

Québec

2070, l'odyssée de ma maison

Volume 38, numéro 6  
Mars 2000, 4,35 \$



# Sciences

## La Terre avalée par un trou noir ?

Faut-il avoir peur de la physique moderne ? Une expérience qui aura bientôt lieu aux États-Unis soulève la controverse.

LE PARC DES GRANDS JARDINS



Enquête sur une forêt disparue



Chronopharmacologie  
L'heure de la pilule



www.gpcsciences.com

## La machine à fabriquer le Big Bang

**L**a physique moderne est-elle tombée sur la tête ? Probablement pas. Mais il y a lieu de se demander, comme l'a fait notre journaliste Jean-Marc Fleury — lui-même physicien de formation —, si la toute nouvelle « machine à briser les atomes de Brookhaven, près de New York, ne brisera pas le monde ».



L'expérience ? Provoquer la collision d'atomes d'or lancés à une vitesse très proche de celle de la lumière (300 000 kilomètres à la seconde). On a peine à imaginer la force de cette collision frontale sans précédent. Mais les chercheurs supposent, à la lumière de leurs connaissances, que cela nous renseignerait sur ce qui a pu se produire lors des premières

fractions de seconde de l'Univers. Et que ces expériences nous en apprendraient davantage sur la mécanique qui anime les quarks, les gluons, les protons et les antiprotons, les électrons et les antiélectrons.

Les experts appelés à donner leur avis sur les risques inhérents à ces travaux de pointe ont indiqué qu'il y avait peu à craindre. Vraiment très peu. Mais, même infinitésimale, la possibilité d'anéantir le monde en provoquant la création d'un trou noir n'est-elle pas déjà trop élevée ?

Nous ne saurions répondre. Mais la lecture de ce reportage ne peut nous empêcher de constater à quel niveau de complexité et d'hermétisme en est arrivée la physique dite « des particules ». Dans un tel contexte, comment le néophyte peut-il se faire une idée exacte de la problématique ? Il n'est donc pas étonnant que ces recherches avancées soient mal comprises et qu'elles inspirent toutes sortes de craintes.

Au fond, il nous manque peut-être un Hubert Reeves, un Albert Jacquard ou un Stephen Jay Gould de la physique des particules.

...

### Art et science

Le Québec Science des années 90 doit beaucoup à son directeur artistique, Normand Bastien. Tout en subissant les affres des textes et des photos qui tardent à arriver, les caprices des journalistes — et du rédacteur en chef —, il a réussi à produire avec zèle, patience et talent quelque 4 000 pages de votre magazine préféré. Celui que vous tenez dans vos mains est le dernier qu'il signe, puisqu'il nous quitte pour d'autres horizons graphiques. On s'ennuie déjà.

Raymond Lemieux

## Actualités



### 5 Tohu-bohu pour Tau Boötis

Cette fois, c'est vrai ! Les astronomes britanniques ont directement détecté une planète extrasolaire. Et c'est un monstre.

Par Vincent Sicotte



### 7 Vitamines : il y a des dangers

Les vitamines, c'est comme autre chose : il faut consommer avec modération.

Par France Picard

### 8 De la pollution à la tonne

Le « plus beau pays du monde » ? Les derniers chiffres officiels de la pollution industrielle canadienne et québécoise.

Par Raymond Lemieux



### 10 Problèmes de plomberie

Les petits conduits qui composent les appareils de dentiste peuvent être infestés par des bactéries pas très recommandables.

Par Catherine Dubé

### 12 2 temps 3 mouvements

### 14 La planète ADN Saumons et merveilles ?

Par Jean Pierre Rogel

## Chroniques



### 44 Dimension cachée L'aimant qui sauve les vaches

Par Raynald Pepin

### 46 Internet La revanche du postier

Par Philippe Chartier

### 48 Jeux

Par Jean-Marie Labrie

### 49 Science et culture

### 50 Têtes d'affiche Kathy Reichs : « Ne faites pas ce que j'écris. »

Par Marie-Pier Elie



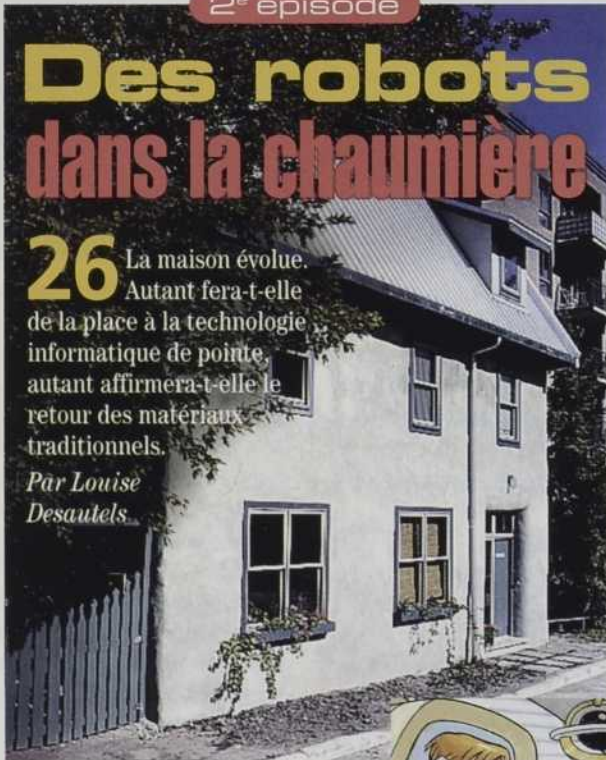
## CAP SUR LE FUTUR

2<sup>e</sup> épisode

### Des robots dans la chaumière

**26** La maison évolue. Autant fera-t-elle de la place à la technologie informatique de pointe, autant affirmera-t-elle le retour des matériaux traditionnels.

Par Louise Desautels



### 32 2070, l'odyssée de ma maison

Il s'appelle William. Il est anthropologue. Visitez-le en 2070.

Par Annick Duchatel



### 36 Enquête sur une forêt disparue

Des insectes vieux de 5 000 ans permettent d'en savoir plus sur l'énigmatique parc des Grands Jardins dans la région de Charlevoix.

Par Joël Leblanc



### 40 Pas d'évolution sans culture

Un extrait de l'essai *Chair et métal*. Une mise en perspective peu habituelle de la science et de la culture.

Par Olivier Dyens

## Physique



### 16 La Terre avalée par un trou noir ?

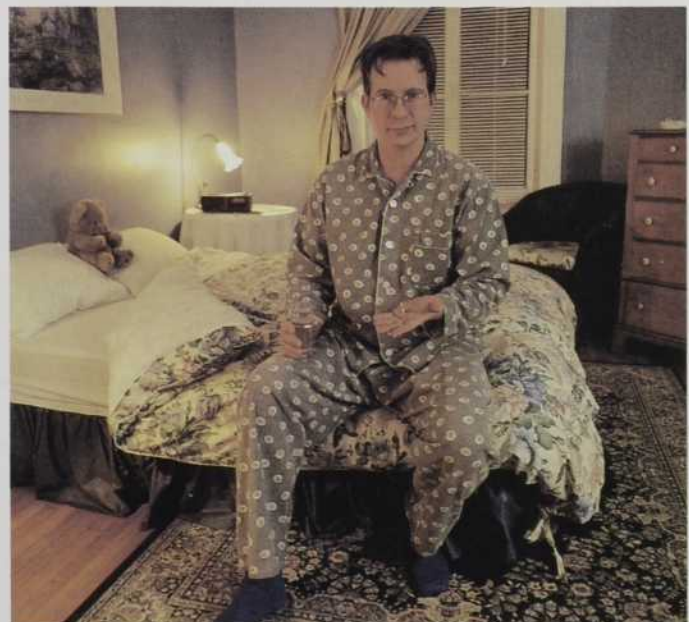
La physique de pointe soulève des inquiétudes. Ira-t-elle jusqu'à provoquer la fin du monde ? Une expérience prévue dans un accélérateur de particules américain a récemment créé toute une controverse à ce propos.

Par Jean-Marc Fleury

### 22 Chronopharmacologie : « C'est l'heure de la pilule. »

Finie la prise de médicaments trois fois par jour à heures fixes. La physiologie humaine n'est pas réglée comme une machine après tout ! La médecine privilégie de plus en plus une bonne dose au bon moment. Nous assistons aux premiers pas de la chronopharmacologie. Prometteur.

Par Catherine Dubé



## Suggestion de lecture

Pour ceux qui se sont intéressés à l'article sur l'Acanthostega (décembre 1999-janvier 2000), **Robert Loisel, de Chicoutimi**, nous invite à lire *At the Water's Edge* (The Free Press, 1998). Carl Zimmer y présente toute une série de nouveaux venus qui s'ajoutent à Acanthostega et à son vieux cousin Ichthyostega. Plusieurs lecteurs ont d'ailleurs manifesté leur intérêt pour cet article qui a réussi « à rendre vivant un sujet mort depuis si longtemps ».

## Ce satané calendrier

Quelques-uns de nos lecteurs auraient bien voulu trouver une faille dans le raisonnement de Fabien Gruhier (« Nous sommes déjà en 2004 », décembre 1999-janvier 2000). Et ils s'interrogent sur ce Hérode qui a coexisté avec Jésus : pourquoi le choisir, lui, comme référence ? C'est que

Hérode 1<sup>er</sup>, mort en 4 av. J.-C., ordonna le massacre des saints Innocents peu de temps après la naissance de Jésus, selon l'Évangile de saint Matthieu. Jésus était donc né quand Hérode est mort.

Par contre, une véritable erreur s'est glissée lors de l'édition de l'article. À la page 24, il aurait fallu lire que c'est en l'an 1285 de Rome que le moine Denys le Petit a voulu remettre le compteur à zéro. Nos excuses à Fabien Gruhier, ainsi qu'à **François Francœur** et à ses collègues, pour les maux de tête que cette erreur leur a occasionnés. Cette énigme était devenue un véritable défi pour eux !

## Prise deux

Nos plus sincères excuses à Monsieur **Jacques Beaulieu** que nous avons mal identifié sur une photo publiée dans l'article « Le canal lumière » (juin 1999 et Album 100 ans de science). Celui qui a vu à la mise au point



Centre de recherches pour la défense

du premier laser québécois est à gauche de la photo, et non au centre tel que nous l'avions indiqué. Il est accompagné du technologue Martin Hale (au centre) et du docteur Maurice Gravel (à droite).

## Le siècle le plus meurtrier

L'épilogue de notre dossier « 100 ans de science » (décembre 1999-janvier 2000) a alimenté les réflexions. À l'instar de nos 30 personnalités, **Yvonnick Roy, de Québec**, s'est interrogé sur le fait scientifique marquant du dernier siècle. « Est-ce qu'on se trompe en affirmant que le XX<sup>e</sup> siècle fut le plus meurtrier de l'histoire humaine, en partie à cause des découvertes scientifiques dont les applications échappèrent à leurs con-

cepteurs ? Si cette affirmation est « scientifiquement démontrée », alors la création de la Société des Nations, remplacée depuis 1946 par l'Organisation des Nations unies, constitue à mes yeux l'événement le plus remarquable du dernier siècle. Cette tribune internationale où se discutent les droits et les responsabilités des nations envers les populations est capitale pour la survie de l'humanité. »

## Des commentaires ?

Vous pouvez nous faire parvenir vos commentaires et suggestions à l'adresse suivante.

### Québec Science

3430, rue Saint-Denis, bureau 300  
Montréal (Québec) H2X 3L3  
Télé. : (514) 843-4897

### 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



Publié par  
La Revue Québec Science  
3430, rue Saint-Denis, bureau 300  
Montréal (Québec) H2X 3L3  
courrier@QuebecScience.qc.ca  
www.cybersciences.com

## DIRECTION

Directeur général : Michel Gauquelin  
Directeur de l'administration : Marc Côté  
Adjointe administrative : Nicole Lévesque

## RÉDACTION

Rédacteur en chef : Raymond Lemieux  
Adjoint à la rédaction : Natalie Boulanger

Ont collaboré à ce numéro : Emmanuelle Bergeron, Philippe Chartier, Louise Desautels, Olivier Dyes, Annick Duchatel, Catherine Dubé, Marie-Pier Elie, Jean-Marc Fleury, Jean-Marie Labrie, Joël Leblanc, Raynald Pepin, France Picard, Jean-Pierre Rogel et Vincent Sicotte

Photos/illustrations : Marc Cuadrado, Réal Godbout, Laurent Leblanc, Pierre-Paul Pariseau, Rémy Simard

Correction : Luc Asselin

## PRODUCTION

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

## COMMERCIALISATION

Diffusion et promotion : Hélène Côté  
Distribution en kiosques : Messageries Dynamiques

## ABONNEMENTS

Tarifs (taxes incluses)	Au Canada	À l'étranger
1 an (10 numéros)	41,35 \$	54 \$
2 ans (20 numéros)	71,26 \$	95 \$
3 ans (30 numéros)	98,87 \$	139 \$
À l'unité	5,00 \$	Non disponible
Groupe (10 ex./même adresse)	37,60 \$	Non disponible

## Pour abonnement et changement d'adresse

QUÉBEC SCIENCE  
Service des abonnements  
525, rue Louis-Pasteur, Boucherville (Québec) J4B 8E7

Pour la France, faites votre chèque à l'ordre de : Rowecom France, Rue de la Prairie, Villebon sur Yvette, 91763, 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.

## ABONNEMENTS ET CHANGEMENTS D'ADRESSE

Tél. : (514) 875-4444 Téléc. : (514) 523-4444

## PUBLICITÉ

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

## RÉDACTION

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

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés.  
Dépôt légal : Bibliothèque nationale du Québec  
Premier trimestre 2000, ISSN 0021-6127  
Répertorié dans *Repère* et dans l'*Index des périodiques canadiens*.  
© Copyright 2000 - 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 la Culture et des Communications (Programme Revues de vulgarisation scientifique et technique) et du gouvernement du Canada (Programme Sciences et Culture Canada)

Gouvernement du Québec  
Ministère de la Culture et des Communications

Industrie Canada Industry Canada

Membre de : The Audit Bureau of Circulations (ABC) MAGAZINES DU QUÉBEC

Le contenu de ce magazine est produit sur serveur vocal par l'Audiotèque pour les personnes handicapées de l'imprimé.  
Téléphone : Québec (418) 627-8882, Montréal (514) 383-0103

# Actualités

## Tohu-bohu pour Tau Boötis

Les astronomes britanniques sont en émoi : ils ont pour la première fois détecté de la lumière en provenance d'une planète extrasolaire. Elle gravite autour de l'étoile Tau Boötis à 50 années-lumière de nous.

Par Vincent Sicotte

**D**es astronomes ont enfin vu la lumière ! Une équipe écossaise a réussi à observer directement, pour la première fois, une planète extrasolaire. Cette observation confirme de façon éclatante l'existence de ces planètes détectées indirectement depuis cinq ans. Elle ouvre en outre la voie à l'étude de ces mondes étranges, de leur atmosphère, de leur structure et de leur formation.

Tau Boötis est une étoile somme toute assez banale, comme notre Soleil. Elle est située à 50 années-lumière dans la constellation du Bouvier (*Boötes*, en latin), et a été observée par l'équipe d'Andrew Collier Cameron, de l'Université de St. Andrews en Écosse, avec le télescope William Herschel (4,2 m) situé à La Palma, en Espagne. Le choix n'était pas fortuit, car on sait que cette étoile est accompagnée d'une planète. Celle-ci a été découverte en 1997, grâce à la technique habituelle : la détection d'une oscillation dans la vitesse de l'étoile, provoquée par la translation de la planète.

Cette technique a néanmoins des limites. « Elle révèle la présence d'une planète autour d'une étoile, mais, mis à part une estimation de sa

David A. Hardy © The Particle Physics and Astronomy Research Council



masse, ne dit rien sur la planète elle-même », explique Andrew Collier Cameron. Est-ce une planète rocheuse ou gazeuse ? Quels gaz composent l'atmosphère ? Comment s'y forment les nuages ? Pour étudier la planète, on devrait recueillir la lumière qu'elle réfléchit, si faible soit-elle, et l'analyser. C'est l'exploit qu'il a réalisé avec son équipe. Leurs résultats ont été publiés dans la revue *Nature* du 16 décembre dernier.

« C'est un formidable tremplin vers l'étude de la chimie et de la physique de ces exoplanètes, de leur atmosphère et, éventuellement, de leur structure et de leur formation », explique l'astronome. Ces exoplanètes sont des mondes étranges : toutes géantes

comme Jupiter, elles gravitent très près de leur étoile et sont donc très chaudes. D'ailleurs, ce qu'on croyait savoir de la formation des systèmes planétaires a déjà été quelque peu bouleversé par ces exoplanètes [voir *Québec Science*, septembre 1999].

Dans le système de Tau Boötis, la lumière de l'étoile est réfléchiée par la planète, de la même façon que la Lune réfléchit vers nous la lumière solaire. En étant plus ou moins absorbée, cette lumière met en évidence certaines caractéristiques de ce qu'elle a touché, tout comme l'éclat différencié de la Lune nous permet de distinguer les mers des continents, ces derniers étant constitués de minéraux différents. Cependant, cette pla-

nète luit très faiblement : son éclat est 30 000 fois plus faible que celui de l'étoile. En plus, elle occupe une orbite basse, vingt fois plus que la Terre par rapport au Soleil. Dans le ciel, ces deux points brillants ne sont jamais séparés davantage que par l'épaisseur d'un cheveu... placé à sept kilomètres ! Même le télescope *Hubble* ne pourrait les distinguer.

**C**omment les astronomes ont-ils pu isoler la lumière de la planète ? Ils ont tiré profit du fait qu'elle se déplace très vite sur son orbite, à 152 km/s. Sa période de 3,3 jours (son « année » !) induit un effet Doppler assez facilement repérable. En outre, la lumière réfléchiée par la planète conserve l'empreinte produite par les éléments chimiques présents dans l'étoile, son spectre. « Ce que nous avons cherché était une copie du spectre de l'étoile, plus pâle, oscillant vers le bleu et vers le rouge selon une période de 3,3 jours », explique Andrew Collier Cameron.

Grâce à cette lumière, l'équipe a réussi à découvrir que la planète est une vraie géante, avec une masse égale à huit fois celle de Jupiter, et un diamètre presque deux fois plus grand (1,8 fois exactement). Elle est

donc beaucoup plus massive que Jupiter, mais pas tellement plus volumineuse. C'est le cœur de la planète qui est plus dense, précise l'astronome, sans que cela affecte beaucoup ses couches supérieures.

On a également pu évaluer la température de l'atmosphère à 1 400 °K. « Cela veut dire qu'il doit y avoir des nuages constitués de petites gouttelettes de fer en suspension ! » s'étonne le chercheur. De plus, cette atmosphère est de couleur bleu-vert. Cela signifie que certains éléments de l'atmosphère absorbent les autres couleurs. « C'est peut-être du sodium, qui absorbe la lumière rouge », suppose-t-il. On en retrouve en effet dans l'atmosphère des naines brunes. « Mais je n'ai aucune idée de ce qui peut absorber la lumière violette », dit-il, en ajoutant que la faiblesse du signal empêche de tirer des conclusions solides.

**C'**est la deuxième fois qu'on réussit à déterminer la masse d'une exoplanète. En novembre dernier, Greg Henry, un astronome du Tennessee, a observé un transit planétaire. Une exoplanète est passée devant HD209458, une étoile située à 153 années-lumière dans la constellation de Pégase. Il n'a pas observé la planète elle-même mais plutôt son ombre, comme lors d'une éclipse. Il a pu en déduire que cette planète atteignait 63 % de la masse de Jupiter. Une telle méthode exige cependant que le plan de translation de la planète soit vu exactement par la tranche, ce qui est rare. De plus, même si une infime partie de la lumière passe à travers l'atmosphère de la planète, il semble difficile, voire impossible, de l'étudier.

À cause de la faiblesse du signal enregistré, il y a une pro-

babilité de 5 % que le résultat de l'équipe de Andrew Collier Cameron soit dû à une coïncidence statistique. Leurs conclusions ont d'ailleurs provoqué quelques haussements de sourcils dans la communauté scientifique. Le rayon de la planète est 30 % à 50 % plus élevé que celui prévu par la théorie, et la couleur bleu-vert de l'atmosphère ne cadre pas tout à fait avec les théories émergentes de la réflectivité des exoplanètes. « S'ils s'avèrent confirmés, les résultats de Andrew Collier Cameron et de ses collaborateurs exigeront de nouvelles explications », écrivaient Adam Burrows et Roger Angel, deux astronomes de l'université d'Arizona, dans le même numéro de *Nature*.

Dans ce domaine hautement médiatisé, personne ne veut devenir « celui qui croyait avoir vu ». Tous gardent à l'esprit la prétendue première


image d'une exoplanète saisie par l'équipe de Susan Terebey avec le télescope *Hubble*, en mai 1998. Il y avait 2 % de risque que la planète en question soit une étoile d'arrière-plan, ce qui s'est avéré être le cas. Il semble que la NASA ait brûlé les étapes en émettant un communiqué de presse avant que l'étude ne soit revue par des pairs.


L'équipe de Andrew Collier Cameron, quant à elle, s'est vu allouer 10 nuits au même télescope le printemps prochain. Grâce aux informations déjà obtenues sur la planète de Tau Boötis, les conditions d'observation ont été optimisées. « Si la météo est clémente, il y a une bonne chance pour que, dans six mois, nous puissions en dire un peu plus sur l'atmosphère de la planète de Tau Boötis », dit-il. On saura alors avec certitude si la lumière entraperçue n'était qu'un mirage. ●




Explorez, découvrez !

lors d'une Éco-croisière

les richesses et la beauté du Saint-Laurent à bord de l'Écho des Mers





**ÉCOTOURS DÉCOUVERTES**

- 7 & 8 jours : L'Île d'Anticosti, la Basse-Côte-Nord, les Îles Mingan.
- 7 jours : Les parcs de l'Est du Québec.
- 5 jours : Île d'Anticosti et la Minganie.
- 2, 3 & 4 jours : Fjord du Saguenay, Grosse-Île.

**ÉCOTOURS FANTAISIES**

- 7 jours : *Les oiseaux, les îles et les baleines*, du golfe Saint-Laurent avec Jacques Larivé, spécialiste des oiseaux.
- 8 jours : **BALEINES, BALEINES et BALEINES** avec Richard Sears, spécialiste des baleines.

1-888-724-8687 418-724-6227 [ljones@globetrotter.net](mailto:ljones@globetrotter.net) [www.ecomertours.com](http://www.ecomertours.com)

## Santé

# Vitamines : il y a des dangers

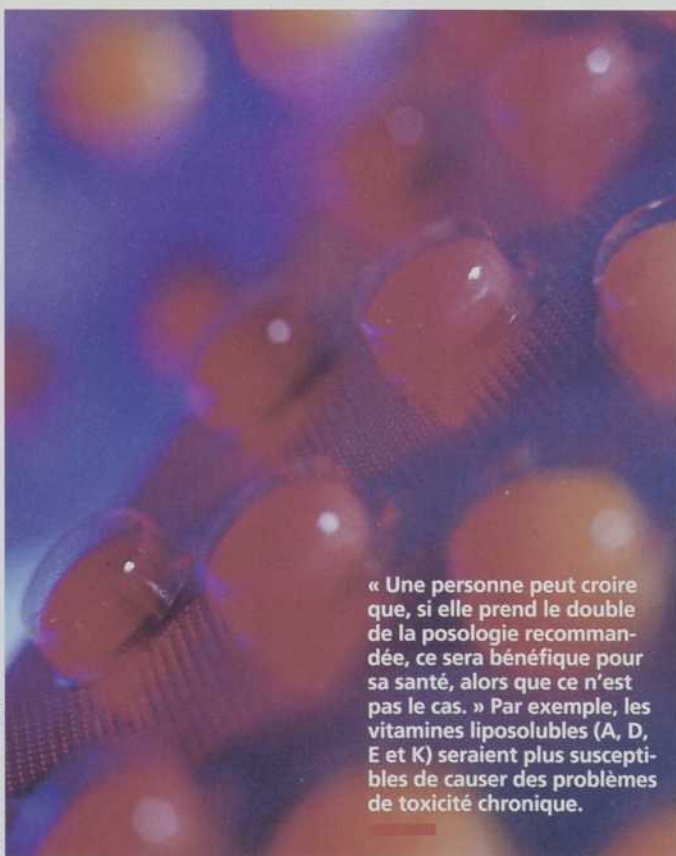
Il est grand temps de dépoussiérer la réglementation fédérale sur les suppléments de vitamines, croit un chercheur québécois.

Par France Picard

**L**es Québécois sont, avec les Américains et les Scandinaves, ceux qui consomment le plus de suppléments de vitamines et minéraux. Près du tiers d'entre nous ont recours à ce type de produit. Mais on sait que cette pratique n'est pas inoffensive : consommés en trop grande quantité, certains de ces produits peuvent être toxiques et occasionner de sérieux problèmes de santé.

Selon une étude menée par Daniel Lavoie, nutritionniste à l'Hôpital Notre-Dame de Montréal, la plupart des gens ne savent pas que certains suppléments peuvent être dangereux. Il croit donc que la réglementation actuelle est déficiente et qu'un changement s'impose.

Présentement, la vente des suppléments de vitamines et minéraux au Canada est régie par la Loi sur les aliments et drogues qui oblige les fabricants à obtenir pour leurs produits un DIN (*Drug Identification Number*). Ce DIN, explique le nutritionniste, n'est qu'un simple numéro de code qui permet au produit d'être vendu sur le marché canadien. Selon lui, il faudrait au moins ajouter des mises en garde sur l'étiquette du produit pour informer les utilisateurs des risques potentiels quant à leur santé. « Une personne peut croire que, si elle prend le double de la posologie recommandée, ce sera bénéfique pour sa santé, alors



Steve Horrell/SPL/Photophoto

« Une personne peut croire que, si elle prend le double de la posologie recommandée, ce sera bénéfique pour sa santé, alors que ce n'est pas le cas. » Par exemple, les vitamines liposolubles (A, D, E et K) seraient plus susceptibles de causer des problèmes de toxicité chronique.

que ce n'est pas le cas. »

Par exemple, les vitamines liposolubles (A, D, E et K) seraient plus susceptibles de causer des problèmes de toxicité chronique que les hydrosolubles (complexe B, acide folique, biotine, acide ascorbique). « Les vitamines liposolubles vont se loger dans les tissus graisseux de l'organisme, causant à long terme une bioaccumulation néfaste », rappelle le chercheur. La bioaccumulation de vitamine D peut également entraîner la calcification des tissus mous. De même, une consommation ex-

cessive de vitamine A peut provoquer des maux de tête, des nausées, une perte de cheveux, une dermatite et même un arrêt des menstruations.

Mais, selon Santé Canada, il n'y a pas lieu de s'inquiéter. Francine Ménard, de la Direction générale de la protection de la santé, affirme que le code DIN est attribué à un produit après plusieurs tests d'approbation, ce qui permet de contrôler le marché et d'assurer que les produits sont sécuritaires. Cependant, ajoute-t-elle : « Certains programmes doivent être revus et

mis à jour en raison de l'arrivée sur le marché de plusieurs nouveaux produits de santé naturels. » Un bureau de révision des programmes devrait d'ailleurs être bientôt mis sur pied afin de vérifier tous les ingrédients qui composent ces nouveaux produits de santé naturels, et de modifier la réglementation si nécessaire.

