

Numéro spécial

Février 2007 cybersciences.com

# Québec Science

## 10 découvertes de l'année

Simon Rainville,  
professeur de physique  
à l'Université Laval

L'ÉVANGILE SELON JUDAS



EXIT PLUTON, VIVE LES EXOPLANÈTES



LA NAISSANCE D'UN OCÉAN



UN BÉBÉ DE 3.3 MILLIONS D'ANNÉES



SE RÉVEILLER APRÈS 19 ANS



Votez pour  
votre découverte  
préférée sur  
cybersciences.com

La maladie d'Alzheimer enfin comprise ~ Les vestiges de la première colonie française en Amérique ~ Le plus vieux, le plus gros, le mieux conservé des météorites ~ La géographie du génome ~ Un lézard pour un vaccin ~ Un nouvel ennemi de la couche d'ozone ~ Comment stopper le sida ~ Le jackpot de deux mathématiciens montréalais ~ Des écrans d'ordinateur qu'on peut dérouler ~  $E=mc^2$  : plus vrai que jamais !

95 \$



## Des joyaux de McGill qui font briller le Québec

L'Université McGill, véritable carrefour du savoir, de la connaissance et de la recherche, réussit à faire rayonner le Québec sur l'échiquier international. Elle devient du coup un pôle d'attraction incontestable pour des chercheurs et professeurs de haut rang comme ceux-ci. À l'instar de leur millier de collègues, leur audace, esprit inventif et idées novatrices font leur chemin sur toute la planète.



McGill



Le gourou de la nanotechnologie  
**Peter Grütter** manipule d'infimes molécules dans l'espoir de révolutionner l'informatique.



L'astrophysicienne  
**Victoria Kaspi** scrute le cosmos pour élucider les mystères de la matière terrestre.



La spécialiste des sciences sociales  
**Céline Le Bourdais** étudie comment les changements démographiques transforment la vie de famille.



La professeure en psychiatrie  
**Sonia Lupien** distingue le bon stress du mauvais sur notre cerveau.



L'ingénieur mécanique  
**Rosaire Mongrain** élabore des dispositifs novateurs améliorant la qualité de vie des patients cardiaques.



Le pionnier en épigénétique  
**Moshe Szyf** illustre comment l'environnement peut influencer sur le comportement des gènes du cancer.

Rafick-Pierre Sékaly et Lydie Trautmann, de l'Université de Montréal

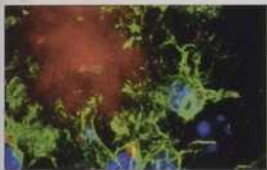


YVES MÉDAM

FÉVRIER 2007, VOLUME 45, NUMÉRO 5 www.cybersciences.com

# LES DÉCOUVERTES

## 10 Les microglies contre-attaquent



On a toujours pensé que ces cellules contribuait à la maladie d'Alzheimer; en fait, elles pourraient permettre de la vaincre.

par Catherine Dubé

## 13 L'hiver de force

La fantastique aventure des premiers colons français en Amérique, bien avant Champlain, a très mal tourné.

par Raymond Lemieux

## 19 Géographie du génome

En dressant la carte d'une région du génome associée à l'immunité, on ouvre la voie à des traitements plus ciblés contre nombre de maladies.

par Anne-Marie Simard

## 22 Message du cosmos

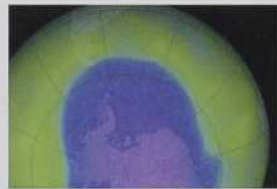
La découverte d'un gros météorite vieux de 145 millions d'années va changer notre manière de voir ces témoins des origines du système solaire.

par Noémi Mercier

## 24 Un lézard contre la fièvre noire

Un parasite de ce reptile servira à fabriquer le premier vaccin sûr et efficace contre l'un des fléaux oubliés de la planète.

par Noémi Mercier



## 27 Pollution glacée

À basse température, un gaz inoffensif peut devenir un dangereux polluant.

par Anne-Marie Simard

## 30 L'interrupteur de l'immunité

Les chercheurs ont trouvé comment relancer le système immunitaire des séropositifs pour qu'il reprenne le combat contre la maladie.

par Anne-Marie Simard

## 33 Bingo!

Deux professeurs montréalais font la preuve de la véracité de la conjecture de Syracuse. On attendait ça depuis 76 ans!

par Catherine Dubé

## 37 Déroule-moi un écran

Finis les écrans plats et rigides? Grâce aux nanotubes de carbone, on pourra fabriquer du



papier électronique souple et bon marché, et même des tissus lumineux.

par Thomas Gervais

## 40 Einstein passe le test

$E=mc^2$  est plus vrai que jamais. La formule du célèbre physicien vient d'être vérifiée avec une précision inégalée.

par Thomas Gervais

# DE L'ANNÉE AU QUÉBEC

## et dans le monde



- 12 Pluton tire sa révérence
- 17 Un océan est né
- 18 3,3 millions d'années et toutes ses dents
- 21 La bactérie des profondeurs
- 26 La résurrection de Terry
- 29 La parole de Judas
- 32 Le visage d'Isabelle
- 35 Plein de planètes
- 39 Les souris de Minoo
- 42 Nouveau Monde





## BILLET

par Raymond Lemieux

# Boulevard des oubliés

Le ramdam provoqué l'automne dernier par la décision de transformer l'avenue du Parc en avenue Robert-Bourassa, à Montréal, a mis en lumière une évidence : la rue n'appartient pas au peuple. Il y a de grands absents dans les artères des villes du Québec. À part les végétaux et les oiseaux qui abondent en banlieue, les panneaux désignant les rues sont presque exclusivement dédiés à des politiciens, des militaires et des clercs. Et presque toujours, ce sont des gens de pouvoir; et des hommes.

Vous vous questionnez sur ces appellations ? Vous pouvez vous rendre à la Commission de toponymie du Québec, située dans la capitale nationale. Pour cela, si vous partez de la rue Salaberry – un colonel de Beauport –, il vous faudra descendre la côte pour rejoindre le boulevard Langelier – François de son prénom, désigné lieutenant gouverneur en 1911 –, puis le boulevard Charest – pas le premier ministre, mais bien celui qui a été curé de la paroisse Saint-Roch entre 1839 et 1879 – et enfin la rue Dorchester – lord et militaire anglais ayant participé à la prise de Québec.

Si vous résidez à Montréal et que vous souhaitez donner votre avis sur les changements de nom de rues, vous pouvez vous adresser au Bureau de consultation publique. Supposons que vous habitez rue Montgomery – un général américain (1736-1775). Il faudra vous diriger vers le centre-ville en empruntant la rue Sherbrooke – gouverneur en chef de l'Amérique britannique –, puis prendre à gauche rue Peel – premier ministre d'Angleterre. Repérez une place de stationnement, et vous voilà à deux pas de l'organisme de la rue Metcalfe – seizième gouverneur général du Canada (1843-1845).

Nommer, ce n'est pas rien. C'est donner une âme; forger une identité; fabriquer une mémoire collective. Si les politiciens ont contribué au progrès et à la transformation de la société, que dire des scientifiques ? Certes, à Montréal, il y a le docteur Penfield et William Logan – un des pionniers de la géologie au pays; le frère Marie-Victorin a donné son nom à une rue de Longueuil (mais pas à Montréal); Samuel Holland, le premier arpenteur, a sa rue à Québec. Et puis on trouve quelques rues Einstein, Nobel, Bombardier et Poincaré, en banlieue, ou près des centres de recherche. Mais aucune rue pour Armand Frappier, Ernest Rutherford, Hans Selye, Jacques Beaulieu, inventeur d'un laser, Camille Laurin psychiatre avant-gardiste (et politicien). Jean-Baptiste Meilleur, grand médecin et chimiste du XIX<sup>e</sup> siècle, qui s'est occupé de l'éducation dans le Bas-Canada, a droit à une toute petite rue, dans le quartier Saint-Henri. Mais rien pour Joseph Bernier – navigateur et grand explorateur – ni pour Carrie Derick – généticienne et première femme de science au Québec.

Et s'il ne s'agissait que des rues ! À Montréal et à Québec, mis à part les hôpitaux psychiatriques Douglas et Robert-Giffard, la plupart des centres hospitaliers portent des noms de saints ou de religieux. N'a-t-on jamais pensé débaptiser l'Hôpital Sainte-Justine pour lui donner le nom de sa fondatrice, Irma Lévassier, qui a été la première docteure canadienne-française ? Elle avait reçu sa formation aux États-Unis à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, à une époque où les femmes n'avaient pas accès aux facultés de médecine du Québec, et n'avaient pas le droit de pratique.

Certes, plusieurs de nos chercheurs sont à l'honneur dans des pavillons d'université, notamment Adrien Pouliot, à l'Université Laval ou, plus récemment, Pierre Dansereau, à l'UQAM. Mais notre élite doit-elle être confinée entre les murs d'institutions académiques ? La science ne mérite-t-elle pas de descendre dans la rue ?

Il y a quelques années, nous avons envoyé une lettre au conseiller municipal du quartier où Fernand Seguin, célèbre vulgarisateur, a vécu. Nous suggérions de changer le nom de la rue Saint-André, où il a résidé, pour celui de rue Fernand-Seguin. L'élue nous avait répondu qu'il étudiait la proposition. Depuis, le conseiller est décédé et un parc lui a été dédié, mais toujours rien pour Fernand Seguin...

Des 1 500 noms en attente d'attribution à la ville de Montréal, il faut espérer qu'il y ait quelques propositions qui rappellent l'importance de la science au XX<sup>e</sup> siècle. À moins que l'on opte pour un boulevard des Grands-Oubliés. Ça serait déjà mieux.

