécialisées et publications gouvernementales.

Voici le résultat de nos recherches.

*Un dossier de Gilles Drouin, Laurent Fontaine, Claude Lafleur, Félix Légaré, Isabelle Montpetit et Anne-Marie Simard.  
Recherche : Luc Bélanger.*



Une découverte importante parce qu'elle change  
notre façon de concevoir la vieillesse

## Vers l'immortalité ?

*D'humbles vers de laboratoire pourraient paver la voie  
à un très vieux rêve de l'humanité : la vie éternelle.  
Des chercheurs québécois sont sur la piste.*

par Anne-Marie Simard

**D**eux mois. Deux mois et les vers se tortillaient encore. Habituellement, le *Cænorhabditis elegans* rend l'âme après neuf jours. Lorsque le dernier mourut enfin, à l'âge vénérable de 80 jours, Siegfried Hekimi et Bernard Lakowski éprouvèrent une profonde satisfaction : grâce à des manipulations génétiques, les petites bestioles venaient de battre un record de longévité.

Ce n'est pas tout : les deux chercheurs de l'Université McGill ont également découvert que si les vers mutants parviennent à vivre plus longtemps, c'est tout simplement parce qu'ils vivent plus lentement ! En effet, les deux généticiens moléculaires ont observé que *Cænorhabditis elegans* se déplaçait, mangeait et se reproduisait au ralenti.

Voilà qui renforce une nouvelle hypothèse pour expliquer le vieillissement : le rythme de vie « indolent » ralentirait l'accumulation des dommages dans les constituants des cellules — dommages causés par les déchets de la combustion métabolique. Bien sûr, rien n'est prouvé, et le vieillissement est un processus beaucoup plus complexe...

En attendant, il y a ce record et la notoriété inattendue qu'il vient de donner à Siegfried Hekimi et Bernard Lakowski. Leur article, publié dans la revue *Science*, a fait sensation. Du *New York Times* à la BBC, les grands médias du monde ont ac-



Le *Cænorhabditis elegans* vit en moyenne neuf jours. Après les manipulations génétiques, sa longévité peut atteindre 80 jours !

cordé une primeur à ces *Canadian researchers* capables d'« allonger la vie ».

Tout cela fait un peu rire Siegfried Hekimi, la séduisante quarantaine, surpris par l'importance accordée à un « simple record ». Il est vrai que l'équipe de McGill n'a battu que d'une tête les résultats de Pamela L. Larsen, de la University of South California, qui avait réussi à multiplier par quatre l'espérance de vie des vers. Et puis,

il y a cette fascination pour l'immortalité que le chercheur — d'origine suisse — juge « très américaine ».

« C'est comme si une longue vie était la chose la plus désirable du monde ! Moi, je crois que la mort fait partie de la vie. »

Ce qui est vraiment capital dans cette recherche, c'est qu'une mutation sur un seul gène cause un ralentissement global de toutes les fonctions vitales.

Que ce soit la vitesse à laquelle les cellules se divisent, le taux de production des œufs, la régularité de défécation et même l'espérance de vie. L'équipe de Siegfried Hekimi vient donc de mettre le doigt sur un mécanisme central : celui d'une horloge biologique qui déterminerait le métabolisme et la durée de vie.

Le concept d'horloge biologique ne date pas d'hier. On sait qu'il existe des cycles journaliers — qui n'a pas son creux de l'après-midi ? —, mais aucun mécanisme précis n'avait été mis en évidence à ce jour.

Ces gènes qui « rythment » la vie interne, le chercheur les a baptisés *clock-genes* ou gènes-horloges (ce nom a d'ailleurs créé une mini-tempête à la revue *Genetics*, qui jugeait l'appellation présomptueuse puisque rien n'est encore prouvé). À l'origine, le groupe cherchait des gènes qui affectaient le développement des vers. Il en a finalement trouvé 22, parmi lesquels 3 gènes-horloges : *clk-1*, *clk-2* et *clk-3*. Les trois agissent sensiblement de la même

façon : lorsque n'importe lequel d'entre eux est endommagé, c'est tout l'organisme du ver qui est affecté.

Dans les labos un peu vieillots du Stewart Building, à l'Université McGill, ces expériences n'ont rien de spectaculaire en apparence. Pour endommager les gènes des *C. elegans*, on se contente de tremper les vers dans un produit toxique pour l'ADN. Les tissus sexuels s'imbibent du produit et, au moment de la division cellulaire, plusieurs erreurs s'introduisent dans le code génétique.

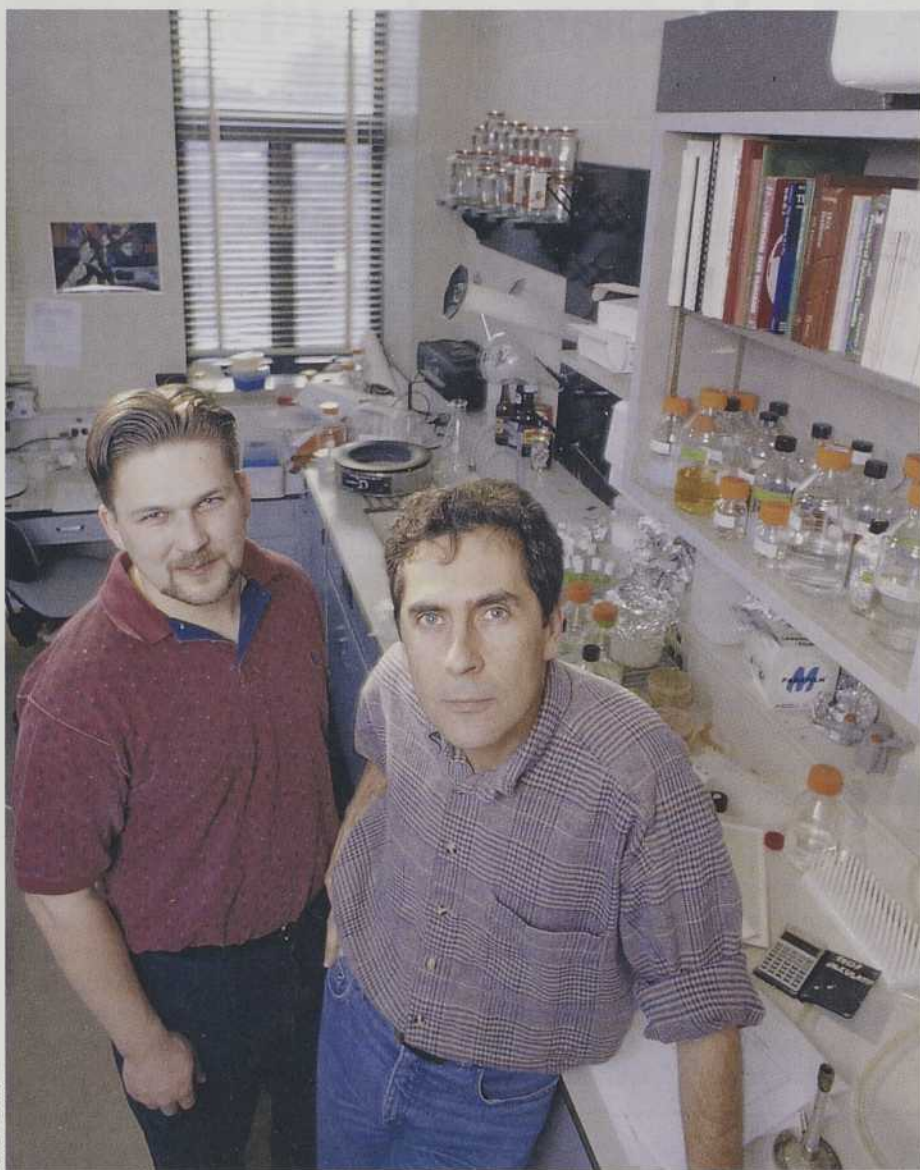
Les « défauts » liés à des gènes récessifs ne seront souvent visibles qu'à la deuxième génération. Un ver semble atteint du syndrome de la *dolce vita* ? Hop ! On sélectionne le « mutant » pour étudier sa carte génétique et voir si ses gènes-horloges sont touchés.

Le *Cænorhabditis elegans* est une bête de choix pour ce type d'expérience. Son cycle de reproduction très court — trois jours ! — permet d'obtenir rapidement de nouvelles générations. Sur ses 14 000 gènes (environ), 1 000 sont déjà cartographiés.

Le ver dont le gène *clk-1* est endommagé verra sa vie s'allonger de 50 %. Mais c'est en combinant les mutations dans les gènes *clk-1* et *daf-2* (un gène déjà connu des généticiens) qu'on obtient les résultats les plus spectaculaires. Le Mathusalem rampant de 80 jours en était la preuve vivante...

C'est grâce à un autre gène *daf* (du mot allemand *dauer*, durée) que Pamela L. Larsen a permis à ses microscopiques protégés de prolonger par quatre leur séjour sur Terre. Le gène *daf* détermine combien de temps une larve restera dans un état « dormant ». On observe cette « pause » quand l'habitat devient trop peuplé ou quand la nourriture se fait rare. Lorsque cet état est prolongé, les larves prennent plus de temps à devenir adultes. Ces vers vivent donc plus longtemps.

L'équipe de McGill a aussi observé un curieux phénomène, connu en génétique sous le nom de « secours maternel ». Lorsque les gènes-horloges de ses descendants sont atteints, la mère contrecarre l'effet de la mutation. Pour y arriver, elle injecte dans l'œuf un produit (protéine du gène normal) en quantité suffisante pour permettre à ce dernier de se développer normalement. Par contre, ce mécanisme de défense cesse d'être efficace à la



Laurent Leblanc

deuxième génération, et c'est à ce moment qu'apparaissent les vers lents.

Avec cette nouvelle fournée de gènes, le groupe a beaucoup de pain sur la planche. Pour comprendre ce que font les *clock-genes*, il faut découvrir leur structure moléculaire. En d'autres termes, obtenir leur séquence d'ADN afin de savoir quelles protéines y sont associées. « Ces travaux très complexes peuvent exiger des années de labeur », explique le chercheur. Par exemple, il a fallu trois ans pour venir à bout du gène *clk-1*. Le groupe s'attaque maintenant au clonage de *clk-2* et *clk-3*.

Voici la meilleure : l'humain posséderait l'équivalent d'un *clk-1* ! « En fait, c'est un gène qui lui ressemble tellement qu'on peut sans crainte l'appeler *clk-1* », insiste Siegfried Hekimi.

**Bernard Lakowski et Siegfried Hekimi, de l'Université McGill. Du *New York Times* à la BBC, les grands médias du monde ont accordé une primeur à ces chercheurs canadiens capables d'« allonger la vie ».**

On imagine sans peine ce que la maîtrise d'un tel gène laisse entrevoir comme possibilités... Vertigineuses ! Mais Siegfried Hekimi est réaliste et, pour l'instant, il ne pense pas que cette découverte puisse avoir un grand effet sur le vieillissement. « Je crois davantage à des applications contre le cancer. Ces cellules qui se multiplient à un rythme effréné pourraient être ralenties. Évidemment, beaucoup de gènes sont défectueux dans les cellules cancéreuses. Les *clock-genes* ne sont probablement qu'une partie de la solution. » ●

Une découverte importante parce qu'elle aiderait à comprendre comment le cerveau communique avec les membres

## Il persiste et signe

*Une formule mathématique permettrait de démasquer les fraudeurs... mais aussi de comprendre les liens entre le cerveau et les muscles.*

par Félix Légaré

Les informaticiens cherchent depuis longtemps un moyen sécuritaire de vérifier les signatures de chèques par ordinateur. Réjean Plamondon, physicien, ingénieur et professeur au département de génie électrique et de génie informatique de l'École Polytechnique de Montréal, en a peut-être trouvé un sous la forme d'une formule mathématique appelée *delta lognormale*.

Mieux : cette formule pourrait bien expliquer à elle seule comment le cerveau et les muscles d'une personne se coordonnent pour permettre un geste aussi simple qu'une signature. Auquel cas, plus qu'une simple méthode, ce serait une véritable percée théorique.

Depuis le début des années 80, Réjean Plamondon travaille à la reconnaissance de l'écriture et à l'authentification des signatures par ordinateur. Mais l'attention du chercheur s'attardait moins aux gribouillis qu'à la main qui les dessine. Dès le

début, une question l'a obsédé : comment font les humains pour reproduire à peu près toujours le même petit geste, et ce, apparemment sans effort ?

Depuis les années 50, plusieurs modèles théoriques ont été proposés pour répondre à cette question, mais sans y parvenir. Chacun avait une faille, qui rendait impossible une interprétation complète et satisfaisante. Et, surtout, souligne le chercheur, « la simplicité n'y était pas ! » Selon lui, pour répéter aussi aisément un geste, le cerveau humain ne se livre sûrement pas aux calculs complexes que suggéraient certaines des théories.

Puis, en 1989, le déclic se fait. Il se rend compte que l'unité fondamentale du geste pourrait bien reposer sur la vitesse plutôt que sur la force, comme on l'a longtemps cru. Une vitesse qui varie en fonction de deux commandes neuromotrices parallèles et autonomes : l'une agoniste et l'autre antagoniste.



Pour tracer un trait de crayon, le cerveau envoie deux commandes : une qui amorce le mouvement, l'autre qui le freine. Une formule mathématique ultrasimple (à droite) décrit le va-et-vient de la main.

En d'autres mots et en simplifiant, pour produire un simple trait de crayon, il faut une double commande motrice : l'une agoniste, qui déplace le crayon dans la direction désirée, et l'autre antagoniste, qui freine le mouvement. Les différences dans les temps de délai et de réponse des réseaux neuromusculaires qui exécutent ces deux commandes produisent le profil de vitesse recherché. Non seulement cette loi est simple, mais elle permet d'interpréter une signature en une superposition de

**Félicitations au professeur Mario Leclerc et au docteur Karim Faïd qui, grâce à leurs travaux à la fine pointe de la technologie, sont à l'honneur aujourd'hui.**

**Le Département de chimie est heureux de souligner la reconnaissance accordée à ces deux collègues.**



Université  
de Montréal

**François Brisse**  
Professeur et directeur  
Département de chimie  
Faculté des arts et des sciences

traits qui rendent mieux compte des mécanismes mis en branle dans l'acte de signer.

Tout en mettant la théorie à l'épreuve, Réjean Plamondon et son équipe l'ont appliquée à la conception d'un système informatisé de vérification des signatures. Depuis mai 1995, le système défie chaque jour les visiteurs du Musée de la civilisation de Québec d'imiter l'autographe de quatre personnalités. Après quelque 31 000 tentatives, la machine ne s'est laissé tromper qu'une seule fois.

Mais la reconnaissance de l'écriture n'est qu'un petit aperçu des possibilités qu'offre cette nouvelle théorie. Réjean Plamondon pourrait bien avoir mis le doigt sur une loi fondamentale régissant tous les mouvements simples du corps humain. Une révolution pour le monde de l'informatique et de l'intelligence artificielle, mais peut-être aussi pour celui des neurosciences, de la psychophysique ou même de la médecine. On croit en effet qu'en appliquant ce que nous enseigne cette loi on pourrait réanimer des membres paralysés en imitant les ordres moteurs du cerveau !

Le plus modestement du monde, Réjean Plamondon avoue que si elle tenait toutes ses promesses sa découverte le comblerait : « Je suis physicien, ingénieur et j'écris des poèmes à mes heures, confie-t-il. L'ingénieur affectionne les applications pratiques, le physicien recherche la pureté et l'artiste aime les formules élégantes. Que demander de plus ? » ●

Une découverte importante parce qu'elle met en lumière le rôle d'une molécule clé du corps humain

# Colle miracle

*L'ostéopontine est une bien curieuse protéine, qui sert à la fois à tenir ensemble les os et les dents, à recoller les os qui se brisent et à éviter que nous devenions durs comme de la pierre !*

par Laurent Fontaine

**V**ous croyez que vous ne vous êtes jamais fracturé un os ? Erreur ! À chaque instant, tous les os de votre corps subissent des microfractures qui sont aussitôt réparées par une armada de cellules spécialisées. « L'os est un tissu vivant, dynamique et en constant remodelage », explique Marc McKee, biologiste moléculaire, professeur et chercheur au département de stomatologie de la faculté de médecine dentaire de l'Université de Montréal. Avec son collègue Antonio Nanci, il a découvert l'an dernier le double rôle que joue l'ostéopontine dans les tissus calcifiés.

Lorsqu'une microfracture apparaît, explique-t-il, les cellules ostéoclastes viennent immédiatement ronger la zone fracturée, un peu comme un maçon enlève le plâtre abîmé d'une fissure. Puis, les cellules ostéoblastes viennent remplir le trou. Mais comment faire tenir l'ancien et le nouvel os ? C'est là qu'intervient l'ostéo-

pontine, véritable couche de ciment qui assure la cohésion des tissus calcifiés.

On a découvert l'ostéopontine il y a déjà sept ans, sauf que personne n'avait encore compris le rôle qu'elle jouait. Marc McKee l'a démasqué grâce à un anticorps et à un « marqueur » qui ont fait apparaître les sites d'implantation de l'ostéopontine. La photo est limpide : la protéine suit parfaitement les contours du vieil os et du nouvel os.

Mais l'ostéopontine ne se contente pas de reboucher les trous et de cimenter les couches de l'os : elle protège aussi le travail des ostéocytes, des cellules réparties dans l'os qui jouent le rôle de réseau de communication. Dès qu'un des bras qui relie deux ostéocytes est rompu, tout le système de réparation osseux se met en branle et indique aux ostéoblastes le lieu exact de la microfracture. Ceux-ci peuvent alors commencer leur travail de terrassement à partir de la surface de l'os. Marc

**Le docteur M. McKee est aujourd'hui honoré par Québec Science. C'est tout le Département de stomatologie de la Faculté de médecine dentaire qui s'en réjouit. Déjà, l'an dernier, le docteur McKee remportait le 1<sup>er</sup> prix des jeunes chercheurs de l'Association Internationale de Recherche Dentaire. Ces honneurs sont bien mérités et nous l'en félicitons de tout cœur.**



Université  
de Montréal

**Dr Arto Demirjian**  
Directeur  
Département de stomatologie  
Faculté des arts et des sciences



Antonio Nanci et Marc McKee, de la faculté de médecine dentaire de l'Université de Montréal, ont découvert les mille et un usages de l'ostéopontine. « Sans elle, nous serions aussi souples que la Place Ville-Marie ! »

McKee a aussi trouvé de l'ostéopontine dans ce réseau biosensitif : pour assurer la parfaite adhérence du système à l'os, elle tapisse les cavités (les lacunes) où sont logés les ostéocytes ainsi que les microcavités où leurs bras (les tubules) s'étendent.

L'ostéopontine est aussi présente dans et autour des dents. La protéine assure la cohésion entre l'émail, la dentine et le cément. La plus grande concentration d'ostéopontine dans le corps se trouve cepen-

dant aux deux extrémités des ligaments qui attachent la dent à la mâchoire et au cément, lui-même plein de cette protéine.

Marc McKee a également remarqué que l'ostéopontine régulaît l'excès de calcification. Ainsi, dès qu'une protéine commence à se minéraliser (comme c'est le cas avec les os), l'ostéopontine s'y colle, pour assurer l'adhésion avec les autres cristaux, mais aussi pour inhiber sa croissance.

« Sans elle, nous serions aussi souples que la Place Ville-Marie ! » dit le chercheur.

C'est en observant les pathologies des pierres au rein et de l'artériosclérose qu'il a compris le travail qu'effectuait la protéine. La coupe d'une pierre au rein indique que chaque strate minérale est entourée d'une couche

d'ostéopontine : la protéine essaie d'empêcher la calcification pathologique. De plus, on trouve de grandes quantités d'ostéopontine sur les plaques qui sclérosent les artères de patients ayant trop de

cholestérol. L'ostéopontine tente donc de les résorber pour éviter que l'une d'entre elles ne se détache, n'accompagne le sang jusque au cœur et ne provoque une crise cardiaque !

« L'ostéopontine apparaît partout où il y a minéralisation, qu'elle soit normale ou pathologique », conclut Marc McKee, qui songe à mettre au point un traitement à base de cette protéine pour inhiber des calcifications anormales. Il pense, par exemple, à l'ostéopétrose, une étrange maladie responsable de plusieurs décès chez les enfants de moins de deux ans. Un défaut dans la production de l'ostéopontine empêcherait l'organisme de freiner la calcification des os de l'enfant, mais aussi de coller suffisamment les morceaux d'os ensemble.


Et l'ostéoporose ? Le lien entre un dysfonctionnement de l'ostéopontine et cette décalcification qui atteint beaucoup de femmes durant leur ménopause n'a pu encore être fait.

Finalement, l'ostéopontine pourrait servir de colle biologique : avec l'aide de l'équipe de l'Université de Montréal, Theratechnologies, une entreprise montréalaise de biotechnologies, poursuit ses recherches pour l'utiliser avec des implants osseux ou dentaires. ●

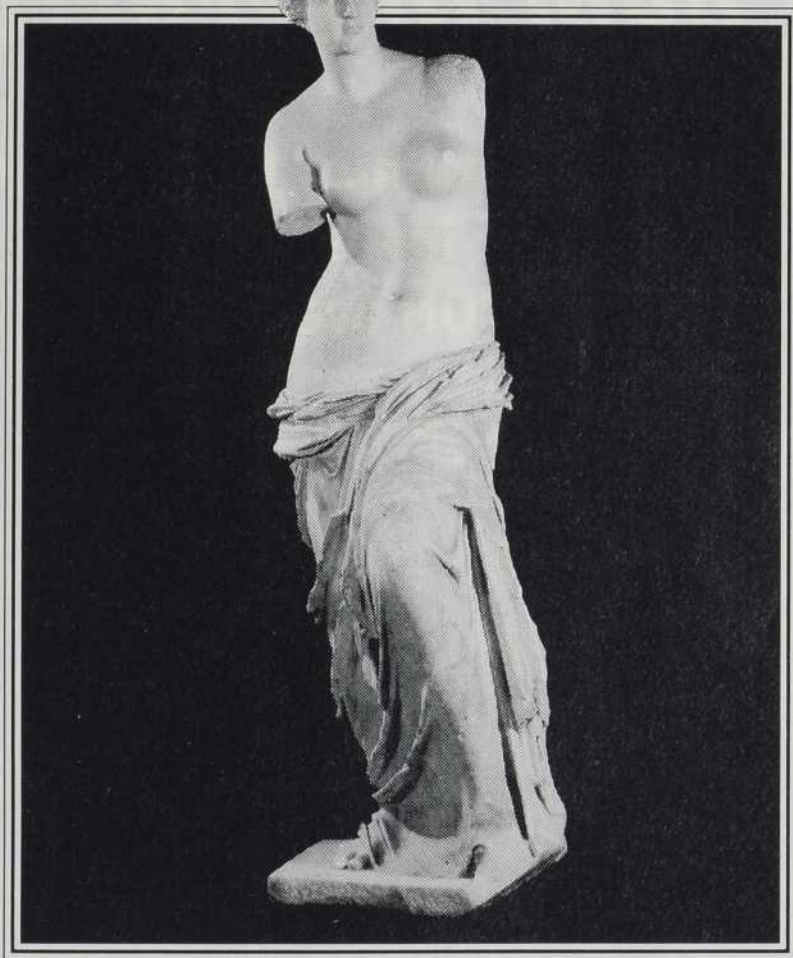
## Hoechst Marion Roussel

La santé, notre  
raison d'être

Hoechst Marion Roussel  
Une société du groupe Hoechst

Hoechst 

# 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**

# C'est quoi la recherche?

**La recherche c'est important pour toi:  
c'est NOTRE investissement  
dans TON avenir!**

C'est ce qui te permet de mieux évoluer dans le milieu social et physique où tu grandis.