Du côté de l'industrie, on estime qu'émettre des mises en garde de toxicité sur les produits est inutile. « Les gens respectent les posologies et ils sont conscients que c'est à leurs risques s'ils augmentent la dose, tout comme pour les médicaments », indique Lise Savard, de la compagnie Nutripur, installée à Boisbriand. Par contre, elle voit d'un bon œil la création du bureau de révision des programmes qui, dit-elle, permettrait qu'on fasse le ménage dans ce secteur d'activités.

Mais il y a quand même de la controverse dans l'air chez les spécialistes de la santé. D'un côté, on déconseille la prise de suppléments alimentaires parce qu'on croit que les vitamines et minéraux devraient être fournis par l'alimentation normale. De l'autre, on rappelle que certaines vitamines peuvent jouer un rôle dans la prévention de diverses maladies — la vitamine D, par exemple, pourrait contribuer à réduire les risques d'ostéoporose du fait qu'elle favorise l'absorption du calcium. Le débat reste donc ouvert. ●

# De la pollution à la tonne

Bien que ce ne soit pas un réel palmarès des pollueurs, l'*Inventaire national des rejets de polluants* publié par Environnement Canada donne une bonne idée de qui pollue avec quoi.

par Raymond Lemieux

Ce n'est pas de la poudre à gâteau. Cancérogènes ou toxiques, mutagènes ou dangereux, les 176 produits parmi les plus polluants font depuis quelques années l'objet d'un bilan national. S'ils ne sont pas très connus — on parle ici de phtalate de benzyle, de naphthalène ou de méthyléthylcétone —, ils n'en sont pas moins inquiétants pour l'environnement. Les dernières données nous apprennent que les industries de la belle province du plus beau pays du monde rejettent plus de 20 000 tonnes de ce genre de substances.

Le portrait tracé par cet inventaire nous apprend que c'est la Montérégie qui constitue l'épicentre de l'activité polluante au Québec. Les entreprises de la région sont responsables de près du tiers de toute la pollution québécoise (30 % du volume total). Elles sont suivies par celles de la région de Montréal (près de 17 %) et de la Mauricie (près de 11 %).

L'industrie qui rejette le plus de polluants au Québec est l'aciérie Ispat Sidbec, située justement à Contrecoeur en Montérégie. Elle constitue aussi la principale source de déversement de zinc au Canada (2 047 tonnes). Au deuxième rang : l'usine Tembec de Temiscaming pour ses rejets à l'eau d'ammoniac, un polluant très toxique pour la vie aquatique. Vient ensuite



Le portrait fait par le dernier *Inventaire national des rejets de polluants* nous apprend que c'est la Montérégie qui constitue l'épicentre de la pollution au Québec. Les entreprises de la région sont responsables de 30 % des rejets considérés ici par Environnement Canada.

la Celanese de Drummondville qui a libéré quelque 740 tonnes d'acétone dans l'atmosphère, un gaz particulièrement irritant.

Il faut toutefois préciser que le volume de rejets indiqué dans cet inventaire ne reflète pas leur toxicité. Une tonne de mercure est en effet beaucoup plus dommageable pour le milieu qu'une tonne de zinc. Ainsi, comme le fait remarquer Jean-François Banville, ingénieur à Environnement Canada et responsable de l'*Inventaire national des rejets de polluants* (INRP) pour le

Québec : « L'installation qui déclare les rejets les plus élevés pour une substance donnée peut très bien ne pas être le pollueur le plus important. L'objectif de l'exercice, c'est de rendre publique l'information concernant ces rejets. Bien sûr, plusieurs entreprises polluantes n'aiment pas être pointées du doigt; elles veulent maintenir une bonne image. Nous employons donc l'information pour les motiver à apporter certains correctifs. » Mais comme rien n'arrête le progrès, les innovations industrielles entraînent la mise en

place de nouveaux procédés de production et l'apparition de nouveaux types de déchets polluants. L'an prochain, quelque 70 autres produits seront ajoutés à cette liste.

« Ce sont les entreprises qui ont la responsabilité de déclarer la quantité de leurs rejets », note Jean-François Banville. Même si une loi les oblige à fournir ces données, sont-elles dignes de foi ? « C'est comme une déclaration de revenus : produire une fausse déclaration peut entraîner des poursuites », assure-t-il. Cela dit, aucune procé-



la Télé  
du futur

Bientôt, l'avenir n'aura plus de secrets pour personne. Bientôt, tous les passionnés de science, de technologie, de multimédia et de phénomènes inexplicables seront plus que comblés. Z arrive à grands pas. Z, c'est une télé curieuse, dynamique et pas compliquée du tout. Z, c'est les séries de science-fiction les plus populaires de l'heure. Z, la télé du futur, ici, bientôt.

[ztele.com](http://ztele.com)



Jeremy Walker/SPL/Photograph

dure judiciaire n'a été entamée depuis que ce programme a vu le jour en 1993.

D'un océan à l'autre, 1 563 installations sont sur la liste de l'INRP (435 au Québec). On a ainsi calculé que, pour l'ensemble du pays, les rejets ont totalisé 161 055 tonnes. Le Québec n'écoperait donc que de 12,8 % de cette pollution, comparativement à l'Ontario qui en encaisse 38,9 %. Pauvres voisins ! Connaissent-ils vraiment le plus beau pays du monde ? ●

**Pour en savoir plus**  
*Inventaire national des rejets de polluants*  
[www.ec.gc.ca/pdb/inrp](http://www.ec.gc.ca/pdb/inrp)

### Le cas d'Abitibi-Consol

*Les experts d'Abitibi-Consolidated réfutent un chiffre officiel que Québec Science avait osé citer, mais sur lequel Environnement Canada n'avait pas pensé enquêter.*

Québec Science n'y a pas été avec le dos de la cuillère en qualifiant de monstre la division de Port-Alfred d'Abitibi-Consolidated, à la ville de La Baie. Un monstre ? Quoi d'autre puisque, selon le très officiel *Inventaire national des rejets de polluants* pour 1996, c'était la principale usine à rejeter des toxiques à l'eau. L'entreprise elle-même a communiqué à Environnement Canada qu'elle rejetait 200 tonnes de formaldéhyde et qu'elle prévoyait même des émissions comparables jusqu'en 2002. Ce formaldéhyde, qui a une toxicité dite aiguë pour la vie aquatique, provient du bois des copeaux et d'écorces que la Consol traite.

La donnée est fautive, ont corrigé les experts de l'entreprise, en décembre dernier. Abitibi-Consol — qui ne souhaite plus être identifiée comme le plus gros pollueur au Canada dans la catégorie eau — a organisé une conférence de presse pour réfuter le chiffre cité dans un très court texte du numéro de novembre. Vérification faite par l'entreprise, le rejet aurait plutôt été, en 1996, de 14,8 tonnes. Et il aurait diminué de près de 30 % depuis. L'erreur qui n'avait pas été relevée jusque-là — même les autorités du ministère fédéral de l'Environnement ne semblent pas avoir eu la puce à l'oreille — viendrait d'une « méthode d'analyse qui comportait un risque de surestimation ».



**Pour mieux comprendre  
 les grandes questions de l'heure**

[www.cybersciences.com](http://www.cybersciences.com)

## Dentisterie

# Problèmes de plomberie

Lorsqu'elles se regroupent, les bactéries forment un château fort vivant d'une incroyable résistance, qui survit même chez les dentistes aux détergents les plus puissants.

par Catherine Dubé

Les bactéries ont un sens de la communauté très développé. Quand elles colonisent un endroit, que ce soit l'intérieur de la bouche ou un comptoir de cuisine, elles ne se contentent pas de se reproduire : elles sécrètent des polysaccharides (des glucides complexes) qui forment un nid douillet et extrêmement résistant pour leur progéniture. C'est ce qu'on appelle un biofilm. Une structure complexe, formée de micro-organismes qui tissent des liens très serrés entre eux. « Lorsqu'on dépose des bactéries cultivées en laboratoire dans de l'eau, elles se dispersent rapidement, explique Jean Barbeau, professeur à la faculté de médecine dentaire de l'Université de Montréal, et spécialiste des biofilms. Mais déposez un biofilm dans de l'eau et il ne se brisera pas. »

Les biofilms sont l'une des bêtes noires des dentistes. Mais, curieusement, les biofilms qui préoccupent le plus les professionnels de la santé dentaire ne se situent pas dans la bouche de leurs patients, mais plutôt dans les conduites d'eau de leurs appareils.

La tubulure d'une unité dentaire est en effet un formidable réservoir de bactéries. Comme l'eau y stagne entre chaque utilisation et durant la nuit, les bactéries s'accrochent rapidement aux parois et forment un



Françoise Sauze/SPL/Photograph

filet vivant, qui attire d'autres bactéries de passage et devient pratiquement indélogeable.

À chacune des utilisations, le mouvement de l'eau détache des micro-organismes du biofilm. Ainsi, l'eau d'une unité dentaire peut contenir plus de un million de bactéries par millilitre d'eau, et le biofilm, jusqu'à 1 000 fois plus.

Pourtant, selon les normes gouvernementales, l'eau potable ne doit pas dépasser 1 500 UFC par millilitre d'eau. L'UFC, pour « unité formant une colonie », est l'unité de mesure utilisée pour compter les micro-organismes qui peuvent se reproduire en laboratoire.

Quatre bactéries présentes dans ces structures sont à surveiller plus particulièrement,

puisqu'elles peuvent être pathogènes pour l'humain.

*Legionella pneumophila* cause des problèmes respiratoires et la fameuse maladie du légionnaire. *Pseudomonas aeruginosa* est responsable de la majorité des infections contractées à l'hôpital. Plusieurs mycobactéries sont aussi à l'origine de problèmes gastro-intestinaux et respiratoires. Finalement, quelques amibes provoquent des infections aux yeux.

taire est affaibli – les sidéens, les diabétiques, les personnes âgées, etc. – augmente dans la population, les dentistes voudraient maintenant mieux contrôler ce risque d'infection.

Comment s'y prendre ?

Inutile de stériliser les tubulures puisque c'est un système ouvert, qui serait contaminé à nouveau en peu de temps. En fait, les bactéries peuvent coloniser en moins d'une semaine les conduites d'eau d'une unité dentaire neuve !

bactéries dans le biofilm alors qu'on veut les déloger. La chlorhexidine, un antiseptique déjà utilisé dans les rince-bouche est relativement efficace mais, après un certain temps, les bactéries développent une résistance et deviennent encore plus coriaces ! Il faut dire que le biofilm est littéralement imperméabilisé par les polysaccharides que les bactéries produisent. Si bien que les micro-organismes se trouvent à l'abri de la pluie de désinfectant qui leur tombe dessus.

Jean Barbeau a donc mis au point un nouveau désinfectant composé, entre autres choses, d'ammoniums quaternaires. Ces molécules sont chargées positivement, ce qui a pour effet d'affaiblir la structure du biofilm qui, elle, est chargée négativement. Le microbiologiste a ajouté d'autres ingrédients de type détergent à sa recette — secrète — qui contribuent eux aussi à briser la structure en diminuant la tension de surface. Une fois que les micro-organismes ont perdu leur rempart, les ammoniums quaternaires, dont l'efficacité est rehaussée par un acide, les détruisent.

Le produit conçu par Jean Barbeau et son collègue clinicien André Prévost pourra être envoyé dans les conduites d'eau durant la nuit et drainé le matin, ce qui évitera tout contact avec les patients. À ce jour, la compagnie de biotechnologie québécoise Thera-technologies s'est montrée intéressée à le commercialiser. Le temps de mettre la touche finale à la version 2, encore plus performante, et Jean Barbeau s'attend à



Jean Barbeau/Université de Montréal

**La tubulure d'un appareil de dentiste : un formidable réservoir de bactéries.**

lancer le tout sur le marché cette année. C'est-à-dire juste à temps pour que les dentistes se conforment à la recommandation de l'Association dentaire canadienne, qui vise à abaisser le niveau de micro-organismes dans les unités dentaires à 200 UFC par millilitre d'eau. ●



**J**usqu'ici, le problème de la contamination des tubulures n'a jamais vraiment inquiété les dentistes puisque le risque de contracter une infection lors d'une visite est très faible pour une personne en bonne santé. À ce jour, on a rapporté seulement deux cas d'infection dans le monde, soit en Angleterre. Les patients avaient subi une chirurgie dans la bouche et on a pu prouver que l'infection locale dont ils ont souffert avait été causée par *Pseudomonas aeruginosa*. Mais d'autres cas ont évidemment pu passer inaperçus simplement parce que l'on n'a pu identifier la source de contamination. Comme le nombre de personnes dont le système immuni-

**Les biofilms sont l'une des bêtes noires des dentistes. Mais, curieusement, celles qui préoccupent le plus les professionnels de la santé dentaire ne se situent pas dans la bouche de leurs patients, mais plutôt dans les conduites d'eau de leurs appareils.**

On a également songé à utiliser un matériau sur lequel le biofilm ne collerait pas. Un autre échec : les micro-organismes adhèrent à tout, même au Téflon, confirme Jean Barbeau.

Finalement, on est passé à l'attaque avec différents types de détergents et de désinfectants. Résultat ? Le chlore et le peroxyde d'hydrogène corrodent les tuyaux à des concentrations élevées. L'alcool et les glutaraldéhydes ? Ils fixent les

## Diplôme d'études supérieures spécialisées (D.E.S.S.) en toxicologie

Orientations : Toxicologie générale ou Analyse du risque

PROGRAMME D'ÉTUDES DE 2<sup>e</sup> CYCLE À TEMPS PARTIEL

Ce programme interdisciplinaire de 30 crédits est offert, selon une formule souple et accessible, par la Faculté des études supérieures et couvre les domaines de la toxicologie industrielle, environnementale, agro-alimentaire et des médicaments.

### Préalables

Détenir un diplôme de 1<sup>er</sup> cycle, soit en biologie, en chimie, en biochimie ou en sciences de la santé, et avoir amorcé un cheminement de carrière dans un domaine de pratique professionnelle ou de recherche relié à la toxicologie.

Dates limites pour présenter une demande d'admission

30 mai 2000 : session d'automne  
30 novembre 2000 : session d'hiver

### Renseignements

Micheline Dessureault  
Département de médecine  
du travail et d'hygiène du milieu  
C.P. 6128, succursale Centre-ville  
Montréal Qc H3C 3J7  
Téléphone : (514) 343-2280  
Télécopieur : (514) 343-6668  
micheline.dessureault@umontreal.ca

(1113)

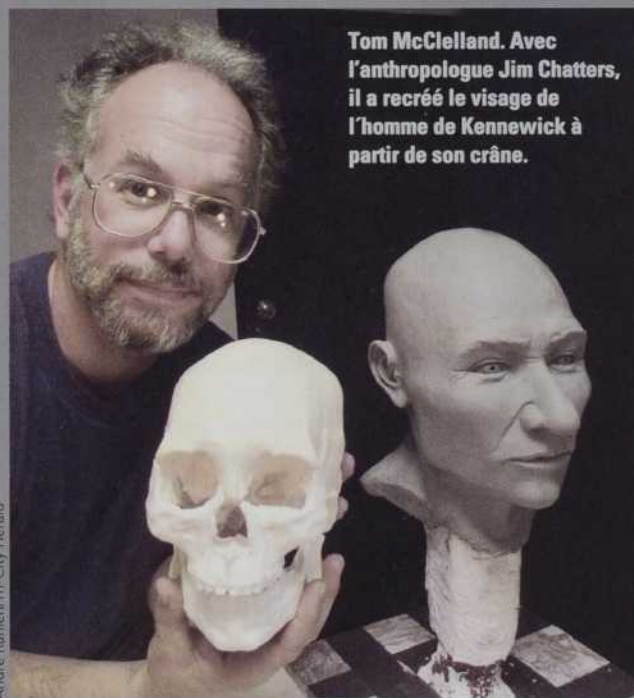
Université   
de Montréal

**Luvu**entendu

Suivant l'initiative de Marc Fortin, directeur du département de phytotechnie de l'Université McGill, près d'une cinquantaine de chercheurs canadiens ont signé une missive qui en appelle à un débat éclairé sur les organismes génétiquement modifiés. « Pour un pays dont l'économie est encore fondée en bonne partie sur la production de matières végétales (foresterie et agriculture), le potentiel des biotechnologies est important. [...] Nous craignons que cette technologie [...] soit rejetée en l'absence d'un débat crédible. [...] Des choix de société de cette envergure ne doivent pas être fondés uniquement sur le débat médiatique. Il est essentiel que les craintes des citoyens à l'égard des biotechnologies soient examinées dans le contexte d'un forum transparent et crédible. Nous demandons la création immédiate d'une table ronde nationale sur l'utilisation des manipulations génétiques pour la production d'aliments et de matières ligneuses. Cette consultation doit être transparente et accessible; elle doit réunir tous les intervenants; elle doit également avoir le mandat d'explorer les avantages et les risques des biotechnologies; enfin, elle devra faire des recommandations pour l'élaboration de lignes directrices sur l'utilisation des biotechnologies dans les productions végétales. »

Suivez l'actualité scientifique au jour le jour sur **Cybersciences**, le site Internet de **Québec Science**.  
[www.cybersciences.com](http://www.cybersciences.com)

# Coup de vieux en Amérique



Tom McClelland. Avec l'anthropologue Jim Chatters, il a recréé le visage de l'homme de Kennewick à partir de son crâne.

André Romier/Thi-City Herald

Qui donc a marché le premier en Amérique ? L'histoire nous enseigne que les ancêtres des autochtones seraient passés par le détroit de Béring. Mais les conclusions d'une commission scientifique visant à déterminer l'origine du plus vieux squelette découvert aux États-Unis (âgé de 9 200 ans) suscitent beaucoup d'interrogations chez les anthropologues.

Ce squelette, appelé l'homme de Kennewick (voir *Québec Science*, mars 1998), a en fait peu à voir avec les Amérindiens, ont tranché les experts de la Commission. Il a plus de traits communs avec certaines populations aborigènes de la Polynésie ou avec les Aïnus du Hokkaido.

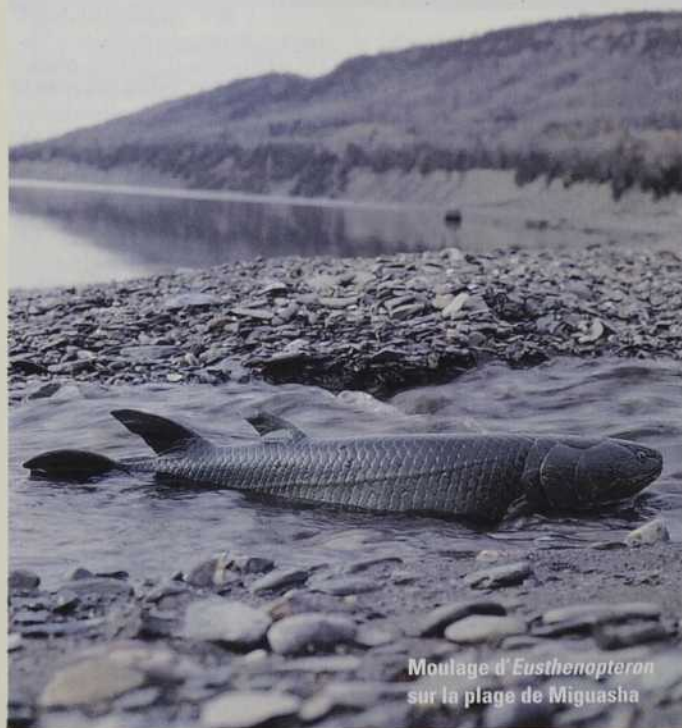
Comme si ce n'était pas suffisant pour relancer le débat sur les origines des premiers peuples de l'Amérique, des restes humains appartenant à une femme ont été découverts au Brésil et ont été datés de 11 500 ans.

On a déterminé qu'elle avait des caractéristiques rappelant ceux des aborigènes australiens.

Les premiers habitants du continent pourraient donc avoir traversé la mer bien avant ce que nos manuels d'histoire nous enseignent. De plus en plus de chercheurs le croient. Certains affirment que le premier homme serait arrivé en Amérique il y a 50 000 ans.

Le site fossilifère de Miguasha vient d'être inscrit sur la liste des sites du patrimoine mondial par l'UNESCO. Classé en même temps que le village viticole de Saint-Émilion, en France, et que la presqu'île de Valdès, en Patagonie argentine, il est le deuxième au Québec à recevoir ce titre (après la vieille ville de Québec). L'UNESCO note que le parc de Miguasha est d'importance capitale, puisqu'il rassemble en quelque sorte les plus intéressants vestiges de la période du dévonien, aussi connue comme l'âge des poissons. « Datée de 370 millions d'années, la formation d'Escuminac — dévonien supérieur — renferme six des huit groupes de poissons fossiles associés à cette période géologique, mentionne l'UNESCO. L'importance de ce site tient au fait qu'on y trouve la plus grande concentration de fossiles de poissons à nageoires charnues — en très bon état —, qui sont les ancêtres des premiers vertébrés terrestres respirant à l'aide de poumons : les tétrapodes. »

## Honneur aux fossiles



Moulage d'*Eusthenopteron* sur la plage de Miguasha

Fred Klus/Publicphoto

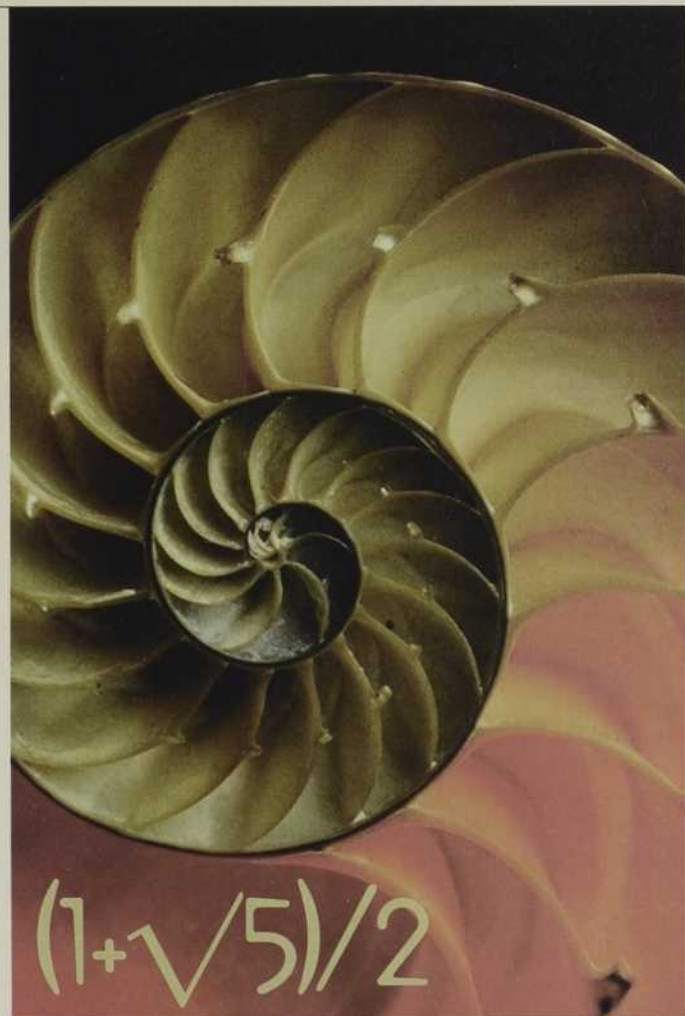
## LE CHIFFRE DU MOIS

**0,8** grammes. C'est le poids d'un micro-ordinateur que des chercheurs suédois ont mis au point et qu'ils ont pu insérer dans l'emballage d'un médicament. Avec ses capteurs électroniques, il enregistre un signal à chaque fois que le patient prend un comprimé. L'appareil contient toutes les informations concernant l'administration du médicament, et veille ainsi à ce que le traitement pharmaceutique prescrit soit bien suivi. Il est également possible d'y introduire un dispositif sonore, notamment pour rappeler au patient l'heure à laquelle il doit prendre son comprimé.



## La meilleure collation

Quelle est la meilleure façon de savourer un biscuit ? Avec un verre de lait. C'est en employant un équipement très perfectionné qu'un chercheur britannique a pu mesurer les arômes libérés par les biscuits au moment où ils sont croqués, mâchés et ingérés par le dégustateur. La recherche, commanditée par une compagnie de biscuits, montre que le thé et le café ne favorisent pas l'expression de toutes les saveurs d'un biscuit, à la différence du lait. Le chercheur de l'Université de Nottingham a réalisé plus de 200 combinaisons de boissons et de biscuits pour en conclure que le lait est supérieur aux autres boissons. Ce sont ses molécules de gras qui, en se collant au palais, retiennent les particules qui libèrent l'arôme des biscuits, explique le chercheur. La pire combinaison : le duo biscuit et limonade.



Quel est le lien entre un escargot et le nombre suivant :  $(1 + \sqrt{5})/2$  ? « La spirale de la coquille du nautilus est une construction géométrique basée sur ce nombre », explique une des affiches produites par le mathématicien québécois Stéphane Durand dans le cadre de l'Année mondiale des mathématiques. Il en va de même pour de nombreuses formes que l'on retrouve dans la nature. « Même Stradivarius a utilisé cette construction géométrique pour fabriquer ses violons. Son œuvre a obtenu le prix de la meilleure affiche d'un concours international créé pour l'occasion par l'European Mathematical Society.

## Le Saguenay craque

Elle fait 15 mètres de large et court sur 400 mètres. Profondeur : inconnue. Il s'agit d'une faille que des géologues de l'Université Laval viennent de découvrir au Saguenay. Située dans la région de la baie des Ha! Ha !, à cinq kilomètres à l'est de la Ville de la Baie, elle serait apparue lors du tremblement de terre de 1963 (magnitude 7 sur l'échelle de Richter). C'est ce que laissent croire certains indices. Seulement deux autres failles, apparues après la grande glaciation d'il y a 10 000 ans, nous sont connues : celle de l'Ungava et celle de la Petite-Rivière-Saint-François, dans la région de Charlevoix.



Le Saguenay et le lac Saint-Jean, vus de la navette spatiale.



## Saumons et merveilles ?

par Jean-Pierre Rogel

**D**ans les laboratoires de la côte Ouest canadienne, comme dans ceux de la côte Est, on prépare en ce moment de drôles de saumons. Ils ont été génétiquement modifiés afin qu'ils grossissent beaucoup plus vite.

La compagnie A-F Protein Canada construit présentement sur l'Île-du-Prince-Édouard une ferme aquicole nouveau genre, une sorte de Fort Knox du saumon, où les poissons seront en « confinement maximal », pour éviter toute fuite accidentelle dans l'environnement. La compagnie a demandé au gouvernement fédéral d'autoriser leur commercialisation. Au même moment, dans un laboratoire fédéral près de Vancouver, des super-saumons génétiquement modifiés sont cadennassés à triple tour, tandis qu'on procède à des tests biologiques poussés.