Rédacteur en chef Raymond Lemieux  
rlemieux@quebecscience.qc.ca

Rédactrice en chef adjointe Pascale Millot  
p.millot@quebecscience.qc.ca

Reporters Catherine Dubé, Marie-Pier Elie  
et Noémi Mercier

Collaborateurs  
Thomas Gervais et Anne-Marie Simard

Correcteur Luc Asselin  
Directeur artistique François Émond  
Photographes/illustrateurs Louise Bilodeau,  
Stéfan Defago, Catherine Lepage, Yves Médam  
Luc Melanson

Direction Sylvie Bergeron  
Adjointe administrative Nicole Lévesque  
Responsable de la diffusion Dominique Owen

### PUBLICITÉ LOCALE ET NATIONALE :

Mc3 média  
Michel Laurier (514) 397-4000  
michel.laurier@mc3media.ca

### SITES INTERNET

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

Responsable: Noémi Mercier  
n.mercier@quebecscience.qc.ca

[www.cybersciences-junior.org](http://www.cybersciences-junior.org)

Responsable: Catherine Dubé  
courrier@cybersciences-junior.org

### Abonnements

(taxes incluses) Au Canada : 1 an = 43,45 \$,  
2 ans = 74,85 \$, 3 ans = 103,95 \$.  
À l'étranger : 1 an = 54 \$, 2 ans = 95 \$, 3 ans = 139 \$.

### Pour abonnement et changement d'adresse

Tél. : (514) 521-5376 ou 1 866 828-9879  
Québec Science, Service à la clientèle,  
1251, rue Rachel Est, Montréal (Québec) H2J 2J9  
Pour la France, faites votre chèque à l'ordre de :  
Rowecom France, rue de la Prairie, Villebon sur-  
Yvette, 91763, Palaiseau cedex, France

Pelliculage électronique et impression : Interweb  
Distribution en kiosques : Les Messageries Benjamin

Dépôt légal : Bibliothèque nationale du Québec  
Premier trimestre 2007, ISSN 0021-6127 Répertoire dans Repère  
et dans l'Index des périodiques canadiens.

© Copyright 2007 – La Revue Québec Science. Tous droits de  
reproduction, de traduction et d'adaptation réservés.  
Poste : Convention de la poste-publications n° 40064577, n° d'enregistrement  
08024. Retournez toute correspondance ne pouvant être livrée au Canada.

Le magazine sert avant tout un public qui recherche une information libre et de  
qualité en matière de sciences et de technologies. L'éditeur n'est pas lié à quel-  
ques exigences publicitaires. Les journalistes de Québec Science sont tenus de  
respecter le guide de déontologie de la Fédération professionnelle des journalistes  
du Québec. 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. Le contenu de ce magazine est produit sur serveur vocal par  
l'Audiothèque pour les personnes handicapées de l'imprimé.  
Téléphone : Québec (418) 627-8882, Montréal (514) 393-0103

Ministère  
du Développement  
économique  
de l'Innovation  
et de l'Exportation

Québec

Canada

Québec Science est supporté par le Cégep de Jonquière et reçoit l'aide financière  
du ministère du Développement économique de l'Innovation et de l'Exportation.  
Nous remercions l'aide financière accordée par le gouvernement du Canada  
pour nos coûts d'envoi postal et nos coûts rédactionnels par l'entremise du  
Programme d'aide aux publications et du Fonds du Canada pour les magazines.

La Revue Québec Science  
4388, rue Saint-Denis, bureau 300  
Montréal (Québec) H2J 2L1  
Tél. : (514) 843-6888  
Téléc. : (514) 843-4897  
courrier@quebecscience.qc.ca



MAGAZINES DU QUÉBEC



CEGEP de Jonquière

# Courrier

courrier@quebecscience.qc.ca



**Écrivez-nous** Faites-nous parvenir vos commentaires et suggestions à: Québec Science, 4388, rue Saint-Denis, bureau 300, Montréal (Québec) H2J 2L1 Téléc.: (514) 843-4897 ou par courriel: courrier@quebecscience.qc.ca. La rédaction se réserve le droit d'en publier les extraits les plus pertinents. Merci d'indiquer votre nom complet et votre lieu de résidence.

## Fini le pétrole! Vive l'éthanol et l'électricité!

Michel Marleau, de Sherbrooke, nous écrit à propos de l'article « Un Québec sans pétrole » (novembre 2006). « La solution au problème énergétique et à la pollution qu'il cause passe par une approche intégrée et non par une solution unique. Dans la gamme de choix qui s'offrent à nous, l'éthanol est certes une avenue intéressante dans la mesure où, pour le fabriquer, nous ne devons pas utiliser une quantité trop importante d'énergie. Ainsi, lorsqu'il est dit que le Brésil a fait le choix de se convertir à l'éthanol (produit à partir de la canne sucre), il faut noter que, déjà en 1988, 19% de tous les combustibles liquides utilisés servaient à la culture, au transport, à la distillation et à la distribution de ce biocarburant. Sa production s'est également faite longtemps au prix d'une importante pollution des cours d'eau et de l'appauvrissement des sols.

« Pour ce qui est de la pollution urbaine, l'éthanol présente des avantages certains par rapport au pétrole (diminution des oxydes d'azote [NO<sub>x</sub>], du monoxyde de carbone [CO], des hydrocarbures aromatiques polycycliques [HAP], etc.). Mais son utilisation s'accompagne d'une hausse des aldéhydes, des alcools imbrûlés et des nitrates de peroxyacétyle (PAN) associés aux difficultés respiratoires lors d'épisodes de smog. Loin de dire qu'il faut tourner le dos à l'éthanol,

je pense cependant qu'il faut considérer également les autres biocarburants et, comme vous le mentionnez dans l'article, l'éventail des formes d'énergie renouvelables disponibles ou en développement. »

Mihaela Andronescu, de L'Île-Perrot, prône pour sa part le transport en commun électrique. « L'idée d'électrifier le transport en commun est très bonne... Même dans les pays de l'ancien bloc de l'Est, un tel système existe depuis longtemps. On réalise aussi à quel point une partie des trains de banlieue du Québec sont inefficaces, surtout ceux qui desservent l'ouest de l'île de Montréal.

Comment peut-on dire qu'on a un système de transport public incitant les gens à délaissier la voiture quand il faut passer 45 minutes assis dans un wagon pour parcourir les 25 km, entre Sainte-Anne-de-Bellevue et le centre-ville? [...] Il y a peut-être lieu d'ajouter des trains express au service actuel. »



SE PROSÉR DE CARBURANTS FOSSILES D'ICI VINGT ANS? C'EST POSSIBLE, VOICI COMMENT.  
**Un Québec sans pétrole?** par Michel Marleau

## Votez pour votre découverte de l'année!

Quelle est, selon vous, la meilleure découverte parmi celles que nous avons sélectionnées et pourquoi?

Votez sur notre site [cybersciences.com](http://cybersciences.com) ou par la poste à Québec Science, 4388, rue Saint-Denis, bureau 300, Montréal, H2J 2L1, et courez la chance de gagner une encyclopédie universelle Erpi Être humain, et un abonnement d'un an à Québec



Science (si vous êtes déjà abonné, votre abonnement sera prolongé d'un an). Le chercheur dont la découverte aura obtenu le plus grand nombre de votes recevra le Prix du public Québec Science « Découverte de l'année 2006 ».



**Bravo à notre journaliste Noémi Mercier** qui vient de remporter une des Bourses Nord-Sud décernée chaque année par la Fédération professionnelle des Journalistes du Québec. Cette bourse dotée d'un montant de 6000 \$ lui permettra de réaliser un reportage à New Delhi et à Bangalore : « L'Inde, poubelle informatique des pays industrialisés ». À lire dans nos pages dans quelques mois.

[...]. Cela est un signe de maturité et de sagesse. Il me paraît dangereux d'affirmer que le monde va mieux sous une pluie de mensonges.»

## Hémophilie: des traitements sûrs

C'est sous réserve que nous publions intégralement cette lettre.

« Suite à la parution de l'article intitulé "Du sang sans risque" dans votre numéro de Novembre 2006, nous avons été consterné de constater un grand nombre d'inexactitudes scientifiques dans le traitement de l'information, à savoir :

« Le sous-titre établit un lien tacite entre la crise du sang contaminé et l'utilisation de facteur VIII recombinants (première et seconde génération) ayant précédé l'approbation de Advate par Santé Canada. Or, l'émergence des produits recombinants a fait suite à la crise du sang contaminé.

« Autrement dit, elles sont nourries à l'aide d'une 'diète végétalienne' plutôt qu'au bouillon de bœuf!

« L'utilisation du terme "bouillon de bœuf" ne représente pas de façon rigoureuse le milieu de culture utilisé pour la croissance cellulaire.

« De plus, pour stabiliser sa préparation finale, Baxter ajoute du sucre, et non pas de l'albumine d'origine humaine comme c'est le cas pour d'autres produits recombinants.

« Cette affirmation est trompeuse puisque Advate n'est pas le seul produit possédant cette caractéristique. La formulation finale de Kogenate® FS (Bayer Inc.) disponible au Canada depuis Juillet 2000, utilise le sucrose comme stabilisateur et non de l'albumine d'origine humaine (FS: Formulated with Sucrose).

« D'après la Société canadienne de l'hémophilie, de 10% à 20% des patients développent des anticorps contre les produits de remplacement de facteur VIII.

« Le contexte dans lequel ces chiffres sont

évoqués est ambigu et les données citées, erronées. Vous avez cité le site web de la Société Canadienne d'Hémophilie comme source d'information. L'incidence documentée sur le site web indique en fait "... environ 30% des personnes atteintes d'hémophilie développent un inhibiteur aux facteurs de coagulation qui manque dans leur sang."

« "... Advate ne semble pas causer ce problème. Du moins jusqu'à présent..."

« Il n'existe aucune évidence dans la littérature qui supporte l'affirmation à l'effet que Advate ne cause pas d'anticorps contre le facteur VIII.

« L'information décrite dans cet article pourrait causer des préjudices graves au consommateur, en l'occurrence les patients atteints d'hémophilie de type A.