Et c'est pour toi et moi que le Fonds FCAR, organisme québécois qui relève du Ministre de l'Éducation, participe au financement des activités de recherche de près de 2500 chercheurs universitaires et de plus de 2000 étudiants. Ces derniers deviendront à leur tour chercheurs qui travailleront au profit de la société québécoise d'aujourd'hui et de demain.

Les efforts de tous ces gens te permettront d'explorer des horizons encore jamais dévoilés et contribueront à assurer ton mieux-être.

**Le Fonds FCAR, un  
levier important pour le  
Québec et sa recherche!**

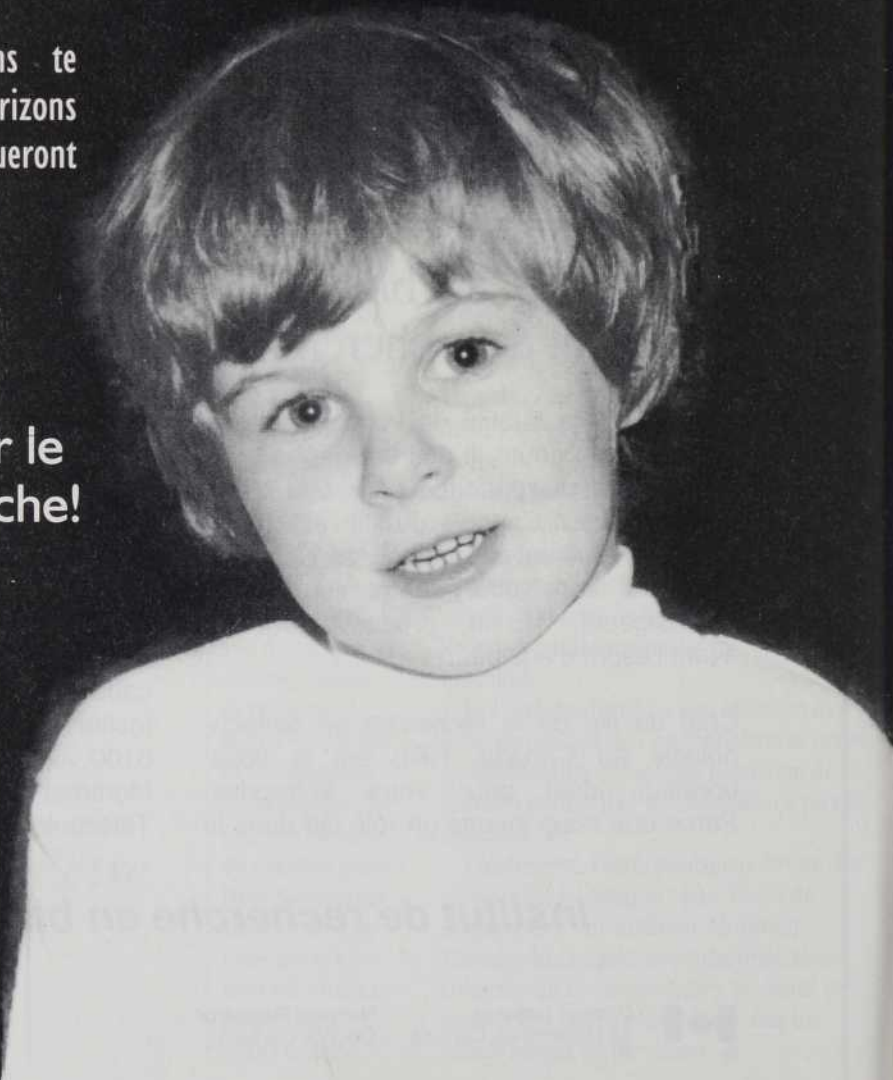


**FCAR**

Fonds pour la Formation  
de Chercheurs et l'Aide  
à la Recherche

140, Grande Allée Est, bureau 450  
Québec (Québec)  
G1R 5M8

Téléphone: (418) 643-8560  
Télécopieur: (418) 643-1451  
Internet: [info@fcar.qc.ca](mailto:info@fcar.qc.ca)  
Site WWW au <http://www.fcar.qc.ca>



EXOBIOLOGIE

M

avité de  
premièr  
nes et  
sire ce  
extrate  
l'Améri  
cience L  
verant  
sur Ter  
Curie  
par leu  
même  
bord de  
c'est-à-  
été ren  
C'est  
tenu du  
raiti les  
de une  
sire en  
les mé  
manoe  
C'est  
Micha  
Hijou  
beaucou  
puisque  
Antarct  
de nom  
Cepen  
l'équipe  
posés n  
mie s'éc  
Or, s'il  
compos  
habitat  
à haute  
l'équipe  
terpre  
berter d  
minéral

# Les Martiens sont parmi nous !

*Un chercheur québécois s'est retrouvé au centre de l'un des plus gros tourbillons scientifiques de l'année : la possible découverte d'une forme de vie sur Mars.*

par Claude Lafleur

**M**inéralogiste à l'Université McGill, Hojatollah Vali fait partie de l'équipe des neuf chercheurs de la NASA qui, en août dernier, annonçait la découverte des premières molécules organiques martiennes et peut-être, mais on n'en est pas encore certain, des premières traces de vie extraterrestre. L'équipe, dirigée par l'Américain David McKay, a mis en évidence la présence, dans une météorite provenant de Mars, de cristaux rocheux qui, sur Terre, sont produits par des bactéries.

Curieusement, absorbés qu'ils étaient par leurs travaux, ses collègues et lui-même ne se sont rendu compte que très tard de l'importance de leur découverte, c'est-à-dire seulement au moment où elle a été rendue publique !

C'est en 1995 que le minéralogiste a obtenu du National Research Council américain les fonds nécessaires pour entreprendre une étude sur l'interaction entre la matière organique et les minéraux composant les météorites. En janvier 1996, il a commencé ses recherches au Johnson Space Center, à Houston, où il a rencontré David McKay.

Hojatollah Vali souligne qu'on savait déjà beaucoup de choses sur cette météorite puisque, depuis sa récupération en Antarctique, en 1984, elle avait fait l'objet de nombreuses publications scientifiques. « Cependant, dit-il, l'un des membres de l'équipe venait de déterminer que les composés organiques présents dans la météorite s'étaient formés à basse température. Or, s'il n'est pas rare de trouver de tels composés dans des météorites, ils sont habituellement le résultat de réactions à haute température. À ce moment-là, l'équipe ne savait pas encore comment interpréter cette observation. » C'est pour tenter de résoudre cette énigme que le minéralogiste s'est joint à l'équipe.



NASA et Laurent Leblanc

**Hojatollah Vali, minéralogiste à l'Université McGill, et l'empreinte de vie « extraterrestre » qu'il a identifiée.**

Au cours des premiers mois de 1996, les chercheurs ont poursuivi leurs analyses en continuant à se demander s'ils avaient affaire à de véritables traces de vie martienne ou, plus simplement, à différentes microstructures ressemblant à des microorganismes. Chacune de ces microstructures pouvait en effet être le résultat de phénomènes purement physico-chimiques, et non biologiques.

Finalement, ils ont constaté que l'abondance des microstructures témoignait bel et bien de la présence d'une vie extrêmement primitive. Selon eux, il s'agirait de résidus laissés par des microorganismes martiens s'apparentant plus ou moins aux premières bactéries terrestres. Autrement dit, ils auraient découvert les premiers « extraterrestres » !

Au début du printemps dernier, les chercheurs ont fait parvenir leur communication scientifique au magazine *Science*, qui

a entrepris le processus normal de révision par les pairs. C'est là que la roue s'est mise à tourner pour l'équipe, et rapidement.

« Pour nous, il s'agissait simplement d'une autre découverte scientifique, explique Hojatollah Vali. Mais lorsqu'il a été question d'organiser une conférence de presse, à la fin du mois de juillet, nous avons commencé à percevoir la signification réelle de notre découverte. » Il avoue d'ailleurs candidement que la conférence de presse a été l'événement le plus « surprenant » de sa carrière. « J'ai pris part à plusieurs découvertes scientifiques d'importance et j'ai déjà vu des gens s'enthousiasmer pour mes travaux, mais jamais à ce point. Cette fois-ci, tous les médias se sont précipités sur nous ! »

Hojatollah Vali rappelle cependant que l'annonce ne signifiait pas que l'équipe avait découvert de la vie martienne, mais simplement qu'elle venait de faire un premier pas dans cette direction. « C'est un pas important, insiste-t-il, mais il est également important de bien faire cette distinction. » ●

Une découverte importante parce qu'elle permet d'espérer que la thérapie génique fonctionnera un jour

# Des foies de souris et des hommes

*La tyrosinémie est une maladie horrible qui frappe surtout les habitants du Saguenay-Lac-Saint-Jean. Une maladie qu'on pourra peut-être traiter... grâce à un virus !*

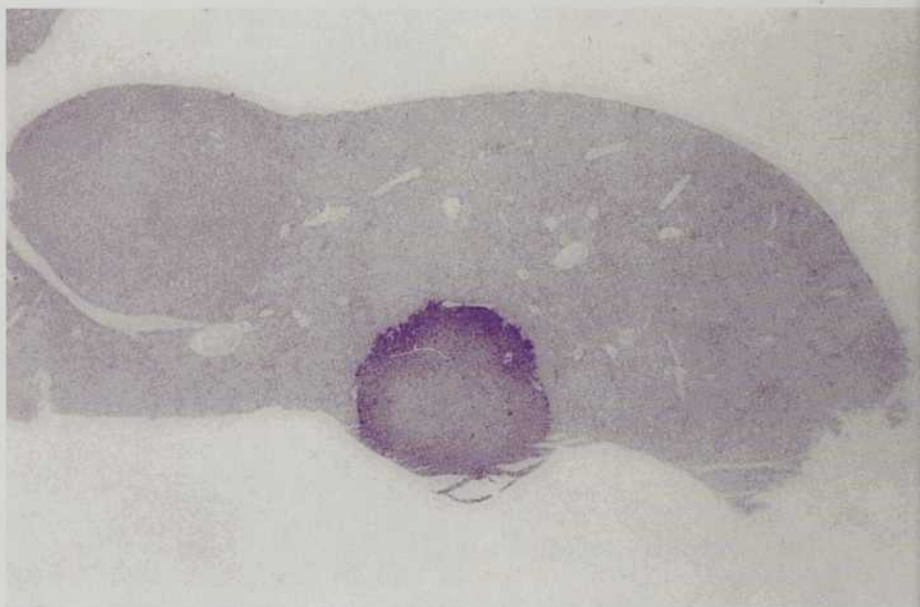
par Isabelle Montpetit

**L**e bébé a le teint jaune et le foie très enflé. Il vomit souvent et, curieusement, son corps dégage une odeur de chou bouilli. Pour le pédiatre, tous ces signes semblent indiquer une tyrosinémie héréditaire de type 1. Une analyse biochimique du sang confirme le diagnostic. Pour ce petit, l'avenir sera difficile : il risque de mourir très jeune d'insuffisance hépatique ou de contracter un cancer du foie à l'adolescence. À moins qu'on puisse lui greffer un foie...

La tyrosinémie héréditaire de type 1 est une maladie génétique très rare. Depuis 20 ans, on en a rapporté 192 cas dans le monde, dont 101 chez les Canadiens-français. À une certaine époque, un nouveau-né sur 800 en était atteint dans la région du Saguenay—Lac-Saint-Jean. « Depuis l'avènement des techniques de diagnostic prénatal et d'interruption de grossesse, la maladie ne touche plus qu'un nouveau-né sur 1 846 dans cette région », souligne Robert Tanguay, du laboratoire de génétique cellulaire et développementale de l'Université Laval, qui étudie cette maladie depuis plus de 12 ans.

La tyrosinémie est causée par le mauvais fonctionnement d'une enzyme, la fumarylacétoacétate hydrolase, plus familièrement appelée FAH. Comme beaucoup d'enzymes, la FAH transforme les substances que nous mangeons en éléments utiles pour notre organisme.

Lorsque nous avalons une bouchée de viande, par exemple, notre estomac se charge d'en couper les protéines en petites molécules appelées acides aminés. La tyrosine est l'un de ces acides aminés. Pour chaque molécule de tyrosine, deux destins sont possibles. Certaines enzymes peuvent la transformer en neurotransmetteurs, des substances essentielles au fonctionnement du système nerveux. Ou bien, elle peut être dégradée par une autre série d'enzymes en



Université Laval

**Coupe d'un foie de souris déficiente en FAH. Des cellules malades ont été traitées *in vitro* puis réinjectées. Après deux mois, un nodule de régénération (au centre) s'est formé.**

molécules plus petites dont certaines sont indispensables au métabolisme de tous les types de cellules.

Certains dérivés de la tyrosine sont extrêmement toxiques, mais, normalement, l'action de la FAH les rend inoffensifs. Or, les tyrosinémiques n'ont pas de FAH; les dérivés toxiques s'accumulent donc dans les cellules de leur foie.

Pour ces malades, le seul espoir est la greffe du foie, avec tous les risques que comporte cette opération. En attendant de trouver un donneur, on prescrit aux malades du NTBC, un médicament expérimental dérivé d'un herbicide, qui empêche l'accumulation des dérivés de la tyrosine dans le foie. Sinon, ils doivent s'en tenir à un régime strict, très pauvre en tyrosine.

Chez les tyrosinémiques, le gène qui fa-

brique la FAH est défectueux. Est-il possible de réparer ce défaut génétique ? C'est ce qu'ont tenté avec succès Robert Tanguay et ses collègues de l'Oregon Health Sciences University.

Comme il est impossible de pratiquer ce genre d'expérience sur des humains, les chercheurs ont utilisé des souris, car ces petits rongeurs ont un bagage génétique assez semblable au nôtre. Lorsqu'on détruit leur gène FAH, les souris présentent les mêmes symptômes qu'une personne tyrosinémique : leur foie dégénère, le cancer apparaît et elles finissent par mourir.

Robert Tanguay et ses collègues ont injecté dans le foie de ces souris tyrosinémiques des cellules hépatiques saines, dans l'espoir qu'elles viennent au secours des cellules malades en leur fournissant de la FAH. Ces cellules saines se sont multipliées avec une rapidité foudroyante. L'injection de mille cellules a suffi pour régénérer tout un foie de souris, qui contient plus de 20 millions de cellules.

Mais ce genre de transplantation risque

toujours de provoquer une violente réaction de rejet de la part du système immunitaire. Pour éviter cela, les chercheurs ont mis au point une ruse digne du cheval de Troie. C'est par le biais d'un virus, rendu inoffensif, qu'ils ont introduit le gène FAH dans les cellules malades.

Les virus sont des créatures étranges, à la frontière entre le vivant et l'inanimé. Pour fonctionner, leur bagage génétique doit absolument s'intégrer à celui d'une cellule. Les scientifiques se servent de cette propriété pour introduire dans des cellules le gène de leur choix. Ainsi, les chercheurs ont intégré le gène FAH au bagage génétique d'un virus et ont injecté le tout dans la veine porte, qui alimente directement le foie.

« On observe que les cellules qui contiennent le gène FAH se multiplient beaucoup plus rapidement que les autres », fait remarquer Robert Tanguay. Éventuellement, elles finissent par coloniser tout le foie des souris, qui redevient comme un neuf. La publication de ces résultats, en

## Les tyrosinémiques n'ont pas de FAH; les dérivés toxiques s'accumulent donc dans les cellules de leur foie.

mars dernier, a suscité beaucoup d'espoir. Selon l'éditorialiste de la revue *Nature Genetics*, ces travaux « insufflaient une nouvelle vie au rêve de thérapies géniques pour le foie ».

Mais il y a un hic : le foie des humains et celui des souris sont différents. En faisant l'autopsie de tyrosinémiques, on a découvert que certaines cellules de leur foie sont parfaitement saines. Leur gène FAH semble s'y être réparé spontanément. De plus, ces cellules saines se sont multipliées pour former d'assez gros nodules. Malheureuse-

ment, ces nodules ne recréent jamais un foie normal, contrairement à ce qui se passe chez les souris. « Ces patients finissent tout de même par développer un cancer », souligne Robert Tanguay, qui est plutôt pessimiste face au potentiel de la thérapie génique pour guérir la tyrosinémie chez l'humain. « La nature a déjà fait l'expérience et cela n'a pas réussi », déplore-t-il.

Pourtant, il est indéniable que les cellules qui contiennent la FAH se reproduisent beaucoup plus vite que les autres. C'est un atout qui pourrait servir à soigner d'autres maladies du foie. Avec la thérapie génique, il est en effet crucial que les cellules « réparées » se multiplient. On peut imaginer améliorer, par le biais de techniques génétiques, la capacité qu'a la FAH de favoriser la multiplication de ces cellules. En intégrant cette « super FAH » à des cellules réparées, on favoriserait leur multiplication aux dépens de leurs consœurs malades. Même si ce traitement est encore du domaine de la science-fiction, Robert Tanguay peut garder espoir. ●

## 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  
du CHUL

Une découverte importante parce qu'elle pourrait nous forcer à réviser nos théories sur la formation des étoiles

# L'étoile mystérieuse

Grâce au télescope Hubble, une équipe québécoise a déniché un phénomène rare, une lumineuse bleue variable. Une nouvelle étoile est née.

par Anne-Marie Simard



**22** janvier 1996. Laurent Drissen, astrophysicien à l'Université Laval, vient de recevoir du télescope *Hubble* les images numériques qu'il avait demandées. Sur son ordinateur apparaissent les étoiles d'une galaxie lointaine, située à 10 millions d'années-lumière de la Terre. Laurent Drissen et ses collègues s'intéressent à cette région, car ils y ont détecté un gaz voyageant à très haute vitesse (1 500 km par seconde), ce qui est plutôt inusité. Il compare ensuite ses images avec d'autres de la même région, obtenues à l'aide du télescope Canada-France-Hawaï, en 1992. Étrange : sur les images de

L'étoile, pointée par la flèche, était invisible il y a à peine quatre ans. À 10 millions d'années-lumière de nous est « apparue » celle que les chercheurs ont baptisée NGC 2363-V1.

*Hubble*, une nouvelle étoile est apparue ! (Normalement, leur cycle de vie s'échelonne sur plusieurs millions d'années.)

Avec ses collègues Jean-René Roy et Carmelle Robert — sa compagne de vie —, il analyse fébrilement d'autres images datant de 1993 et de 1994. Pas de doute : le petit point grossit d'année en année.

Mais quel est donc ce mystérieux phénomène ? Pas une supernova (l'explosion

d'une étoile), car elle n'aurait été visible que durant une semaine ou deux. Et si c'était une étoile lumineuse bleue variable (LBV), un objet céleste hors du commun ? Quelques semaines plus tard à Hawaï, Laurent Drissen le confirme en analysant la lumière de l'objet.

« Trouver une nouvelle étoile, c'est très excitant pour un astrophysicien, confie-t-il, encore sous le coup de l'émotion. Et surtout lorsqu'il s'agit d'une étoile extrêmement rare. » Et comment ! On a répertorié seulement cinq LBV dans notre galaxie et pas plus d'une vingtaine dans tout l'Univers. Baptisée NGC 2363-V1 (c'est la première étoile « variable » dans la région

NGC 2363), elle a une masse de 30 à 60 fois supérieure à celle du Soleil et elle est aujourd'hui 25 fois plus brillante qu'en 1992. C'est pour cette raison qu'on la dit variable : en plus de « doubler d'intensité », elle peut passer du bleu au rouge dans le spectre en l'espace d'une vie humaine.

Pourquoi les LBV sont-elles si rares ? D'abord, parce que le processus de formation des étoiles ne favorise pas les plus massives. En se contractant, les nuages de gaz forment « plus de petits moutons que de gros », explique, très scientifiquement, Laurent Drissen. Ensuite, parce que l'étoile massive n'entre en « phase LBV » que très brièvement, et seulement à la fin de sa vie, après s'être consumée tranquillement pendant deux à trois millions d'années. Cette courte « crise d'instabilité » qui dure à peine quelques années se reproduit tous les 500 à 2 000 ans, durant une période de 10 000 à 50 000 ans. Finalement, elle explose en supernova. Une véritable finale à la Walt Disney !

Cependant, il reste toujours une incon-

## Cet objet céleste hors du commun a une masse de 30 à 60 fois supérieure à celle du Soleil.

nue, un trou noir dans la belle histoire de NGC 2363-V1. En théorie, l'étoile LBV doit être riche en métaux lourds — du fer ou du zinc, notamment. Elle doit donc se trouver dans une galaxie qui en comporte. C'est une condition *sine qua non* pour créer cette phase d'instabilité et la puissante éruption qui en résulte. En s'échappant du noyau, les photons pousseront sur les atomes des métaux et les éjecteront vers l'extérieur, créant ce puissant « vent stellaire » détectable jusque sur Terre.

Mais voilà : l'étonnante NGC 2363-V1 a vu le jour dans une galaxie « naine », pauvre en métaux lourds. Bang ! Voilà le mini-

échafaudage théorique qui s'écroule. Ce qui donne encore plus d'importance à cette découverte.

Si ce n'est pas la présence de métaux lourds qui explique une LBV, faudra-t-il sortir les anciennes théories du placard ? L'éruption pourrait-elle être causée par un phénomène magnétique ? Ou par une interaction entre les deux étoiles d'un système binaire ?

Disons qu'en ce moment le jeune chercheur a d'autres soucis : il prie les astres pour que sa prochaine demande de temps d'observation avec *Hubble* soit acceptée. Il souhaiterait obtenir le spectre complet de son étoile pour en connaître la composition chimique. Voilà qui permettrait de résoudre l'énigme théorique.

« Seule une demande sur sept est acceptée, dit-il. Et s'il faut attendre trois ou quatre ans pour observer notre LBV, sa luminosité sera peut-être trop faible. » Il faudrait alors attendre entre 500 et 2 000 ans pour qu'elle ait une nouvelle crise d'instabilité. ●



## Le Canada, à votre portée.

La Base nationale de données topographiques (BNDT) est composée de données numériques couvrant l'ensemble du territoire canadien. Géomatique Canada a numérisé et structuré des milliers de cartes topographiques pour créer une base de données complète et uniforme. La BNDT comprend des éléments comme les cours d'eau, les zones urbaines, les chemins de fer, les routes, la végétation et le relief.

La base de données numériques est très utile dans une multitude de secteurs d'activités tels que le transport, les communications, la foresterie, les mines et la planification des interventions d'urgence.

On peut acheter la BNDT en totalité ou en partie

(découpage du Système national de référence cartographique), et selon différents thèmes. Elle est offerte dans plusieurs formats qui sont compatibles avec la plupart des systèmes informatiques. L'équipe de soutien aux usagers est prête à vous aider afin que vous puissiez profiter au maximum de la BNDT.

La BNDT met le Canada à votre portée. Pour de plus amples renseignements, communiquez avec le Centre d'information topographique de Géomatique Canada à Sherbrooke.