Faut-il s'inquiéter de tout cela ? N'est-ce pas de la science *high tech* qui va propulser le Canada sur le devant de la scène ? Tout cela à l'heure où l'industrie du saumon est en perte de vitesse, surtout à cause du déclin des prises dans les populations naturelles, que ce soit du saumon atlantique ou des espèces Coho ou Chinook du Pacifique.

Personne ne doute de la qualité des travaux scientifiques qui nous ont conduits au saumon génétiquement modifié. Garth Fletcher, biologiste de l'Université Memorial de Terre-Neuve, conduit depuis 1983 des expériences très réputées. Il a d'abord injecté un gène de flétan dans des œufs de saumon, dans le but d'empêcher les tissus du saumon de geler. Quand il a réussi à faire s'exprimer convenablement *in vivo* ce gène commandant une protéine « antigél », il est passé à une construction plus audacieuse : il a pris un gène d'« antigél » (issu d'anguille,

cette fois), et il l'a fusionné à l'ADN du gène de l'hormone de croissance du saumon Chinook. Mais, comme il s'intéressait avant tout au saumon de l'Atlantique – normal, pour un Terre-neuvien —, il a intégré sa construction génétique dans ce salmonidé.

De son côté, Robert Devlin, chercheur à Vancouver, est sur cette piste depuis encore plus longtemps. Il y a huit ans, il mettait au point un super-saumon Chinook, puis un Coho, du même acabit. On a incorporé dans le bagage génétique de ces poissons une « construction » à partir du gène codant pour l'hormone de croissance de ces espèces, au point qu'ils deviennent, en moyenne, huit fois plus gros que leurs congénères normaux lors de la première année d'élevage. Ils atteignent ainsi la taille de vente en 12 à 18 mois, au lieu des 3 ans habituels. Et tout cela sans difformité ou maladie apparente ! Du moins, c'est ce qu'on peut dire au terme de quelques années d'essais, car il y a eu des ratés au début, admet Robert Devlin.

Du point de vue commercial, ce pourrait être extrêmement rentable. Mais alors, qu'est-ce qui cloche ? Quelques grains de sable dans l'engrenage, et qui grincent fort. Chercheur prudent, Robert Devlin prend ses distances par rapport à ce qu'il appelle « la pression commerciale ». Il a refusé de s'associer

à des entreprises privées, craignant ne plus pouvoir continuer à évaluer les choses avec rigueur. Il demande aujourd'hui qu'une étude approfondie des risques soit conduite sur le plan environnemental, avant



Y. Lanceau/Jacana/Publiphoto

même que Santé Canada ne se prononce sur les risques concernant la santé humaine. Il est inquiet de la précipitation qu'il voit autour de lui – y compris dans son propre ministère qui, ironie du sort, songe à vendre son laboratoire de Vancouver à l'entreprise privée. « Bien des questions scientifiques sont en suspens, dit-il. Il faut prendre le temps de les étudier. » Par exemple, ces super-saumons ont un comportement très agressif qui a fini par éveiller la méfiance de Devlin. Que se passerait-il s'ils s'échappaient de leurs bassins ? Attaqueraient-ils les saumons sauvages ?

Les craintes de Devlin rejoignent celles des éleveurs de saumons, pourtant les premiers à pouvoir bénéficier de la « révolution bleue » anticipée. Et

celles des écologistes, qui voient déjà les super-saumons envahir les populations de saumons sauvages et les dominer, tout en se chargeant au passage de substances toxiques. En fait, la question centrale ici est celle de la biosécurité. Peut-on garantir que ces espèces génétiquement modifiées ne seront pas accidentellement relâchées dans l'environnement ? Les super-saumons pourraient-ils alors frayer avec des saumons sauvages et contaminer les stocks génétiques naturels ? Quelles en seraient les conséquences à long terme ?

La réponse préférée de l'industrie à la thèse du *genetic drift* ou à celle du *genetic wipe*

out est de dire que les saumons d'élevage sont stériles. Mais cela pose une série de nouvelles questions concernant le degré de stérilité qu'il est effectivement possible d'atteindre

dans des élevages. On parle alors de techniques de stérilisation (triploïdie ou autre), et de barrières physiques spéciales. Comment concevoir un Fort Knox ou un Alcatraz pour poissons ? Le carrousel des questions repart dans une autre direction : celle de la santé humaine. « Nous n'anticipons aucun risque pour la santé humaine, étant donné que la construction génétique dans son entier est dérivée de poissons domestiques », déclarent avec aplomb Garth Fletcher et ses alliés. Sur ce point, le carrousel donne le tournis au simple mortel, qui devra un jour décider s'il veut manger ou pas de saumon génétiquement modifié. Robert Devlin a raison : ne précipitons rien, prenons tout notre temps pour savoir de quoi nous parlons ! ●

**\* Il ne prend pas cet instant pour acquis. Nous non plus.** Au cours du dernier siècle, nous avons découvert quelques-uns des médicaments et des vaccins les plus marquants de notre époque. Ainsi, nous contribuons au traitement de l'arthrite, de l'asthme, des maladies cardiovasculaires, de l'ostéoporose, de la migraine, du sida, ainsi qu'à la prévention de maladies infectieuses comme la varicelle. Les femmes et les hommes de Merck Frosst sont fiers de travailler à l'amélioration de la qualité de vie des gens de tout âge, et ce, partout dans le monde. Tant qu'il y aura des maladies et de la souffrance, nous continuerons sans relâche nos recherches.



**MERCK FROSST**

*Découvrir toujours plus.  
Vivre toujours mieux.*



# La Terre avalée par un trou noir ?

Les premières expériences de l'accélérateur de particules de Brookhaven, près de New York, ont commencé au début de cette année. Les scénarios apocalyptiques circulent déjà.

par Jean-Marc Fleury

L'accélérateur de particules de Brookhaven va-t-il créer un trou noir qui engloutira la planète ? Verra-t-on apparaître un « étrangelet » susceptible de transformer notre bonne vieille Terre, et ses habitants, en une grosse boule de matière étrange ? Fera-t-il « flipper » l'Univers en amorçant une dégringolade du vide qui, se propageant à la vitesse de la lumière, parviendrait à Montréal quelques millièmes de secondes plus tard avant de poursuivre jusqu'aux confins de l'Univers ?

« Tout a commencé avec Frank Wilczek et ses commentaires dans le numéro de juillet dernier de la revue *Scientific American* », déplorait, dans la livraison de septembre de *Pour la science*, Alvaro De Rujula, directeur de la division théorique de l'Organisation européenne de physique des particules à Genève. Le physicien du CERN, la Mecque de la physique des particules, n'apprécie pas qu'on accole l'image du savant fou à cette discipline.

En réponse à un lecteur inquiet, Wilczek, physicien au prestigieux Institut des études avancées de Princeton, au New Jersey, écartait le risque du trou noir, mais ajoutait qu'il y avait « un risque spéculatif mais respectable que des morceaux subatomiques d'une nouvelle forme de matière appelée « étrangelets » soient produits ». On aurait alors raison de s'inquiéter, disait-il, qu'un étrangelet grossisse en incorporant et en transformant la matière ordinaire environnante.

Les médias et Internet reprenant et amplifiant les spéculations de Wilczek, John Marburger, directeur de Brookhaven, doit mettre sur pied un comité chargé d'étudier la possibilité que la plus puissante machine à briser les atomes anéantisse le monde. Ce qui contribue de nouveau à stimuler l'intérêt médiatique. « Les physiciens ont beaucoup à apprendre dans la façon de communiquer avec le public », commente Charles Gale, de l'Université McGill, un physicien théoricien spécialiste de l'étude des collisions nucléaires, comme celles qui auront lieu à l'accélérateur de Brookhaven.

Le comité a remis son rapport en octobre dernier. Il incluait Wilczek et était présidé par le professeur Robert Jaffe, de l'Institut de technologie du Massachusetts. En 1984, Jaffe avait été le premier à évoquer le risque de l'étrangelet.

Les experts concluent : « Les données expérimentales et les calculs théoriques excluent la possibilité que se réalisent les scénarios catastrophiques envisagés. » Ils ne voient aucune raison de retarder la montée en puissance du collisionneur d'ions lourds relativistes, le nom officiel de l'accélérateur de Brookhaven, dont les premières expériences devaient avoir lieu au début de l'an 2000.

Mais comment les physiciens en sont-ils venus à s'interroger sur la possibilité qu'une de leurs expériences détruise la Terre ou l'Univers ? En fait, ils se posent la question de temps en temps. La première

?

fois, c'était avant l'explosion de la première bombe nucléaire, aux États-Unis, en juillet 1945. Trois ans plus tôt, Edward Teller, le père de la bombe H, avait sidéré ses collègues en suggérant que les températures colossales de l'explosion risquaient d'amorcer une combustion de l'air qui ferait flamber l'atmosphère terrestre. Depuis, il y a eu d'autres fausses alertes dont celle de l'eau polymérisée. Envisagée par un chimiste soviétique au début des années 60, l'eau polymérisée aurait transformé toute l'eau de la planète en une masse visqueuse.

Quant aux constructeurs d'accélérateurs de particules, ils ne veulent courir aucun danger. Chaque fois qu'ils conçoivent une nouvelle machine, ils calculent les risques d'une catastrophe inédite.

Le Relativistic Heavy Ion Collider, familièrement appelé RHIC, comprend deux tubes de 3,8 kilomètres de longueur, placés côte à côte dans un tunnel creusé à quelques mètres sous le sol de la banlieue de New York. Dans chaque tube, des noyaux d'atomes d'or – auxquels on a arraché tous les électrons – circulent à 99,9 % de la vitesse de la lumière (300 000 km/sec). On a choisi l'or parce qu'il cède volontiers ses électrons. En 20 ans d'opération, le collisionneur consommera tout juste un gramme d'or.

Le RHIC est le plus puissant collisionneur de noyaux lourds au monde. Les noyaux d'or effectuent un tour complet dans les deux tubes 75 000 fois par seconde, mais dans des directions opposées. En quelques endroits, entourés de détecteurs, on a fait se croiser les tubes. Les noyaux y entrent en collisions frontales, d'où le nom de collisionneur.

Dans le vocabulaire des physiciens, chaque collision devrait libérer mille milliards d'électronvolts d'énergie. En fait, cela ne représente même pas le centième de l'énergie d'une goutte d'eau qui s'écrase. Mais cette énergie est concentrée dans un volume de la taille d'un noyau atomique pendant le temps qu'il faut à la lumière pour le traverser. À une échelle plus familière, ce serait concentrer l'énergie de plusieurs milliards de milliards de bombes H dans un dé à coudre.

Au point d'impact, protons et neutrons des noyaux d'or – tous les neutrons et tous les protons se ressemblent – se fusionnent brièvement en boules d'une matière extrêmement dense, une dizaine de fois plus dense que dans le noyau d'or au repos. Jamais la matière terrestre n'a été autant comprimée. D'où le premier scénario catastrophique.

Puits sans fond, les trous noirs se forment justement par concentration de la matière, par exemple lorsqu'une étoile à court de combustible s'effondre sur elle-même. Si le RHIC fabriquait un trou noir, sa masse relativement élevée par rapport à sa taille minuscule, des milliards de milliards de fois plus petite qu'un noyau atomique, le ferait tomber à travers le plancher du collisionneur. Il s'arrêterait au centre de la Terre, et l'engloutirait en commençant par le cœur. Au terme de ce scénario, la Terre deviendrait un petit trou

noir de deux centimètres de diamètre.

Les physiciens ne prennent pas la menace au sérieux. Chaque atome d'or contient 197 protons et neutrons, mais les quantités de matière utilisées n'ont pas l'importance des masses solaires. Le trou noir envisagé par les pessimistes serait extrêmement petit. Or, le physicien Stephen Hawking a démontré que les petits trous noirs ont la vie brève. Ils se volatilisent immédiatement. De plus, selon le comité Jaffe, les densités atteintes demeurent des dizaines d'ordres de grandeur plus faibles

que celles requises pour la fabrication d'un trou noir. N'en déplaise aux porteurs de pancartes de fin du monde, Brookhaven n'a aucune chance de nous cuisiner un trou noir à l'appétit planétaire.

Tout n'est pas complètement perdu pour les catastrophistes. D'accord, le RHIC ne comprime pas suffisamment la matière pour concocter un trou noir, mais il y a la température. La matière du minuscule volume du centre de collision sera chauffée à mille milliards de degrés, soit des dizaines de milliers de fois la température de la surface du Soleil.

## La matière étrange

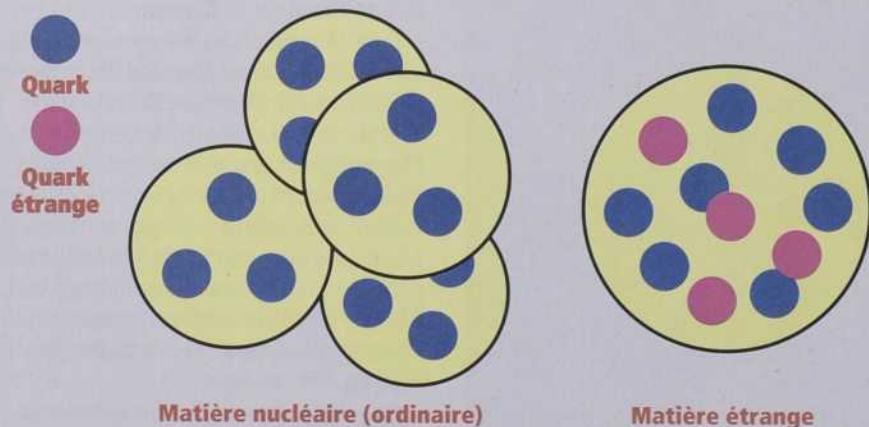
Le Big Bang a initialement peuplé l'Univers de plusieurs sortes de briques élémentaires que les physiciens regroupent en trois générations qui ont brièvement existé côte à côte. Seules les particules de première génération ont persisté. Ainsi, la matière telle que nous la connaissons est fabriquée exclusivement de quarks de première génération. Les physiciens observent les particules des générations deux et trois uniquement à très haute énergie, dans les accélérateurs de particules.

La première génération comprend quatre particules : les **quarks up** et **down**, dont sont fabriqués les neutrons et les protons des noyaux de nos atomes, les **électrons**, gravitant autour des noyaux atomiques, et les **neutrinos**, particules sans charge électrique et de masse presque nulle. Les générations deux et trois reproduisent les mêmes quatre particules, mais avec des masses plus élevées et certaines propriétés différentes. Le quark *étrange* est le cousin lourd de deuxième génération du quark *down*.

Dans les années 60, les physiciens ont découvert que les quarks de nos atomes pouvaient se changer en quarks étranges. Ils ont aussi constaté que nos quarks pouvaient s'associer à des quarks étranges pour constituer des entités stables, mélanges de quarks de matière et de quarks étranges. On a baptisé ces mixtures « étrangelets ».

L'étrangelet a un comportement complètement différent de la matière dont nous sommes fabriqués. Il n'y a pas de limite à la taille d'un noyau fait d'une mixture de quarks incluant des quarks étranges. Les étrangelets peuvent atteindre n'importe quelle taille, de la grosseur d'un noyau atomique jusqu'à l'envergure d'une étoile à neutrons. De plus, ils sont peut-être aussi stables que la matière ordinaire.

Au contact d'un étrangelet, la matière se transforme instantanément en matière étrange. Une seule goutte de matière étrange tombant sur une étoile à neutrons la transformerait en une étoile étrange en moins d'une minute.



### La matière étrange refuse la différence

Dans un proton ou un neutron, il y a toujours trois quarks. Puis l'assemblage des protons et des neutrons donne les noyaux des atomes. Le plus gros amas naturel de ces sacs de trois quarks, le noyau d'uranium, en comporte 238. La présence de quarks étranges empêche l'association des quarks en neutrons et protons. Les quarks étranges éliminent aussi la limite à la taille des noyaux. La matière étrange constituerait une des formes les plus concentrées de la matière.

La dernière fois que la matière a connu semblable accès de fièvre, c'était il y a 10 à 15 milliards d'années, au tout début du Big Bang, l'explosion mère de toutes les explosions qui a donné naissance à notre Univers. À plein régime, le RHIC crée des milliers de mini-Big Bang chaque seconde.

Comme le télescope qui permet de voir le passé en photographiant des galaxies des milliards d'années plus jeunes que la nôtre, le collisionneur de Brookhaven est une machine à remonter le temps. En répétant la création du monde, il nous rappelle que la matière telle que nous la connaissons n'a pas toujours existé.

Il a fallu attendre une quinzaine de minutes après le Big Bang avant que neutrons, protons et électrons forment les premiers atomes. Les neutrons et protons n'existaient que depuis une douzaine de minutes. Avant, l'Univers était peuplé des ancêtres des neutrons et des protons, que les physiciens ont baptisés quarks et gluons. Les quarks sont les plus petites particules de matière, tandis que, comme leur nom l'indique, les gluons maintiennent les quarks ensemble dans les neutrons et les protons. Le collisionneur d'ions lourds relativistes a été construit tout spécialement afin d'étudier ce plasma de quarks et de gluons, phase ancestrale de la matière.

Le collisionneur de Brookhaven a suffisamment de punch pour remonter encore beaucoup plus loin dans le temps. Avant qu'ils s'assemblent en neutrons et protons, nos quarks ont brièvement coexisté avec d'autres espèces de quarks plus lourds. Ces quarks lourds n'existent plus, mais les physiciens les recréent dans les collisionneurs et autres accélérateurs de particules. Les rayons cosmiques en fabriquent aussi de véritables gerbes en entrant dans l'atmosphère terrestre.

Lorsque les physiciens ont redécouvert le premier de ces types de quarks lourds dans les détecteurs de leurs accélérateurs,



CERN/SPU/Publiphoto

ils l'ont baptisé *étrange*. L'étrange ne les a pas fait pas mentir. C'est lui qui inspire le deuxième scénario catastrophique. Le RHIC ressuscitera tous les types de quarks. Comme disent les physiciens, ce sera le retour à la « démocratie nucléaire ». Et l'étrange sera de la fête. L'inquiétude vient de la possibilité que suffisamment de quarks *étranges* s'agglomèrent pour former des « étrangelets ».

Dans les premières microsecondes de l'Univers, pendant que nos quarks s'enfermaient dans les neutrons et les protons, les conditions étaient telles que des quarks étranges ont pu s'agglomérer en granules. Selon certains théoriciens, les concentrations étant extrêmement élevées, le Big Bang a donné naissance à d'innombrables trous noirs. L'espace était alors parsemé de ces trous noirs et de granules de matière étrange. Malgré des années de recherche, aucune observation ne confirme leur existence, que le capitaine Kirk et son vaisseau *Enterprise* ont découvert depuis longtemps.

À Brookhaven, par contre, on est certain de recréer le mélange primordial de tous les quarks, avec en prime un surplus de quarks étranges. Le risque serait que plusieurs quarks étranges s'agglomèrent en étrangelet. Il y a déjà plusieurs années que les physiciens sont à l'affût de l'étrangelet, au CERN et dans un accélérateur de Brookhaven précurseur du RHIC. Aucun n'a encore été observé. Les physiciens ont sérieusement évalué le risque que le RHIC crée un étrangelet parce qu'il présenterait

Le collisionneur apparaît comme un immense cercle dans lequel les particules sont propulsées à une vitesse qui frôle celle de la lumière. À droite, l'intérieur du Centre d'études en recherches nucléaires en Europe. À l'instar de celui de Brookhaven, il permet de provoquer des collisions de particules.

un immense danger. Surtout s'il était stable et chargé d'électricité négative.

Comme le décrit le rapport du comité Jaffe, un noyau d'atome ordinaire prendrait l'étrangelet pour « une sorte d'électron lourd ». Il le capturerait comme n'importe quel électron. Plus lourd, l'étrangelet descendrait de plus en plus près du noyau, jusqu'à fusionner avec le cœur de l'atome, le transformant en matière étrange. Le processus produisant de l'énergie, la transformation s'autoalimenterait, produisant un étrangelet de plus en plus gros.

Puisque la théorie ne prévoit pas de limite à la taille d'un noyau de matière étrange, l'étrangelet avalerait neutrons et protons jusqu'à ce que son diamètre dépasse des milliers de fois celui d'un noyau de matière ordinaire. Son champ électrique deviendrait alors suffisamment fort pour provoquer la création de paires de particules formées d'un électron et d'un positron. Le positron est identique à l'électron sauf qu'il porte une charge positive; c'est le partenaire antimatière de l'électron.

Le noyau négatif de l'étrangelet repousserait les électrons et s'entourerait d'un nuage de positrons. On obtiendrait alors un atome formé d'un noyau de matière étrange

entouré d'antimatière. Tout atome de matière ordinaire entrant en contact avec un tel étrangelet serait irrémédiablement condamné. Ses électrons seraient annihilés au contact des positrons, exposant son noyau, qui serait alors absorbé et ainsi de suite.

Selon un scénario décrit par Alvaro De Rujula et deux collègues du CERN, après avoir absorbé une centaine de milliers de milliards de neutrons et de protons — soit moins d'un milliardième de gramme — l'étrangelet serait suffisamment massif, mais assez petit pour s'enfoncer à travers le plancher du RHIC jusqu'au centre de la Terre. Comme le trou noir, il poursuivrait le processus d'accrétion de la matière jusqu'à digestion complète de la planète, « donnant naissance à un étrangelet de masse terrestre, mais de seulement une centaine de mètres de diamètre ». Le processus libérant de grandes quantités d'énergie, la Terre exploserait comme une supernova.



David Parker/SPU/Publiphoto

Mais rassurez-vous, les mêmes physiciens qui décrivent ce scénario apocalyptique affirment qu'il ne peut se produire.

D'abord, disent-ils, la théorie prédit que les petits étrangelets sont extrêmement instables. Leur existence est si fugace qu'ils n'auraient pas le temps d'atteindre les blindages des dispositifs expérimentaux. La théorie prévoit que les gros étrangelets seraient plus stables, mais leur création est défavorisée parce qu'elle requiert plus d'énergie.

« Pour que l'étrangelet soit dangereux, il faudrait qu'il soit assez stable pour parvenir à l'état de repos dans le collisionneur », renchérit Charles Gale. Cela ne risque guère de se produire : lorsqu'un noyau frappe une cible immobile, une partie de l'énergie de la collision est transférée aux résultats de la collision, qui sont violemment projetés. L'étrangelet se briserait rapidement en frappant les aimants ou le béton du collisionneur. Par contre, on peut envisager l'annulation des très grandes vitesses des noyaux lors de colli-

sions frontales. Une voiture qui frappe un mur rebondit, mais deux voitures en collision frontale demeurent sur place, au centre de la collision.

Pour Alvaro De Rujula, la réponse aux craintes exprimées consiste à comparer les collisions du labo avec celles qui se sont déjà produites et se produisent continuellement dans la nature. Avec deux collègues, il a calculé la probabilité de collisions frontales parfaites entre noyaux d'or dans l'espace, dont le résultat serait un étrangelet au repos. Les informations sur la nature et l'énergie des rayons cosmiques autorisent ce genre de calcul.

Dans chaque année-lumière cube de notre galaxie, il y a environ un millier de collisions or-or par année semblables à celles du RHIC. Si ces collisions produisaient des étrangelets stables, certains seraient attirés par les étoiles. Leur transformation explosive en étoiles étranges ajouterait un million de supernovæ par année à la Voie lactée. Or, on n'en observe que quelques-unes par millénaire. On peut conclure que les collisions entre atomes d'or ne produisent rien d'aussi dangereux.

« Le RHIC pourrait fonctionner pendant des millions d'années avant de produire un étrangelet », dit Gale. Les centaines de scientifiques de 19 pays qui ont construit le RHIC lancent des atomes d'or les uns contre les autres, mais l'étrangelet ne sera pas le genre de pépite qui en sortira.

John Leslie, spécialiste des scénarios apocalyptiques, et professeur à l'Université de Guelph en Ontario, s'inquiète tout de même. Dans son livre, *The End of the World*, il inclut le scénario de l'étrangelet parmi ceux qui le préoccupent. « Oui, dit-il, les étrangelets posent un risque. Je crois que la menace est très faible, mais je propose qu'aucun risque de destruction de la race humaine — probablement la seule espèce intelligente de la galaxie et de tout l'Univers —, même s'il est très, très petit, ne devrait jamais être pris. À moins que les bénéfices escomptés ne soient considérables. » Leslie se dit surpris de constater que Jaffe, président du comité d'experts de Brookhaven, ait changé d'idée.

**T**roisième et dernière apocalypse possible, la désintégration du vide est aussi au menu. Le RHIC sondera le vide avec une énergie deux fois supérieure à celle des accélérateurs précédents.

Lors des collisions frontales, les noyaux d'or ont tellement d'énergie qu'ils passent les uns à travers les autres, comme s'ils étaient immatériels. Une partie de l'énergie de la collision est transformée en chaleur. La température des noyaux augmente. Une part de chaleur va aussi au petit volume de vide créé entre les deux noyaux qui se séparent en poursuivant leur chemin. C'est comme si on séparait brusquement deux balais extrêmement efficaces imbriqués l'un dans l'autre. Ils laisseraient un espace très propre.



Le proton est un composant des noyaux atomiques. Il contient lui-même trois quarks qui font l'objet d'intenses recherches. Cette image résulte d'une de ces expériences.

ArSciMed/SPL/Photophoto

Les balais nucléaires en or du RHIC produisent un petit volume de vide très chaud. Aujourd'hui, le vide des physiciens n'a plus rien à voir avec le néant des atomistes grecs. Le néant n'existe plus. Le vide moderne, plus ou moins rempli d'énergie, est imprégné de matière. Il fourmille de particules virtuelles en attente d'existence.

Si le vide actuel contient de l'énergie, il en contenait encore plus à la création du monde. C'est d'ailleurs l'énergie contenue dans ce vide qui a alimenté la formidable explosion du Big Bang. Pas surprenant qu'on qualifie de faux vide celui qui existait avant. Le RHIC va en fabriquer.

L'énergie du vide a diminué au fur et à mesure de l'expansion et du refroidissement de l'Univers, jusqu'à atteindre le niveau le plus bas possible. C'est ce que l'on croit. Mais si on se trompait ? Si l'énergie

du vide pouvait descendre plus bas ? Si l'Univers était resté accroché, plus ou moins solidement, à un certain niveau d'énergie du vide, n'attendant qu'une poussée pour descendre à un niveau inférieur ?

En tenant pour acquis que le vide cherche encore sa vacuité, certains modèles du Big Bang laissent place à l'hypothèse qu'un choc d'une énergie suffisante enclenche la dégringolade universelle. Techniquement, ce serait comme si un volume d'eau changeait de phase, passant de l'état liquide à l'état solide. « Peut-être que l'Univers trouverait son état fondamental », dit Charles Gale.

Le changement de phase universel se propagerait à la vitesse de la lumière. La matière telle que nous la connaissons, nous compris, ne pouvant exister dans ce nouvel Univers, ce serait la fin du monde. Les physiciens ne craignent pas que le ciel leur tombe sur la tête mais s'interrogent plutôt sur la solidité du plancher.