« De plus, l'utilisation en totalité ou en partie d'une photographie ou illustration du dispositif d'administration Kogenate® FS avec BIO-SET, tel que présenté dans votre reportage, doit faire l'objet d'une demande écrite en bonne et due forme à notre département des affaires légales. »

Gordana Atanackovic, directrice des affaires scientifiques chez Bayer HealthCare.

La compagnie Bayer nous a invités à apporter des clarifications touchant l'article cité plus haut. Le texte rendait compte d'une innovation pharmaceutique concernant le traitement de l'hémophilie.

Pour le bénéfice de nos lecteurs, en particulier ceux qui sont touchés par l'hémophilie, nous avons décidé de publier intégralement la lettre de Bayer HealthCare, une compagnie concurrente de celle qui a mis au point le produit dont il est question dans l'article de Québec Science. Pour produire son article, notre journaliste a fait preuve de toute l'intégrité et de toute l'honnêteté auxquelles nous sommes en droit de nous attendre. Les lecteurs sauront faire la part des choses en prenant connaissance de cette lettre. **CS**

## À LIRE LE MOIS PROCHAIN!

### Folie ou mal de vivre?

Un numéro spécial de Québec Science



**P**ossédés, aliénés, mélancoliques, nerveux, scrupuleux, fous, malades mentaux, bénéficiaires, usagers... Si les termes qualifiant les personnes affectées par la maladie mentale ont tant changé au fil du temps, c'est que beaucoup de mystère (et de préjugés) entourent les « pathologies de la folie ».

Que sait-on vraiment de la maladie mentale et de ceux qui en sont affligés? Qu'est-ce que la mise au point des médicaments psychiatriques a changé dans la vie de ces personnes souffrantes? Comment et où vivent les gens atteints de troubles mentaux depuis que l'on a fermé les « asiles »? Comment soigne-t-on chez-nous les patients issus d'autres cultures?

Selon Santé Canada, une personne sur cinq présente des troubles de santé mentale. Québec Science consacre tout son numéro de mars à ce sujet fascinant, troublant et délicat.

## LES GRANDS CRUS DE QUÉBEC SCIENCE

2 numéros très spéciaux sur la santé et l'éducation

6,99\$

En kiosque pour une durée limitée

PRIX  
Meilleur dossier  
thématique  
2005  
AQEM\*

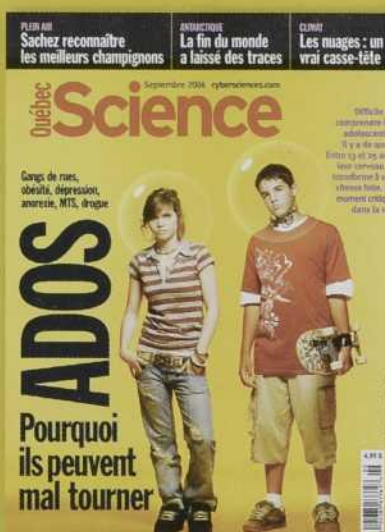


Numéro de l'année 2004 et meilleur dossier thématique AQEM\*

\* Association québécoise des éditeurs de magazine

# Québec Science

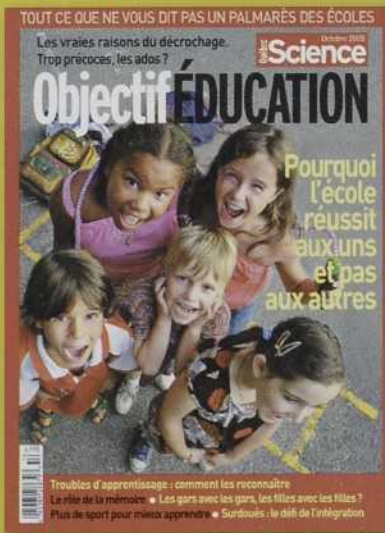
Le magazine qui voit les choses autrement



*Je veux comprendre le monde qui change  
Je veux explorer de nouveaux univers  
Je veux être de tous les débats de société*

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

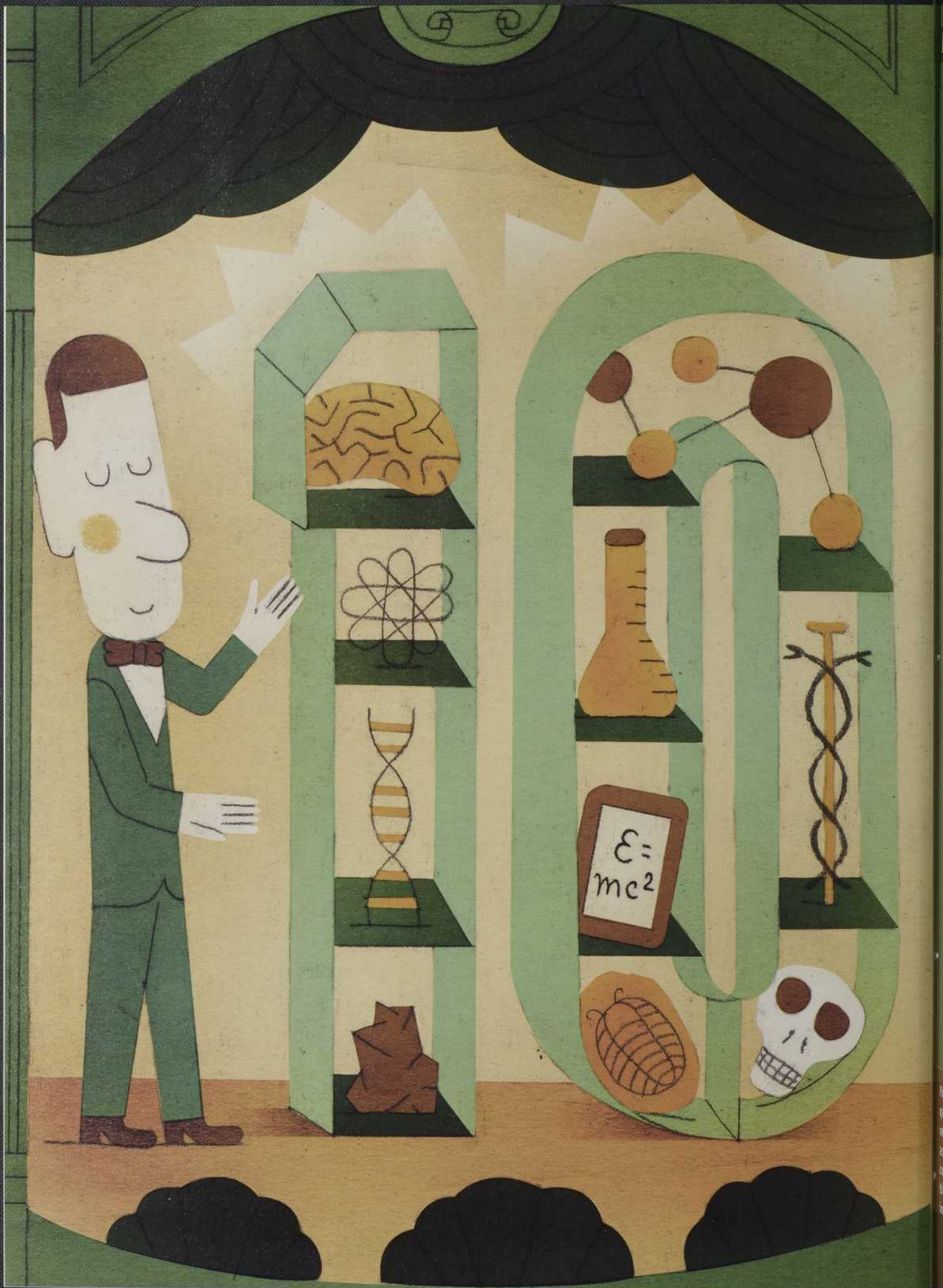
Je lis Québec Science



Téléphonez au (514) 521-5376 ou au 1 866 828-9879

→ Abonnez-vous en ligne !

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



Pour choisir  
qui nous a  
recherche  
assistée de  
covertes  
titulaire de  
ingénierie

# La science en 2006

**I**l y a 145 millions d'années, un gros caillou s'est détaché d'un astéroïde orbitant autour du Soleil. Il a atterri dans la région de Morokweng, en Afrique du Sud. Il gisait là, intact, cristallisé dans une nappe de roche fondue, jusqu'à ce qu'une équipe de géologues, menée par un prof de l'Université du Québec à Chicoutimi, le trouve, presque par hasard, en cherchant du nickel. Ce caillou venu du ciel est un petit miracle. C'est le plus vieux, le plus gros, le mieux conservé de tous les météorites découverts à ce jour; témoin superbe de la naissance de notre système solaire.

Derrière chacune des 10 découvertes que nous proposons dans ce palmarès annuel, se cache une histoire. Il y a celle de ce caillou tombé du ciel, mais aussi celle d'un lézard qui va peut-être sauver des milliers de vies; celle des premiers colons de notre pays; celle de deux professeurs de mathématiques qui, en

s'amusant, ont résolu un problème sur lequel on butait depuis longtemps.

Car c'est aussi cela la science : des histoires, des espoirs, des promesses d'avenir. Et, comme notre palmarès des Découvertes de l'année au Québec le rappelle chaque fois, c'est aussi l'émerveillement sans cesse renouvelé de la connaissance.

Quelle est, selon vous, la meilleure découverte parmi celles que nous avons sélectionnées et pourquoi? Votez sur notre site [cybersciences.com](http://cybersciences.com) ou par la poste à Québec Science, 4388, rue Saint-Denis, Montréal, H2J 2L1, et courez la chance de gagner une Encyclopédie universelle Erpi *Être humain*, et un abonnement d'un an à Québec Science (ou un prolongement d'un an si vous êtes déjà abonné).

Le chercheur dont la découverte aura obtenu le plus grand nombre de votes recevra le Prix du public Québec Science « Découverte de l'année 2006 ».