**Certifié ISO 9001.**

COURRIER ÉLECTRONIQUE : [BNDT@CCG.RNCan.gc.ca](mailto:BNDT@CCG.RNCan.gc.ca)  
 NUMÉRO SANS FRAIS : 1-800-661-2638 (Canada et É.-U.)  
 TÉLÉCOPIEUR : (819) 564-5698 TÉLÉPHONE : (819) 564-4857

LE CANADA EN

FORMAT NUMÉRIQUE



Ressources naturelles  
Canada

Natural Resources  
Canada

Géomatique Canada

Geomatics Canada

<http://www.CCG.RNCan.gc.ca>



Canada

# Fragile comme un X

*La source de cette maladie mentale héréditaire est située dans les ribosomes. Une équipe du Centre hospitalier universitaire de Québec a été la première à l'identifier.*

par Laurent Fontaine

**L**e syndrome du X fragile est une maladie mentale transmise par les chromosomes de la mère qui frappe environ 1 enfant sur 2 000, surtout des garçons. Peu de gens la connaissent, même si c'est la maladie mentale héréditaire la plus fréquente. Troubles ou absence du langage, retard mental plus ou moins prononcé, caractère hyperactif ou, au contraire, tendance à l'autisme, le syndrome du X fragile est particulièrement insidieux, car cela prend du temps pour se rendre compte de sa présence : les parents mettent souvent au monde d'autres enfants, eux aussi atteints, avant de s'apercevoir que quelque chose ne va pas.

« La maladie est connue depuis la fin des années 60, dit François Rousseau, médecin biochimiste et chercheur à l'unité de recherche en génétique humaine et moléculaire du Pavillon Saint-François-d'Assise du Centre hospitalier universitaire de Québec (CHUQ). Les spécialistes trouvaient son comportement bizarre : elle pouvait sauter des générations ou apparaître dans des familles sans antécédents. Par contre, dès qu'un enfant était atteint, le suivant né de la même mère avait de fortes chances de l'être aussi. »

En 1992, les travaux de l'équipe française dont faisait partie François Rousseau ont permis de comprendre que ce syndrome provient de la mutation, de génération en génération, du triplet CGG, un des composants du gène FMR1, soit un triplet de CGG répétitif. Au lieu d'être normalement présent 30 fois, le nombre de répétition du triplet de CGG augmente et à partir de 230 répétitions la maladie apparaît. « C'est la première fois qu'on voyait un élément de l'ADN, un constituant pourtant très stable puisqu'il transporte le code génétique de l'être humain, se comporter d'une manière aussi dynamique », précise le chercheur. À cause de la répéti-



Dans le cytoplasme d'une cellule : la protéine FMRP (en vert) et une protéine constituante du ribosome (en rouge). C'est la distribution granulaire identique des deux colorations qui confirme, pour les biologistes, l'association de la protéine FMRP avec les ribosomes.

Centre hospitalier universitaire de Québec

tion anormale du triplet CGG, la bobine d'ADN est perturbée, ce qui empêche le fonctionnement normal du gène (d'où le nom de X fragile). Grâce à cette découverte, un simple test sur l'ADN permet de déterminer si la mère est porteuse d'une mutation et à quel stade elle en est.

De retour à Québec, le docteur Rousseau a poursuivi ses recherches avec le docteur Edouard Khandjian, biologiste, chercheur au CHUQ. Pour trouver à quoi sert le gène FMR1, la prochaine étape consistait à localiser la protéine codée par ce gène. Le savoir-faire d'Edouard Khandjian a permis à l'équipe québécoise d'atteindre son objectif, tout en devançant deux équipes américaines pourtant beaucoup mieux financées.

La protéine recherchée est associée aux ribosomes, ces « usines » qui lisent les informations génétiques de l'ADN transmises

par l'ARN et permettent de fabriquer les cellules selon la fonction qui leur sera dévolue. « Le gène FMR1 dirige la production de la protéine FMRP qui, elle-même, joue un rôle dans la traduction du code génétique », dit François Rousseau.

C'est la première fois que la recherche sur un gène défectueux lié à une maladie héréditaire met en cause le mécanisme de synthèse des protéines. Celui-ci doit être en parfait état pour fonctionner. La présence de ce défaut génétique associé aux ribosomes étonne donc beaucoup les chercheurs. Dans le cas du X fragile, l'anomalie génétique serait subtile, selon les deux chercheurs. « Il est possible que les cellules du corps soient capables de compenser ce déficit, sauf au niveau des neurones », pense François Rousseau. Les neurones sont les cellules de l'organisme qui ont le plus besoin de synthétiser de nouvelles protéines. Ils doivent donc pouvoir compter sur un réseau de ribosomes parfaitement en ordre. La défaillance du gène FMR1 expliquerait la maladie mentale.

La suite des recherches permettra de savoir comment la protéine FMRP agit au niveau du ribosome et donc de mieux comprendre le défaut moléculaire dû à l'absence de cette protéine quand le syndrome du X fragile est présent. Une découverte d'autant plus utile qu'actuellement le triplet CGG mis en cause est en prémutation (plus de 30 répétitions dans le gène, mais encore moins de 230) chez 1 femme sur 260, selon une autre étude que François Rousseau a menée au Québec. Et la seule intervention que les médecins peuvent proposer aux femmes enceintes qui ne veulent pas d'un enfant atteint du syndrome du X fragile, c'est l'interruption volontaire de grossesse. Mieux comprendre le processus de la maladie permettrait peut-être de trouver un traitement efficace dans le futur. ●

Une découverte importante parce qu'elle permet de mesurer facilement les doses d'ultraviolets que l'on reçoit l'été

Les 10 découvertes de l'année

## Un détecteur d'U.V. à deux sous

Deux Québécois ont mis au point une encre miracle, à la fois toute simple et tout usage.

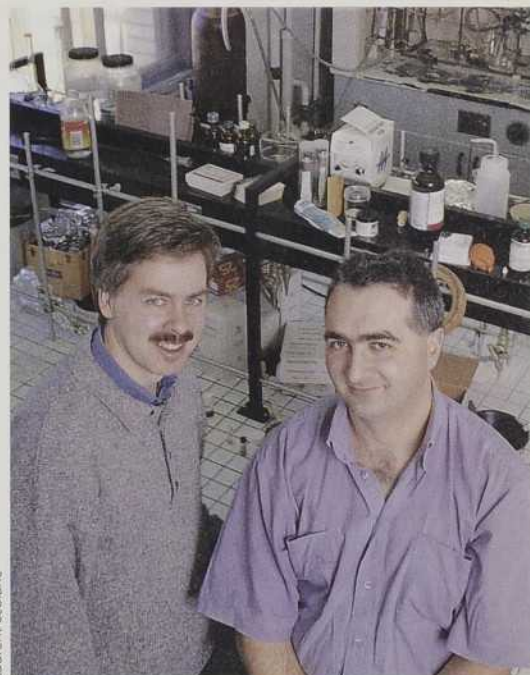
par Félix Légaré

C'est en cherchant la recette d'un polymère pouvant réagir aux rayons X que Mario Leclerc, professeur de chimie à l'Université de Montréal, et Karim Faïd, son assistant, sont tombés sur celle d'une encre étonnante, composée d'un polymère dont la couleur change lorsqu'elle se trouve en présence d'ultraviolets. « Par exemple, si sa couleur de base est le jaune, l'encre deviendra rouge après avoir reçu une dose maximale d'U.V., explique Karim Faïd. Et, entre les deux, elle peut prendre

une variété de tons intermédiaires. Il suffit donc d'utiliser une charte de couleurs pour évaluer avec précision la dose d'U.V. à laquelle l'encre a été exposée. »

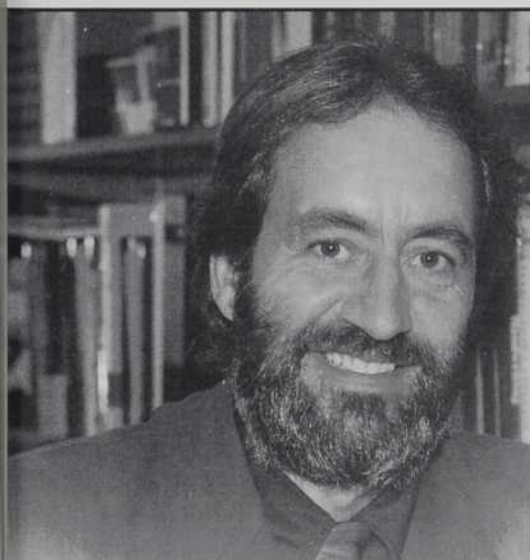
Le grand avantage de ce produit : son coût de revient est quasiment nul. En effet, en théorie, l'encre coûte moins cher à produire que le papier sur lequel on l'imprime ! Seul inconvénient : le procédé est irréversible. Il faut donc jeter chaque détecteur après un seul usage. Mais, compte tenu de son prix, c'est un bien petit défaut.

Un autre avantage : le détecteur peut



Laurent Leblanc

Le détecteur de Mario Leclerc et de Karim Faïd, du département de chimie de l'Université de Montréal, intéresse déjà les fabricants de crème solaire.



ÉCOLE  
POLYTECHNIQUE  
MONTRÉAL

Le génie  
sans frontières

### *Il a su viser haut, il a su viser juste...*

Les efforts soutenus du professeur Réjean Plamondon et la pertinence de ses travaux contribuent de façon remarquable à la triple mission d'enseignement, de recherche et de rayonnement scientifique de l'École Polytechnique de Montréal.

La percée théorique qu'il a accomplie et qui figure au palmarès des dix découvertes de l'année illustre bien l'esprit visionnaire et le haut niveau scientifique des activités de recherche menées à l'École.

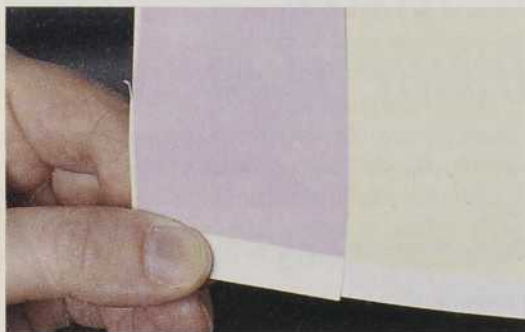
Mille félicitations!

mesurer instantanément l'intensité des rayons U.V. auxquels il est exposé ou encore réagir à l'accumulation des U.V. reçus après un temps donné.

Le détecteur intéresse déjà les fabricants de crèmes solaires. On songe à l'employer pour une campagne publicitaire : en étalant de la crème solaire sur la moitié du détecteur, on inviterait les consommateurs à constater *de visu* son efficacité sous les rayons du soleil. Ils n'auraient qu'à comparer la couleur de la partie protégée par la crème à celle de l'autre, laissée sans protection. Un classique du genre...

De son côté, Environnement Canada songe à en faire un outil de prévention. Installé sur le chapeau d'un enfant, par exemple, le détecteur permettrait d'évaluer l'exposition aux U.V. et de décider s'il est temps de le protéger des rayons du soleil.

Les deux chercheurs ont par ailleurs travaillé avec des industriels, notamment des compagnies qui stérilisent par irradiation des emballages à viande en polyéthylène. Comme les lampes à U.V. perdent progressivement de leur intensité, on peut difficilement mesurer le dosage d'U.V. qu'elles émettent et déterminer si elles font toujours leur boulot. Le nouveau détecteur pourrait être d'un grand secours aux entreprises.



À gauche, la zone exposée. Une charte des couleurs permet de mesurer la dose exacte d'U.V. qui a « irradié » le buvard.

Si tout se déroule comme prévu, des applications pratiques pourraient se matérialiser dès ce printemps.

Quant à la nature exacte du produit, qui est en instance de brevet, le chercheur se montre fort discret, laissant échapper qu'il s'agit « d'un mélange de deux ingrédients interagissant l'un avec l'autre ». « Je n'en dirai pas plus, conclut Karim Faïd, parce que la recette est si simple que n'importe quel chimiste pourra la refaire ! » ●

# Machine à penser

*Robert Proulx et son équipe veulent créer une machine à l'image de l'homme. Un système complexe, indépendant d'esprit... et donc faillible !*

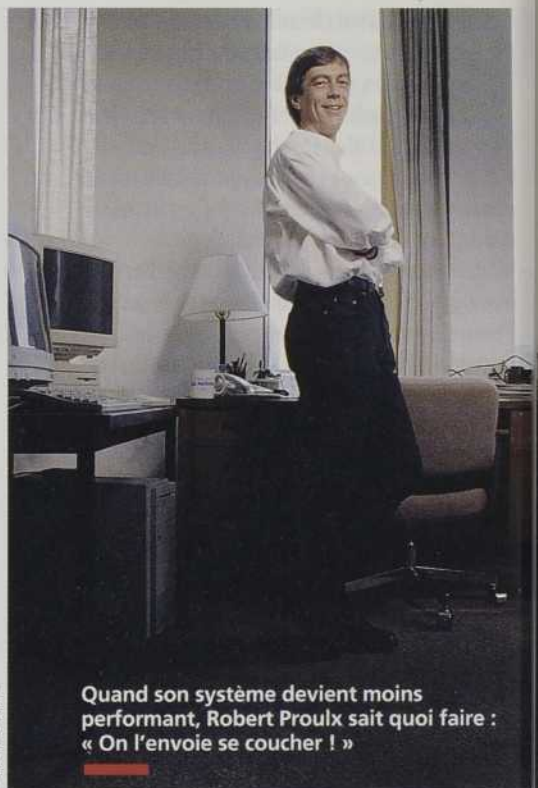
par Anne-Marie Simard

**O**n lui montre la lettre E, qu'il n'a jamais vue auparavant. Après l'avoir analysée sous toutes ses coutures, il la conserve en mémoire. La prochaine fois, il la reconnaît sans problème. Tout comme cette photo d'un homme bien portant qu'on lui a présentée mille fois, mais toujours d'une façon différente.

Lui, c'est le système informatique « non supervisé » qu'a mis au point Robert Proulx, directeur du Laboratoire d'études en intelligence naturelle et artificielle de l'Université du Québec à Montréal. Un système étonnant, dont le mode d'apprentissage est plus proche de celui de l'humain que de celui de la machine et qui a fait du Québec un des leaders mondiaux dans le domaine des réseaux neuronaux.

« Au lieu de procéder comme avec les systèmes experts, c'est-à-dire d'analyser comment un humain accomplit une tâche pour ensuite la reproduire, nous essayons d'imiter le fonctionnement du cerveau, explique Robert Proulx. Une fois cet objectif atteint, la machine pourra accomplir n'importe quelle tâche. »

La différence entre les deux systèmes est facile à faire. Un système expert qui « sait », par exemple, qu'un visage est composé de deux yeux, d'un nez et d'une bouche ne comprendra plus rien si un des yeux est caché ! Le logiciel ne peut prévoir tous les cas possibles, et c'est ce manque de souplesse qui affaiblit les systèmes de ce genre. À l'opposé, il n'est pas nécessaire de signifier au système non supervisé de Robert Proulx ce qu'est un visage, une lettre, etc. Il reconnaît les formes et les classe dans des catégories qu'il a lui-même inventées.



Quand son système devient moins performant, Robert Proulx sait quoi faire : « On l'envoie se coucher ! »

Dans cette modélisation hypersimplifiée du cerveau, les neurones sont de petits processeurs connectés les uns aux autres. Mais puisqu'au départ un réseau de neurones n'est qu'un système vide, comment fait-on pour le « remplir » de cette conscience artificielle ?

Il faut définir une « règle d'apprentissage ». En gros, il s'agit d'un ensemble de fonctions mathématiques qui prédisent la réponse des neurones selon l'excitation envoyée par leurs voisins et le degré de connexion entre eux. Le système est dynamique, c'est-à-dire que la nouvelle information (sous forme de lettres, d'images ou de n'importe quel *input*) sera réinjectée jusqu'à ce qu'il réussisse à l'identifier correctement. C'est ce processus qu'on appelle l'apprentissage.

La conception du système de l'UQAM est basée sur la règle de Hebb. Donald Hebb, un ancien chercheur de l'Université McGill en neuropsychologie, dit que lorsque deux neurones voisins déchargent en même temps (ou sont inhibés en même temps) leur connexion se renforce. « Imaginez un chemin d'eau dans le sable, explique Robert Proulx. Plus le chemin se creuse, plus il laissera passer d'eau. » C'est la même chose dans le cerveau, dit le chercheur. Chaque situation nouvelle provoque la formation de nouveaux chemins neuronaux, construits par un changement de connexions entre les neurones.

Tout cela est bien beau en théorie, mais ça se gâte dans la pratique : lorsqu'il est soumis à un trop grand nombre d'essais d'apprentissage, le système « explose ». Face à cet obstacle apparemment insurmontable, de nombreux scientifiques ont tourné le dos aux réseaux non supervisés.

C'est ce à ce problème que s'est attaqué Jean Bégin, un des membres du groupe. Sa piste : combiner la règle de Hebb à la règle anti-Hebb, qui dit exactement le contraire

de l'autre ! En effet, on observe aussi dans le cerveau des cas où une simultanéité des décharges se traduit par un affaiblissement de la connexion entre deux neurones.

Après des années de tâtonnements, Jean Bégin est finalement parvenu à réconcilier les deux règles. Maintenant, même lorsqu'il est confronté à un grand nombre d'essais d'apprentissage, le système se stabilise et reconnaît les formes correctement. L'obstacle est surmonté.

Apprenant la nouvelle, de nombreux chercheurs à travers le monde ont repris intérêt pour les réseaux neuronaux. Il est vrai qu'ils offrent beaucoup d'avantages. On peut leur présenter des formes parasitées, non « nettoyées » par des humains, une photo brouillée, par exemple. Seul problème : le système se « salit » à la longue et devient moins performant. La solution ? « On envoie le système se coucher », dit Robert Proulx. En d'autres termes, on le coupe du monde extérieur. Il se met à ressasser son bruit intérieur, puis génère des images au hasard et se remet alors à fon-

ctionner correctement. L'équivalent de nos rêves. Le chercheur y voit d'ailleurs un autre parallèle avec l'esprit humain : « Les gens privés de sommeil ne peuvent rien assimiler de nouveau », dit-il.

Le système non supervisé de l'équipe de l'UQAM devient de plus en plus « intelligent ». Pour l'instant, il s'entraîne à reconnaître des formes en mouvement sur un tapis roulant, surmonté d'une caméra rotative. Il a déjà presque maîtrisé l'écriture cursive et il s'attaquera ensuite à la reconnaissance de mélodies et du langage. Sa soif d'apprendre est insatiable !

Les adversaires des réseaux neuronaux reprochent toutefois à ces systèmes de commettre les mêmes erreurs que les humains. Et ils disent qu'il serait hasardeux de leur confier une tâche ou une décision importante. Robert Proulx leur renvoie la balle : « Et si on remplaçait les administrations par des systèmes experts ? Aimons-nous être dirigés par cette logique implacable ? »

La gestion humanisée... grâce aux réseaux neuronaux ! ●



## BIOCHEM PHARMA

### célèbre sa première décennie

L'innovation,  
notre raison  
d'être



De la recherche  
à la découverte

Notre  
équipe,  
notre force

### BioChem, une entreprise vouée à la santé

- Des traitements novateurs répondant à des besoins médicaux non comblés dans le VIH/SIDA, le cancer, la douleur et les thromboses
  - Une gamme complète de produits diagnostiques avec un réseau de ventes mondial et des opérations sur quatre continents
  - De nouvelles technologies de vaccins prometteuses et des installations de production ultra-modernes en construction à Ste-Foy

# Dévoreuse de BPC

*Coriaces les BPC ?*

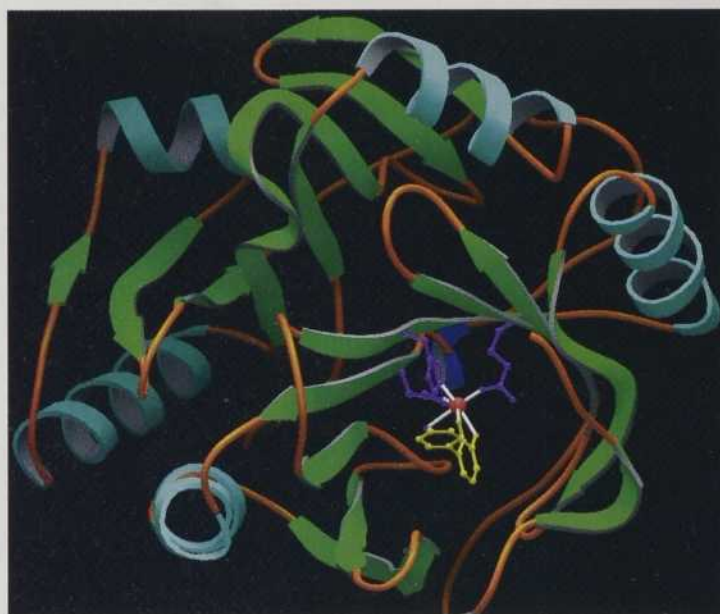
*De simples bactéries pourraient un jour en venir à bout.  
À condition de leur fournir des outils efficaces.*

par Gilles Drouin

**L** existe dans la nature des bactéries qui, grâce à l'action d'enzymes, parviennent à dégrader les biphenyles. Ces mêmes bactéries pourraient contribuer à la destruction des biphenyles polychlorés, les fameux BPC, sauf que le procédé est lent et que plusieurs variétés de BPC résistent à leur action tandis que d'autres ne sont que partiellement détruites. Biochimiste et professeur à l'Université Laval, Lindsay D. Eltis a récemment contribué à la première description de la structure en trois dimensions d'une des enzymes impliquées dans le processus naturel de dégradation des biphenyles, devançant de quelques mois seulement une équipe japonaise.

Il s'agit d'une étape clé de la mise au point d'un procédé biotechnologique de destruction complète des BPC, moins coûteux et plus sûr que l'incinération. En effet, connaître la structure en trois dimensions d'une enzyme permet de mieux comprendre comment elle agit pour détruire les liens des molécules de BPC. « Une fois ces mécanismes compris, explique le chercheur, nous pouvons utiliser des techniques pour modifier l'enzyme de façon à la rendre plus efficace. »

Pour réaliser la cristallographie de l'enzyme (sa structure en trois dimensions), le chercheur a d'abord dû en obtenir une grande quantité sous une forme très pure et très active. Pour y arriver, il faut purifier l'enzyme en anaérobie. La cristallographie elle-même a été effectuée en collaboration avec Jeffrey T. Bolin, biochimiste de l'Université Purdue, en Indiana. « Il est l'un des rares chercheurs au monde à pouvoir cris-



L'enzyme ou l'« arme » utilisée par les bactéries dans leur lutte contre ce terrible polluant.

talliser des protéines en l'absence d'oxygène », souligne Lindsay D. Eltis. Ces conditions de production sont nécessaires en raison de la sensibilité à l'oxygène de l'enzyme. Une fois insérée dans une bactérie, l'enzyme n'est plus vulnérable. Il suffit alors de mettre la bactérie en contact avec le sol contaminé aux BPC.