Un des objectifs de la machine de Brookhaven consiste à chauffer ce vide rempli de particules virtuelles afin de mieux le connaître. Le RHIC va le secouer vigoureusement jusqu'à en faire jaillir des particules. Les physiciens créeront de petits volumes de vide structurés de façon différente de notre vide ambiant. Pour que le scénario de l'anéantissement par effondrement du vide se réalise, il faudrait que le minuscule morceau de vide différent provoque un réarrangement de tout le reste du vide.

Le péril n'inquiète aucunement les constructeurs d'accélérateurs. « Si cette fragilité du vide existait, dit Charles Gale, les rayons cosmiques aurait déjà provoqué son effondrement. »

Des physiciens ont calculé les ingrédients essentiels à la création de l'Univers. Selon Alan Guth, du MIT, il suffirait de 25 grammes de faux vide, ce qui représente un morceau du vide originel des milliards de fois plus petit qu'un neutron. Le hic : sa densité devrait être phénoménale. La masse de l'Univers concentrée à la densité du faux vide n'occuperait même pas le volume d'un atome ! Guth s'avoue incapable de concevoir comment on pourrait fabriquer une telle concentration de matière.

De toute façon, si vous êtes en train de lire cet article, c'est que Brookhaven a réussi son pari. Le RHIC devait atteindre sa pleine puissance au tout début de l'an 2000. S'il ne provoque pas la fin du monde, il créera des millions de petits commencements du monde. ●

...as ? Si  
...niveau  
...une pou  
...inférieur ?  
...vide cher  
...modèles du  
...thèse  
...ante an-  
...elle.  
...ne si un vo  
...passant de  
...est être  
...fondi-  
...versel se  
...nière. La  
...ssus.  
...exister  
...e semit la  
...ne de cré-  
...tombes sur  
...inité sur  
...achine de  
...uifier ce-  
...rtuelles  
...La BMO  
...ent jusqu'à  
...es. Les  
...vois-  
...ou dit-  
...ant. Pour  
...issement  
...e réalise,  
...a marqua  
...un réa-  
...du vide.  
...nement les  
...eurs. « Si  
...tât, dit  
...istiques  
...rement. »  
...ingre-  
...l'Univers  
...trait de  
...représente  
...milliards  
...Le hic : so  
...le. La  
...la diversité  
...pas le vo-  
...nécessaire  
...un fabri-  
...manière.  
...train de  
...over a  
...tente de  
...de l'au-  
...du monde,  
...commerce.

# place

## à la découverte!

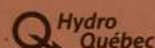
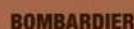
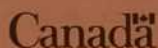
Parce que la culture scientifique et technologique est essentielle pour mieux comprendre le monde qui nous entoure, le Centre iSci, un tout nouveau complexe interactif de sciences et de divertissements, va bientôt prendre place au cœur du Vieux-Port de Montréal. On y retrouvera :

- trois salles d'expositions scientifiques interactives;
- un cinéma IMAX® et IMAX® 3D;
- IMMERSION-STUDIOS, un cinéma interactif sur écrans géants, en première canadienne;
- des boutiques, des restaurants, des promenades et des places publiques.



496-ISCI ou 1 877 496-ISCI  
[www.isci.ca](http://www.isci.ca)

Ouverture mai 2000  
**Ouverture**



# CHRONOPHARMACOLOGIE

## « C'est l'heure de la pilule »

Avec la chronopharmacologie, finie l'époque des trois doses de médicament aux huit heures. L'absorption du remède suit le cycle du corps; on l'administre au moment où il est le plus efficace ou le plus utile. Et chaque organe a son horloge.

par Catherine Dubé

En quatre décennies, la chronopharmacologie, qui étudie l'efficacité des médicaments en fonction du moment où ils sont administrés, s'est hissée parmi les approches pharmacologiques les plus prometteuses de l'heure. L'un des pionniers de cette discipline au pays, Gaston Labrecque, ne l'aurait peut-être pas affirmé il y a 20 ans, mais aujourd'hui, il n'en doute plus : « Les principes de la chronopharmacologie pourront être appliqués à l'ensemble des médicaments. »

Le ChronoVera, destiné aux patients souffrant d'hypertension et d'angine, est le tout premier produit pharmaceutique issu de la chronopharmacologie en vente au Canada. Recouvert d'une couche de polymère qui retarde de cinq heures la diffusion du médicament dans l'organisme, il libère la molécule quand le malaise cardiaque risque le plus de se manifester : le matin. C'est que la majorité des infarctus surviennent entre 5 h et midi. Ces observations ne sont pas purement anecdotiques : « Au moins 30 000 patients cardiaques dans le monde ont fait l'objet d'études scientifiques. Tous les chercheurs rapportent une prédominance d'incidents cardiaques le matin », mentionne Gaston Labrecque, qui dirige le Centre de recherche en chronopharmacologie du Centre hospitalier de l'Université Laval (CHUL), à Québec. Quand on connaît l'« horaire » du corps, on comprend pourquoi. Au réveil, la pression sanguine s'élève en prévision de la journée qui s'annonce. Malheureusement, c'est aussi à ce moment que la viscosité du sang est la plus grande, ce qui multiplie le risque d'arrêt cardiorespiratoire.

Les premières expériences en chronobiologie, dont celle de Franz Halberg, en 1960, ont montré de façon spectaculaire que le corps ne réagissait pas toujours de la même façon aux substances que l'on y injectait. Le chercheur américain avait soumis des souris de même poids à une substance potentiellement mortelle, l'endotoxine de la bactérie *Escherichia coli*, en variant uniquement l'heure de l'administration. Les souris qui ont reçu l'injection au milieu de leur période d'activité s'en sont assez bien tirées, puisque seulement 20 % d'entre elles sont mortes. Mais celles qui ont reçu l'injection durant leur période de repos n'ont pas eu autant de chance : 80 % ont succombé.

Les démonstrations de ce type ont remis en question un dogme de la médecine, qui prône l'administration régulière du médicament tout le long du cycle de 24 h, pour s'assurer que sa concentration dans le sang soit constante. Avec la chronopharmacologie, finie la prise du médicament « trois fois par jour, à l'heure des repas » ou quand le réveil retentit en pleine nuit. On favorise plutôt l'administration d'une plus grosse dose du médicament, mais au moment où il est le plus efficace.

Les dentistes commencent eux aussi à prendre conscience de l'influence que peut avoir la chronobiologie sur leur travail. La lidocaïne, un anesthésique local fréquemment utilisé pour insensibiliser leurs patients, a un effet beaucoup plus durable quand elle est injectée l'après-midi plutôt que le matin ou le soir.

D'autres exemples démontrent que le corps humain répond à des cycles. L'hormone de croissance est sécrétée durant le sommeil; la température du corps est à son maximum l'après-midi et la sécrétion du cortisol (une hormone impliquée dans les réactions inflammatoires et le métabolisme des sucres et des graisses) est maximale à l'heure du réveil. Pour les spécialistes de la chronopharmacologie, il faut tenir compte de ces variables.



Rosenfeld Images Ltd./SPU/Photograph

Les chronobiologistes traquent depuis 40 ans le métronome qui régule nos rythmes internes. Ils savent aujourd'hui qu'il se cache au cœur de notre cerveau dans le noyau suprachiasmatique. Cette horloge interne est juste, mais pas tout à fait adaptée au cycle de 24 heures que la rotation de la Terre nous impose. Des expériences au cours desquelles on a privé des volontaires pendant des semaines du cycle naturel de clarté et d'obscurité ont en effet prouvé que leur rythme demeurait régulier, mais s'étirait peu à peu jusqu'à atteindre 25 heures. Pour que notre rythme soit de 24 heures, des synchronisateurs comme la lumière et la routine sommeil-éveil remontent le pendule chaque jour.

La connaissance des rouages de cette horloge se raffine de plus en plus, car on a mis au cours des dernières années le doigt sur quelques gènes impliqués dans son fonctionnement, en analysant le patrimoine génétique de rongeurs et de drosophiles aux rythmes déréglés.

Si elle garde la mesure pour l'orchestre, cette horloge ne régule cependant pas tout. L'heure du coucher et du lever, la prise de nourriture et bien d'autres facteurs ont des effets plus remarquables encore sur nos rythmes biologiques. À preuve, la pression sanguine d'un lève-tard connaît son sommet quelques heures après celle de la personne qui s'est levée à l'heure des poules. « En chronopharmacologie, on considère que chaque organe a son horloge », dit Gaston Labrecque.

**M**ême si le ChronoVera, de la compagnie Searle, autorisé depuis deux ans au Canada, est le seul médicament qui ait bénéficié dès sa conception des connaissances de la chronopharmacologie, les chercheurs tentent de plus en plus d'appliquer les principes de cette science aux médicaments qui sont déjà sur le marché. C'est le cas pour la théophylline (commercialisée sous le nom Uniphyll), destinée aux asthmatiques. On recommande désormais de prendre ce produit le soir, puisque les deux tiers des crises surviennent entre 1 h et 4 h du matin. Autre exemple, les rhumatologues suggèrent à leurs patients atteints d'arthrite rhumatoïde de prendre leurs anti-inflammatoires au coucher pour contrer les manifestations douloureuses du lendemain matin.

Pour des problèmes de santé tels que les maladies infectieuses, la chronopharmacologie peut aussi être d'un grand secours. Le meilleur moment d'administration du médicament est alors celui où il sera le plus efficace et le mieux toléré par l'organisme. Pour déterminer l'heure H, des études s'imposent. La sensibilité des cibles que le médicament doit atteindre (un récepteur du cerveau ou une tumeur, par exemple) varie dans le temps. Mais d'autres

facteurs doivent être considérés : le pH de l'estomac, les propriétés physiques et chimiques du médicament, la perméabilité des membranes cellulaires, le rythme du système digestif, etc.

Pour toutes ces raisons, la concentration du médicament dans le sang — ce qu'on appelle sa biodisponibilité — varie beaucoup selon le moment où il est administré. Le soir, un anti-inflammatoire comme l'indométhacine prend environ une heure à atteindre sa concentration maximale, et demeure ensuite stable et disponible dans le sang pendant trois heures. Administrée tôt le matin, la même dose aura un tout autre effet.

Chaque classe de médicament possède ses particularités propres qu'il faut découvrir de façon expérimentale. C'est ce qu'ont fait Gaston Labrecque et le microbiologiste Denis Beauchamp, lorsqu'ils se sont aventurés sur le terrain presque vierge des antibiotiques. Des chercheurs japonais, avec qui les Québécois collaborent, avaient défriché le terrain pour un premier groupe d'antibiotiques, les aminosides, utilisés pour combattre des maladies comme les pneumonies ou certaines infections urinaires. Très effi-



Laurent Leblanc. Remerciements au bed & breakfast Le matou, à Montréal

caces, ces médicaments peuvent cependant causer des dommages à plus de 1 patient sur 10. Dans ce cas, le médicament s'accumule dans le rein jusqu'à induire des lésions qui diminuent sa capacité de filtration. Il faut alors arrêter le traitement, le temps que les cellules se régénèrent.

C'est pour éviter ce risque inutile que l'équipe du CHUL a voulu déterminer le moment où le médicament est le moins toxique pour les reins. Leur première observation s'est portée sur le nombre de doses administrées au cours de la journée. Des études avaient montré que ce médicament conçu pour être donné trois fois par jour était aussi efficace s'il était donné une seule fois, en plus grosse dose. Comme le rein a une capacité d'absorption limitée, le fait de donner une dose plus grande ne lui cause pas plus de tort. Il vaut donc mieux lui faire subir ce stress une seule fois par jour.

Il restait à déterminer le meilleur moment pour donner cette dose unique. En menant des expériences sur le rat, les chercheurs ont découvert que le pic de toxicité des aminosides se situe au milieu de la période de repos (à 14 h pour le rat, puisqu'il dort le jour). Pour s'assurer de la validité de leur résultat chez l'humain, les chercheurs ont soumis à l'analyse les dossiers des patients du CHUL traités avec ces antibiotiques et ont constaté que ceux qui avaient reçu leur médicament durant la nuit avaient connu plus de problèmes rénaux. Une étude menée aux Pays-Bas, il y a deux ans auprès de 175 patients, confirme leurs résultats. Bien que la chronopharmacologie ne fasse pas encore l'unanimité auprès des pharmaciens et des médecins, plusieurs professionnels de la santé s'y intéressent. Au CHUL, la majorité des patients reçoivent leurs antibiotiques en une seule dose, durant le jour, précise le pharmacien Luc Bergeron. Mais il se montre nuancé. « À mon avis, il n'y a pas encore eu suffisamment d'études

chez l'humain pour que l'on puisse affirmer qu'il faut éviter à tout prix de donner les antibiotiques la nuit », dit-il.

En poussant leurs expérimentations sur le rat un cran plus loin, les chercheurs du CHUL se sont aperçus que c'était la nourriture, prise durant la période d'activité, qui modulait le plus fortement la toxicité des aminosides. « Nous avons constaté que nous pouvions déplacer le pic de toxicité dans le temps simplement en changeant les heures de prise de nourriture des rats », explique Denis Beauchamp. La toxicité était invariablement maximale juste avant le repas. Explication proposée : la digestion augmente le travail des reins; l'antibiotique est ainsi éliminé plus vite et dispose de moins de temps pour causer des dommages. Avec Louise Thibault, professeure de nutrition à McGill, les chercheurs analysent maintenant

l'effet de la composition de la diète sur la toxicité des antibiotiques.

La bonne nouvelle, c'est que le moment où la toxicité est la plus faible correspond au moment où l'efficacité est à son maximum. En administrant un antibiotique à des rats affligés de pyélonéphrite, une infection rénale, les chercheurs ont en effet constaté que l'efficacité variait grandement dans le temps : de 40 % chez les rats traités durant l'éveil, elle tombait à 0 % chez les rats traités durant leur période de sommeil !

Si on extrapole ces résultats à l'homme, cela signifie que « donné la nuit à un patient souffrant de ce type d'infection, l'antibiotique serait inefficace en plus d'être davantage toxique », dit Gaston Labrecque. Selon lui, la résistance des bactéries aux antibiotiques ne serait donc pas toujours une affaire de mutation génétique, mais parfois une simple question d'« horaire ». Bien du travail reste à faire du côté des antibiotiques et des maladies infectieuses, à commencer par l'étude de la chronobiologie des bactéries elles-mêmes. Si la vie ressemble à des montagnes russes pour l'humain, les animaux et les plantes, il ne doit pas en être autrement pour les micro-organismes. Avant de connaître le profil de tous les produits pharmaceutiques, les quelques centaines de chercheurs s'intéressent à la chronopharmacologie et à la chronobiologie dans le monde ont cependant du pain sur la planche. D'autant plus que de nouveaux produits s'ajoutent continuellement, car les compagnies pharmaceutiques tiennent rarement compte des cycles humains lors des essais cliniques précédant la mise en marché d'un médicament.



Scott McKiernan/Picture Group/Photophoto

## LES RATS DORMENT, LES CHERCHEURS VEILLENT

**P**armi leurs expérimentations sur les maladies infectieuses, les chercheurs du CHUL ont infecté de pneumocoques des rats à différentes heures du jour, pour voir si cela aurait une influence sur leur taux de mortalité. La réponse ? Oui. Alors que les rats meurent habituellement d'une pneumonie en cinq jours, plus un seul n'était vivant au bout de trois jours quand les rats avaient été infectés à une certaine heure. Dans un groupe infecté à une heure différente, le taux de survie était au contraire de 80 %.

Si cette étude n'a pas d'application directe chez l'humain, elle remet en cause les façons de faire dans le domaine de la recherche sur l'animal. En général, les chercheurs tiennent rarement compte des principes de la chronobiologie. Or, les résultats des chercheurs du CHUL démontrent clairement que l'heure à laquelle on effectue une manipulation sur les animaux peut avoir une importante incidence sur la suite des choses.

« Cela explique peut-être le fait que les résultats de recherche ne sont parfois pas reproductibles », soumet Denis Beauchamp. Cela explique peut-être aussi que des résultats intéressants obtenus avec des animaux ne le soient plus du tout quand l'expérience est ensuite menée chez l'homme. C'est que le rat a lui aussi ses rythmes circadiens... diamétralement opposés à ceux de l'humain, puisque le rat est un animal nocturne. En lui faisant subir des expériences durant le jour, on le fait durant sa période de repos, alors que la sécrétion de plusieurs hormones est à son plus bas niveau. Inverser les cycles lumineux pendant quelques jours ne suffit pas à faire du rat un animal diurne. Les chercheurs du CHUL l'ont compris. Durant les périodes d'expérimentation, ce sont eux qui s'adaptent au rythme de vie de leurs rongeurs, et ils viennent faire leurs injections et leurs prélèvements de nuit au laboratoire. C'est peut-être ce qui a contribué à les faire passer pour des hurluberlus...

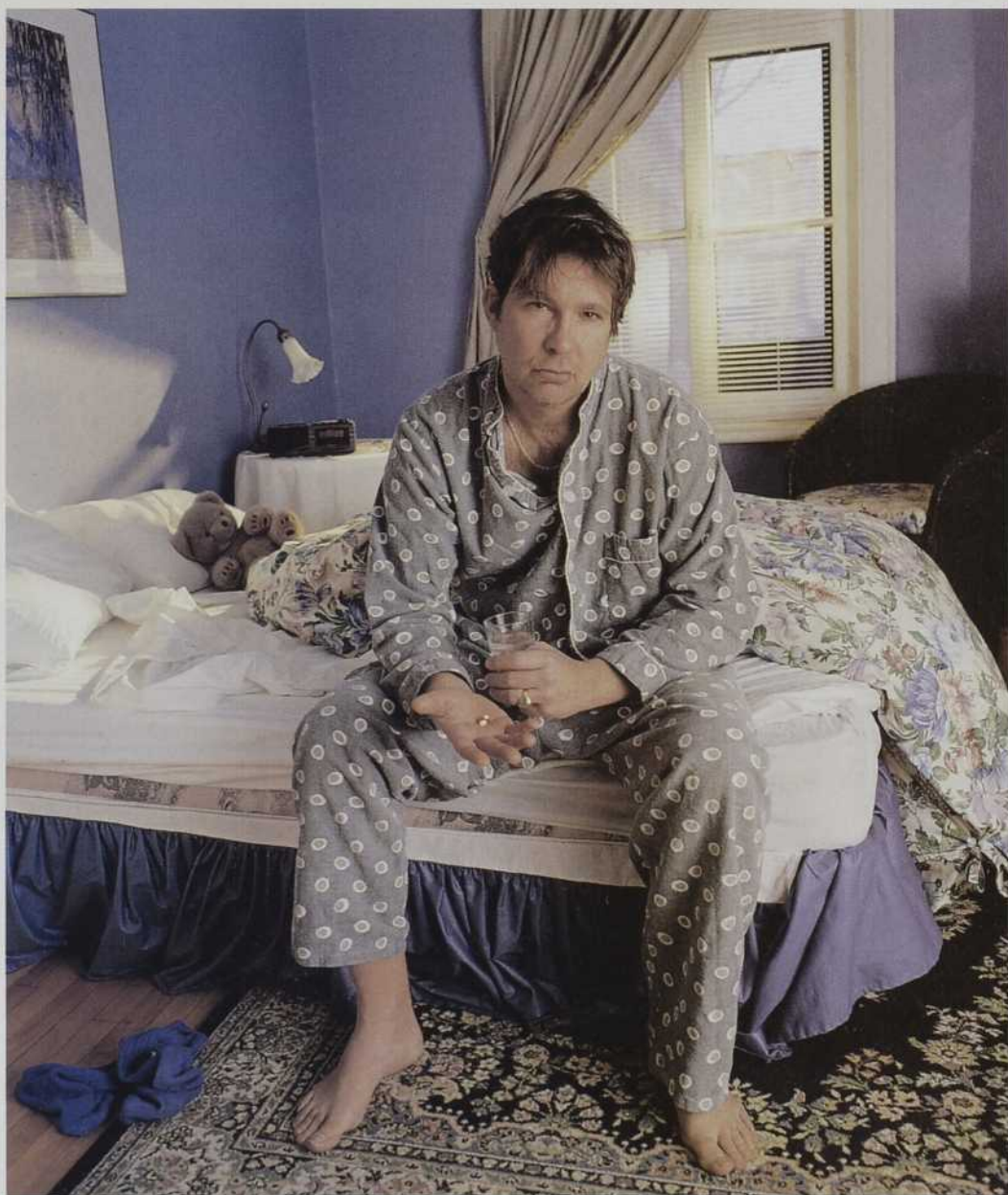
**S**i certains médecins demeurent encore sceptiques face aux résultats de la chronopharmacologie, d'autres ont sauté depuis longtemps dans le train pour le bien de leurs patients. À l'hôpital Paul-Brousse, à Villejuif près de Paris, le docteur Francis Lévi traite depuis 1988 ses patients atteints de cancer du côlon de cette façon. Quatre seringues placées dans un petit boîtier sont reliées à la poitrine du patient par un cathéter, et le débit des injections est contrôlé par une pompe programmable. Le patient peut ainsi s'en aller avec le boîtier en bandoulière et recevoir son traitement de chimiothérapie à la maison. Le docteur Lévi traite ainsi près de 200 patients avec un anticancéreux courant, le 5-FU, et avec un nouveau, l'oxaliplatine, pas encore disponible au Canada. L'injection de chacun des produits se fait sur une douzaine d'heures, avec un débit plus grand à 4 h du matin pour le premier et à 16 h pour l'autre. On donne également de l'acide folinique, qui potentialise l'effet du 5-FU.

Les anticancéreux étant des agents très toxiques, le médecin devait trouver pour chacun d'eux le moment où les cellules saines seraient le moins affectées par leur action, en s'appuyant sur le fait que le cycle de division cellulaire n'est pas le même pour les cellules saines et les cellules cancéreuses. Il s'est aussi aperçu que certaines enzymes du foie dégradent plus rapidement le 5-FU à certaines heures du jour, lui faisant ainsi perdre

de son efficacité. « La chronopharmacologie permet d'utiliser des doses deux à trois fois plus fortes d'anticancéreux et donc de tuer davantage de cellules cancéreuses, sans que la toxicité soit plus grande pour les cellules saines », explique le docteur Yves Létourneau, qui a appliqué la méthode du docteur Lévi à une quinzaine de ses patients au Centre hospitalier régional de Rimouski.

Et les résultats sont probants. « Seulement 30 % des patients répondent favorablement au traitement lorsqu'il est administré sans tenir compte de l'heure. Cette proportion augmente à 50 % avec le traitement chronomodulé », souligne le docteur Rachid Zidani, coordonnateur des essais cliniques au Centre de chronothérapie de l'hôpital Paul-Brousse. Le nombre de rémissions a augmenté et la survie des patients s'est améliorée de trois mois en moyenne. « Cela semble court, mais, pour un oncologue, c'est un laps de temps important », affirme le médecin.

La technique, encore considérée comme expérimentale, fait pourtant des adeptes. Trente-cinq centres disséminés à travers l'Europe, de la Norvège à l'Italie, collaborent avec le centre de Villejuif. Au Canada, quelques dizaines de patients ont bénéficié de cette méthode, sous les bons soins du docteur Létourneau, du docteur Georg Bjarnason, au centre de traitement du cancer



Sunnybrook, à Toronto, et du docteur Jacques Jolivet, alors à l'Hôtel-Dieu de Montréal. Une nouvelle étude clinique, à laquelle des patients des docteurs Bjarnason et Létourneau participeront, est en cours actuellement. Elle sera menée sur 554 patients dans le monde et vise à comparer, au cours d'une même étude, les résultats du traitement chronomodulé à ceux du traitement conventionnel.

Le docteur Bjarnason est également en train d'analyser les résultats d'une étude qu'il a menée sur une centaine de patients atteints du cancer du rein. « Nous pouvons déjà affirmer que la chronothérapie a considérablement réduit les effets secondaires de la chimiothérapie », dit-il. Une chose est certaine, la chronobiologie est loin d'avoir livré tous ses secrets. Elle pourrait même un jour servir aux policiers. Le Français Alain Reinberg, un des pionniers en la matière, s'est amusé, il y a 20 ans, à mesurer l'effet de l'alcool sur l'organisme selon l'heure du jour. Avec ses étudiants comme (heureux) cobayes, il a démontré qu'une même quantité d'alcool causait une ébriété plus forte le soir que le matin. Il a cependant noté que les concentrations d'alcool mesurables dans le sang étaient plus élevées au début de la journée, ce qui signifie que notre « ,08 » ne vaut pas la même chose à midi et à 3 h du matin. Avis aux adeptes de dîners d'affaires bien arrosés ! ●



La maison de l'architecte Julia Bourke, professeure à l'Université McGill à Montréal. Ses murs sont faits de ballot de paille. Les méthodes de construction anciennes inspireront-elles comme ici les architectes du futur ?

# Des robots dans la chaumière

**La maison de demain sera envahie par les puces. Ça n'empêchera pas le retour des matériaux traditionnels dans l'architecture domestique.**

par Louise Desautels

**T**ournée vers le soleil, la maison de demain aura une peau sélectivement perméable, un système de circulation des fluides et de l'énergie, ainsi qu'un cerveau capable de coordonner les fonctions domestiques et de maintenir une communication constante avec l'extérieur. Bref, elle sera vivante.

Quasi indépendant des sources traditionnelles d'énergie et fait de matériaux sains, cet être vivant n'a pas encore vu le jour. Plusieurs de ses composantes sont déjà au point : certaines sont entrées en douce dans nos foyers, d'autres ne sont pas encore très abordables. Des expériences novatrices offrent déjà un avant-goût de la maison des décennies à venir. « Mais, dans le secteur de l'habitation, ne vous attendez jamais à une révolution; on y constate seulement une lente évolution », affirme André Gagné, directeur technique à l'Association provinciale des constructeurs d'habitation du Québec (APCHQ).

Qui dit évolution dit mutations. La plus prévisible est édictée par une loi qui entrera en vigueur dès l'automne prochain au Québec : toutes les maisons neuves posséderont désormais un système de renouvellement de l'air. La norme fédérale stipule qu'il faudra 10 litres à la seconde d'air extérieur pour les pièces les plus fréquentées.

Pourquoi doter nos demeures de tels poumons ? Parce que l'air y est souvent mal-

sain. Au cours des dernières années, en voulant combattre toute infiltration de courants froids, nous avons rendu nos maisons hermétiques. Résultat : trop d'humidité, à l'origine de moisissures néfastes pour la santé, et trop peu d'air frais. En plus, ventiler nos résidences devient nécessaire avec la multiplication des matériaux de construction et de finition dont émanent des composés organiques volatils susceptibles d'affecter les plus sensibles, notamment les enfants. La colle utilisée dans la mélamine, certains vernis et les revêtements de sols souples sont pointés du doigt dans plusieurs cas d'asthme et d'allergies. Il devient nécessaire d'évacuer ces émanations.

André Gagné croit toutefois que la maison de l'avenir n'aura pas besoin d'une ventilation mécanique aussi intense. « Après cette période de transition, nous réussirons plutôt à diminuer le problème à la source par le recours à des matériaux plus sains », considère-t-il.