Pour choisir la cuvée 2006, parmi la quarantaine de propositions qui nous ont été soumises par les universités, les centres de recherche et autres instituts, la rédaction de Québec Science était assistée de Pierre Sormany, rédacteur en chef de l'émission *Découvertes*, à Radio-Canada; de Jacques de Guise, ingénieur, titulaire de la Chaire de recherche du Canada en imagerie 3D et ingénierie biomédicale; de Linda Moussakova, professeure de

biologie au cégep Saint-Laurent; de Chantal Srivastava, journaliste à l'émission *Les années lumière*, à Radio-Canada, d'Alexandre Bourque-Viens, de l'Observatoire de l'innovation de l'Estrie, ainsi que de Jean-Marc Fleury, physicien et communicateur scientifique.

Un dossier réalisé par Catherine Dubé, Raymond Lemieux, Noémi Mercier, Anne-Marie Simard et Thomas Gervais.  
Recherche : Catherine Dubé.

# Les microglies contre-attaquent

*On a toujours pensé que ces cellules contribuaient à la maladie d'Alzheimer; en fait, elles pourraient permettre de la vaincre.*

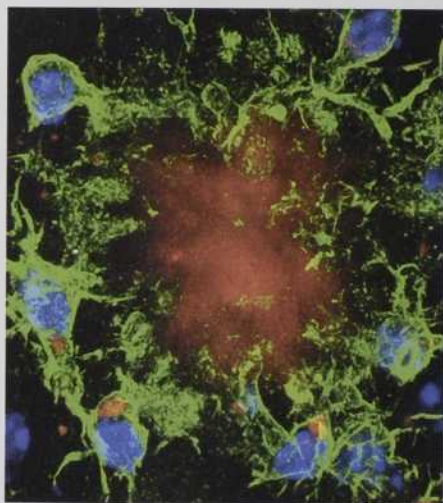
par Catherine Dubé

**L**es souris de Serge Rivest ont de la chance. Elles étaient condamnées à souffrir d'alzheimer à l'âge de six mois. Grâce au traitement qu'il leur a offert, elles ont eu trois mois de grâce. «À l'échelle humaine, cela équivaut à retarder l'apparition de la maladie de plusieurs années», dit le chercheur du Centre hospitalier de l'Université Laval, à Québec.

Le neuro-immunologue a identifié un mécanisme de la maladie d'Alzheimer jamais compris auparavant. Cette percée scientifique n'est pas passée inaperçue; elle a fait la une de la revue *Neuron*, en février 2006. Tous les grands médias ont ensuite repris la nouvelle, même CNN! Et pour cause, cette découverte pourra sans doute conduire à un nouveau traitement élaboré à partir de... la moelle osseuse des patients eux-mêmes.

À mesure que l'alzheimer progresse, des plaques constituées de protéines (appelées bêta-amyloïdes) recouvrent les neurones et les font mourir à petit feu. Une armée de microglies, les principales cellules immunitaires protégeant le système nerveux central, accourent alors sur les lieux pour secourir les neurones. Mais les microglies ne semblent pas capables de détruire ces plaques, qui continuent de s'étendre jusqu'à ce que les symptômes de la maladie apparaissent.

«Quand les pathologistes font l'autopsie de personnes atteintes, ils trouvent



EQUIPE DE SERGE RIVEST/NEURON

Les microglies (en vert) issues de la moelle osseuse attaquent les plaques de protéines (en rouge) responsables de la mort des neurones chez les patients atteints d'alzheimer.

beaucoup de microglies près des plaques. On a donc toujours pensé qu'elles contribuaient à la maladie. Moi, je pense plutôt qu'elles pourraient permettre de la vaincre», affirme Serge Rivest.

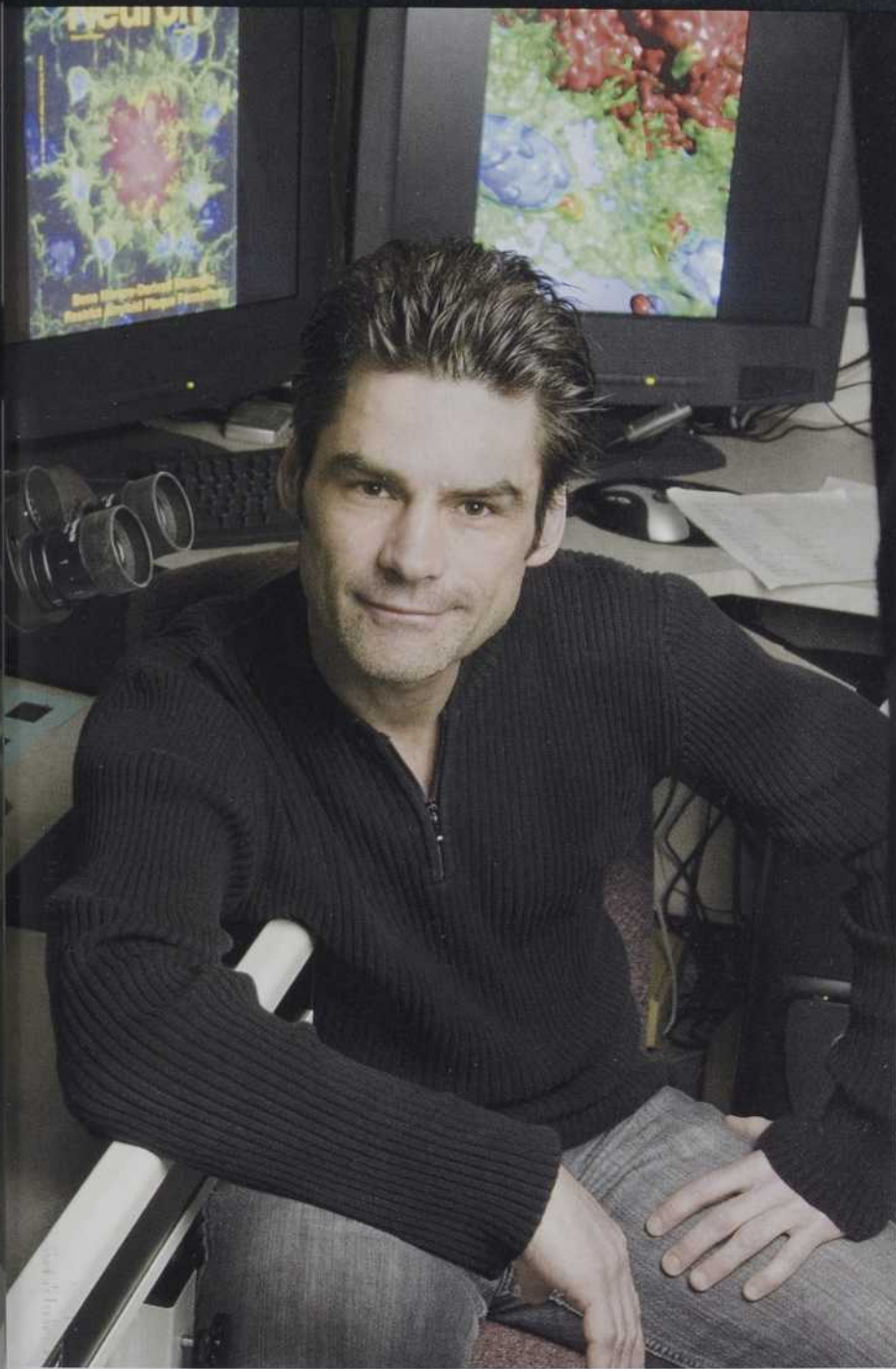
Cet expert du système immunitaire du cerveau a démontré que les microglies cérébrales pouvaient compter sur des alliées autrement plus compétentes : des super-microglies issues de la moelle osseuse, d'où proviennent d'ailleurs les autres cellules immunitaires, et les cellules du sang. Lorsqu'elles quittent la moelle, ces «grandes sœurs» ne sont encore que des cellules

souches (donc immatures), qui empruntent la circulation sanguine pour se rendre jusqu'au cerveau. C'est une fois sur place qu'elles acquièrent leurs pleins pouvoirs. Munies de longs bras et capables de reconnaître les ennemis de notre encéphale, elles sont prêtes à les dévorer.

Serge Rivest avait l'intuition que ces guerrières sont envoyées au front lorsque l'alzheimer se déclare. Pour le vérifier, il a mis à contribution ses souris de laboratoire, génétiquement programmées pour développer la maladie. En manipulant les super-microglies des rongeurs pour leur donner une fluorescence verte, il a ainsi pu les voir à l'œuvre : dans un cerveau en proie à l'alzheimer, ces battantes travaillent d'arrache-pied pour limiter la propagation des plaques de protéines bêta-amyloïdes.

Les preuves recueillies par l'équipe de Serge Rivest sont limpides. Sur les images du cerveau des souris, obtenues grâce à un puissant microscope, on distingue clairement les microglies vert fluo qui plongent leurs longs bras dans les plaques de bêta-amyloïdes. Un vrai festin : la reconstitution en 3D montre de petits morceaux de bêta-amyloïdes à l'intérieur des microglies.

**M**ais pourquoi n'arrivent-elles pas à gagner la partie ? Parce qu'elles finissent par souffrir d'épuisement professionnel ! Au bout de quelques mois, leur nombre diminue. «Comme si elles abandonnaient devant



LOUISE BILODEAU

L'alzheimer pourrait donc être réversible? «J'y crois, dit Serge Rivest, chercheur au Centre hospitalier de l'Université Laval. Au début de la maladie, les neurones ne sont pas morts. Ce sont leurs connexions qui sont désorganisées par l'accumulation de bêta-amyloïdes.»

l'ampleur de la tâche», dit Serge Rivest. Les microglies du cerveau restent seules, incapables de contrer l'avancée des plaques de bêta-amyloïdes, dont le volume double en quelques mois. «Les microglies de moelle osseuse sont donc bel et bien là au début de la maladie. Le problème, c'est d'en recruter de nouvelles par la suite!» dit Serge Rivest.