Bien que la capacité des enzymes à détruire les BPC soit connue depuis un certain temps, les chercheurs se heurtaient jusqu'ici à un problème commun : durant le cycle de destruction, la réaction est bloquée. « Ces réactions fonctionnent selon un principe qui ressemble à celui de la serrure et de la clé, explique le biochimiste. L'enzyme possède un site actif, la serrure, qui reconnaît la molécule de BPC, qui joue un peu le rôle d'une clé. Les molécules qui « passent » dans le site actif sont dégradées par l'enzyme. »

Il semble que ce sont les atomes de chlore présents dans la molécule de BPC qui bloquent la réaction en obstruant la serrure. Ce sont d'ailleurs les scientifiques qui, il y a environ 50 ans, ont ajouté ces atomes de chlore aux biphenyles pour obtenir des molécules plus stables. « Il existe théoriquement 209 variétés (appelées congénères) de BPC, précise-t-il, et, dans la plupart des cas, les huiles peuvent en contenir plusieurs dizaines de variétés. L'évolution n'a pas encore permis aux enzymes de s'adapter pour détruire totalement les BPC. D'une certaine façon, nous cherchons à accélérer l'évolution de ces enzymes en laboratoire. »

Quatre enzymes sont connues pour leur action contre les BPC. Le chercheur a obtenu le portrait détaillé de la troisième enzyme du processus. Chaque enzyme se nourrit du résultat de la réaction précédente. « Une seule enzyme ne fera jamais tout le travail, explique Lindsay D. Eltis. Nous devons comprendre l'action de chacune d'elles pour les rendre plus efficaces. »

Avec la collaboration de Jeff Bolin et de Biogénie inc., une entreprise de biotechnologies de Québec spécialisée dans le nettoyage de sites contaminés, le biochimiste prévoit de « caractériser, modifier et mettre à l'essai les quatre enzymes du processus de dégradation des BPC ».

La beauté du procédé : il ne sera pas nécessaire de bâtir une usine de traitement des BPC sophistiquée — et archicoûteuse —, mais seulement de saupoudrer sur les sols contaminés quelques poignées de bactéries, qui se reproduiront elles-mêmes, à peu de frais. ●

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

# Cœur, horloge et océan

## Le cœur à la bonne place

Un pontage cardiaque sans chirurgie, c'est ce qu'a réussi le docteur Guy Leclerc, de l'hôpital Notre-Dame, à Montréal. Prestidigitation ? Non, thérapie génique. Grâce au virus de la grippe, préalablement désactivé, un gène de croissance est livré dans l'artère coronarienne. De 40 à 80 jours plus tard, les vaisseaux secondaires se ramifient, contournent l'artère bloquée... et le cœur est bien irrigué de nouveau ! Un traitement qui pourrait dans l'avenir éviter l'éprouvant pontage coronarien. L'expérience a été faite sur des porcs, mais le médecin croit pouvoir procéder à des tests sur les humains d'ici deux ans. Pontages urgents s'abstenir : le gène de croissance agit sûrement... mais lentement.

## Réveil-matin biologique



Pour réveiller leurs souris de labo, les chercheurs faisaient souffler une légère brise sur leur cage puis allumaient la lumière. Un jour, ils ont tout laissé éteint. Surprise : en sentant la

brise, les souris ont quand même ouvert l'œil, et toutes leurs fonctions de réveil ont démarré comme en plein jour. Jane Stewart et Shimon Amir, respectivement présidente et professeur du Centre d'étude en neurobiologie comportementale de l'Université Concordia, viennent donc de démontrer que la lumière n'est pas le seul régulateur de notre horloge biologique. Cette découverte, publiée dans *Nature*, pourrait permettre de soigner les troubles du sommeil chez les insomniaques, les travailleurs de nuit, les grands voyageurs et les aveugles.

## Vague de fond



Tous les paléoclimatologues connaissent la période du dryas récent, marquée par un refroidissement brutal dans certaines régions de l'Atlantique nord (température moyenne : environ 10°C). Ce « coup de froid » aurait duré quelques siècles, il y a entre 10 000 et 11 000 ans. L'hypothèse véhiculée pour expliquer ce phénomène étrange est basée sur la circulation des océans. À l'origine du mouvement : la densité des eaux qui, elle, varie avec la salinité et la température. Pour que le cycle des courants soit maintenu, il faut que la densité de la couche d'eau de surface reste assez élevée pour qu'elle soit entraînée vers le fond. Si elle cesse de plonger, le cycle s'interrompt.

Mais voilà, grâce à une session de carottage dans le golfe du Saint-Laurent, Anne de Vernal, Claude Hillaire-Marcel et Guy Bilodeau, tous de l'Université du Québec à Montréal, n'ont trouvé aucun indice d'une baisse de salinité... Retour à la case départ, donc, pour expliquer la période du dryas récent. Ces résultats considérés comme importants ont été publiés dans la revue *Nature*... même si le mystère subsiste.

## Médicament contre l'hépatite B

Le 3TC, déjà utilisé dans la lutte contre le sida, serait également efficace pour traiter l'hépatite B. C'est ce qu'a prouvé une étude clinique effectuée par la compagnie pharmaceutique Biochem Pharma en collaboration avec la multinationale britannique Glaxo-Wellcome. Chez 20 des 23 patients atteints d'hépatite B — tous « cobayes » pour la phase II de l'étude —, le virus VHB est devenu indétectable. Il l'était encore au moment de la publication des résultats, 59 semaines plus tard. Rappelons que les gens atteints sont porteurs du virus toute leur vie. Les résultats préliminaires ont été publiés dans *The New England Journal of*

*Medicine* en décembre 1995. La phase III de l'étude est actuellement en cours sur 1 000 patients répartis dans 22 pays. À la fin de cette étape, le produit pourra être commercialisé à travers le monde sous le nom de lamivudine. Les Chinois, premiers en liste, l'obtiendront dès l'an prochain.

## Corde sensible

Christian Ahmarani et Maurice Bettez, oto-rhino-laryngologistes à l'hôpital Maisonneuve-Rosemont, à Montréal, ont redonné la voix à des patients atteints de paralysie des cordes vocales (un problème qui touche 200 personnes par année au Québec). Le secret : un implant laryngé de leur création. Lorsqu'une des cordes est paralysée, elle ne peut rejoindre l'autre au milieu du larynx, soit pour y vibrer lorsqu'on parle ou pour empêcher les solides et liquides de pénétrer dans le conduit respiratoire. Il faut donc « tenir » la corde paralysée au centre pour corriger ce problème.

Leur implant se fixe dans une fenêtre découpée dans le larynx. À l'intérieur du bloc de titane se trouve un autre petit bloc amovible. Pendant l'opération sous anesthésie locale, les chirurgiens ajustent la voix du patient (avec sa participation) grâce à un tournevis qui fait bouger le petit bloc. Les dizaines de patients opérés à Maisonneuve-Rosemont ont récupéré une voix normale à 90 %. Il s'agit d'une première mondiale.

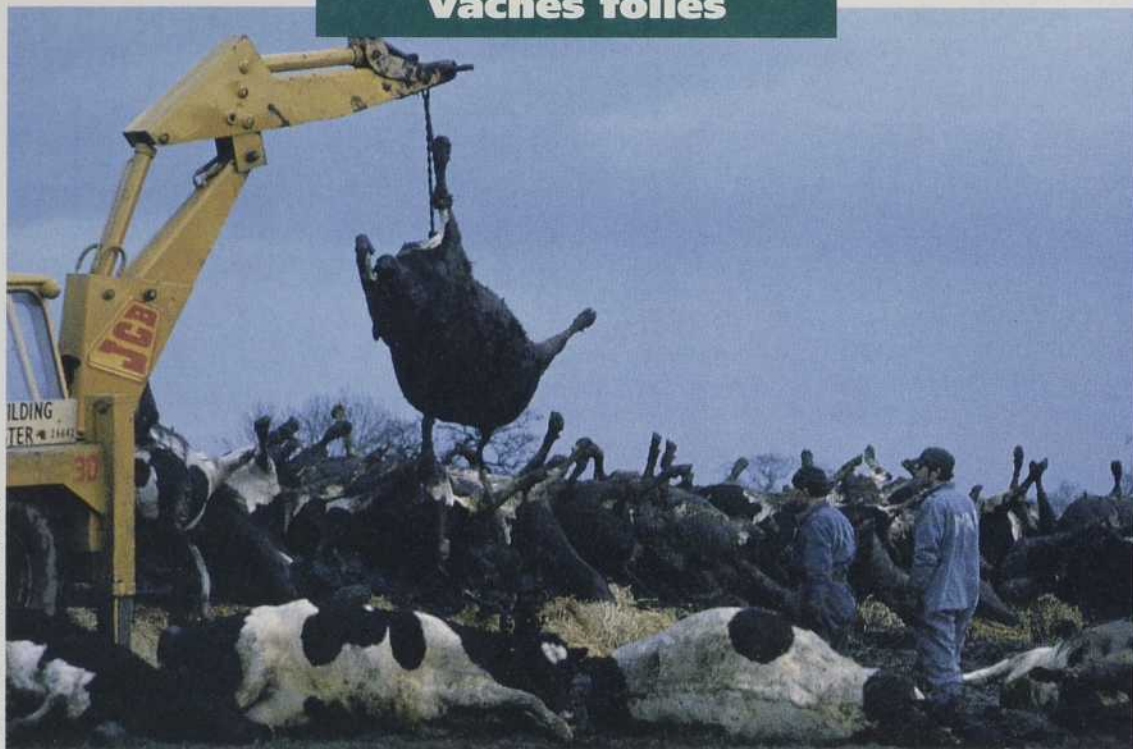
## Il n'y a pas que le gras



Au même titre que le cholestérol, l'insuline devrait être considérée comme un important facteur de risque des

maladies cardio-vasculaires. C'est ce qu'a démontré une très longue étude amorcée en 1985 et réalisée dans la région de Québec sur 2 103 hommes de 45 à 76 ans. Entre 1985 et 1990, 114 sujets ont été victimes de maladies cardio-vasculaires. Fait troublant : au début de l'étude, les « futurs malades » présentaient un taux d'insuline de 18 % supérieur aux sujets en bonne santé. Jean-Pierre Després et ses collègues du département d'éducation physique de l'Université Laval ont publié leurs résultats dans l'édition d'avril du *New England Journal of Medicine*.

Anne-Marie Simard



Tom Hanley/Camerapress/Ponopresse

# Europe : le choc est passé, le mystère demeure

Après avoir causé d'immenses remous en Europe, la crise de la « vache folle » semble se résorber progressivement. Fabien Gruhier explique pourquoi.

par Fabien Gruhier (France)

**V**u d'Amérique du Nord, la maladie « de la vache folle » semble un problème très lointain. Mais, vu d'Europe, c'est une catastrophe : en raison de sa très probable transmissibilité à l'homme, la maladie affole les consommateurs, jette la bisbille entre les gouvernements de la CEE et ruine des secteurs entiers de l'économie. Les contribuables européens vont d'ailleurs déboursier plusieurs milliards de dollars pour indemniser les éleveurs dont il faut abattre la totalité du troupeau dès qu'une seule vache « folle » y est détectée ! Une mesure qui peut sembler extrême mais qui s'explique : ce qu'on redoute surtout, c'est une épidémie ravageuse d'ici 5 à 20 ans, compte tenu de la très longue période d'incubation des maladies dues à des

ATNC (agents transmissibles non conventionnels), autrement dit des maladies à « prions » (encore un mot nouveau à ajouter à notre vocabulaire).

Mais d'abord, un peu d'histoire s'impose si on veut démêler tout cela.

Les premiers cas d'ESB (encéphalopathie spongiforme bovine, mieux connue sous le nom de la maladie de la vache folle) ont été officiellement diagnostiqués au Royaume-Uni il y a déjà plusieurs années, soit en novembre 1986. Cependant, comme les symptômes s'apparentaient à ceux observés l'année précédente sur quelques vaches (également anglaises) atteintes d'une maladie alors inconnue, on doit plutôt retenir 1985 comme date d'apparition.

## À l'origine de la maladie : des poudres de viande suspecte. En 1988, le Royaume-Uni se décide à voter le « feed ban ».

À cette époque, tout comme aujourd'hui, les animaux malades étaient atteints de tremblements incontrôlables, s'isolaient de leurs congénères, ne parvenaient plus à coordonner leurs mouvements et tombaient sans cesse. Ils mouraient rapidement et, à l'autopsie, on constatait que l'ensemble de leur système nerveux central était ravagé, notamment le cerveau : il était tellement troué qu'il ressemblait à une éponge — d'où le nom d'encéphalopathie *spongiforme* bovine. Ces symptômes d'une affection qui n'avait jamais été observée chez les bovins n'étaient pas sans rappeler d'autres maladies. D'abord, la tremblante du mouton (et de la chèvre), appelée aussi « scrapie » et connue depuis des siècles. Puis, la maladie de Creutzfeldt-Jakob, une maladie extrêmement rare (un cas par million de personnes), qui se manifeste par un état de démence et un cerveau spongiforme. Le premier cas documenté de Creutzfeldt-Jakob chez l'homme remonte à 1920.

**P**ourquoi diable un grand nombre de vaches anglaises (plusieurs centaines de cas enregistrés) sont-elles soudain devenues « folles » à partir de 1985 ? « On a très vite incriminé l'alimentation du bétail, explique le docteur

J.W. Whilesmith, du Central Veterinary Laboratory, à Addlestone, dans le Surrey. Une alimentation constituée de suppléments protéinés obtenus par broyage de viande et d'os de bovins et de moutons, dont certains probablement atteints de tremblante. Mais ce mode d'alimentation était pratiqué depuis très longtemps. Nous avons fait des recherches et trouvé ce qui avait changé : c'était le mode de préparation de ces aliments. »

À partir de 1981-1982, en effet, les fabricants de farines protéinées obtenues à partir de cadavres d'animaux impropres à la consommation ont, en bonne logique libérale, décidé de simplifier leurs procédés de fabrication pour économiser. Ils ont ainsi renoncé à un traitement de détoxification par chauffage et action de solvants organiques, ouvrant ainsi la porte à la contamination. La date de cette fâcheuse réforme coïncide d'ailleurs avec les hypothèses sur la durée d'incubation de l'ESB (de quatre à cinq ans). De plus, on a remarqué que les vaches écossaises ont été beaucoup moins atteintes que leurs consœurs anglaises. Or, justement, les usines écossaises de farines animales, sans doute un peu rétrogrades, avaient conservé l'ancien procédé de stérilisation. La preuve semble ainsi faite que la maladie de la vache folle a bien été causée par l'initiative anglaise de nourrir des ruminants herbivores avec des poudres de viande suspecte.

Les bovins d'élevage n'ont pas été les seuls à faire les frais de cette tragique erreur : plusieurs ruminants sauvages du zoo de Londres, dont un tigre, et de nombreux chats londoniens ont succombé à la maladie du cerveau en éponge. En 1988, finalement, le Royaume-Uni se décidait à prohi-

## Le diable est aux vaches

Les Anglais, fidèles à leur réputation, ont traversé la crise de la vache folle avec stoïcisme. Et certains d'entre eux lui auraient même découvert de bons côtés...

par Jean Michaud (Angleterre)

**D**imanche à Hull, East Yorkshire. Chez les Parnwell comme ailleurs au pays, on va bientôt manger le rosbif en famille. Une fois la semaine, à midi, se tient l'immuable rituel de la viande rouge, du *yorkshire pudding* et des légumes bouillis. Cette fois cependant, c'est un gigot d'agneau de Nouvelle-Zélande que maman Parnwell déposera sur la table. « Pas tellement que ce soit meilleur, dit son époux. Mais, par les temps qui courent, mieux vaut être prudent pour les enfants. » Il est vrai que le bœuf n'a jamais été obligatoire le dimanche et que le mouton ou l'agneau trouvaient déjà leur place au menu, mais pour l'instant, et jusqu'à nouvel ordre, le bœuf est honni.

Sur la rive droite de la Tamise, à South Clapham, chez Ben et son épouse Aneth, on est plutôt philosophe. « La crise a quand même du bon, pense Ben. La prise de conscience nationale des dangers de la manipulation du bétail par l'industrie agroalimentaire est patente et, rien que ça, c'est déjà un bon résultat. » Plus prosaïque, Aneth reconnaît que la seule précaution qu'elle a prise depuis le début de la crise, c'est de questionner son boucher sur les conditions d'élevage de ses arrivages : le bœuf d'Écosse, dit-on, est censé être à l'abri de la maladie. Le boucher lui-même n'en prend pas ombrage. « Il y a longtemps qu'on est au courant du problème, confie-t-il, mais on n'en a jamais fait un plat. On vivait avec, comme on vit avec la possibilité d'avoir un cancer ou de crever lors d'un attentat terroriste ! »

En effet, hors d'Europe, on ignore souvent que les premiers cas diagnostiqués du syndrome de l'encéphalopathie spongiforme bovine remontent à près de 10 ans déjà et que,

ber totalement l'usage de ces farines (le *feed ban*), mais sans se gêner pour vendre ses stocks à ses voisins !

1988 + 5 ans = 1993. À partir de 1993, effectivement, le nombre de cas de vaches folles enregistré au Royaume-Uni a commencé à diminuer, conformément aux prévisions. Depuis, ce déclin se poursuit, même si des cas d'ESB ont été détectés chez plusieurs animaux nés après le *feed ban*. Pour expli-



Des cheptels entiers sont abattus et passés à l'incinérateur. Une tragédie nationale pour l'Angleterre.

Tom Hanley/Camerapress/Ponopresse

communauté européenne et libre circulation des aliments aidant, on en avait également détectés ailleurs en Europe, notamment en France et en Suisse. C'est cependant dans l'Archipel que la situation a pris le tour le plus grave : de quelques cas au départ, les chiffres ont grossi régulièrement, jusqu'à créer la réaction internationale que l'on connaît aujourd'hui.

Mais c'est peut-être cet inconnu, interviewé en septembre par la BBC devant un comptoir des viandes chez Tesco's, qui traduit le mieux le sentiment populaire. « Avant, le bœuf était trop cher pour nos moyens et, aujourd'hui, il est offert à une fraction du prix, a lâché l'ouvrier rougeaud en regardant la caméra bien en face. Chez nous, on va pas laisser passer ça ! »

Il faut savoir que, pour la classe ouvrière anglaise, le bœuf a toujours été un luxe, un marqueur du statut économique. Qu'il soit soudain offert à une fraction de son prix habituel est une tentation à laquelle les moins nantis ne peuvent résister ! Maintenant que l'émoi est chose du passé, le consommateur — qui a peu de temps de réflexion à consacrer aux péchés de l'agroalimentaire — est de retour et, moyennant un encouragement du côté des prix, il collabore sans faire de chichis. Aussi, près une baisse dramatique des ventes du bœuf de toutes les origines — associée au début de la crise et à la décision européenne de bannir les exportations bovines britanniques —, les choses sont en voie de revenir à la normale chez Tesco's et sa rivale Sainsbury's, les deux géants de l'alimentation de masse au Royaume-Uni. *It's business as usual* pour la viande de bœuf en général, incluant le bœuf anglais qui provient de bêtes nées après 1993, date considérée comme sécuritaire par les autorités anglaises. Une conviction que ne partage pas nécessairement le reste de l'Europe...

Pour mesurer à sa juste valeur le problème anglais lié à la crise de la vache folle, il faut le placer dans son véritable contexte, celui d'une société où l'économie est en déroute, le chômage affolant, le terrorisme de l'IRA encore bien vivant et où, cette année, l'équipe nationale ne fait même pas les demi-finales à la coupe d'Europe de soccer... En fait, la nation entière, religieuse et partisane jusqu'à la fibre, est morose, sans compter que le pays est la riçée de l'Europe. Mais les vaches folles en



Jacob Sutton/Gamma/Ponopresse

L'Europe reste sourde aux cris des propriétaires de troupeaux, ruinés et à bout de nerfs.

sont-elles vraiment la cause ? N'est-ce pas plutôt l'obstination du gouvernement à refuser de reconnaître l'ampleur de ce problème ?

Devant une telle adversité, l'Anglais moyen réfrène à grand peine son envie carnassière. Et s'il apparaît impassible à l'observateur étranger, c'est qu'on néglige la puissance du stoïcisme anglais. Au-delà des apparences, cette pseudo-insouciance dissimule une blessure profonde : depuis que les vaches sont devenues folles, mais, surtout, depuis que le reste de l'Union européenne s'est piqué d'en faire une tragédie et que le vilain a formellement été identifié, l'ethos anglais a beaucoup souffert. De toujours, l'attitude dans l'Archipel en a été une de protection têtue contre la souillure continentale. L'interminable débat sur l'Eurotunnel n'avait, pour les Anglais, d'autre motif que la défense obstinée d'une insularité utérine, une espèce de réflexe hygiénique. On devine le choc. Du jour au lendemain, c'est Albion-la-pure que le continent — revanchard ? — humilie en la soumettant à la dernière des indignités : la quarantaine.

Depuis le printemps, plus un kilo de bœuf anglais, que ce soit sur pattes ou sous celophane et que la bête soit née avant ou après 1993, n'a la permission de franchir la Manche. Les conditions de réouverture des frontières font d'ailleurs l'objet de négociations féroces au cours desquelles s'affrontent quotidienne-

ment les bureaucrates européens à Bruxelles. Plus que n'importe quelle conséquence sanitaire ou économique liée au problème de la vache folle, c'est cette mise au pilori qui blesse les Anglais. À tel point que plusieurs estiment qu'à l'approche des élections nationales une victoire anglaise dans la guerre du bœuf (c'est-à-dire, du point de vue anglais, la permission d'exporter de nouveau après l'élimination du plus petit nombre possible de têtes, essentiellement parmi les bêtes de plus de trois ans) pourrait avoir, pour le premier ministre Major qui traîne considérablement dans les sondages, le même effet positif que le coup de force de Margaret Thatcher aux Falkland juste avant sa réélection en 1983.

Un encouragement pourrait peut-être venir de cette suggestion pour le moins inattendue d'un journaliste cambodgien, cité dans la *Far Eastern Economic Review* du 11 avril dernier. Alors qu'il était question, au pire de la crise, de devoir se départir de la totalité du cheptel britannique et que la mise en pratique de cette solution finale posait, à juste titre, un problème d'échelle, il fit la proposition suivante. « Les Anglais ont 11 millions de vaches dont ils doivent se débarrasser. Au Cambodge, il y a à peu de choses près le même nombre de mines antipersonnelles qu'il faut neutraliser. Il me semble qu'il y a là une solution... ». *Shocking indeed !*

quer ce fait, on a pensé qu'il existait une transmission « horizontale » (d'un animal à l'autre dans le même troupeau) ou « verticale » (de la vache au veau). Aujourd'hui, on se contente d'invoquer un usage frauduleux des farines interdites.

Et l'humain là-dedans ? Soulignons que le nombre de personnes chez qui on a diagnostiqué une forme de la maladie de Creutzfeldt-Jakob possiblement attribua-

ble à une contamination bovine reste jusqu'ici nettement inférieur à 20 (14 au Royaume-Uni et 2 en France, aux dernières nouvelles). Il ne s'agit donc pas pour le moment d'un colossal problème de santé publique. De plus, comme le nombre des vaches folles diminue depuis le *feed ban*, les craintes apocalyptiques paraissent irraisonnées. À moins, bien sûr, de supposer qu'après un temps d'incubation de 10 à

15 ans, les milliers de personnes qui ont mangé des steaks d'animaux nés avant 1988 afficheront les symptômes de la maladie au début du prochain siècle. Mais, il faut le noter, on n'a jamais réussi à contaminer un animal de laboratoire en lui faisant manger du muscle de vache folle : seul le système nerveux central semble porteur du fameux prion.

N'empêche que, même si rien n'est

vraiment prouvé à ce sujet, il existe probablement un lien entre la vache folle et la maladie de Creutzfeldt-Jakob (MCJ) de type III. Trois indices marquants semblent appuyer cette hypothèse.