**L**a tendance est déjà marquée. Depuis quelque temps, la Société canadienne d'hypothèque et de logement (SCHL) répertorie les matériaux de construction les plus sûrs de ce point de vue, et en publie la liste. Mais cet effort ne comble pas tous les besoins, comme l'a expérimenté Julia Bourke. Cette professeure à l'École d'architecture de l'Université

McGill vient de mener un projet personnel de construction urbaine. « Pour toute la maison, j'ai voulu choisir les matériaux les plus naturels et les moins toxiques, un peu comme si je m'achetais un vêtement en coton plutôt qu'en polyester. Mais j'ai réalisé que l'information sur ce sujet était incroyablement difficile à obtenir et à valider. »

Elle a poussé encore plus loin l'expérience. Les murs de sa nouvelle résidence familiale sont faits de... ballots de paille ! Insérés entre les montants de deux sur quatre traditionnels, puis recouverts de crépi, ces ballots assurent une isolation supérieure (R40) à celle qu'offre la laine de roche d'une maison conventionnelle (R20), pour le même prix. Aucun coupe-vapeur n'est nécessaire. Des spécialistes surveillent de près le comportement de ces murs de paille, un matériau jusqu'à maintenant utilisé sous des climats plus chauds ou dans des bâtiments secondaires. En décembre dernier, après quatre mois de vie de famille, la maison « respirait » adéquatement et ne présentait pas d'infiltration d'eau. Des essais semblables conduiront peut-être à mettre au point les murs de l'avenir, capables d'imiter l'efficacité de notre peau, qui gère si bien chaleur et humidité.

Julia Bourke a dessiné sa maison de telle manière qu'elle tire parti du soleil d'hiver comme source ponctuelle de chauffage en

orientant un maximum de fenêtres au sud-ouest. De plus, l'ensoleillement d'été est limité par un débordement judicieux du toit qui jette de l'ombre sur les fenêtres aux heures les plus chaudes. C'est simple et gratuit : il suffit de tenir compte de la course du soleil selon les saisons !

n'a pas la cote, pas plus que la technologie photovoltaïque, encore loin d'être économiquement avantageuse. Mais pourquoi se priver des bienfaits des rayons gratuits du soleil ? D'abord parce que beaucoup d'acheteurs choisissent avant tout leur future maison sur des critères esthétiques

construction à Longueuil, que le grand public pourra visiter à compter de juin prochain. Il s'agit d'un duplex dont l'isolation est supérieure à celle des normes en vigueur (vitrage, murs et toit). En outre, elle est conçue pour profiter au maximum du soleil d'hiver (qui fournira à lui seul 37 % des besoins de chauffage) et pourvue de ce que Luc Muyldermans a baptisé le système mécanique intégré (SMI). Ces trois composants permettront au duplex de consommer environ le tiers de l'énergie normalement nécessaire, pour une économie annuelle de plus de 1 000 \$.

« Le SMI est le couplage d'une petite thermopompe et du stockage thermique dans une dalle de béton au sous-sol, de même que le couplage de la thermopompe avec le système de ventilation à récupération de chaleur », explique Luc Muyldermans. Programmé selon les besoins, le SMI va chercher la chaleur accumulée dans l'entresol ou dans le salon ensoleillé, puis s'en sert pour réchauffer l'air frais importé du dehors, pour maintenir le chauffe-eau à la bonne température ou, en bout de course, pour augmenter la chaleur de l'eau qui circule dans la dalle de béton, qui servira alors de chauffage radiant. L'été, tout surplus de chaleur servira au chauffage de l'eau. Le système évacue également les surplus d'humidité. Si la demande d'énergie dépasse la capacité de la thermopompe, un élément électrique prend la relève pour réchauffer l'air. Financée en partie par le gouvernement québécois, la maison fera l'objet d'un suivi d'une année pour déterminer sa performance énergétique.

Ce système illustre une application peu popularisée et pourtant très utile de la domotique, ce mariage depuis longtemps annoncé entre l'informatique et les appareils électriques de la maison. Dans le SMI, un logiciel tient compte des mesures enregistrées par les capteurs, actionne la thermopompe ou le ventilateur, ouvre le circuit d'eau chaude qui mène à la dalle de béton. Bref, il prend des décisions complexes à partir de directives simples, comme maintenir la température du salon à 21 °C.

« Je pense que la domotique a raté son entrée commerciale dans les années 90 en proposant des applications futiles, comme faire couler un bain à distance », considère André Gagné. De plus, la technologie complexe posait trop d'énigmes aux occupants. Il évoque l'expérience de la « maison performante » entièrement domotisée, construite par l'APCHQ en 1992 dans le cadre d'un programme fédéral. Lors de sa revente, en 1994, les nou-



Luc Muyldermans/Thermtech Inc.

**Le système mécanique intégré est le couplage d'une petite thermopompe et du stockage thermique dans une dalle de béton au sous-sol, de même que le couplage de la thermopompe avec le système de ventilation à récupération de chaleur.**

« Au fil des années, fait remarquer l'architecte André Potvin, on a avant tout cherché à rendre la maison indépendante du climat, en l'isolant au maximum et en la dotant de ses propres sources de chaleur ou de fraîcheur, très énergivores. On a finalement perdu une notion que nos ancêtres maîtrisaient mieux que nous : construire en fonction des contraintes bioclimatiques. » Le jeune professeur à l'École d'architecture de l'Université Laval est justement un spécialiste de cet aspect négligé par l'architecture moderne.

Il présente aux étudiants des modèles de maisons dont les pièces les plus fréquentées le jour, comme le salon, la salle à manger et la cuisine, reçoivent une bonne dose de rayons solaires tout l'hiver, alors que le soleil reste toute la journée assez près de l'horizon. Quant à elles, les pièces de rangement, la cage d'escalier et même les chambres pourraient être orientées au nord, pour servir de tampon, puisque les occupants tolèrent que la température y soit inférieure. La cuisine d'été de la maison traditionnelle québécoise jouait ce rôle hivernal d'entrepôt et d'écran.

Sur le terrain, André Gagné de l'APCHQ remarque cependant que le solaire passif

et économiques, observe-t-il. Orienter une maison en fonction du solaire passif exige une conception architecturale unique, en fonction du terrain choisi; le modèle ne peut ensuite se transposer tel quel sur le terrain d'en face ou sur la rue perpendiculaire... Pour l'instant, les gains à long terme en économie de chauffage ne compensent pas la dépense immédiate. « En général, avec le faible prix de l'électricité, les gens n'y voient pas un gros avantage, et préfèrent mettre leur argent sur un petit luxe comme un bain tourbillon », observe André Gagné. La faible popularité du solaire passif s'explique aussi par une surchauffe dans la pièce éclairée.

**S'**il ne peut résoudre le problème des maisons en série qu'on oriente en fonction de l'esthétique (grandes fenêtres sur rue) et non de l'efficacité énergétique, l'ingénieur Luc Muyldermans avance une solution à la surchauffe des pièces ensoleillées. « Nous proposons une nouvelle approche de l'habitation, qui intègre architecture du bâtiment et système de chauffage-ventilation-refroidissement. » Le principe : où qu'elle se trouve dans la maison, la chaleur superflue est captée et utilisée pour chauffer l'air et l'eau domestiques, grâce à un système mécanique intelligent.

Cette approche n'est pas que théorique. Luc Muyldermans est l'un des concepteurs de la maison Ray-Vision, actuellement en

# Avec Teccart l'avenir technologique n'a plus de secret

## Quatre programmes de D.E.C. complets et enrichis

Technologie de l'électronique industrielle :

option instrumentation et automatisation 243.06

Technologie de l'électronique : option télécommunications 243.11

Technologie de systèmes ordines : réseautique 243.15

Technique de l'informatique 420.01

## D.E.C. en 2 ans

Technologie de systèmes ordines : réseautique 243.15

Techniques de l'informatique 420.01

- Un D.E.C. en 2 ans à raison de 3 sessions par année (incluant l'été)
- Un stage en entreprise

## A.E.C. en 16 mois

Technologie de systèmes ordines 902.37

Instrumentation, automatisation, robotique 902.32

Télécommunications 902.34

Techniques de micro-informatique 901.91\*

Installation, maintenance et configuration de systèmes de télécommunications ELJ.15\*

\* sur 3 sessions (12 mois)

## Ateliers de formation

Pour développer votre employabilité, vos compétences, vos horizons...

près de 80 ateliers offerts, niveaux débutant à avancé, jour, soir, samedi. (Plusieurs dates disponibles) parmi les domaines suivants :

- Familiarisation avec l'informatique
- WEB-Internet
- Assembler et configurer un micro-ordinateur
- Réseautique (Windows NT, Novell, TCP/IP, Proxy)
- Systèmes d'exploitation (Unix, NT, Windows)
- 4<sup>e</sup> dimension
- Base de données (ACCESS)
- Programmation (Visual Basic, Langage C, Delphi, Labview, ...)
- Labview
- Gestion Manufacturière Intégrée (GMI) (Introduction à la GMI)
- SCADA
- Automatisation (OMRON, Allen Bradley, etc.)
- Entretien-Support (A+, Network+)
- Installation et configuration de périphériques



**Éducation permanente • DEC / AEC**  
Réseautique • Télécommunication • Automatisation



**Le collègue**

**technologique**

3155 Hochelaga, Montréal, (Québec) H1W 1G4 (Métro Préfontaine)  
(514) 526-2501 • [www.teccart.qc.ca](http://www.teccart.qc.ca)

veaux propriétaires ont coupé le courant plusieurs jours pour effectuer des rénovations; résultat : tous les programmes ont été effacés et les résidents n'arrivaient même plus à avoir de lumière...

La domotique prend maintenant un second souffle. Aux États-Unis, on parle d'un marché de 10 milliards de dollars en 2008, et l'heure est aux investissements de gros joueurs, tels IBM, Microsoft ou Sony.

« Nous entrerons en force dans des domaines comme la sécurité et le contrôle des électroménagers », assure Patrice Roy, analyste en marketing pour Domosys.

Cette compagnie de Québec conçoit et fabrique divers produits électroniques destinés aux fabricants d'électroménagers, comme Kenwood ou Whirlpool, ainsi qu'aux développeurs de systèmes domotiques : puces avec émetteur-récepteur, logiciels, modules de branchement, commutateurs intelligents, etc. Domosys participe également à l'effort mondial de recherche en domotique et a contribué au développement de la technologie CEBus. Ce proto-



Photos : APCHQ

L'énergie solaire a-t-elle un avenir ? Il n'a pas encore une bonne cote, fait remarquer André Gagné de l'Association provinciale des constructeurs d'habitation du Québec. Les acheteurs choisissent d'abord et avant tout leur maison selon des critères esthétiques et économiques.



Toujours dans la maison expérimentale de l'APCHQ, on a installé au sous-sol des réservoirs qui emmagasinent l'eau de pluie. L'hiver, cette eau permet de retenir la chaleur; l'été, on l'utilise pour arroser la pelouse ou le jardin. Pas de gaspillage d'eau potable !

cole de communication utilise le filage électrique déjà présent dans nos maisons (courant porteur), de façon à relier les appareils sans doubler le câblage. De telles percées sont aussi enregistrées du côté des fils téléphoniques, du coaxial (câble) et des ondes radio. « Un jour, tous les appareils de la maison seront munis d'une technologie qui leur permettra de communiquer entre eux », soutient Patrice Roy.

Déjà, beaucoup de maisons sont domotisées, puisqu'au moins deux appareils se « parlent » : si le bon vieux thermostat qui déclenche le chauffage lorsque la température baisse sous un certain seuil fonctionne mécaniquement, son cousin infor-

matisé tient aussi compte de l'heure du jour et des consignes des occupants; pensons aussi au système d'alarme qui met en lien le détecteur de présence, l'alarme et la ligne téléphonique. Certaines entreprises et plusieurs technobricoleurs ont depuis longtemps concocté des systèmes plus complexes qui permettent d'actionner le chauffage du chalet à distance ou même d'amorcer la cuisson du rôti avant le départ du bureau. Le coût d'installation reste cependant élevé et la vitesse de transmission pose encore certains problèmes.

Mais le véritable essor de la domotique est pour demain, alors que les maisons intelligentes pourront se brancher à des ré-

seaux extérieurs. Sur le modèle d'Internet, les compagnies qui offrent des services publics, comme celles qui vendent des produits de consommation, veulent maintenant se rendre accessibles. Votre fournisseur d'électricité pourrait ainsi non seulement lire votre compteur à distance, en continu, mais également vous proposer un plan d'achat stipulant qu'aux heures de forte consommation, vous limiterez votre demande d'électricité à un seuil fixé d'avance; ce qui ne représentera pas un calcul complexe puisque votre lave-vaisselle et votre sècheuse vous signaleront d'eux-mêmes qu'il vaudrait mieux attendre après le téléjournal pour les mettre en marche. Votre club vidéo pourrait expédier directement un film vers votre téléviseur.

**B**eaucoup d'efforts sont déployés pour développer l'interface intuitive qui rendra ce type d'accès possible. Mis sur pied en octobre dernier, le forum de création d'une passerelle commune OSGI (Open Services Gateway Initiative) rassemble une trentaine de partenaires : de futurs utilisateurs, comme Électricité de France, mais surtout des fournisseurs de technologie et de services informatiques, tels IBM, Motorola ou Domosys. Microsoft tente, de son côté, de développer une interface semblable, en faisant le pari qu'elle saura ensuite la faire largement adopter. Dans les deux cas, on avance la date de 2005. La vague déferlante devrait nous atteindre dans les années qui suivront. Les compagnies appuient leur optimisme sur l'expérience de la pénétration des ordinateurs domestiques (plus de 50 % des foyers américains en 1998) et d'Internet.



La domotique prend maintenant un second souffle. Aux États-Unis, on parle d'un marché de 10 milliards de dollars en 2008, et l'heure est aux investissements de gros joueurs, tels IBM, Microsoft ou Sony.

La maison de demain se dessine graduellement. Intelligente, interactive, capable d'inspirer l'oxygène et d'expirer l'air vicié, adaptée à son environnement climatique... Qui a dit que l'humain avait renoncé à créer des organismes à son image et à sa ressemblance ? ●

Le magazine scientifique de l'heure

# zone

Animé par Frédéric Loiselle  
**DIMANCHE 18 H**

zone X



**Télé-Québec**

VENEZ VOIR AILLEURS !

Avec la participation du ministère de la Culture et des Communications du Québec.  
Programme « Étalez votre science ». Production Icotop inc.

# 2070

## L'odyssée de ma maison

**Domotique, nourriture de synthèse et télétravail feront du citoyen du futur un être branché de partout, qui établira une relation ambivalente avec son ordinateur maison et qui vivra 150 ans. Petite techno-fiction.**

par Annick Duchatel

« **D**ebout, flem-mard ! Le monde appartient à ceux qui se lèvent tôt. Eh puis, non. Reste couché : dehors, c'est la tempête du siècle. Bon, je plaisantais, il fait un soleil, mon vieux ! Aujourd'hui, 20 mars 2070 à six heures, nous bénéficions d'une température très très au-dessus de la normale saisonnière. Tu veux savoir la vérité ? Lève-toi. »

Dans son lit, William ouvre l'œil et soupire. Les facéties de Robin, l'ordinateur maison, commencent à lui taper sur les nerfs. Tous les matins, il lui sert des réveils à la *Good Morning Vietnam*, ce vieux film culte du siècle dernier. Ça devient urgent de lui faire changer de personnalité. En deux mois, William s'est rapidement débarrassé de Greta, à la sirupeuse voix d'aéroport, et d'Anthony qui, avec sa diction de maître d'hôtel stylé, était insupportable. Pourquoi les concepteurs tiennent-ils tant aux clichés ? La personnalité de l'ordinateur maison, il faut se la taper 24 heures sur 24 !

– Ouvre les stores, Robin, dit William d'une voix menaçante.

– Oui, chef ! à vos ordres, chef ! Et surpriiise, il fait beau ! Qu'est-ce que je disais, hein ? À propos, tu connais la blague du gars qui ne comprenait rien aux plaisanteries de son ordinateur ?

Le voilà qui fait de l'ironie. Depuis que ces bidules fonctionnent avec le GBS, le gros bon sens, ils réagissent à la moindre

intonation, toujours en fonction de la personnalité programmée.

– Mets la pédale douce, Robin, et fais-moi ton rapport.

– Oui chef ! bien sûr, chef ! Température intérieure, 20 °C, réglée en fonction de l'économie maximale d'énergie. Berthe, le sous-programme cuisine, a mis la cafetière en marche. Hum, tu sens cet arôme ? Cette

brave Berthe a également expédié le micro-plombier sous l'évier. Un début de fuite. Elle attend ton signal pour actionner l'aspirateur-robot.

– Pas envie pour le moment d'avoir cet engin dans les pat-tes. La suite.

– Dave a laissé un message. Il sera à neuf heures pile dans ton bureau virtuel. Appel conférence en vue de la préparation du Symposium d'anthropologie de l'Atlantique Nord. Il attend les grandes lignes de ton exposé sur les formes d'habitat des années 90. D'après ton dossier, tu n'as pas tellement avancé. Tu vas devoir trouver une bonne excuse.

– Tu fouilles dans mes affaires, maintenant ?

William soupire en se disant que cette fonction de harcèlement fait aussi partie des tâches de Robin. Méfiant envers sa manie de tout remettre au lendemain, c'est lui-même qui l'a demandée.

– Oh, oh ! Une petite dépression hivernale ? Tss, tss ! Si j'étais toi, mon vieux, je filerais tout de suite au cabinet médical

de la salle de bains. Et pendant que le docteur t'examine, je te fais couler un bon bain chaud.

– Arrête de te prendre pour ma nounou, ça m'exaspère ! Un café me mettra de meilleure humeur. À condition que tu la boucles.

Salué au passage par le clignotement des capteurs qui règlent le chauffage et la lumière selon ses déplacements, il descend



Illustrations : Réal Godbout



au salon dont les immenses baies s'ouvrent d'un côté sur la ville, de l'autre sur un jardin intérieur, oasis de verdure. Dans la cuisine-laboratoire, la batterie de robots de Berthe ronronnent doucement. Ici, tout est rigoureusement fonctionnel. Jusqu'à l'inclinaison du sofa et des chaises qui est ajustée en fonction de l'ergonomie. Seule note incongrue, les objets anciens collectionnés par William, disposés sur des étagères : un vieux téléphone à roulette, un paquet de cigarettes, etc.

**E**n savourant son café, William regarde par la fenêtre. Les toits de la ville sont hérissés d'antennes qui captent l'énergie acheminée sans fil. Une sacrée invention qui a résolu les problèmes de transport d'électricité. La dernière crise du verglas, celle de 2010, il s'en souvient : il était gamin.

Il entend l'eau couler dans la baignoire tandis que Robin fredonne la dernière rengaine à la mode. Décidément, c'est de la provocation ! Mais William sait qu'il ferait bien de suivre le conseil de ce sac à puces... électroniques. Il ouvre la porte de la salle de bains envahie par la vapeur et glisse les mains dans les ouvertures du cabinet médical. Une légère piqûre : c'est la prise de sang. Pour patienter pendant que le Doc analyse les données corporelles, les nouvelles du jour défilent sur un écran.

« Toujours aucune nouvelle de l'équipe de foreurs bloquée par une tempête sur la station martienne *Arcadia*. Élections au parlement mondial : les écologistes montent à l'assaut. *Fortune* présente les personnalités les plus riches de la planète : plusieurs humoristes sont du nombre. »

Dans un monde bardé de capteurs et de systèmes informatisés, les amuseurs pu-

blics remportent un succès colossal. Il faut dire que ce n'est pas avec les blagues à la Robin qu'on peut vraiment se dilater la rate. Plongé dans ses réflexions, William s'aperçoit que le tableau de bord du Doc clignote : « Vérification urine, s'il vous plaît. »

Il s'exécute dans la cuvette. Le contenu de l'échantillon est aussitôt analysé. Le Doc affiche au bout d'une minute son diagnostic : « Tout est OK, à l'exception d'une paresse des neurotransmetteurs. Mais



nous l'avons compensée par une injection d'antidépresseur. Bonne journée, Willy. N'oubliez pas vos exercices, entre 12 h 30 et 13 h. »

Comme s'il y avait moyen d'oublier quelque chose dans cette maison programmée à bloc ! En barbotant dans sa baignoire, William pense avec nostalgie aux habitations muettes de son enfance. Né en l'an

2000, il a connu le temps où on s'approvisionnait soi-même. Le pain manquait, on se rendait à l'épicerie du coin. C'était sympa. À l'heure qu'il est, Berthe doit déjà avoir passé en revue tout ce qui commence à manquer, de la poudre à lessive à la confiture de quetsches. Elle doit avoir expédié sa liste via Internet au supermarché, réglé la transaction à la caisse en débitant son compte, noté l'état de fraîcheur de la viande, du poisson, des légumes, établi des menus types pour la semaine. L'imprévu n'a plus cours. Les esprits aventureux doivent aller s'engager sur Mars, nouvelle frontière de l'inconnu. Ou faire du trekking sur la Lune. Pas de doute, le quotidien manque de défis, et l'existence ne cesse de se prolonger... À 70 ans, William est dans la force de l'âge. Il se remet d'un divorce, le quatrième de sa vie. Mais, grâce à la maîtrise des gènes du vieillissement, il peut espérer vivre en forme jusqu'à 150 ans.

« Six heures trente ! Assez fait tremette. Du nerf, mon vieux. » Pas de répit avec Robin. En un clin d'œil, la baignoire est vidée et nettoyée. Tout en se séchant, William pense à ce proverbe cité un jour par un collègue africain : « Si tu ne sais pas où tu vas, retourne-toi et regarde d'où tu viens. » C'est un peu ce qu'il a fait en se spécialisant dans l'étude anthropologique de l'évolution de l'habitat. À l'origine, la

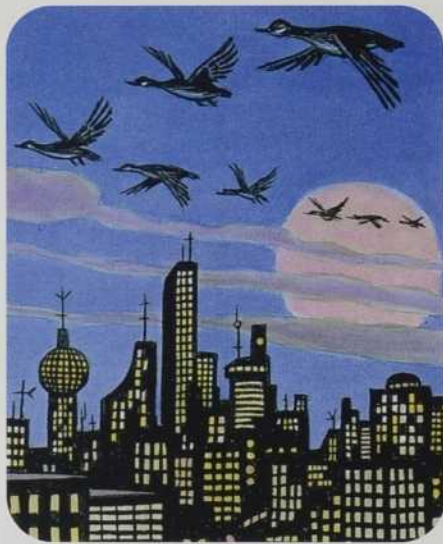
caverne préhistorique abritait le clan au complet contre les prédateurs et les intempéries. Puis, au fil des millénaires, la maison est devenue une zone privée où la famille vaquait à ses occupations. Cette notion d'espace privé a culminé dans les années 90 avec la vague du « cocooning ». Dans la deuxième moitié du XXI<sup>e</sup> siècle, malgré les serrures qui reconnaissent les

empreintes digitales et les systèmes de sécurité inviolables, les murs de la maison sont devenus poreux. Rien de très différent en apparence avec l'habitat du début du siècle, sinon que des esclaves invisibles occupent la place. Ils sont chargés de s'occuper des besognes ingrates pour laisser aux humains le temps de digérer une somme incalculable d'informations. Chez soi, le monde est au bout de ses doigts. Le privé et le public, l'intérieur et l'extérieur se mêlent dans un espace virtuel totalement intangible. L'ennui, c'est que le cerveau évolue à son propre rythme. Grattez un peu, la caverne préhistorique n'est pas si loin...

Neuf heures. Revêtu d'un costume gris fer ultraconfortable en tissu antibactérien, William entre dans son bureau virtuel. La plupart des maisons en sont équipées depuis que le télétravail s'est généralisé. Le visage de Dave apparaît déjà sur le mur de conférence, toujours ponctuel malgré sa personnalité farfelue. À une époque où tout le monde semble coulé dans le même moule, des inclassables comme lui sont une denrée rare.

« Salut Willy ! Tu connais la blague du gars qui ne comprenait rien aux plaisanteries de son ordinateur ? »

Dix-huit heures. William savoure un re-



pos bien mérité en sirotant une vodka orange. Le plateau repas commandé à Berthe sera prêt dans un quart d'heure. Au menu : ragoût de bœuf de culture, excellent et sain. Tous les problèmes liés à l'élevage, polluant et cruel (William pense avec un frisson aux abattoirs du siècle dernier) ont été réglés quand on s'est mis à fabriquer des tissus à partir de cellules animales. Le steak et le gigot en éprouvette.

En attendant, William fait la visite virtuelle de trois ou quatre bars où l'am-

bianche bat déjà son plein. Après une journée de télétravail, les gens ont hâte de retrouver un contact humain. En bas, dans la ville brillamment illuminée, l'heure de pointe commence. Robin a déjà transmis à la voiture le meilleur itinéraire pour se rendre à l'endroit choisi, où William retrouvera son copain Dave. Petite soirée de célibataires.

William pose son verre. Soudainement, il en a assez de cet espace climatisé jalonné de capteurs. Il débranche le système de sécurité et sort sur la terrasse, respirant avec délice une bouffée d'air frais où il décele l'arrivée prochaine du printemps.

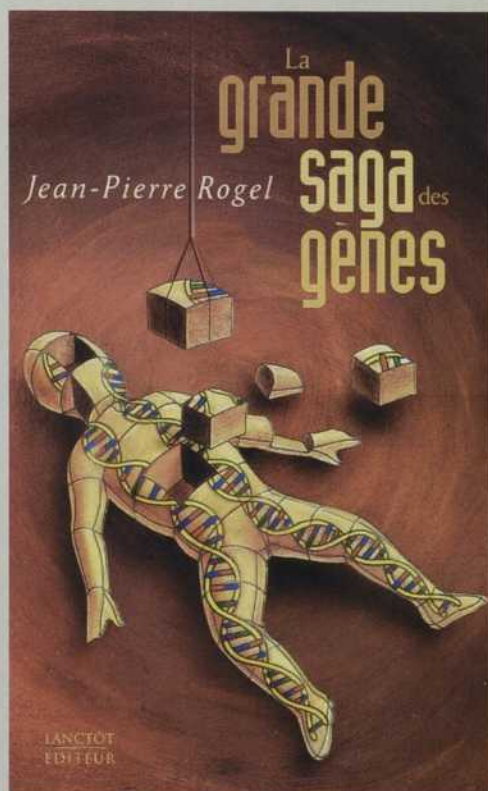
À ce moment, très haut, passe un vol de bernaches. Elles reviennent du Sud, guidées par des signaux encore inexpliqués. William sent dans sa poitrine une chaleur qui irradie jusqu'aux oiseaux en plein vol. Il se sent tout d'un coup très jeune et très vieux, de l'âge où le premier oiseau migrateur s'est élancé dans le ciel.

Tant qu'il y aura des vols de bernaches au printemps... ●

#### À lire :

Michio Kaku, *Visions, comment la science va révolutionner le XXI<sup>e</sup> siècle*, Albin Michel  
Michaël Dertouzos, *Demain*, Calmann-Lévy

En vente en librairie



Concours de journalisme scientifique

Bourse  
Fernand-Seguin  
2000



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

Date de clôture :  
vendredi 14 avril 2000 – 17 h.