Il faut donc rendre ces cellules immunitaires plus résistantes. Pour ce faire, le

scientifique prélève sur ses souris des cellules souches de moelle osseuse, qu'il retouche génétiquement pour les rendre plus efficaces, puis il les réinjecte aux rongeurs. «Comme chaque souris est traitée avec ses propres cellules, il n'y a pas de risque de rejet», souligne Serge Rivest.

Depuis la parution dans *Neuron*, le chercheur a testé la thérapie génique sur 125 de ses protégées. Il a «amélioré» les mi-

croglies de différentes manières, par exemple, en augmentant leur appétit pour les plaques ou en rendant ces mêmes plaques plus digestes, grâce à des enzymes qui les découpent en petits morceaux. Et si les essais réalisés jusqu'à maintenant n'ont pas tous réussi à freiner la maladie, l'un d'entre eux a donné des résultats spectaculaires. Il s'agissait de munir les microglies de radars à bêta-amyloïdes en augmentant la quantité de récepteurs capables de reconnaître les plaques. Les souris ainsi traitées ont commencé à montrer des symptômes d'alzheimer à l'âge de neuf mois plutôt qu'à six.

Grâce à sa technique, le chercheur espère non seulement retarder l'apparition de la maladie, mais même réussir à la stopper, voire à la faire reculer. L'alzheimer pourrait donc être réversible? «J'y crois, dit Serge Rivest. Au début de la maladie, les neurones ne sont pas morts. Ce sont leurs connexions qui sont désorganisées par l'accumulation de bêta-amyloïdes.» Si les microglies pouvaient digérer les plaques et libérer les neurones avant qu'il soit trop tard, de nouvelles connexions pourraient se créer. «Pour un malade, cela voudrait dire reconnaître à nouveau sa maison, son environnement, ses proches, et retrouver un peu d'autonomie. Même s'il ne récupère qu'une partie de ses fonctions cognitives, ce serait déjà énorme.»

Pour transposer le traitement chez l'humain, le chercheur compte isoler les cellules souches de sang du malade (par une technique à peine plus compliquée qu'une prise de sang), les modifier au laboratoire de l'hôpital et les réinjecter le lendemain. Il reçoit déjà des demandes de patients prêts à se porter volontaires.

«Actuellement, il n'y a aucun traitement qui fonctionne», rappelle-t-il. Les médicaments ralentissent la maladie tout au plus. Après quelques années, ils n'ont plus d'effet, car ils s'attaquent aux symptômes plutôt qu'aux causes. Serge Rivest, lui, est bien résolu à changer tout ça. **CS**

**Le remède contre la maladie d'Alzheimer se trouve peut-être dans... la moelle osseuse.**

## Pluton tire sa révérence

Si l'Univers est en expansion, le système solaire, lui, rétrécit ! Pluton a été éjectée du club des planètes, 76 ans après sa découverte. Le couperet est tombé en août dernier, lorsque l'Union astronomique internationale (UAI) a adopté une définition du mot planète qui exclut d'office le petit astre glacé. Désormais, ne seront considérés comme des planètes que les objets sphériques qui tournent autour du Soleil, et qui sont assez imposants pour dominer leur environnement. C'est ce dernier critère qui a entraîné la disqualification de Pluton, car l'astre nage en pleine ceinture de Kuiper, une région du système solaire peuplée de centaines de cailloux.

Rarement une question de nomenclature aura autant fait jaser. Tout a commencé lors de la découverte, en 2005, de 2003 UB313 (surnommée Xena), un astre plus gros et plus lointain que Pluton que plusieurs souhaitaient voir coiffé du titre de dixième planète. Xena – qu'on a depuis rebaptisée Éris, déesse grecque de la discorde ! – est venue semer la zizanie entre les astronomes. Car si on refusait à Éris l'entrée dans le cercle des planètes, comment justifier que l'on garde Pluton, ce minuscule corps céleste à l'orbite atypique ?

L'UAI a donc relégué Pluton dans une nouvelle catégorie : celle des planètes « naines », qui comprend également Éris et Cérés, un gros astéroïde gravitant entre Mars et Jupiter. Il reste que la NASA a envoyé une sonde, *New Horizons*, qui arrivera autour de Pluton en 2015. Obtiendra-t-elle des informations qui relanceront le débat ? Il y a fort à parier que oui, d'autant que les astronomes pro-Pluton n'ont pas jeté la serviette. Ils vont d'ailleurs tenir une conférence pour redéfinir – encore – le terme planète.



Vue d'artiste de la sonde *New Horizons*, lancée vers Pluton au début de l'année dernière.

# L'hiver de force

*Ils étaient venus chercher de l'or et des diamants. Ils ont fondé la première colonie française en Amérique. C'était bien avant Champlain. Une fantastique aventure qui a mal tourné.*

par Raymond Lemieux

**C'**est le rêve de tout archéologue que de fouiller un site inexploré, « non perturbé » comme on dit. À 30 cm sous la surface, au sommet des falaises de Cap-Rouge, près de Québec, Yves Chrétien a retrouvé les traces d'une tragédie survenue il y a près de 465 ans.

« Il va falloir fouiller le terrain très lentement et avec beaucoup de minutie, prévient-il dès le début, car le site est sans équivalent en Amérique du Nord. » Le moindre éclat de verre ou de roche peut fournir des informations cruciales sur un épisode de l'histoire dont on connaît peu de choses.

Nous sommes en 1541. Après deux voyages d'exploration dans le Nouveau Monde, Jacques Cartier reçoit la mission d'implanter, avec Jean-François de La Rocque de Roberval, une première colonie française en Amérique. C'est l'espoir d'y découvrir de l'or et des diamants qui a convaincu François I<sup>er</sup> de financer ce projet. Et le roi n'entend pas faire les choses à moitié : « Il faut habiter les dites terres et pays, y construire et édifier villes et forts, temples et églises. » Cinq navires sont affrétés par Cartier, et trois par Roberval, à qui revient le titre de premier lieutenant général du Canada.

Roberval est retardé, et c'est Cartier qui arrivera le premier, en août 1541. Avec combien d'hommes, de femmes et d'enfants ?

On ne le sait pas, mais le récit du navigateur fait état d'une vingtaine de vaches, de 4 taureaux, de 100 moutons, de 100 chèvres et de 20 chevaux. Il entreprend la construction d'un établissement qui est nommé Charlesbourg-Royal.

Deux enceintes sont mises en chantier. « Les écrits indiquent qu'un fort est érigé près de la rivière et un autre sur le promontoire de Cap-Rouge », rappelle Nicolas Giroux, historien à la Commission de la capitale nationale. « Ils n'en disent pas plus, de sorte que l'on a souvent procédé à des fouilles trop

au nord, là où est aujourd'hui établi le parc Cartier-Roberval, ce qui est bien en retrait de la falaise qui longe le littoral. Pourtant, le vrai site offre une vue imprenable sur le Saint-Laurent, son amont et la rivière Cap-Rouge. Ça devait être exactement le genre de lieu que cherchait Jacques Cartier pour surveiller les incursions iroquoiennes. » Près de 35 hommes seront d'ailleurs tués par les Indiens, alors qu'ils s'affairaient à construire les bâtiments.

C'est en vue d'installer un belvédère pour commémorer le 400<sup>e</sup> anniversaire



YVES CHRÉTIEN



Les falaises de Cap-Rouge. C'est juste au sud de la voie ferrée actuelle qu'était installé le premier établissement français en Amérique.



Après l'expérience de Cartier-Roberval, les Français tenteront encore deux fois d'implanter des colonies au XVI<sup>e</sup> siècle : l'une au Brésil, en 1555, là où se trouve l'actuelle Rio de Janeiro; l'autre en Floride, en 1565, aux environs de Fort Caroline. Et de ces aventures tropicales, il n'y a aucune chance de retrouver quelque trace que ce soit. Le site de Cap-Rouge est d'autant plus précieux.

de la ville de Québec, en 2008, qu'Yves Chrétien a été appelé à effectuer des sondages sur le site, question de s'assurer que l'on n'allait pas saccager quelque trésor enfoui, comme il en existe beaucoup autour de la capitale. La prudence a été bonne conseillère. « J'ai tout de suite trouvé une couche de charbon de bois qui m'a semblé intrigante. C'est le signe qu'il y a eu un incendie. Or, on sait que les forts ont été brûlés au moment où les colons sont partis », raconte Yves Chrétien. Une dizaine de mètres plus loin, un autre sondage révèle la présence de charbon de bois. Un troisième indique la même chose. « Cela ne pouvait résulter d'un feu de forêt: il n'y a jamais eu assez de feuillus ici pour laisser autant de matière carbonisée », précise l'archéologue en désignant les arbres environnants.

**E**st-ce qu'il s'agit des restants calcinés d'un des deux forts ? « Le charbon de bois est mélangé à de l'argile verte cuite, ce qui n'est pas naturel, poursuit Yves Chrétien. Elle a dû être utilisée pour colmater les interstices entre les rondins des bâtiments afin de se protéger du froid. » Il n'est pas au bout de ses surprises. Alors qu'il creuse au niveau stratigraphique du charbon de bois, il tombe sur un tesson de faïence. Une rapide recherche lui indique que ce tesson provient d'une assiette de faïence de style Istoriato, fabriquée à Faenza, en Italie, autour de 1540. Cela sera confirmé par une datation au carbone 14. « J'étais



Tesson provenant d'une assiette de faïence de style Istoriato fabriquée en Italie vers 1540. Que faisait-il à Cap-Rouge ?

alors convaincu d'être en présence d'un site important.» Celui du premier établissement français en Amérique !

Le projet de belvédère est évidemment annulé et, à l'été 2006, la Commission de la capitale nationale et le premier ministre du Québec, Jean Charest, font l'annonce officielle de cette découverte. Les travaux archéologiques reprennent, avec un attirail technologique impressionnant fourni par l'Institut national de la recherche scientifique (INRS). On procède à des relevés électromagnétiques, magnéto-métriques et tomographiques pour scruter le terrain afin de distinguer les anomalies dans le sol et ainsi mieux orienter les fouilles. On découvre artefact sur artefact : une hache presque intacte – le feu a provoqué la formation d'une coque de protection autour de l'outil – des clous, des tessons de poteries iroquoiennes, la pièce d'un jeu de dames et quelques petits récipients semblables à des coquetiers. Des creusets ! C'est là-dedans que l'on faisait précipiter, à l'aide de plomb, ce que l'on croyait être de l'or. Quelques morceaux de plomb retrouvés çà et là confirment cette pratique.