1) Le plus grand nombre de cas humains suspects provient justement du Royaume-Uni, soit le territoire où l'on a recensé, et de très loin, le plus grand nombre de vaches malades.

2) La MCJ de type III est observée chez des sujets jeunes, alors que la maladie de Creutzfeldt-Jakob classique frappe des personnes âgées.

3) John Collinge, du Imperial College School of Medicine de Londres, a découvert une particularité dans la « signature » biochimique des extraits de cerveau. Une particularité commune aux patients atteints de la MCJ du nouveau type et aux animaux infectés avec du cerveau de vache folle, mais qu'on ne retrouve pas dans la MCJ classique, qui est pourtant elle aussi une maladie à prions.

Maintenant, qu'est-ce qu'un prion ou « particule protéinique infectieuse » ?

C'est probablement la grande énigme biologique de la décennie. Un facteur de contamination qui n'est ni un virus ni une bactérie et qui est susceptible de donner une maladie mortelle, on n'avait jamais vu ça ! On commence à peine à percer quelques-uns des mystères de cet « agent transmissible non conventionnel ».

« Les maladies à prions (MCJ chez l'homme, tremblante chez le mouton, ESB chez le bovin) sont toutes dues à l'accumulation dans le cerveau d'une protéine normale mais déformée », indique Henri Baron, de la firme pharmaceutique Rhône Poulenc Rorer. La protéine normale (PrP)



serait, si l'on veut, sagement enroulée comme un ressort de sommier. Sous sa forme pathologique, le ressort serait complètement emmêlé. Et, plus grave, il aurait une fâcheuse tendance à transmettre sa monstrueuse déformation à tous les prions sains de son entourage, de la même façon que, dans une corbeille de fruits, une pomme avariée pourrit les voisines. Henri Baron parle d'une « cascade irréversible et massive de conversion des prions sains en prions malsains » et constate que « l'accumulation dans le cerveau de ces prions malsains finit par tuer les cellules nerveuses et serait à l'origine des phénomènes neuropathologiques ».

Appliquée à la maladie de Creutzfeldt-Jakob, cette hypothèse permet d'en expliquer les trois formes. La forme sporadique — un prion se détraque pour une cause indéterminée. La forme génétique — certains individus sont

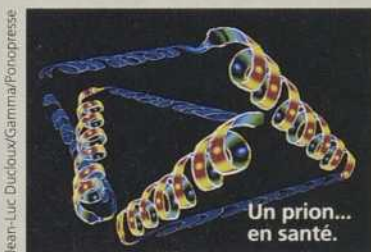
À partir de 1993, le nombre de cas de vaches folles a commencé à diminuer. Depuis, ce déclin se poursuit.

programmés pour qu'une telle mésaventure survienne un jour ou l'autre à leurs protéines cervicales. La forme toute nouvelle, de type III, attribuable aux vaches folles — le prion détraqué proviendrait de l'absorption de bovin malade et « imposerait son anomalie de conformation à son homologue normal ».

Avant les vaches folles *made in Britain*, l'espèce humaine avait déjà, sans soupçonner son existence, souffert d'infections par le prion déglingué, cet ex-ressort à boudin transformé en pelote de fil de fer enchevêtré. Ainsi, une prévalence anormale de la maladie de Creutzfeldt-Jakob a été constatée dans des tribus d'Amérique du Sud qui avaient pour coutume ancestrale de manger le cerveau de leurs grands ancêtres décedés afin — croyaient-ils — de s'approprier leur sagesse. Dans un registre à peine différent, plusieurs dizaines de cas de MCJ chez des sujets jeunes, en France notamment, ont pu être associés à l'administration d'hormone de croissance humaine extraite d'hypophyses de cadavres.

Aujourd'hui, ce risque n'existe plus : l'hormone de croissance humaine n'est plus prélevée sur les cadavres puisqu'on la fabrique en toute sécurité par génie génétique. Mais les ravages des prions de vaches folles britanniques, eux, ne sont peut-être pas terminés. Et on imagine volontiers que les Européens continentaux, qui ont dû financer d'une façon ou d'une autre les dispositifs sophistiqués (pièges à rats et à renards, notamment) qu'exigeait la Grande-Bretagne dans l'Eurotunnel pour se prémunir contre la rage, doivent regretter de ne pas avoir réclamé, en retour, des pièges anti-vache folle. ●

## La vraie nature de la vache folle



On connaît quatre formes de prions, les agents suspectés de provoquer la maladie dégénérative de Creutzfeldt-Jakob. Chaque prion à une signature biochimique distincte. Les formes 1 et 2, responsables de la forme classique de la maladie, sont les mieux connues. Le prion 3 est caractéristique de la forme iatrogène de la maladie, causée par la contamination par greffe ou injection d'hormone de croissance. Mais c'est le prion 4 qui est le grand

responsable de l'émoi créé autour de la maladie de la vache folle.

En effet, en 1994, une équipe britannique a remarqué que les nouveaux cas de Creutzfeldt-Jakob chez les humains impliquaient le même prion que l'on retrouve chez les bovins malades. On se trouverait donc en présence d'un cas de transmissibilité de l'animal à l'homme ou, du moins, de ce qu'on croit être un tel cas puisqu'il s'agit encore d'une hypothèse. Mais voilà, pour la confirmer — ou l'infirmer — hors de tout doute, il faudrait injecter du cerveau de vache atteinte d'ESB à un cobaye humain et attendre entre six mois et plusieurs années pour voir si le sujet développe la maladie.

Un volontaire ?

# Les hôpitaux sont sur les dents

Un récent cas de Creutzfeldt-Jakob a créé une véritable commotion dans plusieurs hôpitaux montréalais. Ce sont les risques de contagion qui suscitent l'inquiétude.

par Rachel Duclos

Jamais personne n'est mort de la maladie de la vache folle au Canada. Du moins pas de la forme de Creutzfeldt-Jakob qui se transmettrait du bovin à l'homme. Pourtant, les autorités sont sur les dents, occupées à mettre sur pied des programmes de surveillance de la viande et de la maladie, et à rassurer non seulement l'opinion publique mais aussi des médecins et des infirmières. Car, si personne n'a été victime de la vache folle chez nous, des gens meurent tout de même d'autres types de Creutzfeldt-Jakob. Et ces gens sont contagieux.

En octobre 1996, par exemple, une patiente de la Cité de la Santé de Laval est décédée de ce qu'on soupçonne être la maladie de Creutzfeldt-Jakob. Lorsqu'un cas de ce genre se présente, il faut absolument confirmer le diagnostic à l'aide d'une autopsie. Mais voilà, au départ, personne n'a accepté de la faire. Les pathologistes de la Cité de la Santé ont d'abord refusé, faute d'équipement. Puis, successivement, l'Hôtel-Dieu de Montréal, Notre-Dame et Sainte-Justine ont décliné les demandes de la direction de la Cité de la Santé. Ce n'est qu'après d'insistantes requêtes que l'Hôtel-Dieu a plié. « Quand vous constatez que des professionnels aussi bien informés que des pathologistes ont peur, imaginez la réaction de la population ! » dit Alban Perrier, directeur des soins professionnels à la Cité de la Santé.

Dès que la rumeur a commencé à se propager dans l'hôpital, dit le médecin, la panique s'est installée, tant parmi le person-



L'automne dernier, une patiente de la Cité de la Santé à Laval est décédée de ce qu'on présume être la maladie de Creutzfeldt-Jakob. Le cas a créé une mini-panique dans les hôpitaux montréalais !

nel soignant que parmi les patients. La malade, qui présentait tous les symptômes de la maladie de Creutzfeldt-Jakob (tremblements, confusion, démence progressive), a été isolée. Non pas pour protéger les autres patients des risques de contagion, qui sont minimes puisque la maladie se transmet difficilement, mais « par prudence envers

le personnel qui aurait pu avoir peur », explique le docteur Alban Perrier. Pourtant, les risques pour le personnel soignant sont pratiquement inexistants. « Tout le monde craint la maladie, même si on ne peut être contaminé en donnant les soins habituels », dit le docteur Neil Cashman, neurologue à l'Institut neurologique de l'Université McGill.

Cependant, elle peut se transmettre autrement. En ouvrant le crâne de quelqu'un qui est mort de la maladie de Creutzfeldt-Jakob, on s'expose à la contamination par les agents infectieux. « Le danger est réel », dit Yves Robitaille, le neuropathologiste qui s'est chargé du cas de la dame décédée à la Cité de la Santé.

Pour établir hors de tout doute qu'une personne a été victime de la maladie de Creutzfeldt-Jakob, il faut faire l'autopsie du cerveau et respecter un protocole particulier. L'hôpital doit être équipé d'un aspirateur branché sur la scie

qui va découper la boîte crânienne — le système empêche les éclats de cerveau qui pourraient contaminer le pathologiste de s'échapper — et le médecin lui-même doit prendre de grandes précautions. Il doit revêtir des vêtements de protection, enfiler des gants et porter des lunettes. « Il faut deux à trois paires de gants, dit le docteur Yves Robitaille, et certains portent même des gants en alliage de fer ! »

De plus, les prions, ces protéines devenues pathogènes, sont plus résistants que les virus. « La formaline, qui réussit à inactiver le virus du sida, est inefficace pour les

prions », explique le neuropathologiste. Pour rendre la matière examinée inoffensive, on ajoute du phénol, un liquide extrêmement corrosif, à la formaline et on laisse tremper le tout pendant trois semaines. Après l'analyse, on place les échantillons dans une solution de formaline et d'acide formique durant une heure pour s'assurer qu'il n'y a plus aucun risque de contagion !

Ce n'est pas un luxe : dans le passé, on a recensé plusieurs cas de professionnels infectés par la maladie parce qu'ils s'étaient mal protégés. Les spécialistes peuvent contracter la maladie par contact avec les tissus infectés : s'ils ont une plaie ou s'ils se coupent accidentellement, par exemple, ou si un morceau d'os ou de tissu s'introduit dans l'œil.

On sait qu'au moins un neurochirurgien et trois pathologistes ont été contaminés pendant leur travail depuis une quinzaine d'années. De plus, il y a à peine quelques mois, soit à la mi-octobre 1996, un médecin de Chicago qui avait effectué un stage à l'Université McGill, est décédé de la maladie de Creutzfeldt-Jakob. L'a-t-il contractée au Québec ou chez lui ? Impossible de le savoir.

On compterait plus ou moins 7 cas de Creutzfeldt-Jakob par année au Québec, parfois moins, et à peu près 25 dans l'ensemble du Canada, même s'il n'existe aucune statistique précise à cet effet puisque la maladie n'est pas à déclaration obligatoire. Le docteur Robitaille ajoute que les 8 neuropathologistes du Québec effectuent, en moyenne, à peine une autopsie de ce genre tous les 12 à 18 mois. Il a également observé que le nombre de personnes atteintes varie très peu d'une année à l'autre.

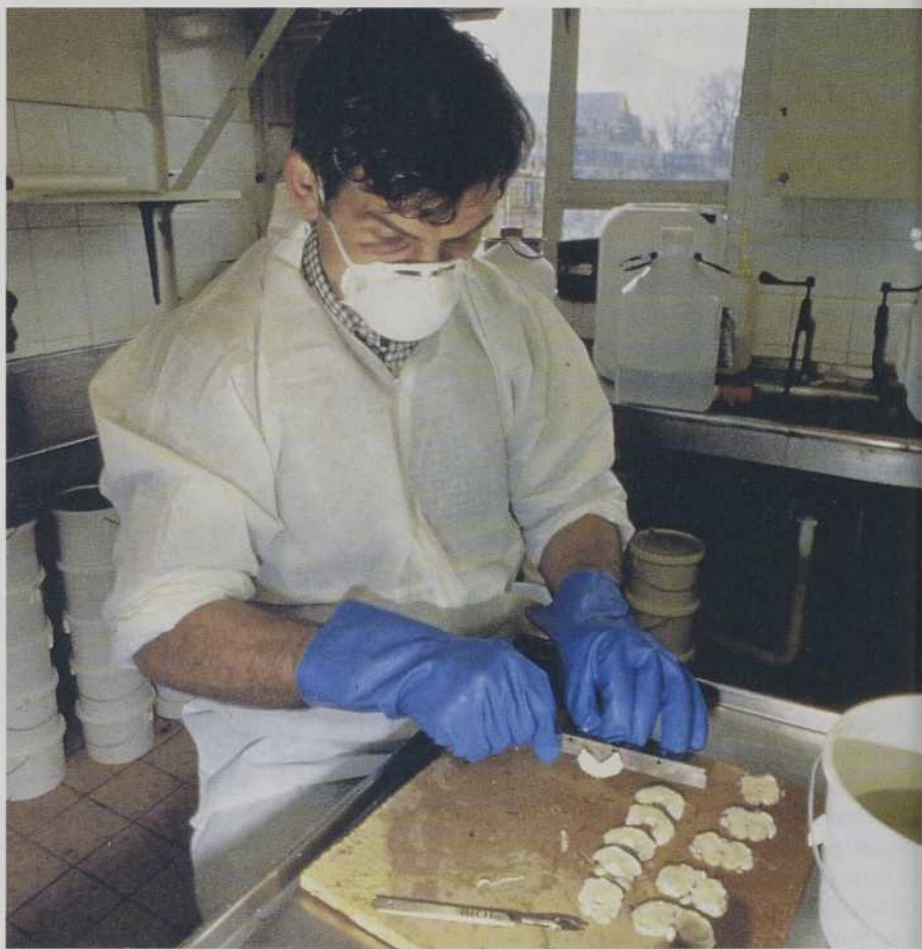
**I**l y a quatre formes différentes de la maladie de Creutzfeldt-Jakob. Près de 90 % des gens qui en sont atteints souffrent du type sporadique de la maladie et 10 % du type familial, probablement d'origine génétique. Les cas de contamination par des instruments médicaux, des transplantations de cornée ou de dure-mère (l'une des trois méninges) ou par des hormones de croissance prélevées sur des cadavres sont très rares : à peine 1 cas sur 100.

La première forme affecte essentiellement les personnes âgées, et ces cas sont souvent confondus avec la maladie d'Alzheimer, dont les symptômes, à certains égards, sont similaires. Les cas de contamination médicale, dits iatrogènes, affectent souvent des personnes plus jeunes, parmi lesquelles les enfants qui ont reçu un traitement par hormone de croissance.

D'autre part, il faut le répéter, aucun cas similaire à celui des 16 personnes décédées récemment en Grande-Bretagne et en France — victimes de la forme de maladie qu'on suppose avoir été transmise par les bovins — n'a été signalé au pays. Mais afin d'être en mesure de réagir au moindre signe d'épidémie, Santé Canada a mis sur pied un programme national de surveillance de la maladie qui, au moment de mettre sous presse, était annoncé pour janvier 1997. Ce programme exhaustif prévoit recenser et classer par types tous les cas d'infection déclarés entre 1994 et 1999. Il est cependant hors de question que la maladie devienne à déclaration obligatoire. « C'est une procédure beaucoup trop compliquée pour une maladie aussi rare », dit

moyen de dépister la maladie tant que les symptômes ne sont pas apparus. Or, plusieurs instruments chirurgicaux et médicaux réutilisés pourraient être contaminés par des patients dont la maladie n'a pas été diagnostiquée. D'autant plus que la stérilisation ne fait pas mourir les prions et que la maladie elle-même peut incuber de quelques mois jusqu'à 30 ans.

Dans ces conditions, comment savoir si la personne qui se trouve sous le scalpel du chirurgien est atteinte ou non de la maladie ? Et, face à cette possibilité, doit-on se débarrasser de tout le matériel utilisé durant une opération, sachant que la facture pourrait s'élever, au Québec seulement, à plusieurs dizaines de millions de dollars par année ?



Un technicien se prépare à analyser des tissus de cerveau de vache. Une pratique à risque.

Paul Gully, chef de division au bureau des maladies infectieuses à Santé Canada. Par contre, on a invité tous les praticiens à signaler les cas et à envoyer les dossiers et certificats de décès à Santé Canada.

Dans les milieux de la santé, on craint cependant d'avoir à faire face, tôt ou tard, à un autre type d'infection, beaucoup plus sournoise. En effet, il n'existe aucun

Ce sont les questions auxquelles essaie de répondre le Conseil d'évaluation des technologies de la santé (CÉTS) dans un rapport qui sera soumis d'ici peu au ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS). Selon le CÉTS, on compterait actuellement — et en tout temps — jusqu'à 140 individus potentiellement infectieux au Québec. Si on s'en tient seulement aux cathéters cardiaques (des tubes servant à introduire ou à prélever des liquides), cela signifie que jusqu'à deux personnes par année risquent d'entrer en contact avec un

cathéter contaminé pendant une intervention chirurgicale. Cela dit, il est impossible de déterminer combien d'entre elles développeront ensuite la maladie.

De plus, personne ne connaît l'étendue de l'infection transmise par la vache folle en Grande-Bretagne. « Y a-t-il 10 ou 10 000 cas de contamination en Angleterre ? », demande Jean-Marie Lance, directeur du CÉTS. C'est encore un mystère. Jusqu'à maintenant, elle a fait 16 victimes, et on estime qu'un nombre important de personnes pourraient être contaminées. Il est donc théoriquement possible que certains Britanniques, déjà atteints par la maladie mais ne présentant encore aucun symptôme, se soient établis ici, ou le fassent dans l'avenir, et que, par le biais de soins médicaux, ils infectent des Canadiens.

**A**vec les nouveaux cas, a-t-on vraiment affaire à une maladie transmissible de l'animal à l'humain ?

Selon le docteur Neil Cashman, les preuves scientifiques ne laissent planer aucun doute sur la transmission interspèce de l'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB ou maladie de la vache folle). « Il est désormais certain que la maladie a été attrapée par l'humain », dit-il.

Les principaux vecteurs de transmission de la maladie seraient les produits faits à partir de viande ou de tissus d'animaux contaminés en provenance de Grande-Bretagne ou de pays où des cas de vache folle ont été signalés (Irlande, Suisse, France, Portugal, Oman, Falkland, Allemagne, Danemark et Italie). Au banc

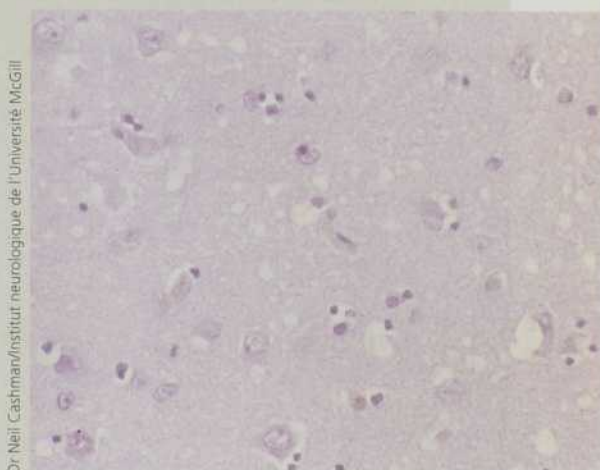
## Des instruments médicaux moins résistants que les prions

**L**e Conseil d'évaluation des technologies de la santé (CÉTS) a soumis au ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS), en août dernier, un rapport sur les risques de contamination de la maladie de Creutzfeldt-Jakob par des instruments chirurgicaux. Le document a conduit le gouvernement à suggérer fortement de ne pas réutiliser certains types de cathéters. Mais la mesure est partielle et ne vise qu'à laver le gouvernement de tout blâme en cas d'épidémie. Selon Jean-Marie Lance, directeur du CÉTS, le Québec était le seul endroit au monde où le gouvernement permettait la réutilisation de certains types de cathéters ! Ailleurs au Canada, les établissements hospitaliers qui réutilisent du matériel le font à leurs risques.

La directive du MSSS ne vise que deux types de cathéters, alors que la contamination peut se faire par tous les types de cathéters, mais aussi par les électrodes et les instruments chirurgicaux. Et le MSSS n'interdit même pas la réutilisation des cathéters puisqu'il ne fait que retirer son cautionnement en demandant aux établissements de réfléchir sur leur façon de faire.

Pour se conformer à la demande du MSSS, il en coûterait 10 millions de dollars aux hôpitaux. La raison : même si l'équipement peut être stérilisé en temps normal, les prions ont la vie si dure que le matériel peut rendre l'âme avant eux sous la chaleur et la pression de la stérilisation. Faudra-t-il donc tout jeter à la poubelle de crainte de transmettre la maladie ?

Le CÉTS est en train de produire un deuxième rapport, qui devrait être remis sous peu au MSSS, afin d'évaluer les risques de réutilisation des instruments en milieu hospitalier. « Stériliser efficacement, ça peut coûter trop cher, estime Jean-Marie Lance. Et on ne croit pas non plus qu'il faudrait tout jeter après utilisation. Mais est-ce qu'on est prêt à prendre le risque ? »



Dr. Neil Cashman/Institut neurologique de l'Université McGill

Tissu cérébral humain contaminé par la « spongieuse » et troué comme une éponge.



PROGRAMME DE

## TECHNOLOGIE FORESTIÈRE

GESTION-AMÉNAGEMENT ET CONSERVATION DE LA FORÊT

- ▲ FORMATION PROFESSIONNELLE D'UNE DURÉE DE 3 ANS
  - ▲ FORMATION SUR MESURE AUX ENTREPRISES
  - ▲ TECHNOLOGIE DE POINTE: SYSTÈME S.I.G. (NUMÉRISATION - SIMULATION - SORTIES COULEURS)
- AU SERVICE DU DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL.



Cégep de Baie-Comeau

537, boulevard Blanche  
Baie-Comeau, Québec  
G5C 2B2  
Tél.: (418) 589-5707  
Télécopieur (418) 589-9842



## Une autre histoire de sang contaminé ?

Le programme national de surveillance de la maladie de Creutzfeldt-Jakob, mis sur pied par Santé Canada, vise aussi à déterminer si la maladie peut être transmise par le sang. « En plus d'assurer un suivi étroit du dossier de la forme anglaise de la maladie de Creutzfeldt-Jakob, le programme va permettre d'étudier la possible relation entre la maladie de Creutzfeldt-Jakob et le sang », explique Paul Gully, chef de division au bureau des maladies infectieuses à Santé Canada.

Jamais aucun cas de contamination de la maladie de Creutzfeldt-Jakob par le sang n'a été signalé. On sait qu'il est possible d'inoculer la maladie à des souris en leur injectant du sang contaminé, mais la même expérience a échoué sur des chimpanzés. Cependant, dans le doute, Santé Canada a préféré faire comme si la transmission sanguine était possible. On a donc émis, en novembre 1995, un avis demandant à la Croix-Rouge de retirer du marché le sang provenant de donneurs atteints de la maladie de Creutzfeldt-Jakob, de patients ayant été traités avec l'hormone de croissance, de personnes ayant reçu une greffe de cornée ou de dure-mère, ou encore ayant un lien de parenté par le sang avec quelqu'un qui a été atteint de la forme familiale de la maladie.

Ces précautions, que l'on peut qualifier d'extrêmes, ont été prises par Santé Canada au moment même où se tenait la commission Krever sur le sang contaminé. « S'il n'y avait pas eu le scandale du sang contaminé, nous ne nous poserions pas toutes ces questions-là », reconnaît Jean-Marie Lance, directeur du Conseil d'évaluation des technologies de la santé du Québec. Chat échaudé craint l'eau froide...

des accusés : les abats, les farines animales utilisées dans l'alimentation du bétail et les vaccins.