Pour obtenir le dépliant  
veuillez vous adresser à :

**Bourse Fernand-Seguin**  
Association des communicateurs scientifiques  
4388, rue Saint-Denis, bureau 304  
Montréal (Québec) H2J 2L1  
Tél. : (514) 844-4388  
ou à la station de Radio-Canada  
de votre région

Avec la collaboration de :



# Québec Science vous offre le cadeau du siècle !

**Abonnez-vous à Québec Science et vous recevrez gratuitement le magnifique album souvenir 100 ans de science !**

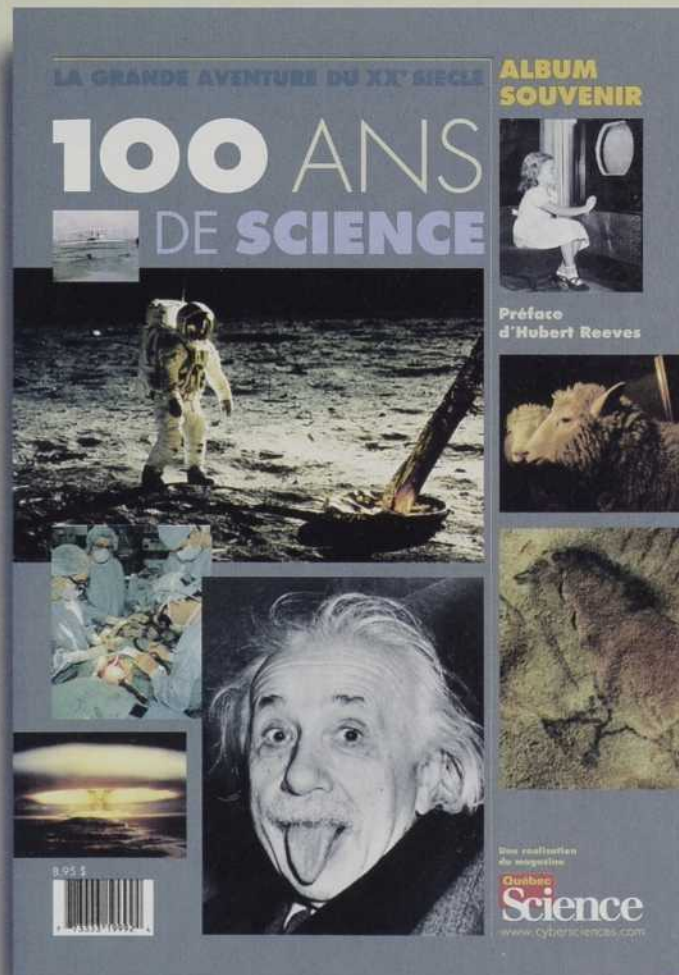
- 100 pages de chronologies, de portraits, d'entrevues avec des scientifiques et d'articles sur les grandes réalisations, événements et découvertes qui ont marqué le XX<sup>e</sup> siècle
- Une réédition complète de la série « 100 ans de science » présentée en 10 épisodes dans le magazine Québec Science en 1999
- En plus, des articles, des photos et des informations inédites !

**Un prestigieux album que vous conserverez avec plaisir !**

**Québec Science, le magazine de la découverte**

- Des textes fouillés, des références pratiques, une grande variété de sujets, des informations fiables, des articles bien documentés
- Lu en moyenne par 200 000 personnes\*
- 10 numéros par année

\* Statmédia - printemps 1998



LE MAGAZINE  
**Québec Science**

**Je m'abonne et je reçois l'album 100 ans de science**

- 1 an (10 n<sup>os</sup>) 35,95 \$ + taxes : 41,35 \$
- 2 ans (20 n<sup>os</sup>) 61,95 \$ + taxes : 71,26 \$
- 3 ans (30 n<sup>os</sup>) 85,95 \$ + taxes : 98,97 \$

Nom  Prénom

Adresse

n°  rue  app.

ville  province

code postal  téléphone

Profession

Ci-joint mon paiement :  Chèque  Visa  MasterCard  
Chèque à l'ordre de Québec Science

N° de carte  Date d'expiration  /

Signature

Détachez et expédiez à **Québec Science**  
Service des abonnements, 525, rue Louis-Pasteur  
Boucherville (Québec) J4B 8E7  
Tél. : (514) 875-4444 ou 1 800 667-4444  
Télec. : (514) 523-4444  
Courriel : AQCourrier@abonnement.qc.ca  
Numéro d'enregistrement de la TPS : R-1335-97427  
Numéro d'enregistrement de la TVQ : 1013609086



OS-02-2000



# Enquête sur une forêt disparue

Une toundra à 90 minutes de Québec ? Non, la végétation particulière du parc des Grands Jardins serait plutôt due à une forêt mal régénérée. Son écosystème âgé de 50 siècles cache bien d'autres mystères.

par Joël Leblanc

**À** quatre pattes dans le lichen et la tourbe, Claude Lavoie fouille avec précaution le sol du parc des Grands Jardins. Il exhume minutieusement des insectes qui gisent là depuis 5 000 ans...

« Ces fossiles ne sont bien sûr pas très vieux en comparaison d'autres, dit le biologiste, mais c'est ce qui fait tout leur intérêt. Ce sont des espèces qui vivent encore de nos jours; elles constituent d'excellents indicateurs pour évaluer les changements environnementaux survenus au cours des derniers millénaires. » On comprend aussi qu'il s'agit d'excellents témoins de l'histoire. Car ce parc des Grands Jardins, situé

entre le comté de Charlevoix et la réserve des Laurentides, constitue une véritable énigme aux yeux des chercheurs.

C'est que ni l'altitude, ni la latitude ne peuvent expliquer la présence à cet endroit d'une pessière à lichen : une forêt d'épinettes très ouverte poussant sur un épais tapis de lichen. Ce type de végétation alpine se retrouve habituellement beaucoup plus au nord ou à la crête des hautes montagnes. Alors, que fait cet environnement si singulier sur des sommets d'à peine 1 000 m ?

Coccinelles, scarabées et cicindèles fossilisées pourraient constituer la clé du mystère. Grâce à ces insectes millénaires,

convenir aux monts Albert et Jacques-Cartier dans le parc de la Gaspésie. Il en va autrement des Grands Jardins, a découvert Claude Lavoie. Les montagnes de ce parc où l'on retrouve la pessière à lichen ne sont pas très hautes. En comparaison, dans la réserve faunique des Laurentides, plusieurs sommets atteignent les 1 200 m. On y trouve des forêts de conifères bien denses et bien fournies. De toute évidence, les deux écosystèmes n'ont pas hérité de la même végétation.

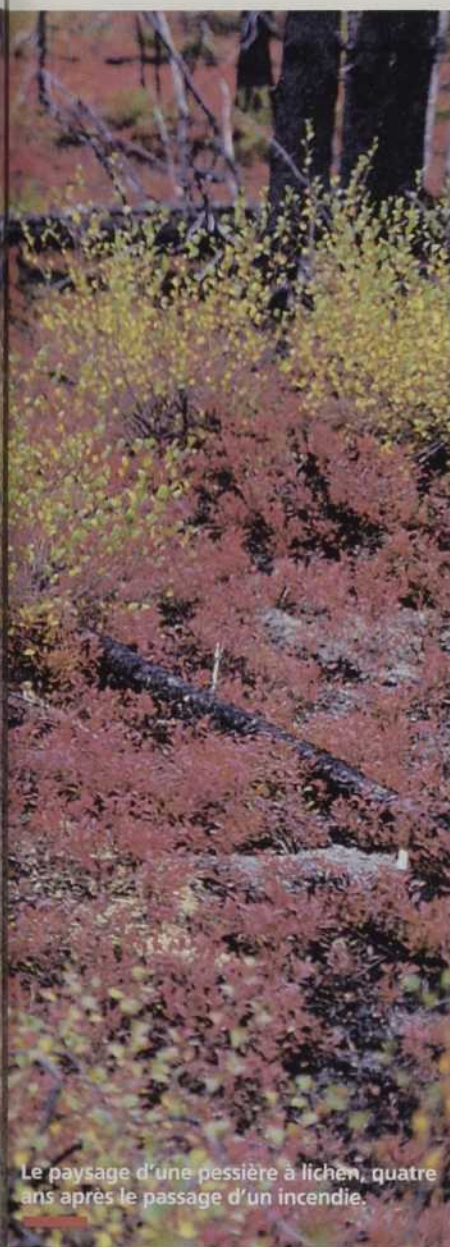
Est-il possible que la pessière à lichen ne soit pas une forêt alpine ? C'est ce que croit l'équipe de Claude Lavoie, vouée à l'étude des environnements disparus.

« Pour savoir d'où vient cette végétation, nous sommes allés voir de quoi avait l'air la forêt au temps des premiers Amérindiens », raconte Claudia Zimmerman, l'une des chercheuses. À ses yeux, les tourbières constituent une véritable machine à voyager dans le temps.

Elles sont des écosystèmes où la matière organique se crée plus rapidement qu'elle ne se décompose, les nouvelles générations

de végétaux poussant sur les anciennes. Cela entraîne une accumulation verticale de substances végétales partiellement décomposées. Les couches les plus profondes sont donc les plus âgées. À cause de la forte acidité, de l'humidité, du climat froid et de l'absence d'oxygène, les tourbières constituent d'excellents milieux de conservation. La matière qui tombe dans une tourbière a ainsi de fortes chances d'être préservée, ce qui explique la présence de fossiles. Il suffit de penser aux corps humains de plus de 2 000 ans que l'on retrouve presque intacts dans les tourbières d'Europe du Nord.

Les chercheurs de l'Université Laval ont exploré les tourbières du parc par carottage, exhumant ainsi différentes espèces d'insectes. Ils se font les pionniers d'une discipline toute récente au Québec, la paléoentomologie. En dressant la liste des insectes qui peuplaient le territoire à une certaine époque, on vise à reconstituer les environnements passés. Il n'est pas toujours facile d'identi-



Le paysage d'une pessière à lichen, quatre ans après le passage d'un incendie.

Photos : Studio Gosselin



Le parc des Grands Jardins

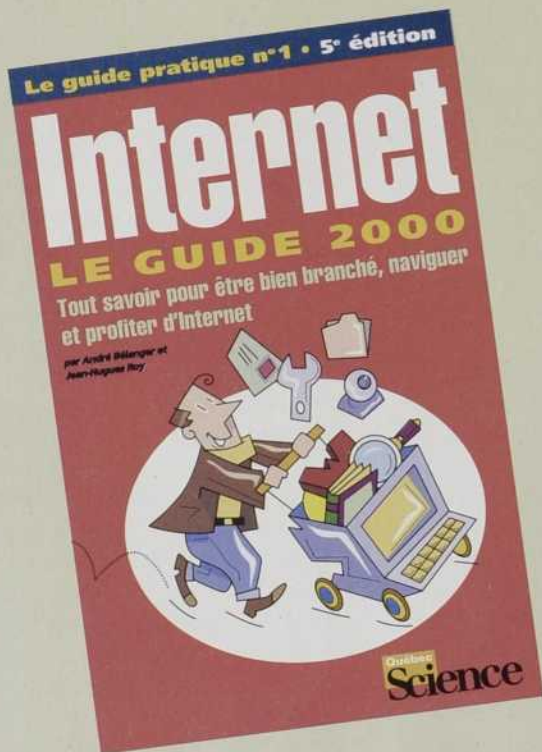
## Un attrait touristique majeur

Juché sur les hauts monts de l'arrière-pays de Charlevoix, le parc des Grands Jardins s'étend sur une superficie de 310 km<sup>2</sup>. Sa création en 1981 visait à protéger ce milieu magnifique de l'exploitation forestière à laquelle il était soumis depuis les années 40. C'est en fait la portion est de la réserve faunique des Laurentides qui a changé de statut et qui est devenue un parc. Réintroduit à la fin des années 60, le caribou y survit en se nourrissant du lichen des pessières.

Attraction touristique majeure de la région, le parc accueille chaque année des milliers de visiteurs, principalement des randonneurs et des fondeurs, mais aussi des adeptes de l'escalade, du vélo de montagne, du camping et de la pêche. Le mont du lac des Cygnes, qui culmine à 980 m, a la faveur des touristes. De son sommet, on peut embrasser du regard toute la région de Charlevoix, et en particulier son célèbre astroblème.

Claude Lavoie tente de reconstituer l'histoire de ce joyau écologique unique au Québec. Chose certaine, le parc avait autrefois un visage bien différent de celui qu'on lui connaît aujourd'hui.

« Après la dernière glaciation, la toundra occupait un très vaste territoire, beaucoup plus au sud qu'aujourd'hui, explique le fondateur du laboratoire d'écologie historique de l'Université Laval. En régressant, suggère la croyance populaire, elle aurait laissé derrière elle ce petit îlot dans la région de Charlevoix. » C'est d'ailleurs ce que racontent, en toute bonne foi, les guides et naturalistes du parc aux visiteurs. Cette hypothèse de l'îlot résiduel semble



# Il s'en vient !

## Québec Science sur cédérom



**SPÉCIAL**  
ABONNÉS DE QUÉBEC SCIENCE  
**39,95 \$**  
Frais d'envoi inclus, taxes en sus

Toute l'actualité scientifique et technique publiée dans le magazine *Québec Science* de 1989 à 1997

- Des informations utiles, fiables et passionnantes.
- Dossiers, reportages, nouvelles, chroniques, suppléments.
- 2 500 articles !
- Un outil d'information et de référence essentiel pour tout savoir sur une foule de sujets : espace, santé, environnement, innovations technologiques, recherche fondamentale et appliquée, etc.
- Une navigation électronique de haute performance. Recherche par mots clés, liens hypertextes, images agrandies, interface conviviale, animations, etc.
- En vente dans tous les bons magasins : 49,95 \$ plus taxes.

**Commandez dès maintenant !**  
**Région de Montréal :**  
**(514) 875-4444**  
**Partout au Québec :**  
**1 800 667-4444**

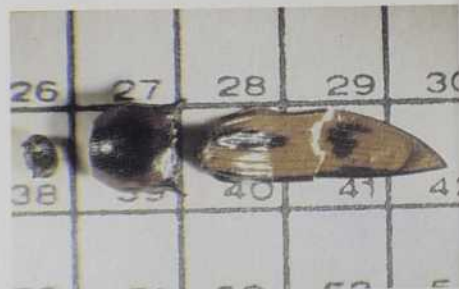
Configuration requise : Ordinateur personnel doté d'un microprocesseur 386X ou supérieur (486 recommandé), lecteur de cédérom, système d'exploitation Windows version 3.1, 3.11, 95 ou ultérieure, 4 mégaoctets de mémoire vive (8 mégaoctets recommandés) OU Ordinateur de type Macintosh, lecteur de cédérom, système d'exploitation Mac OS version 7 ou ultérieure, 8 mégaoctets de mémoire vive.

Produit par Québec Science et Les Logiciels de Marque inc.

fier une espèce lorsqu'on n'en trouve que des fragments. Une fois l'identification complétée, on associe les insectes aux habitats qu'ils occupent aujourd'hui. C'est alors que l'on arrive à recréer la succession chronologique des habitats pour la région étudiée.

Dans le cas des Grands Jardins, cet examen a révélé qu'il y a 4 500 ans, le territoire était entièrement recouvert d'une forêt fermée et dense, comme dans l'actuelle réserve des Laurentides. Des épisodes de feu successifs, étalés sur quelques siècles, ont décimé la forêt pour ne laisser qu'une végétation subalpine. En 1915, un nouveau brasier a poursuivi cette dégradation pour donner la végétation alpine que l'on connaît actuellement. La fameuse pessière à lichen du parc des Grands Jardins n'est donc qu'une forêt dévastée qui a été incapable de se régénérer.

Pourquoi n'a-t-elle pu renaître de ses cendres ? Serge Payette et son équipe du Centre d'Études Nordiques (CEN) de l'Université Laval se sont posé la question. Eux aussi ont fouillé le sol du parc à la recherche d'insectes. Mais ils ont concentré leurs travaux sur une bestiole au dossier déjà peu reluisant au Québec : la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Elle serait la grande responsable de la régénération déficiente de la forêt. En fouillant le sol, les chercheurs du CEN ont découvert une quantité importante de capsules céphaliques de tordeuses (la carapace dure recouvrant la tête de la chenille). Les échantillons se concentraient dans certaines strates précédant immédiatement les couches de charbon dues au feu. Les arbres ont donc subi coup sur coup les attaques des insectes puis celles du feu. Trop affaiblis par le premier phénomène, ils ont été incapables de se reproduire autant à la



Fossile de coléoptère. Un témoin de la vie dans la forêt des Grands Jardins, il y a près de 5 000 ans.

suite du second. C'est pourquoi la forêt est aussi clairsemée aujourd'hui. « La capacité de régénération est très réduite, mais elle n'est pas nulle, précise Serge Payette. Une période de quelques décennies sans incendie permettrait sûrement à la forêt de reprendre ses droits et de recoloniser ce milieu. »

La pessière des Grands Jardins n'est tout de même pas l'œuvre de la tordeuse. Si c'est le lichen qui prédomine au sol, plutôt que la mousse ou des formes arbustives, c'est que le parc offre aussi des conditions de croissance difficiles : précipitations peu abondantes et sols grossiers. Le fait que les pluies soient plutôt rares est imputable aux montagnes élevées de la réserve faunique des Laurentides, qui freinent une partie des masses d'air humide en transit vers l'est. C'est en quelque sorte une réplique en miniature du phénomène qu'on retrouve dans les Rocheuses et les plaines de l'Ouest. Donc, lorsque le couvert forestier disparaît à la suite d'un feu, l'évapotranspiration importante s'ajoute à ces conditions défavorables, et le milieu devient excessivement aride. « Seuls les lichens ont les aptitudes pour pousser là, explique Serge Payette. Ils grandissent quand il pleut et s'endorment en période de sécheresse. Les mousses, qui ont besoin d'un apport continu en eau, ne pourraient pas supporter un tel stress. »

Les chercheurs ont même trouvé une preuve beaucoup plus directe de la présence de la dense forêt d'autrefois : des troncs brûlés. « Difficiles à trouver à cause de l'épais lit de lichen qui les recouvre maintenant, ces troncs nous ont été révélés par le feu de



## Cocotte au feu

L'épinette noire vit une bien curieuse relation avec le feu : non seulement peut-elle y survivre, mais elle en a besoin pour se reproduire. En effet, les cônes renfermant les graines d'épinette ne s'ouvrent que s'ils sont chauffés à plus de 60 °C. L'arbre, qui périt par le feu, assure donc sa descendance grâce à lui. C'est pendant sa jeunesse (avant 20 ans) qu'une forêt d'épinettes est la plus vulnérable aux incendies; si le brasier survient alors que les arbres n'ont pas encore atteint la maturité et produit des cônes, la régénération forestière sera sérieusement compromise.

mai 1999. Le tapis de lichen a été brûlé et on a pu voir que sous celui-ci, le sol est jonché de troncs d'arbres calcinés depuis plusieurs décennies. La quantité de troncs est impressionnante, ce qui indique que la forêt y était dense à l'époque. Suite à ce feu ancestral, la forêt est restée très ouverte. On y comptait quatre fois moins d'arbres qu'avant l'incendie. Maintenant que le feu l'a de nouveau détruite, on peut prédire que la pessière sera plus ouverte que jamais. Elle aura des airs de toundra sans en être une... »

Le feu est donc l'artisan de la beauté du parc des Grands Jardins. Comment la protection de cet environnement unique devra-t-elle être planifiée ? Si on réussit à maîtriser rapidement tous les feux qui s'y déclarent, les épinettes reprendront graduellement le dessus et repeupleront ces espaces ouverts. Ainsi disparaîtra la fameuse pessière à lichen qui donne son cachet au parc. Serait-ce là une raison suffisante pour adopter une politique de tolérance des feux, dans le but de faire perdurer cet habitat ? À l'extrême, irait-on jusqu'à allumer sciemment des incendies avec le dessein paradoxal de conserver le milieu ? On a quand même du temps pour y réfléchir, il n'y a pas le feu... ●



Où et quand trouver  
le pourquoi et  
le comment ?

La question est obscure,  
la réponse est limpide.

OBJECTIF  
SCIENCE  
Mercredi 19h



ÊTES-VOUS BIEN ASSIS ?

Extrait

# Pas d'évolution sans culture

**P**ourquoi les êtres humains pensent-ils ? Pourquoi les êtres humains portent-ils tant d'attention à l'intelligence ? Pourquoi sommes-nous si inquiets lorsque notre suprématie cognitive est menacée ? Nous craignons la domination des machines intelligentes, mais nous n'éprouvons aucune inquiétude à côtoyer quotidiennement des machines qui nous dominent physiquement. Pourquoi défendons-nous notre cognition avec tant d'acharnement ?

La perception contemporaine du monde veut que chaque espèce remplisse une fonction particulière. Dans ce modèle, les êtres vivants, les phénomènes géologiques ou atmosphériques, les représentations, les produits chimiques, bref tout ce qui est présent dans ce monde, peu importe à quelle échelle ou selon quelle concentration, existe en tant qu'élément fragile et fondamental d'une structure complexe. Tout phénomène, toute manifestation, tout vivant tisse sa présence dans l'immense toile d'araignée qu'est notre planète. Quelle est notre place dans ce grand schéma des choses ? À quoi servons-nous ? Quel rôle jouons-nous dans l'équilibre instable de ce monde ?

L'être humain est un mauvais spécimen physique. Il est faible, il ne possède ni crocs ni griffes; son ouïe, sa vue, son odorat sont tous très moyens. L'être humain ne court pas vite, il ne saute pas haut, il ne vole pas ni ne nage d'instinct. L'être humain a toujours froid, sa progéniture naît démunie et reste dépendante longtemps. Comment alors pouvons-nous justifier notre présence dans cet écosystème ? Comment pouvons-nous accepter l'idée même de notre émergence, puis de notre fabuleuse expansion ? Comment expliquer que nous n'ayons pas été décimés ? Notre existence, dans sa pauvreté physique, rem-

**« La culture et ses manifestations sont aussi essentielles à cette planète que peuvent l'être l'eau et l'air. » Dans un essai publié bientôt chez VLB éditeur, Ollivier Dyens, un professeur de littérature comparée à l'université de Baton Rouge, en Louisiane, nous rappelle combien la dimension culturelle a été vitale et l'est toujours dans l'évolution humaine. Voici un extrait de son ouvrage *Chair et Métal*.**

plit-elle une fonction particulière ? Comment avons-nous pu nous multiplier dans cette toile si dangereuse ? Comment survivrons-nous dans les siècles à venir ?

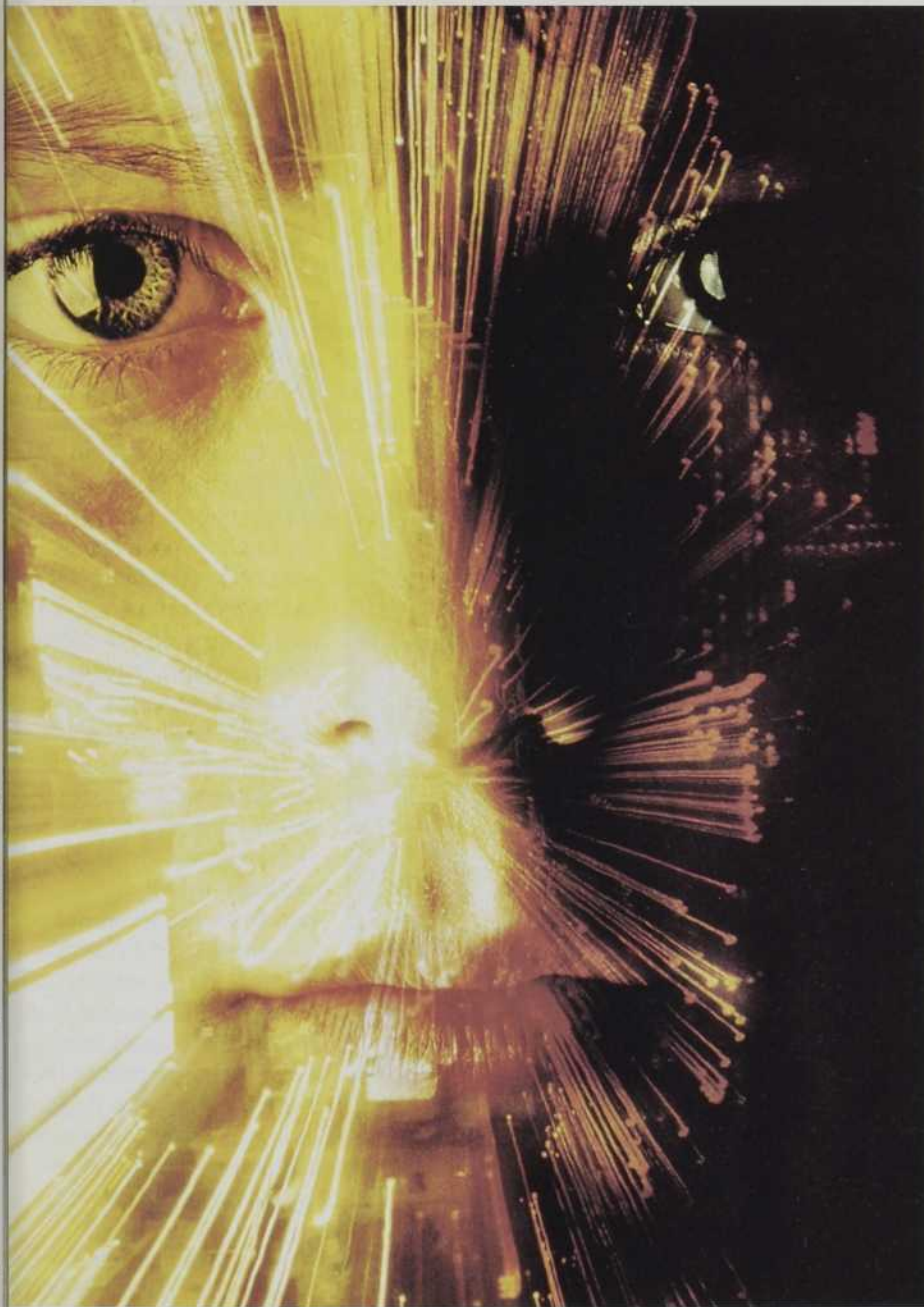
Il faut, pour répondre à ces questions, tenter d'observer différemment notre écosystème. *La toile planétaire est tissée de culture*. Du nid d'oiseau au chant du coq, en passant par les transmissions satellites, notre écosystème est fondamentalement plongé, noyé dans les manifestations culturelles. Nous encodons, décodons et réencodons continuellement. La culture et ses manifestations sont aussi essentielles à cette planète que peuvent l'être l'eau et l'air. La culture est la glaise qui permet de sculpter la complexité.

Mais si la culture est cette glaise, l'intelligence est la main qui la façonne. Et si nous parlons relativement peu de l'importance de la culture dans l'émergence de l'écosystème et dans la dynamique de l'évolution, nous parlons encore moins de l'intelligence. Lorsque nous parlons de survie des espèces, lorsque nous étudions la

Ollivier Dyens



Josée Lambert



Oscar Burriel/SPL/Photograph

richesse d'un système, lorsque nous examinons l'histoire planétaire, nous nous arrêtons rarement à l'intelligence. Et pourtant, il est indéniable que celle-ci est indispensable. Pour que la toile des vivants et des phénomènes puisse tenir, il lui faut absolument posséder une intelligence. Tout système, qu'il soit biologique, planétaire, météorologique ou écologique, doit être intelligent, doit manipuler des représentations, les encoder, les décoder, en produire, s'en servir pour survivre et se complexifier. La planète que nous habitons n'est pas simplement une soupe organique. Elle est aussi une soupe d'intelligences.