Découragé par l'hiver et le scorbut, Cartier plie bagage au printemps 1542 pour retourner en France. Selon les témoignages, il aurait rapporté des barils pleins d'or. « Sauf qu'il devait y avoir quelqu'un de bien incompetent dans le groupe pour confondre de la pyrite – un minéral commun qui présente des éclats

L'archéologue Yves Chrétien. Il a trouvé en 2005 des vestiges d'une colonie fondée par Jacques Cartier et Roberval en 1541. Les fouilles se sont poursuivies en 2006 et elles continueront l'an prochain. «C'est un site très peu perturbé», dit Yves Chrétien. Les restes vieux de 465 ans sont quasiment au ras du sol, à 30 cm sous la surface.





LOUISE BILODEAU

Charles Corriveau, un des archéologues de l'équipe, passe au tamis la précieuse terre de Cap-Rouge à la recherche d'artefacts.

dorés – avec de l'or, et du quartz avec des diamants!» dit Yves Chrétien.

**S**ur son chemin, aux environs de Terre-Neuve, Jacques Cartier rencontre les navires de Roberval venus apporter des renforts, des provisions et de nouveaux colons. Une autre vérification est alors effectuée sur le minerai. La chose est confirmée : c'est bien de l'or. Les experts du roi livreront pourtant un tout autre verdict. S'agit-il de la première fraude minière de l'histoire canadienne ? L'affaire n'est pas nette.

Quoi qu'il en soit, Cartier ne tient pas à retourner, avec Roberval, consolider la colonie. Le découvreur du Canada n'en fera qu'à sa tête et, pendant la nuit, il lèvera l'ancre en catimini, et voguera vers la France.

PHOTOS: YVES CHRÉTIEN

Roberval retrouve les lieux laissés par

Jacques Cartier. Il y reconstruit les forts. « On y trouve deux corps de logis, une grosse tour et un bâtiment de 40 à 50 pieds de longueur qui abrite diverses chambres, une salle, une cuisine, des celliers haut et bas. Il y avait aussi un puits devant la maison », rapporte un des rares récits de l'époque. L'endroit est rebaptisé France-Roy, et le fleuve prend le nom de France-prime. Restait à défier l'hiver...

« Nous n'avons pas beaucoup de témoignages de cet hiver 1542, note l'historien Nicolas Giroux. Le seul écrit dont nous disposons est la traduction anglaise d'un journal de voyage dont on n'a pas retrouvé la version originale. » Chose certaine, l'hiver est très dur. Une cinquantaine de personnes meurent du scorbut. Cartier n'a-t-il donc pas appris des Autochtones les vertus médicinales de

l'anneda – le thuya blanc ? En tout cas, il n'en a rien dit à Roberval. L'échec est patent. D'autant plus que Roberval, probablement accompagné de chimistes plus compétents, ne trouve ni or ni diamants. Le feu est mis une deuxième fois aux installations.

Cartier ne dirigera plus d'expéditions outre-mer. Ce qui n'empêchera pas les Français d'essayer encore deux fois d'implanter, au XVI<sup>e</sup> siècle, des colonies : l'une au Brésil, en 1555, là où se trouve l'actuelle Rio de Janeiro; l'autre en Floride, en 1565, aux environs de Fort Caroline. Toujours en vain. Et de ces aventures tropicales, il n'y a aucune chance de retrouver quelque trace que ce soit. « Le site de Cap-Rouge est d'autant plus précieux », dit Yves Chrétien. Une autre campagne de fouilles est prévue en 2007. **CS**



a. Creuset de céramique servant à précipiter ce qu'on croyait être de l'or. b. c. d. Différents morceaux de céramique européenne du XVI<sup>e</sup> siècle. e. Fragment d'épaulé de vase iroquoien du Saint-Laurent. f. Pièce de monnaie. g. Fragment de verre soufflé.

## Un océan est né

Un nouvel océan est en train de naître en Éthiopie, dans le désert de l'Afar. Cette zone située dans le nord-est du pays se trouve à la jonction de trois plaques tectoniques (celles de Nubie, de Somalie et d'Arabie) s'éloignant les unes des autres, étirant ainsi la croûte terrestre qui se fissure à un rythme effréné. À l'automne 2005, des crevasses se sont ouvertes dans le sol à plusieurs endroits, libérant une fumée de soufre, éjectant des débris rocheux dans les airs et terrorisant la population nomade. Une succession de 163 tremblements de terre ont secoué la région en l'espace de 3 semaines !

Des scientifiques britanniques ont capté le spectacle grâce au satellite européen *Envisat*. En juillet 2006, dans la revue *Nature*, ils ont présenté une reconstitution 3D des événements souterrains ayant donné lieu à ces phénomènes apocalyptiques. Un formidable afflux de magma s'est infiltré entre deux

plaques. Cette intrusion a été si violente qu'une faille de 60 km de longueur, et jusqu'à 8 m de largeur, s'est ouverte dans les profondeurs de la croûte terrestre en à peine un mois.

C'est par un processus semblable que l'Eurasie et l'Afrique se sont séparées des Amériques pour donner naissance à l'océan Atlantique. Si l'étirement de la croûte terrestre observé en Éthiopie se poursuit, le sol continuera à s'affaisser jusqu'à former une vallée tapissée de magma solidifié. Certains secteurs se trouvent déjà à plus de 100 m au-dessous du niveau de la mer ! Une nouvelle étendue d'eau pourrait ainsi se former d'ici un million d'années, si la faille rejoint la mer Rouge, au nord, et lui permet de s'engouffrer dans le désert de l'Afar. Dans 10 millions d'années, c'est toute la corne de l'Afrique qui pourrait se détacher du continent, lorsque les plaques somalienne et nubienne se seront écartées l'une de l'autre.



Géologie

Dans le désert de l'Afar en Éthiopie, la terre a tremblé 163 fois en 3 semaines, créant d'immenses fissures dans le sol.



LEALISA WESTERHOF/AFP/GETTY IMAGES

## 3,3 millions d'années et toutes ses dents

On l'a baptisée Selam. Elle avait trois ans. Elle déambulait probablement dans le lit d'une rivière quand elle a été emportée par une crue soudaine. Les paléontologues l'ont retrouvée, 3,3 millions d'années plus tard, pas très loin du lieu où on a découvert la célèbre Lucy, dans la région de l'Afar, en Éthiopie. Son squelette, long de 40 cm, était emprisonné dans le grès. Six ans de travail minutieux – à l'aide de fraises de dentiste – ont été nécessaires pour l'en dégager.

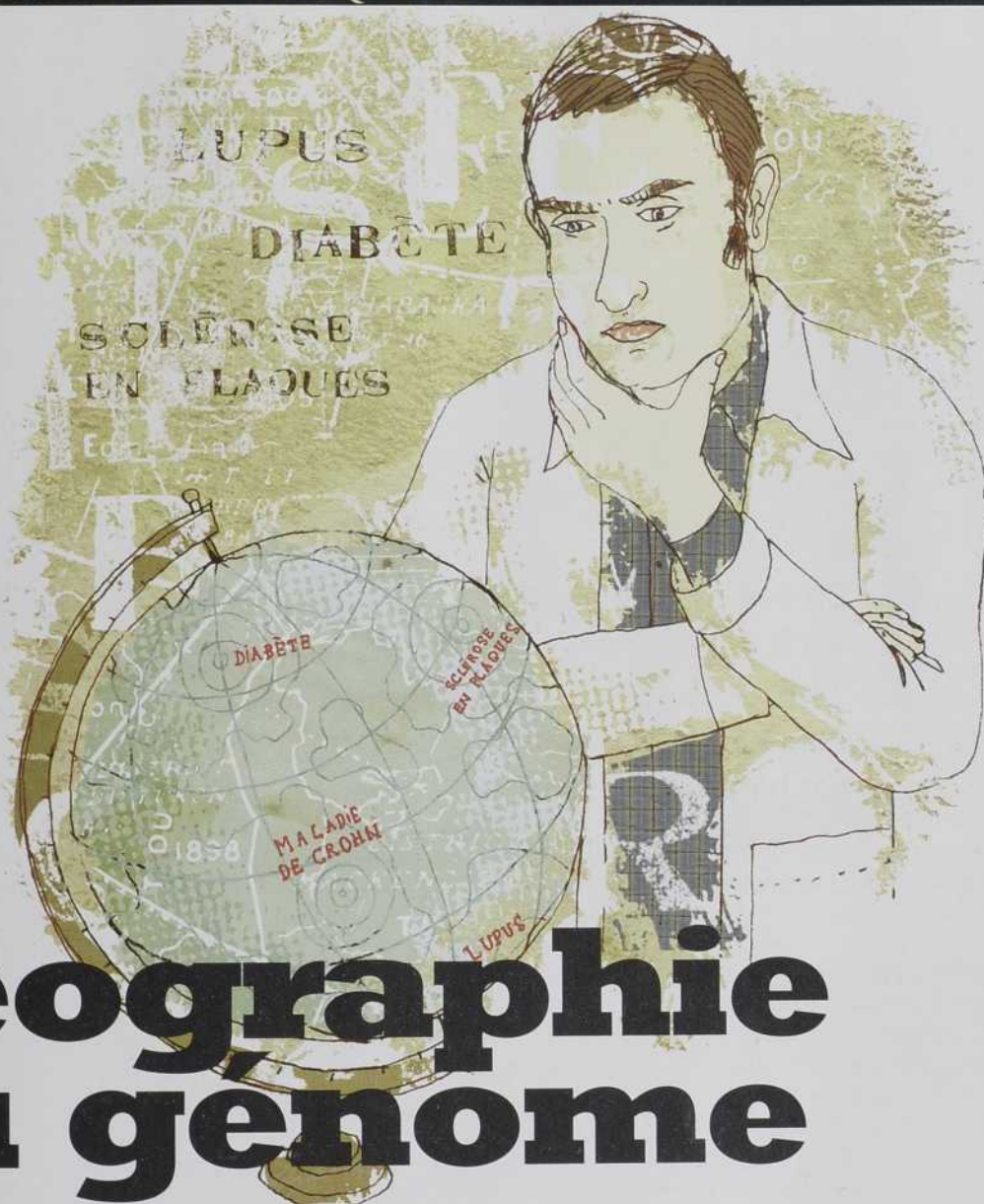
C'est la première fois que l'on met au jour les vestiges d'une enfant de l'espèce australopithèque *afarensis*, nos lointains cousins hominidés. Le crâne et la mâchoire sont pratiquement intacts. Mieux, Selam a encore toutes ses dents de lait et, grâce à des techniques d'imagerie médicale, on a pu distinguer les dents d'adulte encore incluses dans la mâchoire. Ce sont d'ailleurs ses canines qui ont permis aux chercheurs d'établir son sexe (elles

sont plus petites chez les australopithèques femelles que chez les mâles).