Jusqu'à maintenant, on a recensé un seul cas d'ESB au Canada. C'était en 1993, en Alberta. La vache malade avait été importée de Grande-Bretagne en 1987. Elle a été tuée, de même que tout le troupeau. De plus, toutes les vaches importées d'Angleterre et d'Écosse depuis 1982 ainsi que les descendants des vaches issues de troupeaux où on a détecté de l'ESB en Grande-Bretagne ont été éliminés. Les carcasses ont ensuite été incinérées.

Depuis, aucun cas n'a été déclaré. « Jusqu'en 1989, il n'y avait pas de programme de contrôle en Grande-Bretagne, alors qu'ici nous avons établi des mesures de contrôle il y a 50 ans », indique Gilles Rivard, vétérinaire à Agriculture et Agroalimentaire Canada.

Les vaches britanniques auraient attrapé la maladie après avoir ingurgité des farines produites à base d'abats et de viande de moutons atteints d'une autre forme d'encéphalopathie spongiforme, la tremblante du mouton. Mais selon les responsables fédéraux et provinciaux de l'agriculture, il semble que ce type de produit, contaminé ou pas, n'a tout simplement pas été introduit au Canada. « Si on avait importé de la farine et des abats, on pourrait s'interroger sur une possible contamination, souligne Anne Drolet, médecin vétérinaire au ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Mais aucune viande ni farine animale n'ont été importées au Canada depuis des lustres. »

D'autres animaux comme le vison, le wapiti et le cerf-mulet souffrent également de certaines formes d'ESB, mais ces maladies ne sont pas transmissibles d'une espèce à l'autre.

# Rendez-vous technologique 1997

Après "la percée internationale des technologies québécoises", voici:  
"Le développement technologique, moteur de l'emploi stratégique"

Lors du Rendez-vous technologique 1997, organisé par la Régionale Plein-Sud, la Régionale du Richelieu de l'Ordre des ingénieurs du Québec, en collaboration avec la Société de développement économique de la rive-sud, et le Bureau de la Montérégie de l'université de Sherbrooke.

**Mercredi 9 avril 1997**, hôtel Ramada,  
999 de Sérigny, Longueuil  
près du métro de Longueuil,

16h à 18h Exposition des centres de recherche montérégiens  
16h à 18h Réseautage (cocktail)  
18h à 19h Souper, **allocution du Ministre**  
19h à 20h Conférenciers  
20h à 21h Présentation du **Prix Méritas** de la régionale.



**Ordre  
des ingénieurs  
du Québec**

RÉGIONALE DE PLEIN SUD  
C.P. 88039, succ. «B»  
Longueuil (Québec) J4H 1C8

Cette rencontre vous permettra de:

- renouer des contacts avec vos collègues de la Montérégie ainsi qu'avec les **décideurs** régionaux, tant politiques, qu'économiques et technologiques
- vous informer sur les activités des différents **Centres de recherche** présents sur les lieux, et sur les possibilités d'affaires et de maillage
- vous renseigner sur le tout nouveau **Bilan technologique** et son impact sur l'emploi stratégique.

Les frais de participation sont de 10\$ pour les membres de l'OIQ et des organismes ayant signé des alliances stratégiques avec la régionale Plein-Sud de l'OIQ.

Le tarif général est de 20\$.

Inscription: (514) 990-0686  
fax: (514) 653-7320  
e-mail: [rps@oiqpleinsud.org](mailto:rps@oiqpleinsud.org)  
TAM: <http://www/oiqpleinsud.org>

**Nombre de places limitées!** Possibilité de tables corporatives.

**Cherchez vous un ingénieur?**

Pour un contrat? Pour un poste stratégique pour le développement de votre entreprise?

Tél.: (514) 990-9503  
internet: [emp.rps@oiqpleinsud.org](mailto:emp.rps@oiqpleinsud.org)  
TAM: <http://www/oiqpleinsud.org/emp.html>

Environ quatre cas de tremblante du mouton sont déclarés au Québec chaque année, et les troupeaux sont alors entièrement éliminés. On estime également que cette forme d'ESB n'est pas transmissible à l'homme. Les premiers cas d'ESB chez le mouton ont été signalés dès 1730, mais jamais personne n'aurait été contaminé.

À dire vrai, même s'il est sur le point de le faire, le Canada n'interdit pas encore l'importation de bœuf en provenance de Grande-Bretagne ou de l'un des pays où des cas d'ESB ont été signalés. Cependant, ce n'est qu'une formalité, puisque le contrôle se fait autrement, assure Lou Skrinna, chef de l'importation à Agriculture et Agroalimentaire Canada. « Les pays où la maladie a été signalée n'ont pas d'abattoirs de bœufs approuvés pour l'exportation vers le Canada. Il y a donc une protection même s'il n'y a pas de politique de protection de santé animale. »

Tout en affirmant qu'il n'y a pas lieu de s'inquiéter, les nombreuses personnes qui travaillent sur le dossier « vaches folles » au sein des deux ministères de l'Agriculture mettent quand même en place toute une série de mesures de contrôle. Au cas où... « Il est important de s'assurer qu'il n'y



Jobard/Sipa Press/Ponopresse

**La paranoïa a gagné la France. Chez nous, nos ministères de l'Agriculture mettent en place une série de mesures de contrôle. Au cas où...**

a aucune possibilité que les troupeaux soient contaminés, dit Gilles Rivard. Et, si l'hypothèse de transmission de la maladie de la vache à l'homme est vérifiée, il faut avoir pris les mesures pour éviter qu'elle ne s'introduise dans le cheptel. »

Personne, ici, ne prend donc la maladie de la vache folle à la légère. Dès que le cas de Creutzfeldt-Jakob de la Cité de la Santé de Laval a été ébruité, l'histoire s'est répandue comme une traînée de poudre au pays, raconte le docteur Alban Perrier. « On a même reçu un appel du *Vancouver Sun* ! » dit-il. Et tout ce bruit pour une possibilité sur un million d'être victime de la maladie de Creutzfeldt-Jakob. ●

## Mettez de l'Ordre dans vos affaires!

Joignez-vous aux 6 500 professionnels et étudiants membres de l'Ordre des technologues professionnels du Québec et faites valoir vos compétences.

Qui d'autre peut vous offrir :

- la reconnaissance de votre profession auprès des entreprises et des gouvernements;
- la défense de vos droits dans l'exercice de votre profession et des conseils juridiques avisés;
- un soutien dans la gestion de votre carrière;
- un réseau de contact avec plus de 6 500 collègues technologues;
- une information à la fine pointe des développements dans les différents secteurs technologiques;
- des activités nationales et régionales permettant à ses membres d'échanger sur différents sujets; et
- la possibilité de bénéficier de bourses ?

Si vous possédez un DEC en technique ou l'équivalent, contactez-nous sans tarder !

**ADHÉRER À L'ORDRE,  
C'EST TECHNOLOGIQUE**



ORDRE DES  
TECHNOLOGUES PROFESSIONNELS

DU QUÉBEC

1265, rue Berri, bureau 720, Montréal (Québec) H2L 4X4

Téléphone : (514) 845-3247 et 1 800 561-3459

Télocopieur : (514) 845-3643

techno@otpq.qc.ca <http://www.otpq.qc.ca>

# Dernier appel pour le TGV Québec-Toronto

Le TGV Québec-Toronto sera, promet-on, un chantier format géant — quasiment l'égal de la Baie-James sur le plan des coûts ! Mais dans quel train, au juste, nous demande-t-on de nous embarquer ?

par Michel Saint-Germain

**P**ar TGV (train à grande vitesse), Montréal serait à 1 h 12 de Québec et à 2 h 18 de Toronto. Et on n'a pas à ajouter à cela le temps d'attente et de déplacement qui accompagne la plupart des voyages en avion. Quant à la vitesse, au coût, à la qualité de l'air et au confort des voyageurs, le TGV sème aisément derrière lui les autres modes de transport interurbain. Pourtant, depuis 15 ans — et malgré tous ses avantages —, le projet de TGV Québec-Toronto est une épreuve de lenteur.

Le comble, c'est que le TGV pourrait se faire doubler par un concurrent plus lent, le train pendulaire. En effet, malgré un succès incontestable avec sa ligne Paris-Lyon, la France délaisse maintenant son train fétiche : « Très vite, mais trop cher », titre le quotidien parisien *Libération*. Comme il nécessite des voies spéciales, coûteuses, aux courbes douces (ce qui n'est pas le cas du pendulaire), le TGV n'est plus concurrentiel par rapport à l'avion et à l'auto, estime le ministère français des Transports.

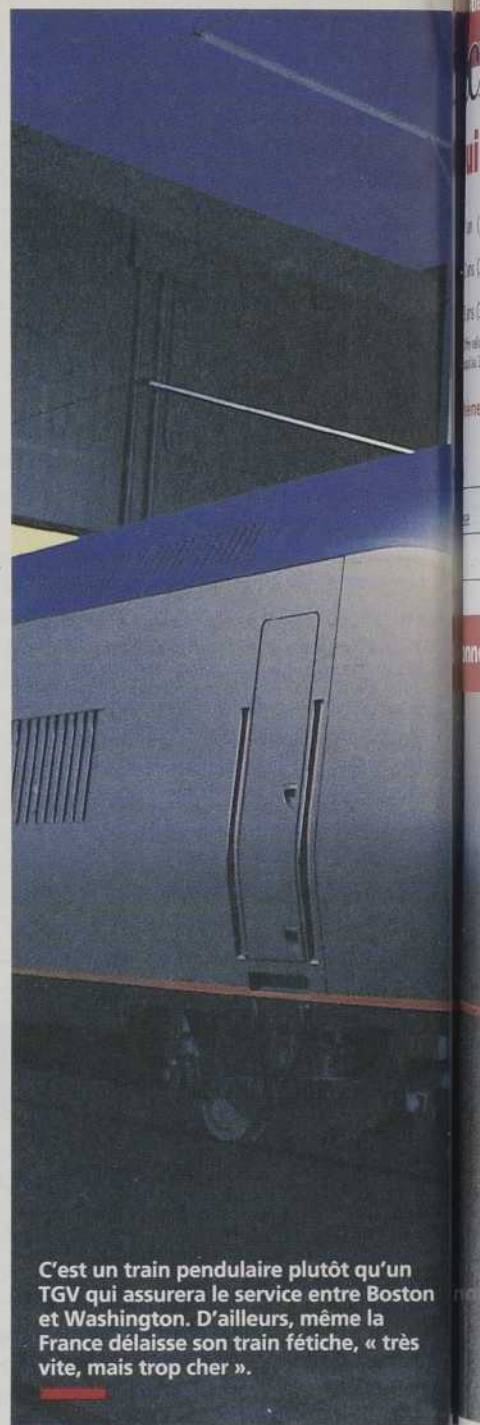
Les Américains suivent la même voie : le consortium GEC Alstom-Bombardier installe actuellement un train pendulaire entre Boston et Washington pour la société

Amtrak. L'American Flyer remplacera en 1998 le Metroliner, qui assure déjà 45 % du transport des passagers dans ce corridor très dense, et Amtrak estime qu'un million de voyageurs supplémentaires par année vont délaisser l'auto ou l'avion pour le train à haute vitesse.

Déclassé, le TGV ? En plus d'être cher, il prend mal les courbes : l'effet centrifuge augmente avec la vitesse du train et la courbure du virage. Dans un vélodrome, par exemple, les cyclistes tirent parti de l'inclinaison de la piste pour compenser cet effet centrifuge. On pourrait toujours incliner la voie ferrée, mais cette solution, appelée dévers, présente des dangers, par grand vent, pour les convois de marchandises immobilisés dans la courbe.

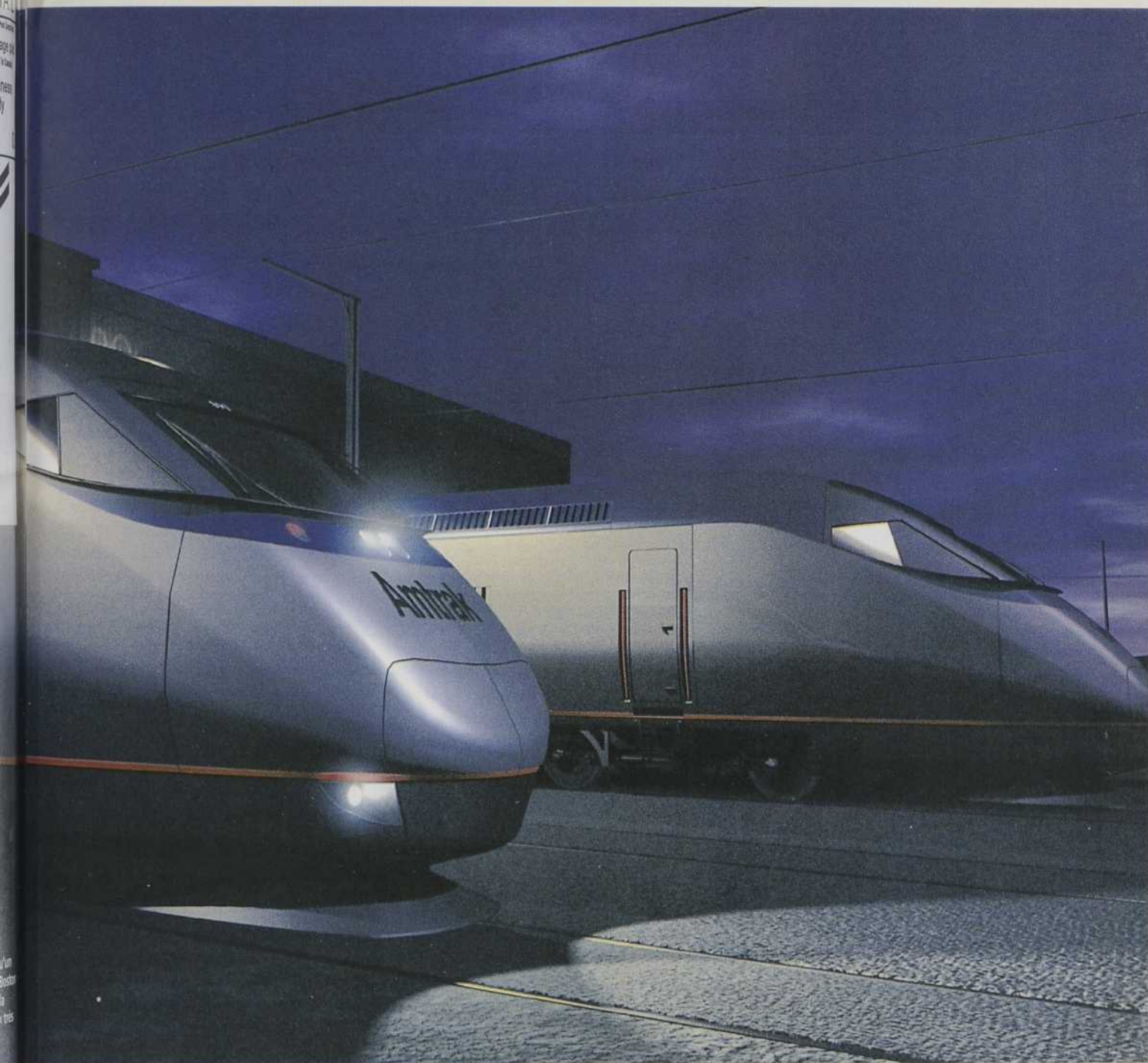
La technologie pendulaire permet de compenser l'insuffisance de dévers : grâce à des cylindres hydrauliques et à des dispositifs de compensation (*pendulum links*), les voitures se penchent vers l'intérieur de la courbe. Ainsi, les passagers peuvent continuer à lire ou à bavarder sans renverser leur café ni s'agripper aux bras de leur fauteuil.

Chose certaine, dans les couloirs denses des États-Unis, le train à haute vitesse (qu'il s'agisse d'un TGV ou d'un pendu-



C'est un train pendulaire plutôt qu'un TGV qui assurera le service entre Boston et Washington. D'ailleurs, même la France délaisse son train fétiche, « très vite, mais trop cher ».

laire) permet de suppléer aux inconvénients des autres modes de transport : autoroutes bondées, détérioration de la qualité de l'air, construction de nouveaux aéroports au coût moyen de cinq milliards de dollars US. Électriques, les trains à haute vitesse polluent moins. Lorsqu'ils voyagent à pleine capacité, le TGV et le pendulaire consomment, pour chaque kilomètre-voyageur, cinq fois moins d'énergie que l'avion et deux fois et demie moins que l'automobile. En ce qui concerne le confort, le train fait classe à part : on peut s'y promener à l'aise en admirant le paysage. Et, à 300 km/h, le TGV Atlantique n'est pas



plus bruyant qu'un train ordinaire, soit 90 décibels.

Le train rapide n'est pas nouveau. Dès 1964, le Japon a inauguré le Shinkansen, qui roule à 220 km/h sur des voies spéciales. L'Allemagne a suivi avec l'InterCity Express (ICE) de Siemens; l'Espagne a vu naître le Talgo, le premier pendulaire; l'Italie a suivi avec le Pendolino de Fiat, puis la Suède avec le X2000 de Asea Brown Boveri (ABB, un consortium helvético-suédois). À ce dernier modèle, pourtant performant, les Américains ont préféré celui de GEC Alsthom-Bombardier.

Alors, pourquoi pas un pendulaire plutôt

qu'un TGV entre Québec et Windsor ?

En fait, il y en a déjà un ! Le train pendulaire actuel est la version améliorée et informatisée du LRC (léger, rapide, confortable) que Bombardier construisait dans les années 70 : VIA Rail exploite d'ailleurs des LRC qui peuvent théoriquement rouler à 160 km/h sur certaines sections, mais qui, à cause des trains de marchandises et des passages à niveau, mettent 3 heures à parcourir les 250 km entre Montréal et Québec.

Aux États-Unis, si Amtrak a préféré le pendulaire au TGV, c'est que dans le *Northeast Corridor* les vols aériens sont

fréquents et peu coûteux, et que le gouvernement s'était déjà engagé à dépenser 2,19 milliards de dollars pour améliorer le service ferroviaire existant. Mais, surtout, les emprises étaient difficilement modifiables et les courbes nombreuses : entre Boston et New York, la voie fait l'équivalent de 11 cercles complets en contournant les nombreux lacs ! Comme on cherchait une technologie qui ne ferait pas grimper outre mesure le prix des billets, la solution du pendulaire s'est imposée.

Par contre, la Floride a adopté le TGV : entre Miami et Orlando, le tracé était inexistant ou obsolète. La vitesse supérieure

## Le Maglev, un projet en l'air ?

Le professeur Herbert Richardson, du MIT, estime que le TGV et le pendulaire ne sont que brouilles comparés au Maglev et qu'il vaut mieux épargner les milliards pour le train du futur. « Le Maglev est silencieux, facile à entretenir et tolère des courbes plus fortes que les autres trains. »

C'est en avril prochain que le projet japonais de train à lévitation magnétique entrera dans sa phase commerciale. Lancé en 1962, le Maglev fait du 500 à l'heure sur un monorail en I. Sa suspension magnétique à 10 cm du sol élimine tout frottement, ce qui diminue le bruit. Ce train ne déraile pas en cas de tremblement de terre. De plus, il accélère et décélère instantanément.

Le train lévite grâce à des aimants supraconducteurs (qui n'opposent aucune résistance au courant électrique) faits d'un alliage de titane et de niobium qui doit être maintenu à -269°C. Les bobines électriques sont donc gardées dans l'hélium liquide. En 7 ans, le projet Maglev a coûté l'équivalent de 17,5 milliards de dollars canadiens.

L'Allemagne a commencé à construire une ligne de 280 km pour son propre train à lévitation, qui devrait entrer en service commercial en 2005. Le Transrapid devrait transporter 12 millions de passagers par an, à 400 km/h.

Par contre, ces trains « supersoniques » consomment presque deux fois plus d'énergie par passager que le TGV Atlantique et dépassent à peine son record de vitesse (515 km/h). Ils ne sont donc rentables qu'en zone densément peuplée, comme dans le couloir Tokyo-Osaka où roulent déjà 12 Shinkansen saturés.

Au pays, le groupe d'étude tripartite canadien a écarté d'emblée le Maglev : sa performance en service commercial n'est pas connue, il subsiste des incertitudes quant à ses exigences énergétiques, et son coût est plus élevé.



## Pourquoi pas un TGV privé ?

Il n'existe, dans le monde, aucun TGV entièrement privé. L'Europe pratique le financement public à 100 %. En Amérique du Nord, les gouvernements laissent une partie de la facture au secteur privé. Mais l'État joue tout de même un rôle crucial : le projet de TGV floridien (3,5 milliards de dollars) a vu le jour lorsque le gouvernement s'est engagé à y verser 70 millions par année (avec l'aide et les garanties financières de Washington, qui se faisaient encore attendre en novembre dernier). Par contre, un projet de TGV texan (7 milliards), également piloté par Bombardier, a échoué lorsque l'État a écarté, sous l'influence de transporteurs aériens, tout investissement de fonds publics. De même, la société American High Speed Rail (AHSR) sollicite depuis des années des investisseurs en vue de construire un lien rapide (59 minutes) entre Los Angeles et San Diego pour 3,2 milliards de dollars. Une vingtaine d'autres couloirs densément peuplés ont été identifiés par des promoteurs privés de transport à haute vitesse, mais le processus est lent, car les investisseurs sont prudents.

Le département américain des Transports estime que l'entreprise privée doit être en mesure d'exploiter un couloir de train à haute vitesse une fois celui-ci construit et payé et de fournir les investissements à long terme nécessaires au remplacement et à l'expansion du parc de véhicules. Il exige en outre, avant d'approuver un tronçon, que sa rentabilité soit démontrée<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>High-Speed Ground Transportation for America, Federal Railroad Administration, U.S. Department of Transportation, August 1996.

du TGV lui procure donc un avantage concurrentiel sur les autres modes de transport.

Pour le tronçon Québec-Windsor, un groupe d'étude mis sur pied par les gouvernements québécois, ontarien et canadien a privilégié le TGV pour des raisons semblables à celles de la Floride : même pour un pendulaire, il faudrait construire de nouvelles voies, ce qui représente 80 % des coûts. En effet, les voies actuelles sont désuètes (leurs emprises sont plus que centennaires) et, de toute façon, le train rapide ne peut partager ses voies avec les trains de marchandises, qui constituent la majeure partie du trafic ferroviaire dans ce couloir. De plus, ni VIA ni le CN n'ont les moyens de modifier l'équipement de communication qui assure l'espacement entre les convois. Mais, surtout, le groupe estime que le nombre de passagers augmentera en proportion de la vitesse du train.

Jules Pleau, responsable des projets TGV chez Bombardier, croit que le projet connaîtra le succès parce que l'expansion du transport aérien (y compris les aéroports) a atteint sa limite entre Québec et Toronto. « À partir de 2010, le TGV viendra soulager le trafic sur ces courts trajets. »

Avec ses 1 500 kilomètres dans la zone la plus densément peuplée du Canada, un pendulaire dans le couloir Québec-Windsor coûterait, selon les estimations de 1995, 9,5 milliards de dollars et un TGV, 10,6 milliards. Mais il faut doubler ces montants, ou presque, si on tient compte des intérêts jusqu'à son inauguration, en 2005.

Dans la facture du TGV, la moitié du milliard supplémentaire servirait à défrayer l'autorisation de construire de nouvelles emprises et à éliminer les passages à niveau sur son parcours. Aucun TGV ne tolère de passages à niveau : en France, on a fait passer les routes transversales au-dessus ou en dessous de la voie, tout en réduisant leur nombre. Dans le couloir nord-est américain, Amtrak les a déjà éliminés.