L'intelligence la marque dans toutes ses anfractuosités, dans toutes ses manifestations et dans toutes ses couches. Et c'est ici que l'être humain trouve sa place.

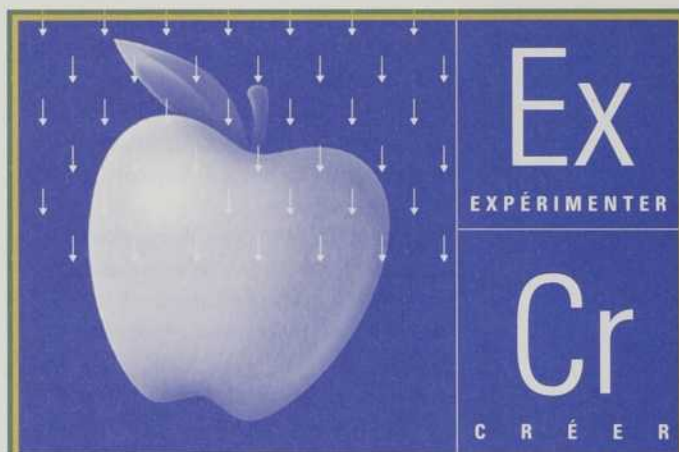
**N**ous sommes la matière pensante. Voilà notre fonction. Nous existons afin d'ensemencer cette planète de représentations, d'idées, de dynamiques, de consciences, en un mot, de culture. Notre existence est cela; notre existence sert à cela. Nous, êtres humains, sommes beaucoup plus que de simples amas de gènes; nous sommes aussi des bassins de représentations, des colonies d'idées, des systèmes de pensée. Tout ce que nous faisons, tout ce que nous entreprenons, tout ce que nous produisons n'a qu'un but : l'augmentation du capital intelligent, l'augmentation de la « matière » pensante. Nous existons afin de produire *un humus de l'intelligence*, car c'est au moyen de cet humus que nous pouvons survivre et nous multi-

plier. Comme d'innombrables vers de terre qui fécondent, nourrissent et aèrent le sol, nous fécondons et nourissons de matière pensante, de richesses idéologiques et de désirs de complexification cette matrice délicate et précaire qu'est notre écosystème.

La production d'idées, de représentations, de signes et de « mèmes », est aussi importante pour l'équilibre de notre écosystème que peut l'être la production des gènes.

Il ne s'agit pas ici de laisser entendre que nous répondons aux désirs d'une entité omnipotente et omniprésente (tels Dieu, le destin ou même la nature) qui s'assure de la place et de la fonction de toute chose. Non. L'évolution est une dynamique qui n'est ni élégante ni parfaitement rodée. Comme le dit si bien Stephen Jay Gould, l'évolution procède par bricolages, par essais, erreurs, redondances et hésitations. Il n'y a pas, dans ce système que nous habitons, de *master plan* établi par quelqu'un ou quelque chose et que l'écosystème suivrait. La théorie du chaos l'a bien démontré : il n'existe pas de direction prédéterminée, car les systèmes sont beaucoup trop sensibles aux fluctuations pour être prévisibles et prédestinés. Les êtres qui peuplent l'écosystème actuel se sont développés non pas selon un plan de départ, non pas pour répondre à un désir de grâce ou de beauté, mais bien à travers d'innombrables pressions de l'environnement. Afin de survivre, un être doit trouver la niche biologique qui lui permettra de se propager, de se multiplier et de relever les défis que lui lance le monde qui l'entoure. Les êtres vivants que nous observons aujourd'hui sont les survivants de ces défis, et c'est pourquoi ils semblent si parfaitement adaptés à leur environnement.

La place que je suggère pour l'être humain, ce rôle de producteur de matière pensante, n'est donc pas marquée du signe du divin ou du destin ou même de la nature. Je crois tout simplement que la production de représentations, de dynamiques et de phénomènes intelligents est la niche que l'être humain a trouvée afin de grandir, de se multiplier et surtout de survivre aux millénaires. C'est à elle qu'il s'est adapté et moulé. Certains êtres vivants exploitent des niches organiques, d'autres, des niches chimiques, certains existent par l'entremise de niches physiques (la lumière, par exemple), d'autres, enfin, exploitent des niches temporelles ou spatiales. Je propose ici que l'être humain existe, se propage, se multiplie et évolue avec et dans la niche de l'intelligence.



**Co**  
COMMUNIQUER

**In**  
INNOVER

# Expo sciences 2000

**Expo-sciences,**  
Finale régionale de l'Est du Québec  
16-17-18-19 mars  
Cégep de la Gaspésie et des Îles  
96, rue Jacques-Cartier, Gaspé

**Expo-sciences Bell,**  
Finale régionale du Saguenay—  
Lac-Saint-Jean  
23-24-25 mars  
Pavillon Wilbrod-Dufour  
850, ave Bégin, Alma

**Expo-sciences Bell,**  
Finale régionale de Québec  
et de Chaudière-Appalaches  
17-18-19 mars  
Cégep de Limoilou Campus de Québec  
1300, 8e Avenue, Québec

**Expo-sciences Bell,**  
Finale régionale de la Mauricie,  
Centre du Québec  
24-25-26 mars  
Collège Marie-de-l'Incarnation  
725, rue Hart, Trois-Rivières

**Expo-sciences Bell,**  
Finale régionale de l'Estrie  
10-11-12 mars  
Centre culturel de l'Université  
de Sherbrooke  
2500, boul. de l'Université

**Expo-sciences Bell,**  
Finale régionale de Montréal  
23-24-25 mars  
Endroit à confirmer

**Expo-sciences Bell,**  
Finale régionale de la Montérégie  
16-17-18 mars  
Ville de la Prairie-Complexe St-Laurent  
500, rue St-Laurent, La Prairie

**Expo-sciences Bell,**  
Finale régionale de la Rive-Nord  
(Lanaudière, Laurentides, Laval)  
30-31 mars - 1er avril  
Académie Laurentienne  
1200, 14e Avenue, Val Morin

**Expo-sciences Bell,**  
Montreal Regional Science Fair  
26-27-28 mars  
Lester B.-Pearson  
11575, P.M.-Favier, Montréal-Nord

**Expo-sciences Bell,**  
Finale régionale de l'Outaouais  
17-18-19 mars  
École secondaire Hormisdas-Gamelin  
580, boul. Cité des Jeunes  
Buckingham

**Expo-sciences,**  
Finale régionale de l'Abitibi-  
Témiscamingue  
24-25-26 mars  
Centre des congrès  
de Rouyn-Noranda  
41, 6e Rue

**Expo-sciences,**  
Finale régionale de la Côte-Nord  
17-18-19 mars  
Centre Socio-récréatif  
500, Jolliet, Sept-Îles

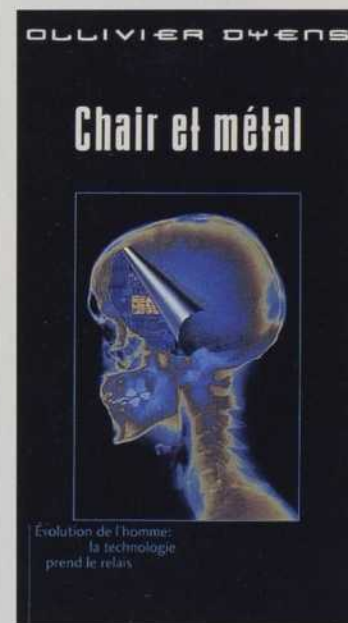
Le mouvement Expo-sciences est rendu possible  
grâce à la collaboration de Bell  
Pour information :

Conseil de développement du loisir scientifique  
**(514) 252-3027**

**www.expo-sciences.sympatico.ca**

Et c'est ici qu'apparaissent les technologies (NDA : Lorsque j'utilise le mot « technologie », je l'utilise d'une façon très globale, c'est-à-dire que j'inclus dans ce mot aussi bien les outils que les langues et les ordinateurs.). Les technologies sont comme un engrais; elles rendent l'environnement plus apte à produire des signes et de l'intelligence. En retour, un environnement intelligent est un environnement fertile pour les technologies.

Par les technologies, nous essayons de devenir intelligence, nous tentons de nous dissoudre en elle. Car, si tout être converge le plus possible vers sa niche, il tente aussi de la faire converger vers lui. Se manipuler soi-même et manipuler son environnement, voilà ce à quoi tout être vise, l'objectif originel étant de fusionner avec l'environnement pour ne plus avoir à le combattre. C'est là, en fait, le but ultime de toutes nos transformations, de toutes nos mutations et de tous nos glissements et instabilités. Voilà aussi la consé-



quence principale de notre abandon récent des absolus qui font de la matière physique une barrière incontournable. Sans ces derniers, il est possible de se liquéfier complètement dans l'intelligence.

Mais il y a plus que cela. Grâce aux technologies, nous ne faisons pas que manipuler l'environnement, nous le créons intelligent, producteur de représentations, de rêves et d'idées, nous le créons culture. Grâce aux technologies, nous transformons l'environnement en un écosystème qui nous est admirablement bien adapté, nous introduisons dans l'environnement de nouveaux réels, des réels du pen-

sant et du conscient, réels auxquels nous nous confondons à la perfection, dans lesquels nous existons parfaitement. Voilà ce que sont Internet, le *World Wide Web*, la réalité virtuelle, la vie et l'intelligence artificielles.

Les technologies sont une extension, non pas simplement sensorielle ou nerveuse, prothétique ou mécanique, mais bien ontologique. Les technologies sont l'être humain fondu à sa niche. Les technologies sont une osmose, la matière intelligente qui s'imisce dans l'humain. Mais le terme « technologie » est trop limitatif. Ce sont en fait toutes les productions intelligentes de l'humanité que doit recouvrir cette notion.

Nous ne devenons pas des cyborgs. Nous ne nous transformons pas en monstres. Les robots ne domineront pas la planète pas plus que les clones d'ailleurs. Nous ne devenons pas moins humains, mais différemment humains. Nous devenons, non pas in-humains, mais bien culture-humains. Chaque technologie qui est inventée et utilisée augmente le capital intelligent du monde et crée des territoires culturels dans lesquels nous nous épanouissons.

Ce que nous observons aujourd'hui sans véritablement être capable de mettre un nom sur cela, c'est cette convergence de notre environnement, de nos systèmes, de notre corps et de toute notre ontologie vers et dans la matière intelligente. Il ne faut plus parler de condition humaine ou même posthumaine. Il faut maintenant examiner la condition intelligente. ●

*Chair et Métal*, par Ollivier Dyens, VLB éditeur, 2000.

# Anciens numéros



Octobre 1998

## Novembre 1999

Le junk food : pire que vous ne le pensiez  
 Superman marchera-t-il ?  
 Multiples visages de la paranoïa  
 Rencontre avec Jean Rochon  
 100 ans de science : 1990-1999

## Octobre 1999

Tempêtes solaires, ça va chauffer !  
 La physique s'amuse  
 Les maux de la bouche  
 Êtes-vous génétiquement corrects ?  
 100 ans de science : 1980-1989

## Septembre 1999

L'énigme de la réussite scolaire  
 Chasse aux nouvelles planètes  
 Le cerveau chef d'orchestre  
 Les cosmétiques de Cléopâtre  
 100 ans de science : 1970-1979

## Juillet-Août 1999

9 aventures scientifiques  
 Les effets des crèmes solaires  
 Spécial ACFAS 1999  
 100 ans de science : 1960-1969

## Juin 1999

Du cannabis en pharmacie ?  
 Chandra, l'espace au rayon X  
 Le homard dans l'eau bouillante  
 Portrait de 5 dinosaures canadiens  
 100 ans de science : 1950-1959

## Mai 1999

Le Jour J de Julie Payette  
 Les 50 meilleurs sites Internet en science  
 Le vrai bilan de la santé au Québec  
 Parcs et protection de l'environnement  
 100 ans de science : 1940-1949

## Avril 1999

Ce que la généalogie nous révèle  
 Le cœur de la Terre en laboratoire  
 Cancer : il faut lui couper les vivres  
 100 ans de science : 1930-1939

## Mars 1999

Manquerons-nous d'électricité ?  
 Votre cerveau, maître des illusions  
 Galaxies : voyage dans l'espace-temps  
 100 ans de science : 1920-1929

## Il vous manque un Québec Science ? Le voici.

Complétez votre collection.

Retrouvez le dossier ou l'article qui vous intéresse.

Plusieurs numéros de *Québec Science* sont encore disponibles. Certains sont en nombre très limité. Commandes honorées jusqu'à épuisement.

**Commandez dès maintenant.**

## Février 1999

Les 10 découvertes de l'année  
 Trésor légué par les Inuits en Arctique  
 Les scientifiques de l'année  
 100 ans de science : 1910-1919



Février 1999

## Décembre 1998-Janvier 1999

La créatine, le nouveau joueur sur la glace  
 Le Québec se refroidit  
 Verglas : sommes-nous mieux préparés ?  
 100 ans de science : 1900-1909

## Novembre 1998

Histoire de la naissance de la Lune  
 De quel droit modifier les animaux ?  
 Bioterrorisme : sommes-nous prêts ?  
 Nos collections scientifiques

## Octobre 1998

Montignac, ça fonctionne !  
 Une auto à vapeur fabriquée au Québec  
 Linux et l'informatisation des écoles  
 Astronomie : la pollution lumineuse

## Septembre 1998

Le bogue de l'an 2000  
 Ce qu'il faut savoir sur le Ritalin  
 Les sourciers du cosmos  
 Les aliments génétiquement modifiés

## Juillet-Août 1998

5 énigmes sous la loupe scientifique



Novembre 1999

Les plages du Québec  
 Moustiques et autres vampires  
 Astronomie : peut-on expliquer l'Univers ?

## Juin 1998

Un grand chantier dans l'espace : la SSI  
 La vie secrète des crevettes  
 Les vestiges de *La Belle de Cavalier*  
 de La Salle  
 Le recyclage de la peinture



Septembre 1999

## Mai 1998

Les robots  
 Premier guide des voyages dans l'espace  
 Allergies respiratoires  
 La route des arômes jusqu'à nous

## Avril 1998

La Terre comme vous ne l'avez jamais vue  
 2 000 mètres sous les mers  
 Le « procès » du glutamate de sodium  
 La filière magnésium  
 Astronomie : la découverte du Soleil

## Mars 1998

Le cerveau sous influence  
 Bactéries plus coriaces, plus dangereuses  
 Internet 2  
 Tourbillons : comment ils se forment

## Février 1998

Les 10 découvertes de l'année  
 Lucien Abenheim, scientifique de l'année  
 Innovations dans l'automobile  
 Enseignement des sciences : vive la crise !

# Québec Science

Numéros demandés :

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Remplissez ce coupon et retournez-le avec votre paiement à :  
**Québec Science, 525, rue Louis-Pasteur, Boucherville (Québec) J4B 8E7**

Je commande \_\_\_\_\_ numéros à 6,45 \$ Total : \_\_\_\_\_  
 (poste, manutention et taxes incluses) TPS : 0,45\$ TVQ : 0,52\$

Nom \_\_\_\_\_

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

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

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

Je paye par  chèque  Visa  MasterCard  
 (à l'ordre de Québec Science)

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

Signature \_\_\_\_\_

Offre valide au Canada, jusqu'au 30 avril 2000, selon la disponibilité. Étranger : tarifs sur demande.  
 TPS : R 1335 97427 TVQ : 1013609086

par Raynald Pepin

## L'aimant qui sauve les vaches

Là où l'on peut voir un lien entre la production laitière et l'électricité.

**S**ans la force magnétique, il ne serait pas facile de boire du lait... On ne pourrait pas produire d'électricité, et, sans cette dernière, le moteur électrique du compresseur du réfrigérateur ne fonctionnerait pas. On ne pourrait donc pas garder le lait au froid. CQFD.

En fait, le magnétisme protège même les vaches. « Il arrive que des vaches se blessent, et même meurent d'une infection, quand elles avalent des clous ou du fil de fer, explique Émile Bouchard, professeur en médecine vétérinaire à l'Université de Montréal. Le métal endommage ou perce la paroi du réticulum, le premier estomac de la vache, ce qui occasionne une réticulo-péritonite traumatique. »

Par mesure de prévention, ou pour traiter une vache blessée, de nombreux agriculteurs et vétérinaires font avaler à leurs vaches un aimant... qu'elles rumineront toute leur vie. « L'aimant est un cylindre de la grosseur d'un index d'adulte. Dans le réticulum, le clou (ou le fil de fer) se fixe le long de l'aimant, ce qui prévient les perforations de l'estomac. »

Comment savoir qu'une vache est protégée par un aimant? « On utilise un détecteur électronique ou une boussole qu'on passe contre la vache, pour voir si l'aiguille réagit au champ magnétique de l'aimant ! »

Revenons maintenant au lait, attendant son heure derrière la porte hermétiquement close de notre réfrigérateur.



Pierre-Paul Pariseau

Savez-vous que ce sont des aimants qui assurent l'étanchéité du bourrelet de la porte? Facile à vérifier: mettez une pièce de monnaie (pas de pièces de un cent) sur le bourrelet: elle tient! Les pièces de monnaie contiennent presque toutes du nickel, un des rares matériaux à présenter des propriétés magnétiques semblables à celles du fer.

Pourquoi l'aimant du bourrelet attire-t-il la pièce? Pour répondre à cette question, il faut commencer par demander pourquoi les pôles opposés de deux aimants s'attirent. « La nature est ainsi faite, dit André-Marie Tremblay, physicien à l'Université de Sherbrooke. On peut expliquer la force magnétique de façon plus fondamentale, mais il reste que c'est une force qui existe dans la nature, comme la force électrique entre des

charges immobiles. Il faut cependant faire attention à cette comparaison, car il n'existe pas de "charge magnétique". »

Pourquoi alors un aimant attire-t-il autre chose qu'un aimant, comme la pièce de nickel? « En fait, la pièce s'aimante elle-même temporairement, sous l'influence du champ magnétique de l'aimant, explique le physicien. Dans la matière, chaque électron possède des propriétés magnétiques et se comporte comme un petit aimant. Sous l'influence d'un champ magnétique, son orientation change, tout comme l'aiguille d'une boussole est sensible à un champ magnétique. »

Souvent, les orientations des mini-aimants que sont les électrons sont telles que leur magnétisme se compense. Dans de tels cas, l'atome lui-même ne se comporte pas

comme un aimant. En revanche, pour le fer, le nickel et certains autres métaux, le magnétisme des électrons ne se compense pas exactement. Ainsi, l'atome entier se comporte lui-même comme un aimant; les physiciens disent alors que l'atome possède un *moment magnétique*.

« Dans le fer ou le nickel, les atomes voisins, à cause de forces à courte portée d'origine quantique et électrostatique, tendent à s'orienter de la même façon, explique André-Marie Tremblay. Cependant, les atomes ne s'orientent à peu près parallèlement que dans des espaces infiniment restreints, moins de un centième de millimètre. Ces espaces sont appelés domaines. D'un domaine à l'autre, l'orientation des aimants atomiques change. Voilà pourquoi, dans un morceau de fer ordinaire, les moments magnétiques des différents domaines se compensent et que le fer n'est pas aimanté. »

**S**i on place un morceau de fer ou de nickel près d'un aimant, dans un champ magnétique relativement faible, les mini-aimants atomiques tendent à s'aligner dans la direction du champ. En pratique, les domaines dont l'aimantation est dans cette direction s'agrandissent, parce que les atomes des domaines voisins se réorientent dans la direction du champ magnétique. Le fer ou le nickel acquièrent ainsi une aimantation qui n'est plus nulle. C'est pourquoi la pièce de nickel est attirée

# La vie secrète de bébé... avant sa naissance



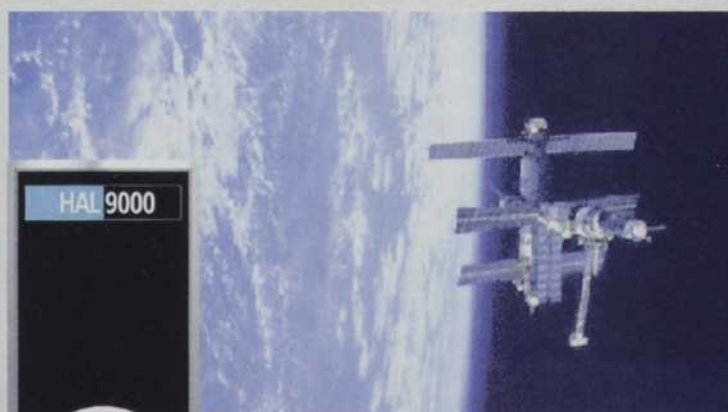
Qu'est-ce qu'un bébé apprend dans le ventre de sa maman ? Comment devient-il un garçon ou une fille ? Perçoit-il les sons et les odeurs ? A-t-il une conscience ?

Par Marie-Pier Elie

## La fin de Mir

La station spatiale russe *Mir* flotte en orbite depuis bientôt 16 ans. Est-elle au bout du rouleau ? On envisage aujourd'hui de s'en débarrasser en la faisant tomber dans l'océan Pacifique. Bilan d'une aventure spatiale qui s'achève.

Par Vincent Sicotte

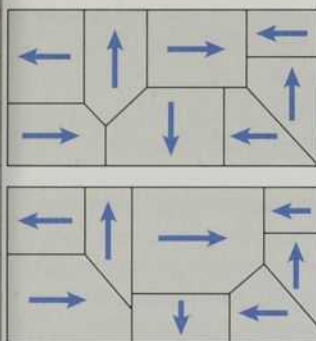


## Cap sur le futur

À quoi pensera votre ordinateur ?

Il partagera de plus en plus votre quotidien. Il retiendra tout ce que vous lui communiquerez. Il saura parler et même prendre des décisions. Il ne manquera que la vie à l'ordinateur. Et encore !

par Philippe Chartier



Champ magnétique

En haut, morceau de fer ordinaire; les flèches indiquent le sens de l'aimantation de chacun des domaines. L'aimantation totale est à peu près nulle. En bas, les domaines dont l'aimantation est dans la direction du champ magnétique s'agrandissent et l'aimantation totale n'est plus nulle.

par l'aimant du bourrelet.

Cette aimantation demeure jusqu'à ce qu'on éloigne l'aimant de la pièce : les domaines reprennent alors plus ou moins leurs dimensions originales et la pièce perd son aimantation. Pour que l'aimantation soit conservée, il faut que le fer et le nickel soient soumis à de très forts champs magnétiques et qu'ils possèdent une structure microscopique qui contrarie les variations ultérieures des domaines.

« Bien qu'on comprenne assez bien ce qui se passe dans certains cas, le magnétisme du fer n'est pas encore complètement expliqué, précise André-Marie Tremblay. On n'arrive pas, à partir de la structure atomique du fer, à calculer théoriquement ses propriétés magnétiques parce qu'il est très difficile de calculer l'effet des interactions entre les électrons responsables de ce magnétisme. » Les impuretés ou

les additifs peuvent aussi modifier les propriétés magnétiques du fer : certains aciers inoxydables, bien que contenant environ 75 % de fer, ne sont pas magnétiques.

Bien que la vie soit difficilement envisageable sans petits aimants pour coller nos messages sur la porte du frigo, le magnétisme prend véritablement toute son importance dans ses liens avec l'électricité. Un courant électrique produit en effet un champ magnétique. Si le courant passe dans une bobine de fil enroulé sur lui-même, les champs de chaque tour de fil s'additionnent et le champ total peut devenir très fort.

« L'électron peut être considéré plus ou moins comme une charge électrique qui tourne sur elle-même, ce qui équivaut à la circulation d'un petit courant, dit André-Marie Tremblay. Le magnétisme du fer et celui produit par les courants électriques sont des phénomènes apparentés. »

La production de champs magnétiques par des courants est à la base de notre technologie, puisqu'elle est utilisée dans les moteurs électriques, les transformateurs, les électroaimants (qu'on retrouve par exemple dans les têtes de magnétophone, les lecteurs de disquette, les haut-parleurs et la télévision) et, surtout, dans les génératrices d'électricité. Avant les premières génératrices, le courant électrique ne pouvait être produit que par des piles, ce qui limitait sensiblement son utilisation. Grâce à la production de champs magnétiques, notre mode de vie est maintenant bien différent. ●

## La question du mois

Quelle est la force qui empêche un aimant de tomber du réfrigérateur ?

### Réponse

C'est le frottement s'opposant à la gravité. La force magnétique est dirigée horizontalement et ne fait que presser l'aimant sur le réfrigérateur, ce qui augmente le frottement.



## La revanche du postier

Plus de un million de courriels par heure circulent dans Internet. À lui seul, le courrier électronique représenterait, selon Datamonitor (1), près de 10 % des données voyageant sur le réseau (le Web monopolise à lui seul 68 % de l'achalandage). De plus, selon une étude de l'Electronic Messaging Association (2), qui fait la promotion de la messagerie électronique sous toutes ses formes, ce nouveau mode de communication aurait permis des économies annuelles de 12 milliards de dollars américains en frais d'interurbains et de timbres-poste. Cette association estime également que près de sept trillions de messages seront envoyés cette année !

Évidemment, cela a quelques effets sur le travail des postiers. En 1993, la Société canadienne des postes (3) avait transporté près de 10,4 milliards de lettres et de colis. Aujourd'hui, le nombre d'articles est passé à environ 9 milliards. C'est la correspondance personnelle qui connaît la baisse la plus marquée. Depuis le milieu des années 90, son volume décroît chaque année de 1 % à 2 %.

Malgré cela, la correspondance d'affaires, qui représente 85 % du volume total, continue sa croissance bon an, mal an. En effet, même si le courrier électronique a l'avantage de la vitesse et de la gratuité, il souffre encore de certains handicaps : son trajet est aléatoire sur le réseau, il n'est pas à l'abri des regards indiscrets et il est difficile de suivre son cheminement jusqu'à destination.

C'est pourquoi la traditionnelle lettre timbrée, avec « le

Le courrier électronique et Internet mettent-ils la poste en péril ? Est-ce que le timbre-poste sombrera dans l'oubli ? Peu probable...



Remy Simard

### CyberJargon

#### IPP

Après la poste électronique, viendra bientôt la télécopie électronique ! Depuis deux ans, l'Internet Engineering Task Force (IETF), l'instance qui met au point et approuve les normes du réseau Internet, est à l'ouvrage pour un tout nouveau protocole, l'Internet Printing Protocol, consacré à l'impression par Internet. Lorsque ce protocole sera en service, il sera possible de produire un document sur une imprimante branchée à Internet n'importe où dans le monde, comme s'il s'agissait d'un télécopieur. Des mécanismes sont prévus pour assurer la sécurité et la confidentialité des documents à imprimer.

#### Internet Printing Protocol

<ftp://ftp.isi.edu/in-notes/rfc2567.txt>

cachet de la poste faisant foi », demeure le moyen de prédilection pour le courrier « sérieux », comme les factures, les contrats et la plupart des procédures administratives.