Son crâne pouvait abriter un cerveau de 330 cm<sup>3</sup>, ce qui est à peu près la taille d'un cerveau de chimpanzé du même âge. En outre, pour la première fois sur un squelette d'australopithèque, on a retrouvé l'os hyoïde – ou os lingual. Situé dans le larynx, il joue un rôle important pour maintenir les muscles de la langue et permet de moduler les sons. Dans le cas de Selam, il ressemble davantage à celui des actuels grands singes qu'à celui de l'*Homo sapiens*. Elle pouvait donc s'exprimer en criant, en hurlant ou en gémissant.

L'étude des os de ses membres antérieurs et postérieurs a aussi révélé qu'elle pouvait grimper aux arbres et se déplacer sur deux jambes. Selon les paléontologues, sa démarche devait être plutôt laborieuse.

Génétique



# Géographie du génome

*En dressant la carte d'une région du génome associée à l'immunité, on ouvre la voie à des traitements plus ciblés contre de nombreuses maladies.*

par Anne-Marie Simard

**D**resser une carte géographique n'est pas une mince affaire. Si, en plus, le territoire est constamment remodelé par des éruptions volcaniques ou des glissements de terrain, cela relève du tour de force! C'est ce travail impossible que viennent de réaliser John Rioux et son équipe sur une section du génome humain.

Cette région s'appelle Complexe majeur d'histocompatibilité (CMH). On y trouve la plupart des gènes responsables de la

réponse immunitaire aux infections et aux maladies auto-immunes. Le débroussaillage fait par John Rioux devrait permettre à d'autres chercheurs d'identifier des gènes associés à des maladies comme l'athérosclérose, l'arthrite, le diabète, le VIH, le lupus et la sclérose en plaques.

Pour comprendre pourquoi cette tâche était si complexe, il faut savoir que 99,9% du génome est le même chez tous les êtres humains, qu'ils soient nord-américains, tibétains ou africains. Parmi les nucléotides – les fameuses « briques de base » (ou let-

tres A, C, T et G) du génome – qui forment le 0,1% de différence, un grand nombre sont situés sur la région du chromosome six, CMH, que viennent de décrypter les chercheurs. « Nombre de nos différences génétiques n'ont aucune influence sur notre santé, comme celles qui déterminent la couleur de nos yeux, explique John Rioux. Par contre, d'autres établissent notre susceptibilité à certaines maladies. »

Comment faire pour dresser la carte d'une région dont le « paysage » varie énormément d'un individu à l'autre,

comme c'est le cas du CMH? « Beaucoup de scientifiques pensaient qu'on n'y arriverait pas! » dit John Rioux. Les sceptiques ont eu tort. En octobre dernier, l'étude a été publiée dans la revue *Nature Genetics*.

En 2001, le génome complet d'un être humain a été séquencé pour la première fois. À l'époque, John Rioux travaillait au Massachusetts Institute of Technology (MIT), à Boston. Il pose alors une hypothèse selon laquelle la variabilité génétique ne serait pas si grande qu'on le croit. En d'autres termes, peut-être que, entre les milliards d'êtres humains, le CMH ne prend la forme que d'un nombre restreint de « patrons » génétiques. Son intuition se confirmera : « Dans une région de 20 000 paires de bases, on n'observe parfois que quatre ou cinq configurations différentes. D'autres fois, c'est juste deux ou trois. »

**D**epuis un an, John Rioux est professeur à l'Université de Montréal et dirige le Laboratoire de génétique et médecine génomique en inflammation à l'Institut de cardiologie de Montréal (ICM). En 2006, il analyse le CMH, cette fois en se basant sur 360 personnes venant de quatre régions du globe : l'Europe, la Chine, le Japon et l'Afrique. L'équipe a étudié 7 500 nucléotides et observé leur variabilité. Dans certaines régions du génome, il n'y a parfois qu'une seule lettre qui diffère d'une personne à l'autre – ce que les experts

appellent SNP, l'abréviation anglaise de Polymorphismes de Nucléotide Simple.

L'étude menée par John Rioux pourrait faire avancer grandement la recherche sur la composante génétique des maladies. Par exemple, dans la région du CMH associée à l'arthrite, on sait qu'il n'y a qu'un nombre limité de patrons génétiques. On peut donc rapidement déterminer lequel est davantage associé à l'apparition de la maladie. À partir de ce patron, on identifiera les gènes précis qui provoquent l'inflammation des jointures.



**On sait maintenant qu'il y a beaucoup plus de variabilité génétique en Afrique que partout ailleurs.**

Les 360 échantillons étudiés viennent de HapMap, cette banque internationale génétique que les scientifiques ont parachéevée l'année dernière. Grâce à HapMap, on sait maintenant qu'il y a beaucoup plus de variabilité génétique en Afrique que partout ailleurs. « C'est le berceau de l'humanité, explique John Rioux. Puisque la population y est plus ancienne, elle est sujette depuis plus longtemps aux mutations et recombinaisons génétiques. » Des sous-groupes sont partis d'Afrique pour coloniser les autres continents – et y vivent depuis moins longtemps. Leurs descendants ont donc un bagage génétique plus restreint.

Depuis le début de l'histoire de l'humanité, les mutations négatives ont fait mourir leur porteur. Les positives, par contre, se sont transmises aux descendants. « Par exemple, le gène codant pour l'enzyme qui digère la lactose est apparu après que les humains ont adopté la sédentarité », commente le docteur

Rioux. Pratique quand on boit le lait des vaches ou des brebis qu'on élève ! Certaines de ces mutations positives sont cependant des armes à double tranchant, comme l'explique le chercheur : « Une variante peut protéger contre les infections, parce qu'elle provoque une réponse immunitaire très forte. Par contre, elle peut augmenter les risques de développer l'arthrite, par exemple. »

On sait aussi que beaucoup d'Européens sont porteurs du gène CARD15, qui prédispose à la maladie de Crohn et que, par exemple, la sclérose en plaques provoque des symptômes différents d'un continent à l'autre. « Au Japon, la maladie attaque les yeux alors qu'en Afrique, elle est beaucoup plus virulente », constate John Rioux.

Le travail de cartographie de son équipe a également produit des résultats concrets. Parmi la centaine de gènes du CMH, il en existe neuf appelés Human Leucocyte Antigen, ou HLA. Ces gènes, qui décrivent la compatibilité entre donneurs et receveurs d'organes, sont connus depuis longtemps. Or, les chercheurs ont découvert avec stupéfaction que, plutôt que de tester les 9 gènes HLA, il suffit d'analyser de 200 à 300 SNP! « Pour l'instant, remarque le docteur Rioux, faire un test de compatibilité génétique coûte quelques centaines de dollars. Mais tester un SNP ne coûte que cinq cents! »

Pour asseoir davantage ses résultats, le chercheur a repris son travail de géographe. Cette fois, l'analyse utilisera pas moins de 10 000 échantillons génétiques de personnes atteintes de la maladie de Crohn, de colite ulcérite, de lupus et de sclérose en plaques. Pour l'instant, on se contente de diminuer l'immunité des personnes atteintes – ce qui les rend vulnérables aux infections. Quand on en saura davantage sur les causes génétiques, on pourra sans doute mieux aider les malades. **CS**



**LE 7 FÉVRIER 2007**

### **NANOTECHNOLOGIES ET CROISSANCE ÉCONOMIQUE DU QUÉBEC**

**Comment l'infiniment petit peut rapporter gros.**

Découvrez :

- Un positionnement gagnant pour le Québec
- La spécificité de nos forces de recherche
- Les principales industries visées