Jusqu'où peut-on faire monter le prix des billets tout en attirant une clientèle suffisante ? Et jusqu'où peut-on abaisser la vitesse des trains sans décourager les passagers potentiels ?

Trois équipes de prévision ont collaboré à l'étude du groupe tripartite canadien : ils ont tous privilégié le TGV. Selon eux, pour être rentable, le train à haute vitesse doit être le plus rapide possible, surtout s'il ne coûte que 10 % de plus que le pendulaire.

Un beau matin du printemps dernier, le premier ministre Lucien Bouchard est apparu radieux : il voyait soudain dans le pro-

jet du TGV le grand chantier de relance économique dont le Québec semble avoir tant besoin. Une nouvelle Baie-James, au coût d'ailleurs comparable ! Et, selon les études de Bombardier, la réalisation du chantier créerait des emplois équivalant à 165 000 hommes-années.

Le premier ministre a même tendu la main à ses homologues canadien et ontarien pour les convaincre d'investir dans le projet. Mais, il a reçu un refus poli de l'Ontario et un accueil tiède d'Ottawa. De son côté, Bombardier annonçait récemment avoir trouvé quatre partenaires, dont SNC-Lavalin, avec lesquels partager la part de la facture du secteur privé. Le consortium entend déposer son offre en avril, au terme d'une étude de faisabilité évaluée à un million de dollars. Bombardier entend procéder par la suite à une étude supplémentaire de 50 millions, à condition que le secteur public en défraie la moitié. Si l'étude est fructueuse, Bombardier exige d'avoir le contrat; si l'étude n'aboutit à rien, elle exige d'être remboursée pour sa part des frais.

En se basant sur l'étude tripartite, Bombardier et GEC Alsthom auraient déjà révisé le coût du projet en fonction des taux d'intérêt et d'inflation : le TGV coûterait maintenant 14,7 milliards de dollars, intérêts compris, au lieu de 18,7 milliards. On pourrait épargner un autre milliard en exploitant le train avant la fin du chantier de 1 200 km et en excluant, dans un premier temps, l'accès aux aéroports de Dorval et Pearson. Selon le rapport du groupe tripartite, les partenaires privés prendraient ensemble une participation d'environ 30 %. La participation du secteur



Le train Toronto-Montréal actuel est l'ancêtre du pendulaire. Il peut atteindre 160 km/heure sur certaines sections.

privé, si elle atteint 2,25 milliards de dollars, permettrait sans doute de lancer le chantier en 1999.

Le projet sera-t-il mis sur les rails pour autant ? « Nous attendons que le secteur privé nous soumette un projet, en assumant 50 % des coûts de la prochaine phase, indique l'ingénieur Roger Ledoux, responsable des politiques de transport ferroviaire à Québec. Cette proposition sera analysée avec tout le sérieux requis. »

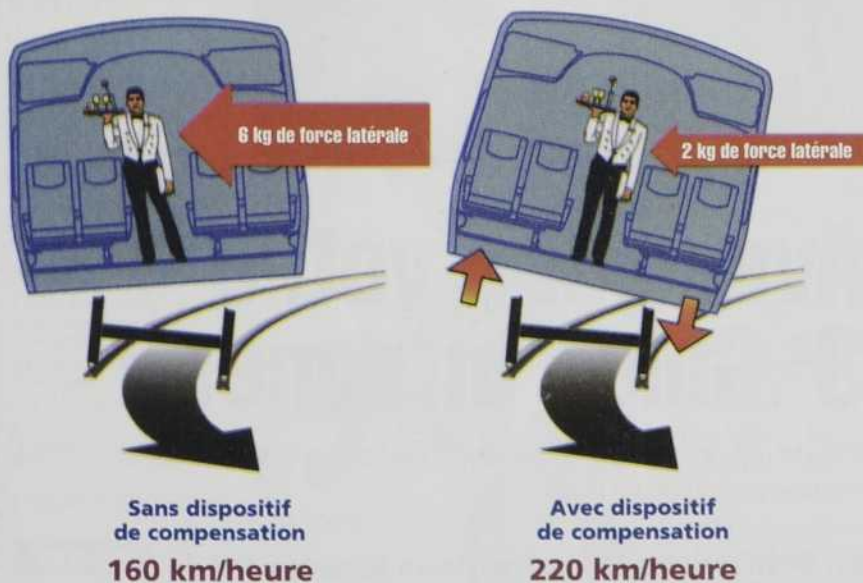
Si elle est acceptée, il faudra ensuite né-

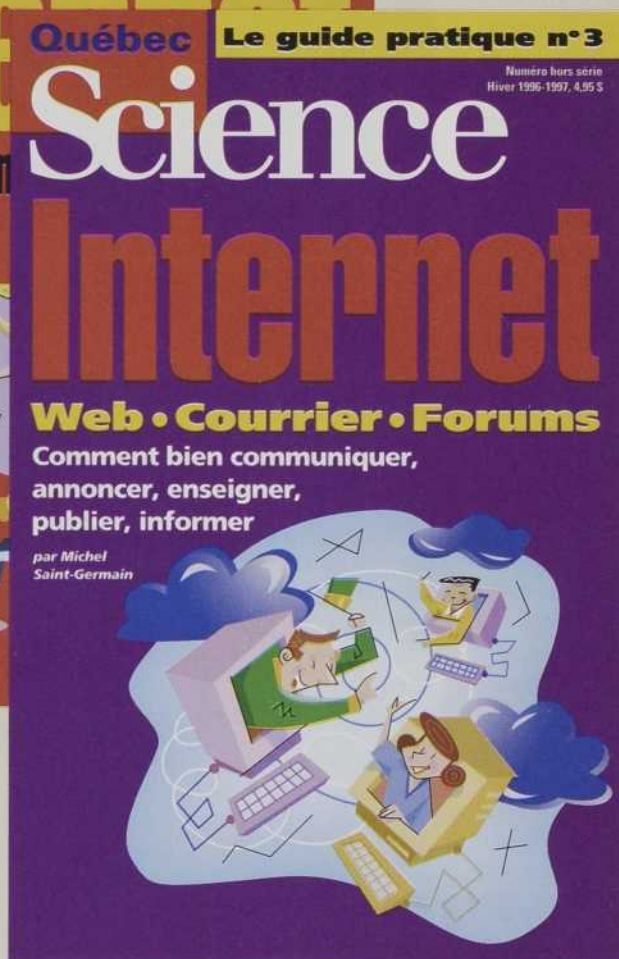
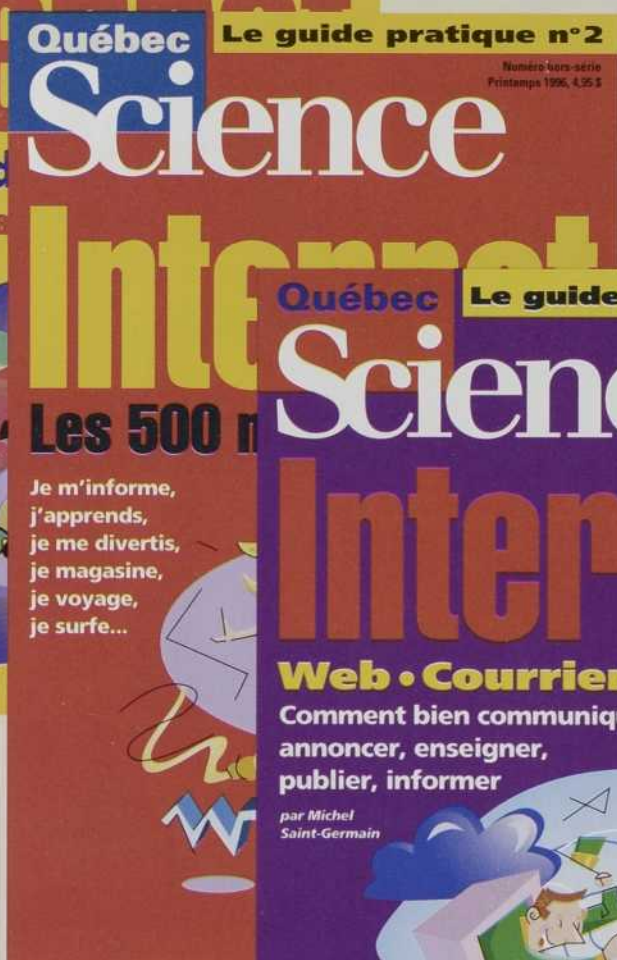
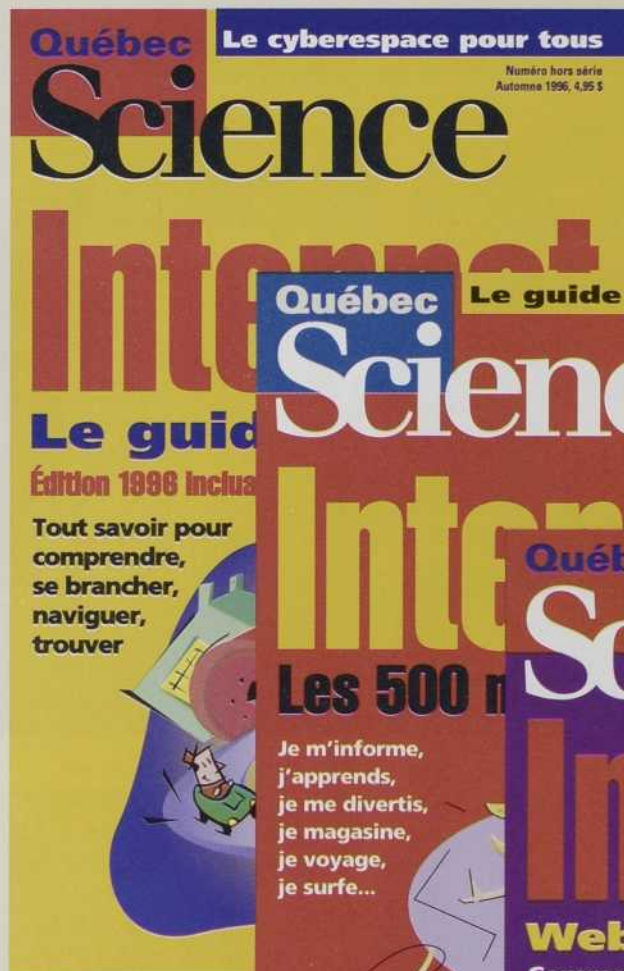
gocier l'achat des emprises (celles des voies abandonnées du CN et du CP, dont le prix risque de grimper brusquement...), bâtir des ponts, fermer des passages à niveau (il y en a plus de 350 entre Montréal et Toronto). En France, ce sont les protestations des propriétaires fonciers qui ont retardé le prolongement du TGV Paris-Lyon jusqu'à Marseille : à cause du bruit, les demandes d'autorisation pour construire ont traîné pendant au moins 10 ans. Et la France n'a qu'un gouvernement...

Marc Dufour, amateur de voies ferrées et ex-correspondant québécois de la revue française *Connaissance du rail*, suggère d'établir les emprises du TGV sur la bande médiane des autoroutes. « Cela ne dérangerait personne et ne coûterait rien : le gouvernement pourrait faire don du terrain. Il n'y aurait aucun passage à niveau. Certaines courbes sont trop prononcées pour un TGV, mais, comme elles sont peu nombreuses, on pourrait les corriger, de même que les viaducs. À côté des voitures, le passage du TGV à 300 km/h ferait la meilleure publicité qui soit au transport en commun ! »

Mais Bombardier préfère ne pas trop rapprocher le train de l'autoroute. « Il faudrait s'assurer de façon absolue qu'aucune automobile ne fera intrusion sur le passage du train : cela demanderait des mesures de précaution trop coûteuses », estime Jules Pleau.

Le TGV arrivera-t-il en gare en 2005 ? Pour l'instant, Québec attend les propositions de Bombardier et de ses partenaires... ●





Publié par  
le magazine Québec Science,  
sur le Web depuis 2 ans !  
[www.QuebecScience.qc.ca](http://www.QuebecScience.qc.ca)  
Tél. : (514) 843-6888  
1 800 616-4391  
[courrier@QuebecScience.qc.ca](mailto:courrier@QuebecScience.qc.ca)

## Avez-vous votre 3<sup>e</sup> Guide Internet ?

Pour le plaisir de découvrir et de bien  
communiquer

En vente dans les principaux kiosques  
à journaux et librairies (4,95 \$)

## Cyberprof

Depuis un an, aux quatre coins du monde, les expériences pédagogiques se sont multipliées sur Internet. Certains professeurs se servent du réseau comme outil de recherche, d'autres l'utilisent comme véhicule pour transmettre leurs notes de cours à leurs étudiants. Un enseignant a même choisi de donner son cours au complet dans le cyberspace!

Le cours, donné par Andrew McAusland, directeur des technologies académiques à la faculté des arts et sciences de l'Université Concordia, s'intitule Discover Statistic (INTE 298s). Soixante-dix étudiants provenant de différents départements (biologie, physique, anthropologie, sociologie, etc.) ont suivi le cours l'automne dernier, et Andrew McAusland s'attend à en avoir encore plus cette session.

Pour l'instant, l'expérience est unique en son genre au Québec, et peut-être au Canada. Certes, d'autres projets pilotes, dont le plus avancé est celui de Cogeco dans le centre de Québec, offrent des cours sur Internet, mais ils font parvenir toute la documentation par le bon vieux courrier.

« Pourquoi perdre son temps en classe ? » déclarait cet automne au journal universitaire un étudiant apparemment enthousiasmé par l'expérience. À partir de chez lui, il peut en effet consulter les textes en ligne, faire ses travaux en ligne et même effectuer l'évaluation du cours en ligne. Un prof ? Qui a besoin d'un prof ? Les promoteurs du cours indiquent que les étudiants qui rencontrent des difficultés ont à leur disposition toute une série de lexiques leur expliquant les termes parfois très techniques de la statistique.

Prochaine étape : la philosophie par ordinateur ? Peut-être pas. Andrew McAusland admet que certains cours sont nettement mieux adaptés que d'autres à ce type d'enseignement.



## Pâtes recyclées

La philosophie du recyclage ne cesse d'étonner. Cet automne, l'industrie des pâtes et papier a annoncé un investissement de 88 millions de dollars pour la mise au point de ce qu'elle appelle « des technologies de circuits fermés ».

En bref, il s'agit de recycler l'eau qui est utilisée dans la production du papier ainsi que les autres éléments contenus dans les eaux usées (actuellement, ces eaux sont purifiées puis rejetées, mais non réutilisées). On réduira ainsi la pollution à la source de même que les rejets de produits chimiques. Mais, surtout, on diminuera considérablement la consommation d'eau et, par conséquent, les coûts de production. Mieux : les promoteurs affirment qu'il faut si peu d'eau que les entreprises n'auront plus besoin de s'approvisionner directement aux cours d'eau.

L'Institut canadien de recherche sur les pâtes et papier (Paprican), situé à Pointe-Claire, près de Montréal, supervise le projet. En bout de ligne, on espère pouvoir concevoir un procédé commercialisable et exportable.

## Un téléphone dans le vent

Si les téléphones cellulaires se répandent très rapidement en milieu urbain, il en va autrement en région. La technologie cellulaire utilise des ondes radio émises par des antennes dispersées sur le territoire. Or, ces antennes fonctionnent à l'électricité, une forme d'énergie coûteuse en région éloignée, particulièrement lorsque l'antenne est située au sommet d'une montagne, au milieu de nulle part. Et si c'est une génératrice qui alimente l'antenne, encore faut-il acheminer le carburant jusque-là !

QuébecTel Mobilité, une filiale de Québec Téléphone basée à Rimouski qui dessert tout l'est du Québec, s'est donc intéressée à une nouvelle source d'énergie pour ses postes de relais : le vent.

Le Noyau des Organismes de recherche et de développement en éolien de l'Est du Québec (NORDEEQ) a inauguré récemment une petite éolienne qui, dans un premier temps, permettra à QuébecTel Mobilité de charger les batteries d'une antenne réémettrice. L'éolienne pourrait également servir à alimenter différentes technologies répondant aux besoins des PME régionales en vue du développement d'un parc d'éoliennes de grandes dimensions. Déjà, l'énergie produite assure le fonctionnement d'une antenne pour téléavertisseurs installée sur le site de l'éolienne.

Le site de NORDEEQ1, à Pointe-au-Père, est géré depuis Gaspé par le Groupe Ohméga. Cette firme informatique a donc dû adapter un logiciel qui active et arrête l'éolienne à distance, enregistre les données de production et de consommation d'électricité, surveille l'état des batteries et assure le fonctionnement sécuritaire du système.

Mais les puristes s'inquiètent. En effet, votre compagnie de téléphone pourra-t-elle un jour justifier ses difficultés techniques en invoquant des vents trop faibles ? ●



Concours de  
journalisme scientifique

Bourse  
Fernand-Seguin  
1997

Bourse de 12 000 \$  
et stage de six mois  
en journalisme scientifique

Date de clôture : 17 avril 1997

Pour obtenir le dépliant  
veuillez vous adresser à :

Bourse Fernand-Seguin  
Association des communicateurs scientifiques  
3995, rue Sainte-Catherine Est  
Montréal (Québec) H1W 2G7  
Tél. : (514) 522-1304

ou à la station de Radio-Canada  
de votre région

Avec la collaboration de :

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

MERCK FROSST

Québec  
Science

La Presse

LE SOLEIL



SRC Radio et télévision

par Raynald Pepin

# Faits d'hiver

Pourquoi fait-il froid en hiver ?  
Comment mesure-t-on l'épaisseur de neige tombée ?  
Plusieurs grandes questions sur l'hiver enfin résolues.

**D**ifficile de rester indifférent devant une bonne bordée de neige. Les skieurs et les enfants crient de joie, surtout les seconds si l'école ferme, ce qui hélas ! arrive de moins en moins souvent...

Ça fait longtemps qu'une question me chicote : en principe, s'il tombe 215 centimètres de neige cet hiver, à Montréal, c'est qu'on aura reçu moins de neige que la normale, soit 235 centimètres. Mais est-ce bien vrai ? Que peut bien signifier l'épaisseur de neige lorsqu'on sait que sa densité varie constamment, passant de 0,03 g/cm<sup>3</sup> pour de la neige fofolle à 0,25 g/cm<sup>3</sup> pour de la neige mouillée et entassée par le vent ? (En moyenne, elle a une densité d'environ 0,10 g/cm<sup>3</sup>, c'est-à-dire qu'un centimètre de neige donne, une fois fondue, un millimètre d'eau.) Autrement dit, mesure-t-on la neige tombée au volume ou au poids ? Ou mesure-t-on le poids, ou l'équivalent en eau, pour convertir ensuite cette mesure en épaisseur de neige selon une proportion standardisée ?

Jacques Miron, climatologue à Environnement Canada, explique qu'on mesure avec une règle les épaisseurs de neige tombée toutes les six heures. « La précipitation totale de l'hiver est obtenue en additionnant toutes les données. » Ainsi, si on calcule qu'il est tombé en moyenne 215 centimètres de neige au cours d'un hiver, il se peut très bien qu'on ait reçu une plus grande masse de neige que pendant un hiver où l'on mesure 235 centimè-



Pierre-Paul Parisseau

tres, simplement parce que la neige était plus mouillée.

Heureusement, il existe des données plus scientifiques : les stations automatiques d'Environnement Canada mesurent les précipitations nivales en évaluant leur poids, ce qui permet de calculer l'équivalent de précipitations en eau. Additionné à la quantité de pluie, ce chiffre quantifie les précipitations tombées à un endroit précis, durant une année. On peut ainsi prévoir et atténuer les inondations printanières en gérant le niveau d'eau dans les réservoirs.

## Pourquoi fait-il froid l'hiver ?

Est-il pertinent d'évoquer cette question dans *Québec Science* ? Le petit sondage maison que j'ai fait m'a convaincu que oui. Réfutons, tout d'abord, une idée courante : non, ce n'est pas parce que la Terre est plus loin du Soleil qu'il fait froid l'hiver. En fait, c'est tout le contraire : c'est

vers la mi-janvier, au plus fort de l'hiver, que la Terre s'approche le plus du Soleil. Il faut également souligner que si un éloignement expliquait les hivers de l'hémisphère nord, il n'expliquerait pas ceux de l'hémisphère sud !

L'existence de l'hiver découle de l'inclinaison de l'axe de rotation. Ainsi, l'axe de Vénus est à peu près perpendiculaire au plan de l'orbite, et il n'y a pas de saisons. Celui de la Terre est incliné d'environ 23° par rapport à la perpendiculaire au plan de son orbite; c'est ce qu'on représente en inclinant les globes terrestres. Pour cette raison, la durée du jour change tout au long de l'année. Durant les mois d'hiver, les jours sont courts et le Soleil nous chauffe moins longtemps. De plus, le Soleil est bas à l'horizon, et la surface terrestre reçoit moins d'énergie par unité de surface.

Même si nous sommes plus près du Soleil durant l'hiver, les hivers de l'hémisphère

Nord sont plus rigoureux que ceux de l'hémisphère Sud, explique Bhawan Singh, géographe spécialiste du climat à l'Université de Montréal. « L'hémisphère Sud contient moins de terres émergées et l'influence modératrice de l'eau sur le climat est plus grande que dans l'hémisphère Nord. » L'eau absorbe beaucoup de chaleur durant l'été et la relâche durant l'hiver, ce qui

La pluie (0-5°C) fait peu fondre la neige : 40 cm de pluie fait disparaître moins de 10 cm de neige (l'équivalent de 1 cm d'eau). Par contre, l'humidité accompagnant la pluie ou le brouillard augmente beaucoup le taux de fonte parce que la vapeur d'eau qui se condense libère beaucoup d'énergie. Ainsi, la neige fond davantage lors d'une journée nuageuse à 4°C que lors d'une journée d'été !

tempère le climat. C'est pourquoi l'hiver est moins dur à Halifax ou Vancouver qu'à Montréal ou Winnipeg.

Pourtant, c'est dans l'Antarctique qu'on enregistre les températures les plus froides.

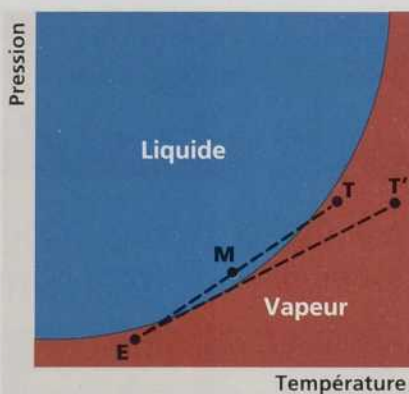
« C'est vrai, dit le géographe, mais l'Antarctique est une grande masse de glace qui réfléchit bien la radiation et capte moins d'énergie. De plus, à cause de la surface lisse des océans, des vents forts soufflent constamment dans le sens ouest-est entre 40° et 50° de latitude Sud et il n'y a pas d'échange de chaleur dans le sens nord-sud. » Cette circulation atmosphérique augmente aussi la déperdition d'ozone, le fameux « trou » au-dessus de l'Antarctique.