Après avoir un peu tardé, les postes nationales tentent désormais de profiter de leur bonne réputation pour se tailler une petite place sur la grande toile et devenir l'intermédiaire privilégié pour la correspondance autant physique que numérique.

Le service postal tente, par exemple, de se positionner sur le terrain des fournisseurs de courrier électronique gratuit, tel Hotmail.com ou MonCourrier.com. En décembre 1999, la Société canadienne des postes a lancé son service de « poste électronique » le eposte (4). En plus du courriel proprement dit, on peut y recevoir une partie de son courrier « normal » via le Web. En outre, comme le

eposte permet le paiement électronique, on peut y recevoir et payer ses factures directement par Internet. Ce type de service est déjà offert depuis quelque temps par les institutions bancaires, mais le eposte a l'avantage de tout regrouper sur un seul site. Un effort particulier a de plus été mis, promet-on, sur la sécurité. Il faut donc utiliser un logiciel de navigation avec connexion protégée par cryptographie à clé de 128 bits pour y accéder.

En collaboration avec la Poste française et l'United States Postal Service (USPS), Postes Canada participe également à la mise en place d'un réseau hautement sécurisé d'envoi de documents dans Internet. Appelé PosteCS (prononcez *postex*), ce réseau (5) se veut une alternative au courrier recommandé et au télécopieur.

Plus sophistiqué que le courrier électronique traditionnel, PosteCS vise d'abord les entreprises : connexion cryptée avec clé de 128 bits, authentification par certificat numérique, protection par mot de passe, etc., le système tente de tirer partie de tous les dispositifs de sécurité disponibles. Chaque message reçoit également un cachet postal électronique, qui comprend une « empreinte » du document original afin d'en détecter toute altération. L'expéditeur peut également suivre, en temps réel, chacune des étapes du cheminement de son document.

À la suite d'un accord conclu en juin dernier avec l'International Postal Corporation (6), l'organisme qui regroupe une vingtaine de postes nationales dans le monde, le service PosteCS devrait passer de la phase expérimentale à la

## J'ai un fureteur qui ne veut pas mourir

Paradoxalement, la popularité et la démocratisation du Web ralentissent son évolution. Soucieux d'être à la fine pointe de la technologie, les premiers *surfers* optaient rapidement pour la plus récente version de leur fureteur. Ce n'est pas le cas des internautes d'aujourd'hui, qui mettent beaucoup plus de temps avant de mettre à jour leur logiciel.

Or, les vieux fureteurs ne sont pas compatibles avec les plus récentes innovations, comme les animations Flash, les feuilles de style et le XML (voir *Québec Science*, mai 1998). Par crainte de perdre les visiteurs d'une « autre époque », les concepteurs de sites hésitent à adopter les nouvelles normes. Bref, le Web stagne un peu.

Si les versions 1 et 2 ont fini par disparaître, on estime que les versions 3 de *Netscape Navigator* et de *Microsoft Explorer* seront encore en circulation au début de 2001. Quant aux versions 4, elles devraient disparaître en 2003 seulement.

StarMarket — Statistiques d'utilisation des fureteurs  
<http://www.statmarket.com/SMHT?c=Browsers>

phase de développement au cours de cette année.

En attendant que la poste électronique devienne monnaie courante, on verra sûrement fleurir divers services hybrides, comme la Télépost (7), le « guichet unique » de la Poste française. Certains de vos correspondants vivent encore à l'époque du précourriel et il vous coûte de coller un timbre sur une enveloppe ? Eh bien, vous pourriez envoyer un courriel avec l'adresse postale du destinataire et un fichier attaché contenant la lettre ou tout autre document que vous souhaitez lui faire parvenir. Le serveur WebLettre se charge

ensuite d'imprimer le document, de le mettre dans une enveloppe, d'affranchir le tout et de l'envoyer à votre correspondant. Un autre service, le FaxPoste, fait le pont entre le courriel et le télécopieur.

Une question se pose cependant : à long terme, la poste disparaîtra-t-elle ? On l'avait déjà prédit au moment de l'apparition du téléphone et de celle du télécopieur. Mine de rien, la poste a tout de même su, jusqu'à maintenant, adapter à son profit les nouvelles technologies. Néanmoins, une étude du gouvernement américain parue l'automne dernier prévoit que le courrier prioritaire connaîtra son apogée en 2002 pour graduellement disparaître, en raison de la prolifération des transactions électroniques.

Le commerce électronique semble par ailleurs un domaine prometteur pour la poste traditionnelle, car si les transactions électroniques se multiplient, cela favorise le mouvement de biens matériels... et remplit de ce fait les coffres des institutions postales. La Société canadienne des postes prévoit que, grâce aux

# Le timbre électronique

Plus besoin d'aller au bureau de poste ! L'automne dernier, l'United States Postal Service (USPS) a lancé un programme d'émission de timbres électroniques, du nom d'IBIP (Information Based Indicia Program). En partenariat avec deux petites sociétés américaines, Stamps.com et E-Stamp, l'USPS met à la disposition de ses clients un logiciel qui remplace l'habituelle machine à affranchir et leur permet d'imprimer eux-mêmes leurs timbres.

Mais les philatélistes seront déçus : le timbre électronique est en fait un code à barres en deux dimensions. Composé de 250 symboles spéciaux, il peut contenir divers renseignements, comme la date, le lieu d'expédition, le montant de l'affranchissement et d'autres données de sécurité.

Via le Web, les clients peuvent acheter des timbres pour une certaine somme, laquelle est créditée à leur compte US Postal. À chaque envoi de courrier, l'utilisateur calcule le montant de l'affranchissement et imprime le timbre électronique sur une étiquette ou directement sur l'enveloppe. Une fois la lettre ou le colis mis à la poste, un lecteur optique lit le timbre et son montant est aussitôt débité du compte du client.



En plus de permettre à ses clients d'acheter des timbres 24 heures sur 24, la poste américaine, qui traite plus de 40 % du courrier mondial, entend également faire des économies. En effet, elle doit imprimer plus de 40 milliards de timbres chaque année !

Chaque timbre électronique contient une signature unique et n'est utilisable qu'une seule fois. Ce système devrait donc être plus sûr que les compteurs postaux, relativement faciles à duper avec les imprimantes laser couleur. Les coûts de la fraude postale aux États-Unis sont estimés entre 100 et 200 millions de dollars par an.

United States Postal Service (USPS) : [www.usps.gov](http://www.usps.gov)  
Stamps.com : [www.stamps.com](http://www.stamps.com)  
E-stamps : [www.estamp.com](http://www.estamp.com)

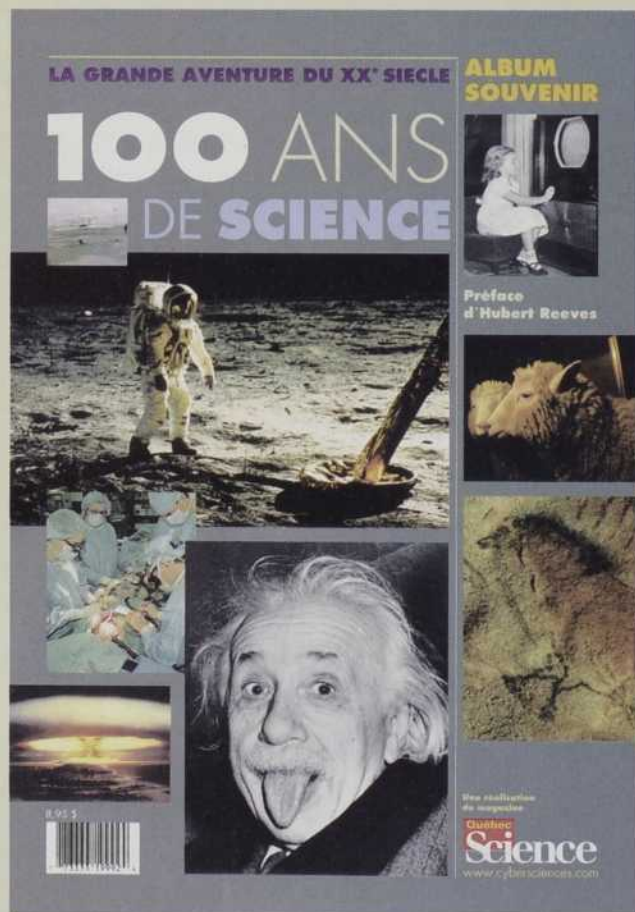
achats par Internet, ses revenus dans ce secteur passeront de 1,8 milliard de dollars à 2,3 milliards d'ici 2004. La poste semble donc avoir un

certain avenir, à tout le moins dans le marché de la livraison de colis. Et tant que la téléportation restera du domaine de la science-fiction... ●

## CyberRessources

- 1 **Datamonitor** : [www.datamonitor.com](http://www.datamonitor.com)
- 2 **Electronic Messaging Association** : [www.ema.org](http://www.ema.org)
- 3 **Postes Canada** : [www.postescanada.ca](http://www.postescanada.ca)
- 4 **eposte** : [www.eposte.ca](http://www.eposte.ca)
- 5 **PosteCS** : [www.postescanada.ca/CPC2/eps/postecs/postecsf.html](http://www.postescanada.ca/CPC2/eps/postecs/postecsf.html)
- 6 **International Postal Corporation** : [www.ipc.be](http://www.ipc.be)
- 7 **Télépost** : [www.telepost.fr](http://www.telepost.fr)

# 100 ANS DE SCIENCE



Une imposante rétrospective, vivante et colorée, des événements scientifiques, découvertes et inventions qui ont marqué le XX<sup>e</sup> siècle.

Un prestigieux album souvenir que vous garderez à la portée de la main ou que vous offrirez en cadeau !

**116 pages d'histoire qui font revivre la grande aventure du XX<sup>e</sup> siècle**

En vente en kiosques au prix populaire de

**8,95 \$** + TAXES

**COMMANDES TÉLÉPHONIQUES  
1 800 667-4444**

ou (514) 875-4444 pour la région de Montréal

## Des chiffres et des jeux

par Jean-Marie Labrie

### Jeu n° 79 **Le coffre-fort récalcitrant**

Voici les tentatives de Pierre pour trouver la combinaison d'un coffre-fort composée de trois chiffres différents.

- a) 123 : aucun chiffre correct
- b) 613 : un seul chiffre correct mal placé
- c) 426 : un seul chiffre correct bien placé
- d) 547 : un seul chiffre correct mal placé
- e) 859 : un seul chiffre correct bien placé

Quelle est la combinaison du coffre-fort ?

### Jeu n° 80 **Des voisins dans le désordre**

Pouvez-vous placer les chiffres de 0 à 9 dans les cases du tableau ci-contre de façon que 2 chiffres qui se suivent ne soient jamais dans des cases qui se touchent ? Il existe plusieurs solutions.

8			
2			
1			

### Solutions de février 2000

Jeu n° 77 **Ce n'est pas un rectangle d'or !**  
5/12

Jeu n° 78 **2000 en toutes lettres**

- 1) Deux fois mille
- 2) Vingt fois cent
- 3) Mille fois deux
- 4) Cent fois vingt

**Niveaux de difficulté**

● : débutant    ■ : intermédiaire    ◆ : expert

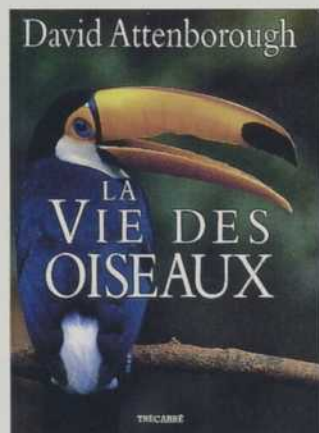
## Oiseaux de paradis

**T**oucans, pingouins, aras, chouettes, moineaux, dindons, paons, vautours, colibris, flamants roses, ils y sont tous. Vraiment tous !

Les férus d'ornithologie n'y trouveront pas une grille d'identification leur permettant de les distinguer au premier coup d'œil, mais ils constateront que ce n'est pas là le propos de ce livre magnifique. « Ce qui me fascine chez les oiseaux, ce sont leurs comportements », précise dès les premières pages l'auteur de cette vie des oiseaux, l'anthropologue britannique David Attenborough.

« Les oiseaux affichent des traits de caractère qui nous sont familiers — effronterie et timidité, douceur et férocité, loyauté et perfidie », note-t-il. Ces traits de caractère sont parfois assez mesquins, nous apprend l'anthropologue. Ainsi, le parasitisme est de mise chez plusieurs espèces, dont le coucou qui n'hésite pas à pondre ses œufs dans le nid du rhipidure à collier pour se soustraire à ses devoirs parentaux. Mais on

leur trouve également certaines caractéristiques plus nobles, telles leur maîtrise du vol ou leur parade, qui font l'objet de chapitres complets.



Même ceux que les oiseaux émeuvent peu ne pourront rester insensibles devant les photographies, parfois inusitées, souvent majestueuses, mais toujours impeccables, qui jalonnent cet ouvrage remarquable. En le parcourant, ils pourraient bien avoir l'envie soudaine d'adopter tous les volatiles de la Terre.

**La Vie des oiseaux**, par David Attenborough, Éditions du Trécarré, 1999, 320 p., 39,95 \$.



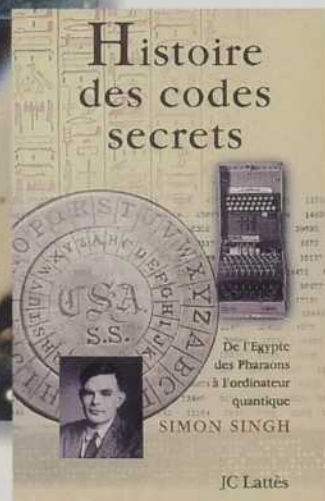
## Comprendre Einstein

**L**a relativité générale est l'une des théories les plus difficiles à vulgariser.

Abstraits et déroutants, les concepts d'espace-temps et de la dilatation du temps ? Stéphane Durand, physicien et chercheur à l'Université de Montréal, a trouvé un moyen de nous aider à apprivoiser cette théorie, formulée en 1905 par le grand Albert Einstein, et qui a bouleversé le savoir scientifique du XX<sup>e</sup> siècle.

Il signe ici un ouvrage assez inusité dans l'édition québécoise : un livre d'animation, dans lequel il nous explique pourquoi, par exemple, les astronautes qui ont fait le voyage de la Terre à la Lune ont vieilli moins vite que le reste de l'humanité. « Ce qui semblait incompréhensible et absurde deviendra presque naturel », promet le livre.

**La Relativité animée**, par Stéphane Durand, Éditions Griffon d'argile, 1999, 272 p., 23,95 \$.



## Un prix à gagner

**C'**est la méthode à laquelle recourent les espions et les agents secrets pour transmettre leur message, les bandits pour protéger leur butin et les militaires pour élaborer leurs attaques : ils codent leurs informations. Leurs adversaires, quant à eux, chercheront à décrypter les messages ainsi transmis. À chaque fois, ce jeu de chat et de souris oblige à un fascinant plongeon dans les mathématiques du secret, qu'on appelle la cryptanalyse. C'est ce que Simon Singh, dans son *Histoire des codes secrets*, nous invite à découvrir. Il nous met même au défi en nous proposant une douzaine de pages à décoder, et il promet 25 000 \$ au lecteur qui saura, le premier, les déchiffrer ! James Bond dort-il en vous ?

**Histoire des codes secrets**, par Simon Singh, Éditions J.C. Lattès, 430 p., 1999.

## À l'agenda

### À Montréal

**Le Planétarium** annonce la fin du monde. Le spectacle promet ! À l'affiche jusqu'au 22 mai 2000.

Renseignements : (514) 872-4530

■ Savez-vous planter de l'ail des bois ? La biologiste Andrée Nault nous explique comment collaborer à la sauvegarde de cette plante aujourd'hui menacée, mais tellement succulente. Le 22 mars au **Biodôme** à 19 h.

Renseignements : (514) 872-9844.

### À Québec

Dernière chance de visiter l'exposition *Lunes*, qui se termine le 2 avril 2000, au **Musée de la civilisation**. On y découvre jusqu'à quel point cet astre mystérieux a su inspirer des générations d'explorateurs, de scientifiques et d'artistes.

Renseignements : (418) 643-2158

# Kathy Reichs : « Ne faites pas ce que j'écris »

Elle écrit des romans palpitants et elle pratique en même temps un métier à la fois fascinant et terrifiant.

Par Marie-Pier Elie

Une découpeuse de cadavres qui, de surcroît, aime tellement son métier qu'elle en fait des romans aujourd'hui traduits en 23 langues. Et qui, en dépit du succès de ces romans, continue de pratiquer au Laboratoire des sciences judiciaires et de médecine légale, rue Parthenais à Montréal. C'est à elle qu'on fait appel lorsque les autopsies conventionnelles ne mènent nulle part à cause d'un état trop avancé de putréfaction. On l'imagine un tantinet morbide, ayant pour seuls confidents les asticots qu'elle extirpe de la chair en décomposition.

Erreur. Kathy Reichs est ravissante. Lorsqu'on l'interroge sur le contraste entre ses mains manucurées et les cadavres qu'elle doit étudier, elle laisse tomber, un peu lasse sans doute de la fascination que son métier peu conventionnel suscite : « On porte des gants. » Et l'odeur de la mort ? « On s'y habitue. C'est comme lorsqu'on reste longtemps dans une cuisine où se mijote un bon petit plat : à un moment donné, on ne sent plus rien ! Et puis, il y a beaucoup de ventilateurs. Je ne la sens plus du tout, cette odeur sucrée et putride qui vous effraie tant. »

Je ne suis pas certaine de la croire. Elle fait même dire à son héroïne Temperance Brennan, dans son premier roman : « Les ventilateurs et les désinfectants ne peuvent jamais prendre complètement le dessus sur la senteur d'une mort avancée. Les reflets aseps-

tisés de l'inox ne vont jamais effacer les images de la barbarie humaine. »

Elle sort un tout petit os de son sac de plastique. On ne peut s'empêcher d'imaginer les tendons et les cartilages qui le reliaient autrefois à de la chair bien vivante. « Il faut à tout prix éviter de personnaliser chaque cas », explique-t-elle. Malgré soi, on songe : cet os est le dernier témoin d'une existence. Homme, femme ou enfant ? Mafioso, suicidaire ou innocente victime d'un tueur en série ? Le verdict met un terme à toutes ces élucubrations : « C'est un os d'animal. Trop épais pour avoir appartenu à un humain. »

Humain ou animal ? Telle est la première d'une série de questions auxquelles l'anthropologue judiciaire est appelée à répondre. On perd très peu de temps à spéculer sur les circonstances du décès lorsqu'il s'agit d'os d'animaux. En revanche, tout fragment de squelette humain sera longuement analysé, de façon à en retirer un maximum d'informations. « Je fais parler les os », résume Kathy Reichs. Et ils en ont long à dire. Plus qu'on ne pourrait croire.

Ils révèlent tout d'abord leur identité, grâce à certaines caractéristiques assez facilement observables au niveau de la structure : âge, sexe et race de la personne décédée. En poussant le « dialogue » un peu plus loin, Kathy Reichs peut établir son portrait avec encore plus de précision. La configuration des sutures du crâne, par

exemple, peut être aussi déterminante que les empreintes digitales. De même, certaines rainures et cavités des os du bassin témoignent du traumatisme subi par une femme lors de l'accouchement. « Je peux même savoir si la personne

que leur état. Le cerveau et les organes internes se décomposent plus rapidement que les tissus conjonctifs, leur présence permet de conclure à une mort relativement récente.

Reste à en connaître les causes. Photos d'os à l'appui,

Kathy Reichs explique comment elle en arrive à conclure que de toutes petites brèches ont été laissées par un couteau à steak et non une scie. Elle peut faire de même en analysant minutieusement des trous de balle, des marques d'objets contondants, etc. De tels détails prendront ensuite toute leur importance au moment de l'enquête.

Enquête dont elle se gardera bien de se mêler directement, con-

trairement à l'héroïne de ses romans, qui n'hésite pas à entreprendre la filature de suspects, ou même à aller déterrer des cadavres, seule, en pleine nuit. « Je le répète toujours lorsque j'enseigne au F.B.I. : ne faites pas ce que j'écris ! » ●

Les deux romans de notre invitée, *Déjà dead* et *Death du jour*, ont été publiés en français aux éditions Robert Laffont. Ils sont vendus 24,95 \$ chacun.



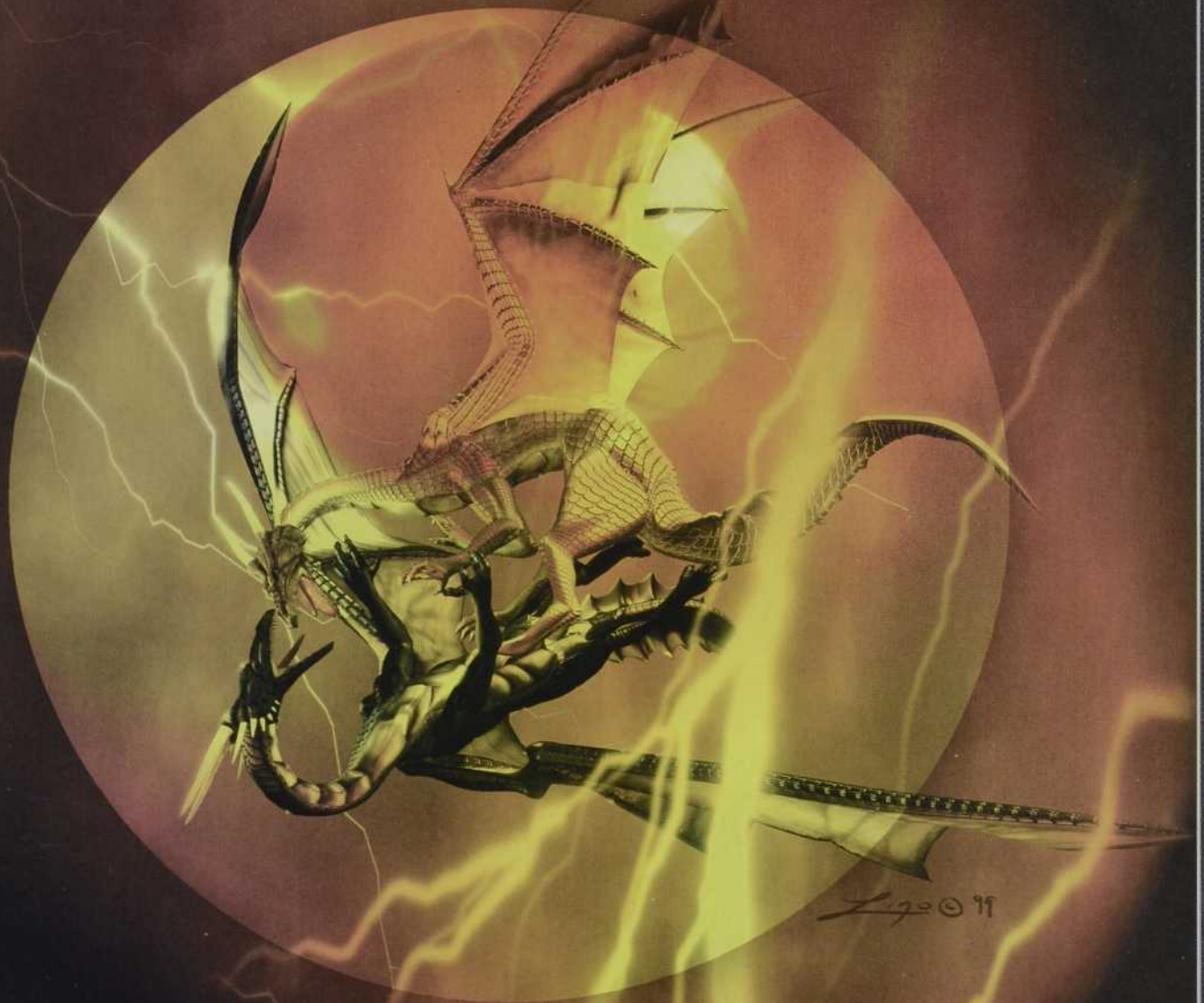
Kathy Reichs

Gasper Tringale

était gauchère ou droitère, car l'utilisation prédominante d'une main entraîne des modifications des os. »

Après avoir élucidé le « qui », on passe au « quoi » : les circonstances souvent pénibles ayant entouré le décès. « Il n'y a pas que des meurtres sordides, précise Kathy Reichs, les suicides et les accidents sont aussi fréquents. » Le moment où la mort est survenue peut être déterminé en évaluant la quantité de tissus qui entoure toujours les os, ainsi

# Quels mondes rêvez-vous de créer?



## NOUVELLES FORMATIONS

**Animation 3D et effets visuels  
en cinéma et télévision**

**Design et animation 3D  
en jeux vidéo**



**Centre NAD**

**514 288-3447**

**[www.nad.qc.ca](http://www.nad.qc.ca)**

**Formation haute performance**

# L'UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

## Les plus belles années de ma vie!

Vivre

- Des campus accueillants où l'on retrouve tous les services
- Un milieu de vie convivial, économique et sécuritaire
- Un environnement naturel d'une rare beauté

Travailler

- Des programmes axés sur la formation pratique
- Un taux de placement exceptionnellement élevé pour les stages en entreprise
- Des liens étroits avec le monde du travail

Innover

- Un éventail imposant de groupes de recherche et de centres d'excellence
- Des domaines de recherche parmi les plus novateurs
- Au 1<sup>er</sup> rang des universités québécoises au chapitre des redevances annuelles pour les découvertes de ses chercheuses et chercheurs



UNIVERSITÉ DE  
**SHERBROOKE**

1-800-267-UDÉS  
[www.usherb.ca](http://www.usherb.ca)

### Programmes de maîtrise

Adaptation scolaire et sociale  
Administration  
Administration des affaires (M.B.A)  
Biochimie  
Biologie  
Biologie cellulaire  
Chimie  
Droit de la santé  
Économique  
Enseignement  
Environnement  
Études françaises  
Fiscalité  
Génie aérospatial  
Génie chimique  
Génie civil  
Génie électrique  
Génie logiciel  
Génie mécanique  
Géographie  
Gérontologie  
Gestion de l'éducation et de la formation  
Gestion et développement des coopératives  
Histoire  
Immunologie  
Informatique  
Ingénierie  
Kinanthropologie  
Littérature canadienne comparée  
Mathématiques  
Microbiologie  
Orientation  
Pharmacologie  
Philosophie  
Physiologie  
Physique  
Psychoéducation  
Psychologie des relations humaines  
Radiobiologie  
Sciences cliniques  
Sciences de l'éducation  
Sciences humaines des religions  
Service social  
Théologie

### Programmes de doctorat

Administration (D)  
Biochimie  
Biologie  
Biologie cellulaire  
Chimie  
Éducation  
Études françaises  
Génie chimique  
Génie civil  
Génie électrique  
Génie mécanique  
Immunologie  
Littérature canadienne comparée  
Mathématiques  
Microbiologie  
Pharmacologie  
Philosophie  
Physiologie  
Physique  
Radiobiologie  
Sciences cliniques  
Télétection  
Théologie