### Nuages évanescents

Avez-vous déjà remarqué que la « fumée » formée par les gaz d'échappement d'une voiture est épaisse au moment du démarrage, puis s'éclaircit et disparaît par la suite ? Ce qu'on voit derrière l'auto, c'est en fait un nuage formé de minuscules gouttelettes d'eau. La formation de ces gouttelettes résulte du mélange de l'air extérieur avec « l'air » expulsé du système d'échappement, qui contient de la vapeur d'eau provenant de la combustion. Pourtant, cette vapeur d'eau est toujours là, même quand on ne voit plus de nuage. De façon analogue, pourquoi la vapeur d'eau de l'air que l'on expire l'hiver forme-t-elle un nuage certains jours et d'autres pas ?

Pour comprendre ce qui se passe, il faut considérer le diagramme des phases de l'eau, plus particulièrement la courbe d'équilibre séparant les phases liquide et vapeur. Comme une analyse qualitative suffit, le diagramme ne comporte pas de chiffres.

Sous la courbe, un point re-



présente la température et la pression de la vapeur d'eau présente dans un petit volume d'air donné. Considérons les points E et T. Le point E représente l'état de l'air extérieur, froid et peu humide, le point T décrit l'air sortant du tuyau d'échappement, chaud et humide.

Quand ces deux masses d'air se mélangent, l'état du mélange est donné par un point se trouvant à peu près sur une ligne entre E et T, comme le point M. À cause de la forme de la courbe d'équilibre, le point est au-dessus de la courbe. L'air est dit sursaturé : l'eau se condense et forme des gouttelettes liquides, d'où le nuage observé à la sortie du tuyau d'échappement.

Quand le moteur a chauffé quelques minutes, l'air sortant du tuyau d'échappement est plus chaud et un peu plus humide (point T'). L'état du mélange est décrit par un point situé sous la courbe. La vapeur ne se condense pas et, comme la lumière n'est pas diffusée par des gouttelettes, on n'observe pas de nuage.

Dans le cas de l'air que l'on expire, sa température et son humidité sont à peu près constantes d'un jour à l'autre. C'est la température et l'humidité de l'air extérieur qui détermineront l'état final du mélange. Avec de l'air froid et humide, le point décrivant le mélange a des chances de se trouver au-dessus de la courbe. De quoi avoir la tête dans les nuages ! ●

## À lire

Dans le prochain numéro

# La chasse aux nouvelles planètes



Elles reçoivent des noms pour le moins sibyllins : 70-Vig, Gliese 229, 51-Peg... Ce sont les nouvelles planètes, celles qu'on a récemment « découvertes » à l'extérieur de notre système solaire. Comment les astronomes parviennent-ils à les repérer ? Quel intérêt présentent-elles pour l'astronomie ?

par Claude Lafleur

### Pour en finir avec l'obésité

Des centaines de milliers de Québécois ont un problème d'obésité. Mais leurs kilos en trop continuent de mystifier les chercheurs. A-t-on affaire à un dérèglement hormonal, comme semble l'indiquer les plus récents travaux à ce sujet ? Dans ce cas, l'obésité pourrait-elle être « guérie », comme toute autre maladie ?

par Isabelle Hachey



Nina Bernier/Globe Photos/Photopresse



### La ruée vers le nickel

Le 20 août 1996, un géologue québécois survole les environs de Sept-Îles pour cartographier la région lorsqu'il remarque une vaste zone de sulfures massifs qui contient du nickel. Beaucoup de nickel. Le géologue vient de faire la plus importante découverte minière de l'histoire de la Côte-Nord. Et les prospecteurs l'ont compris : la région sera-t-elle le Klondike du XXI<sup>e</sup> siècle ?

par Raymond Lemieux

### Internet et télévision : le mariage

Comment la télévision numérique fait ses premiers pas et arrive lentement mais sûrement sur le Net. *La p'tite vie et Découvertes* sur nos écrans d'ordinateurs ? Ça va surfer dans le salon !

par Michel Saint-Germain

## À l'agenda

Au Planétarium de Montréal,  
(514) 872-4530

### Des astres très spéciaux

Halley, Kohoutek, Hale-Bopp, Hyakoutaké : régulièrement, des comètes traversent notre ciel. Et, chaque fois, elles offrent un spectacle hors du commun. Mais d'où viennent-elles ? Et que peuvent-elles apprendre aux astronomes ? Jusqu'au 24 juin 1997.

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

### Enfer et paradis artificiels

Alcool, café, cigarette, cannabis... Ce qu'il faut savoir sur les drogues pour ne pas perdre la carte. Jusqu'au 10 août 1997.

### Amazonie, mon amour !

L'exposition nous invite à réfléchir sur le potentiel pharmaceutique de cette mégaforêt, dont la faune et la flore sont aujourd'hui menacées, et sur les extraordinaires connaissances des nombreuses tribus primitives qui l'habitent. Jusqu'au 11 mai 1997.

Au Jardin botanique de Montréal,  
(514) 872-4321

### Bolets, chanterelles et vesses-de-loup

La mycologue Yolande Dalpée nous dévoilera quelques-uns des secrets de la vie des champignons, le 5 février, à 19 h, à l'auditorium du Jardin botanique. Entrée : 7 \$.

Au Collège Saint-Charles Garnier, à Québec,  
(418) 990-0149

### Les îles du Saint-Laurent

Une conférence du chroniqueur André Croteau, organisée par la Société de géographie du Québec. Le 23 février 1997, à 14 h. Entrée : 7 \$.

**Pour annoncer des événements scientifiques d'intérêt général, 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.**

# Chibougamau au bout des doigts

*C'est loin le musée minier de Chibougamau ?  
Il est au bout de votre clavier.*



À trois heures de route du lac Saint-Jean, Chibougamau est ce qu'on appelle une ville en retrait des circuits touristiques habituels. Or, elle ouvrira cet été son nouveau Centre d'intérêt minier. Un musée construit sur les lieux d'une ancienne mine d'or et de cuivre désaffectée et dédié au rude travail des mineurs. Les visiteurs pourront s'y familiariser avec l'équipement et les techniques de ce métier qui, somme toute, a assez peu changé depuis le siècle dernier. Les moins claustrophobes auront la chance de visiter la mine, d'examiner les couches géologiques et même de sentir le poids de la terre sur leurs épaules...

Mais tout ça, c'est l'été prochain. Pour nous faire patienter, Chibougamau vient de tirer un grand trait virtuel entre elle et le reste du Québec : un site Web à double visage, dont l'un présente le nouveau musée minier et l'autre, un récit d'aventures qui se déroule sur les lieux de l'exposition, la fiction Pangée. L'idée a du panache ! Selon ses concepteurs, cette fiction Web s'inspire à la fois du très populaire jeu *Donjons and Dragons*, de l'esthétique vi-

suelle des non moins populaires bandes dessinées japonaises de type « manga » et « no », et des grands principes de la vulgarisation scientifique. Tout un programme !

Sans être spectaculaire, surtout en raison des limites techniques qu'impose le réseau Internet, ni très enlevante, la fiction Pangée a tout de même le mérite de proposer un produit original et bien stylisé, un *must* sur l'autoroute déjà très encombrée de l'information. De plus, la navigation est simple et rapide puisque les concepteurs, Jean-Paul Thomin et Louis Durocher, ont pris soin de ne pas surcharger leur produit.

Et puis, le récit, basé sur la découverte par une archéologue d'une carte géologique extrêmement précise — et virtuelle — de l'ancien continent de la Pangée, a certaines vertus pédagogiques. Ce n'est pas tous les jours qu'on nous fait remonter le temps de quelques centaines de millions d'années.

**Normand Grondin**

**Fiction Web Pangée :**  
<http://www.ctc.qc.ca/pangee>

## Des chiffres et des jeux

par Jean-Marie Labrie

### Jeu n° 15 Fractions complexes

Trouvez au moins 5 fractions, chacune formée des 10 chiffres utilisés une seule fois, qui après simplification donnent :

- a) un demi      b) un tiers



### Jeu n° 16 Une suite remarquable

Soit la suite de nombres 0, 24, 120, 360, 840...  
Quels sont les trois termes suivants de cette suite ?

## Solutions de décembre/janvier

### Jeu n° 13 Une année finit, une autre commence

1996

1.  $1 + \sqrt{9} - 9 + 6 = 1$
2.  $(1 \times \sqrt{9} + 9) \div 6 = 2$
3.  $(1 \times 9 + 9) \div 6 = 3$
4.  $1 + [(9 + 9) \div 6] = 4$
5.  $(1 + 9) \times \sqrt{9} \div 6 = 5$
6.  $1 \times 9 - 9 + 6 = 6$
7.  $1 + \sqrt{9} + 9 - 6 = 7$
8.  $1 + (9 \div 9) + 6 = 8$
9.  $1 \times (9 \div \sqrt{9}) + 6 = 9$
10.  $19 - \sqrt{9} - 6 = 10$

1997

1.  $(1 + \sqrt{9}) \div [\sqrt{(9 + 7)}] = 1$
2.  $1 + \sqrt{9} - 9 + 7 = 2$
3.  $19 - 9 - 7 = 3$
4.  $(19 + 9) \div 7 = 4$
5.  $1 \times 9 + \sqrt{9} - 7 = 5$
6.  $1 + 9 + \sqrt{9} - 7 = 6$
7.  $1 - (9 \div 9) + 7 = 7$
8.  $1 + 9 - 9 + 7 = 8$
9.  $19 - \sqrt{9} - 7 = 9$
10.  $1 \times (9 \div \sqrt{9}) + 7 = 10$

### Jeu n° 14 Suis-je dans la moyenne ?

$$32 \times 7 = 224$$

$$224 - 48 - 21 = 155$$

$$155 \div 5 = 31$$

Donc, l'âge moyen des 5 personnes qui restent est de 31 ans.

#### Niveaux de difficulté

● : débutant      ■ : intermédiaire      ◆ : expert

## LES DÉBROUILLARDS

Pour les 9 à 14 ans !

vous propose en février :

### Un homme parmi les ours polaires

Les ours polaires sont des animaux très dangereux. Pourtant, le photographe Fred Bruemmer n'hésite pas à les approcher. Son secret ? 30 ans de passion pour les animaux sauvages !

### Un cœur de velours dans un casier de métal

Titre étrange ? Pas pour un miniroman scientifico-humoristique sur le thème de l'amour...

### Les camps de vacances

Fidèle au rendez-vous, *Les Débrouillards* offre aux jeunes et à leurs parents une section spéciale pour les aider à choisir un camp de vacances.

### Le ski acrobatique

Notre journaliste Valérie Bolliet a suivi une leçon de ski de bosses avec Geneviève Lefebvre, 14 ans.

Des BD de Goldstyn et Gaboury



En plus :

Des expériences amusantes à faire à la maison, des concours, des jeux, des fiches à collectionner, la rubrique des correspondants... 52 pages de découvertes !

*Les Débrouillards* est en vente dans les meilleurs dépanneurs et librairies, au prix de 3,25 \$.

Pour s'abonner

(1 an, 10 numéros : 29,57 \$),  
s'adresser à :

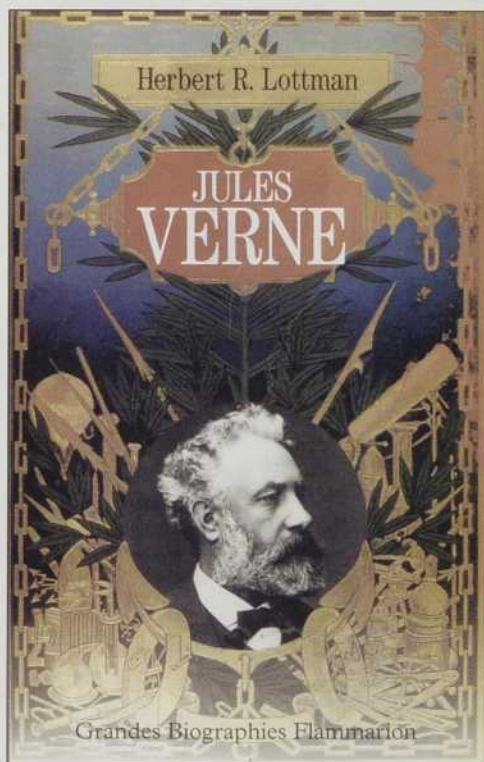
Magazine **Les Débrouillards**  
2924, boul. Taschereau, bureau 201  
Greenfield Park (Québec)  
J4V 3P1

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

# Jules Verne, sa vie, son œuvre

**E**n inspirant des générations d'explorateurs, de scientifiques et d'inventeurs, Jules Verne a joué un rôle considérable dans le développement de la science moderne, dit Herbert Lottman. Plusieurs pionniers de l'exploration spatiale, parmi lesquels les Tsiolkovski, Goddard et von Braun, ont d'ailleurs reconnu avoir été inspirés par Verne durant leur adolescence.

Herbert Lottman nous propose donc une biographie fouillée de ce populaire auteur de roman d'anticipation scientifique. Né en 1828, Jules Verne se destinait pourtant à l'écriture de poésie et de pièces de théâtre, rappelle-t-il, et c'est sans trop s'en rendre compte qu'il a créé au cours des années 1860 les premiers récits fictifs basés sur les plus récentes connaissances scientifiques et technologiques. Lire Verne aujourd'hui, c'est se



plonger au cœur du siècle dernier pour découvrir comment on imaginait l'avenir, c'est-à-dire notre époque. C'est également découvrir un écrivain qui a fait plus que créer un univers technologique original et futu-

riste. Ainsi, son roman *Michel Strogoff* décrit une Russie étonnamment identique à celle d'aujourd'hui, alors que *Robur le Conquérant* laisse entrevoir, des décennies avant qu'elles surviennent, les deux guerres mondiales.

Cependant, contrairement à Jules Verne qui nous fait vivre des aventures palpitantes, Herbert Lottman se contente de présenter une compilation scrupuleuse de la vie de l'auteur. Si bien qu'on a parfois l'impression de lire un curriculum vitæ très bien documenté certes, mais où, malheureusement, l'âme du grand écrivain fait défaut.

**Claude Lafleur**

*Jules Verne*, par Herbert R. Lottman. *Grandes Biographies Flammarion*, 1996, 430 p.

## Amiante, le dossier français

**J**uillet 1996 : la France bannit l'amiante, ravalant brutalement le débat endormi sur les risques du *magic mineral*. *Amiante : le dossier de l'air contaminé*, écrit par un journaliste de *Sciences et Avenir*, révèle une situation d'un anachronisme étrange, dans lequel on voit la France découvrir, 20 ans après le Québec, les énormes ravages de l'or blanc sur les travailleurs des usines de transformation. Au centre de la démonstration, le complot des industries pour cacher l'information et l'inertie des pouvoirs publics. Bref, une nouvelle « affaire », au sens français du terme, après celles du sang contaminé et de la vache folle.

Le livre est bien écrit et bourré d'anecdotes intéressantes. On y voyage du nord au sud de la France et aux États-Unis, lieu des grands procès... mais

## La conquête de la France

Après avoir cumulé les éloges des chroniqueurs scientifiques, des étudiants en science et des astronomes amateurs du Québec, l'ouvrage *Astronomie et astrophysique, cinq grandes idées pour explorer et comprendre l'Univers* (Éditions du renouveau pédagogique), de Marc Séguin et Benoit Villeneuve, a remporté, en France, le prix convoité du livre d'astronomie de l'année 1996.

Publié en septembre 1995, ce livre réussit un véritable tour de force : intégrer des informations historiques et épistémologiques dans un contenu proprement scientifique sur les étoiles, les planètes et le cosmos. De l'excellente vulgarisation scientifique : encore bravo aux auteurs !

JEAN-CLAUDE DUPLESSY

QUAND L'OcéAN SE FÂCHE  
HISTOIRE NATURELLE DU CLIMAT



## Méchant océan

*Quand l'océan se fâche*, par Jean-Claude Duplessy. Éditions Odile Jacob, 1996, 277 p.

Les hivers sont pluvieux et les étés trop chauds ? Il y a plus d'inondations qu'auparavant ? Bref, le climat semble s'être détraqué ? C'est la faute aux océans, disent les océanographes. Du moins, c'est la

thèse que défend le livre *Quand l'océan se fâche*, un ouvrage qui démystifie et met à jour les connaissances sur la formation et l'évolution du royaume de Neptune. Et qui nous permet de mesurer les bonds de géant qu'a faits l'océanographie depuis une décennie.

**R.L.**

# L'œil scientifique

pas un mot, ou presque, sur le Québec, pourtant justement qualifié de « berceau de l'amiante ». Cela n'empêche pas l'auteur de critiquer vertement la thèse prônée ici depuis les années 80, celle de l'usage contrôlé de l'amiante. C'est une façade et un mensonge, nous répète-t-il, balayant du revers de la main les arguments scientifiques avancés par les partisans de cette thèse. Sur ce plan, le livre décroît par son manque de profondeur.

Comme contribution à un dossier qui ne cesse de grossir depuis 30 ans, le grand mérite de cette enquête reste la révélation de l'existence de mésothéliomes (cancers de la plèvre) chez des personnes n'ayant jamais été en contact professionnel avec l'amiante. Le cas de Francis Hémon, le jeune boucher qui n'avait fait que jouer avec des bleus de travail contaminés lorsqu'il avait cinq ans, ou celui de René Bulcourt, l'instituteur qui a enseigné toute sa vie dans une classe mal aérée en préfabriqué d'amiante-ciment, sont particulièrement troublants. Des cas anecdotiques ? Peut-être, mais les études françaises révèlent que 40 % des mésothéliomes touchent aujourd'hui des personnes n'ayant eu qu'un contact épisodique avec l'amiante. Décidément — et contrairement à une opinion répandue ici —, on n'a pas fini d'entendre parler des méfaits de l'amiante.

Jean-Pierre Rogel

**Amiante : le dossier de l'air contaminé**, par François Malye. Éditions Le Pré aux Clercs, Paris, 1996, 322 p.

Depuis 1990, il nous offre ses « Histoires naturelles du nouveau monde ». Son premier ouvrage, *L'œil américain*, a été marquant et salué comme une réussite. Il a été suivi de *Lumières des oiseaux* (1992), puis de *La vie entière*, publié en octobre dernier.

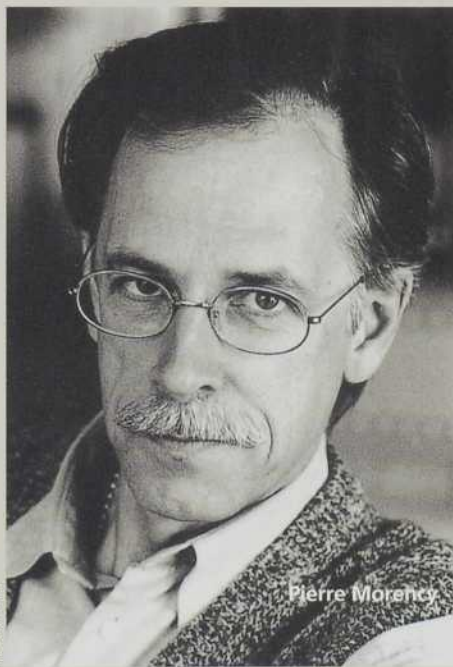
L'extraordinaire force d'évocation de Pierre Morency lui permet de représenter une nature qui, pour la plupart d'entre nous, passe inaperçue. « Tout être vivant, à quelque règne qu'il appartienne, dit-il, porte en lui une extraordinaire jubilation à laquelle nous sommes invités à puiser. »

On lit donc du Morency comme on se laisse séduire par un beau documentaire naturaliste. En apprenant que la racine du pissenlit émet un gaz qui retarde la croissance des plantes concurrentes, que le bouleau peut exsuder jusqu'à 400 litres d'eau en une journée d'été, que la chauve-souris avale un insecte toutes les 5 secondes.

Pierre Morency est un poète, on ne s'y trompera pas. Mais il a aussi un œil scientifique qui lui permet de partager avec son lecteur son fin talent d'observateur, son éloquence et sa rigueur qui n'a rien de rébarbatif.

**Québec Science** : Est-ce que la poésie peut enrichir la science ?

**Pierre Morency** : Elle peut aider à l'expression du langage scientifique, l'aider à se rapprocher de celui de l'âme. Albert Einstein a été sensible à la poésie et aux arts en général, tout comme le physicien Ilya Prigovine.



M. Boulianne

Pierre Morency

J'ai de la difficulté à considérer qu'un véritable scientifique ne serait qu'un scientifique. Peut-être que le XX<sup>e</sup> siècle nous a présenté ce genre de personnage, mais nous savons tous que l'esprit humain ne fonctionne pas uniquement sur une base rationnelle.

Il y a des poètes qui sont fascinés par les situations limites où la science nous a menés et qui travaillent à partir de cela. Peut-être parce qu'ils ont l'impression de toucher ainsi à l'essentiel.

**Q.S.** : Vous accordez beaucoup d'importance à la description précise des arbres, des animaux ou des plantes. Pourquoi ?

**P.M.** : Pour donner plus de valeur à ma phrase. Si *À la recherche du temps perdu* de Marcel Proust est une œuvre fascinante, c'est parce qu'elle est très documentée. Quant Proust parle de plantes, de minéraux, de l'architecture ou de l'histoire de la Terre, c'est réel.

Ce sont des connaissances réelles, pas des choses que l'on aborde de façon vaporeuse.

**Q.S.** : Vous nous parlez de monde réel, vous faites appel au sens de l'observation, mais, quand on vous lit, vous projetez l'image d'une personne contemplative...

**P.M.** : Je suis plus un contemplateur qu'un chercheur. Car l'observation demanderait tout mon temps. Prenez la compréhension

de la nidification d'un oiseau : elle exige d'être là, caché, du matin jusqu'au soir, pendant toute la durée de la nidification.

**Q.S.** : Vous êtes biologiste ?

**P.M.** : Je suis membre honoraire de l'Association des biologistes, mais je n'ai pas de formation en biologie. J'ai aussi travaillé sur les oiseaux migrants au Service canadien de la faune.

**Q.S.** : Pour vous, la science semble un inépuisable sujet d'intérêt pour les poètes.

**P.M.** : On devrait favoriser davantage le rapprochement entre les créateurs et les scientifiques en permettant, par exemple, aux écrivains de monter à bord d'une station orbitale ou de fréquenter de grands laboratoires.

**Q.S.** : C'est une invitation que vous attendez ?

**P.M.** : Je serais prêt à l'accepter.

Propos recueillis par Raymond Lemieux

# Maman, je m'ennuie à mourir...

**Morte de rire,**

**Stéphanie amorce**

**une toute nouvelle vie,**

**pleine de responsabilités,**

**de défis et de découvertes...**

Un campus accueillant  
des profs disponibles,  
des amis des quatre coins du Québec,  
dans un décor enchanteur



**Programmes  
de baccalauréat  
offerts à l'Univer  
de Sherbrooke**

- Activité physique
- Adaptation scolaire
- Administration des affaires
- Biochimie
- Biologie
- Chimie
- Droit
- Économique
- Enseignement au préscolaire et au primaire
- Enseignement au secondaire
- Enseignement professionnel
- Études anglaises
- Études françaises
- Génie chimique
- Génie civil
- Génie électrique
- Génie informatique
- Génie mécanique
- Géographie
- Géographie physique
- Histoire
- Information et orientation professionnelles
- Informatique
- Informatique de gestion
- Mathématiques
- Multidisciplinaire
- Musique
- Philosophie
- Physique
- Psychoéducation
- Psychologie
- Sciences infirmières
- Service social
- Théologie

plus belles années de  
L'UNIVERSITÉ  
SHERBROOKE  
je m'en va

1-800-267-UDÉS  
<http://www.usherb.ca>



UNIVERSITÉ DE  
**SHERBROOKE**