**COLLOQUE**

**nano 2007**

Hyatt Regency Montréal

Information : 514 284-0211

info@nanoquébec.ca

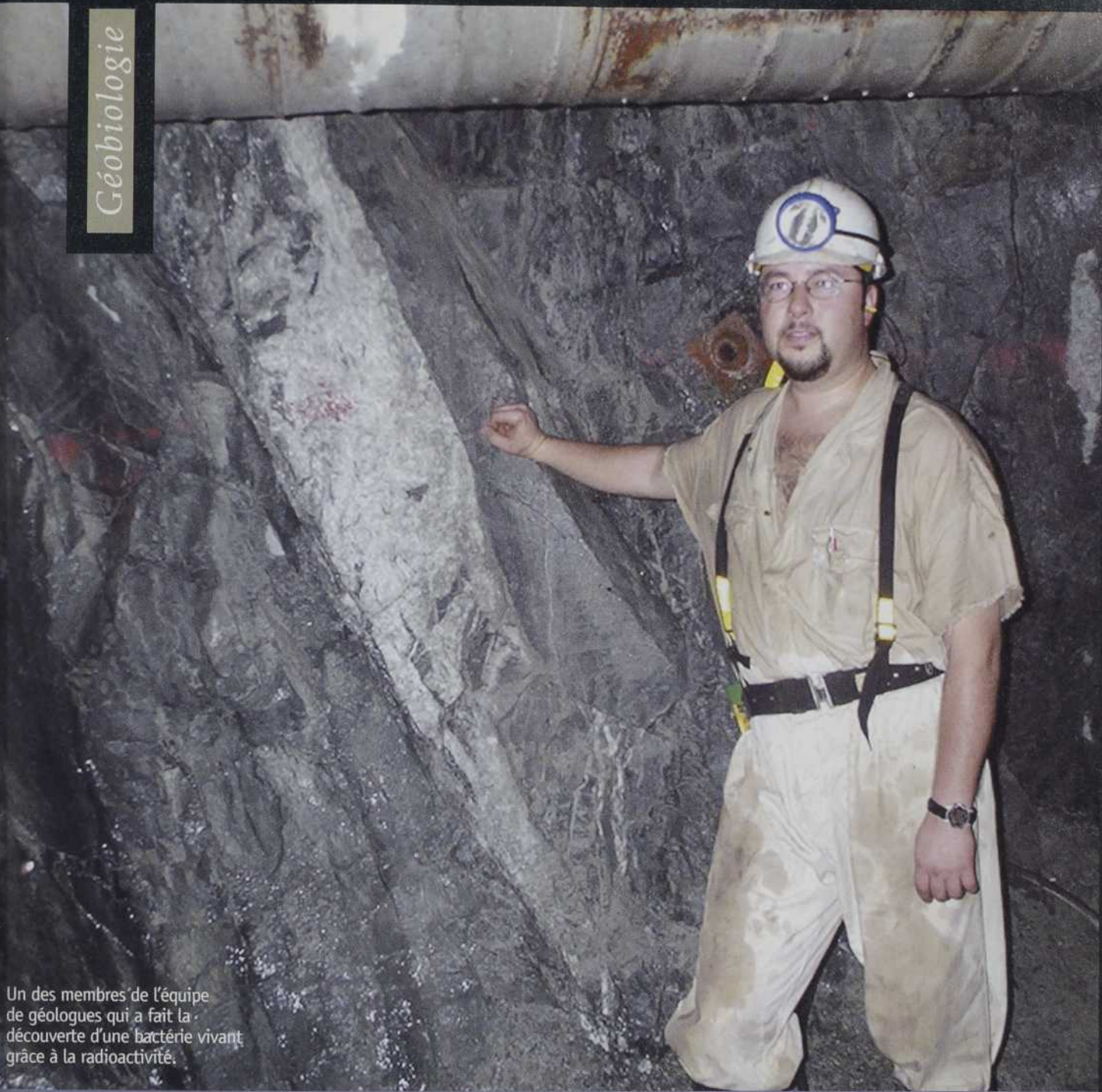
Pour vous inscrire :

nanoquebec.ca/colloque2007

présenté par

**nano québec**

l'avenir des nanos est ici



Un des membres de l'équipe de géologues qui a fait la découverte d'une bactérie vivant grâce à la radioactivité.

## La bactérie des profondeurs

Tous les êtres vivants ont besoin du Soleil pour vivre. Tous ou presque. Des bactéries trouvées au fond d'une mine d'or d'Afrique du Sud n'ont jamais été touchées par le moindre rayon solaire et s'en portent très bien.

Tous les autres organismes, du plus petit des unicellulaires au plus énorme des mammifères, puisent leur énergie dans l'astre diurne. Certains de manière directe, comme les plantes lors de la photosynthèse; d'autres de manière indirecte, comme les humains et les animaux qui mangent ces plantes.

Les bactéries des profondeurs, elles, misent sur une autre source d'énergie: la radioactivité. Les faibles radiations émises naturellement dans le roc mettent à leur disposition des molécules d'hy-

drogène hautement énergétiques qui leur servent à transformer les sulfates de la roche en une matière comestible.

Ce microcosme bactérien a été déniché à 3 km sous terre, au sein d'une nappe d'eau piégée dans le basalte. L'équipe, principalement constituée de chercheurs états-uniens et taiwanais, a annoncé sa trouvaille dans *Science*, en octobre dernier.

D'autres bactéries ont déjà été repérées dans des endroits aussi obscurs que des sédiments océaniques ou des volcans. Mais toutes avaient eu accès d'une manière indirecte à des molécules issues de la photosynthèse. Pas cette fois-ci. Les chercheurs ont estimé que la nappe d'eau dans laquelle se trouvaient ces bactéries était isolée de la surface terrestre depuis 20 millions d'années!

# Un message du cosmos

*Un gros météorite vieux de 145 millions d'années, découvert en Afrique du Sud, risque de changer radicalement nos connaissances sur les origines du système solaire.*

par Noémi Mercier

**D**e fines lamelles de matière rocheuse venue de l'espace sont conservées dans un lieu secret, à l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC). Michael Higgins, professeur au département des sciences appliquées, veille sur les précieux fragments dont l'emplacement exact n'est connu que de quelques initiés. C'est qu'il tient là un tout petit échantillon d'une valeur inestimable : des morceaux d'un météorite unique au monde, découvert en Afrique du Sud par une équipe internationale de géologues. Exceptionnelle par sa taille, son âge et sa composition, cette trouvaille présentée en mai 2006 dans la revue *Nature*, marque le début d'un nouveau chapitre de la science des météorites.

Ces curieux cailloux sont des restes de corps célestes qui se sont écrasés sur la Terre. Ils sont les témoins des origines du système solaire, né il y a 4,5 milliards d'années, alors que certains astéroïdes se sont assemblés pour former des planètes.

D'autres ont cependant continué à graviter, inchangés, trop petits pour soutenir une activité géologique. Lorsqu'ils échappent à leur orbite et s'échouent sur Terre, c'est comme si le cosmos nous envoyait une carte postale de la naissance du système solaire.

L'équipe, menée par Wolfgang Maier (alors professeur à l'UQAC, mais enseignant désormais à la University of Western Australia), était à la recherche de gisements de nickel dans le cratère de Morokweng, près de la frontière entre l'Afrique du Sud et le Botswana. Enfouie sous le sable du désert du Kalahari, cette cicatrice géante, d'au moins 70 km de diamètre, s'est formée il y a 145 millions d'années sous l'impact d'un énorme astéroïde. Les

géologues ont pratiqué un forage dans le cratère, à travers l'épaisse couche de roche que la chaleur de la collision avait fait fondre au moment de l'impact. Lorsqu'ils ont retiré la carotte, ils ont été étonnés d'y trouver un segment de matière plus foncée, long de 25 cm. Par le plus grand des hasards, à près de 800 m sous la surface,

ils venaient de sonder un corps céleste gros comme un ballon de soccer! Jamais un météorite aussi vieux, de cette taille et en si bon état, n'avait été trouvé. En fait, si la vaste majorité des météorites découverts sur Terre datent d'il y a moins d'un million d'années, c'est que les plus anciens ont déjà disparu, ruinés par l'érosion. « Celui de Morokweng était parfaitement préservé en



Une partie de la carotte prélevée dans le cratère de Morokweng. Les segments plus foncés viennent d'un météorite qui se trouvait à 800 m de profondeur. Les parties plus pâles sont de la roche fondue (aujourd'hui refroidie) produite lors de l'impact.

L'astéroïde Gaspria qui gravite entre Mars et Jupiter. C'est de ces corps célestes que se détachent parfois des météorites.



MICHAEL HIGGINS

Image d'une chondrule grossie au microscope. Les chondrules sont des structures minérales très anciennes, qui se sont agglomérées pour former les astéroïdes au commencement du système solaire. La taille réelle de l'échantillon est de 1 mm.

détaché de son astéroïde alors qu'il orbitait autour du Soleil, et qui voyageait derrière lui. Lorsque l'objet principal a frappé la Terre, il a formé un lac de roche liquéfiée, dans lequel le retardataire a plongé, 10 ou 20 secondes plus tard», propose Michael Higgins, qui est aussi membre du comité consultatif sur les météorites et les impacts de l'Agence spatiale canadienne. « Une chose est sûre, dit-il, les scientifiques vont désormais fouiller beaucoup plus assidûment les cratères géants à la recherche de ces reliques. »

**Jamais un météorite aussi vieux, de cette taille et en si bon état, n'avait été trouvé.**

C'est donc dire que les astéroïdes qui gravitent autour du Soleil sont peut-être beaucoup plus diversifiés que ce que l'on avait cru. Les restes trouvés sur Terre jusqu'à présent n'en donneraient qu'un vague aperçu. Cela pourrait aussi laisser croire que, d'une époque à l'autre, des types différents d'astéroïdes sont venus s'échouer sur notre planète.

Quelle pourrait donc être l'histoire de ce rocher déniché dans les profondeurs d'un désert sud-africain? Michael Hig-

gins a son hypothèse. Il y a 145 millions d'années, un événement singulier a peut-être donné naissance à une population d'astéroïdes particulière, dont le fragment de Morokweng serait l'unique vestige. « Il arrive que les orbites des astéroïdes soient perturbées, à cause de l'énorme force de gravité de Jupiter, par exemple, ce qui peut provoquer des collisions entre eux. Notre spécimen pourrait être un débris résultant d'un accrochage de ce genre, suggère-t-il. À l'époque, une pluie de météorites de la même composition a pu s'abattre sur la Terre. Mais comme la plupart sont tombés à la surface, ils se sont complètement désagrégés depuis. » Difficile de reconstruire le passé des corps célestes à partir d'une simple roche! Mais ces quelques bribes de matière extraterrestre pourront peut-être permettre d'en écrire quelques pages de plus. **ES**

profondeur, cristallisé dans la nappe de roche fondue, comme un fossile!» s'émerveille Michael Higgins, qui possède près d'un gramme du matériau, le reste se trouvant maintenant en Australie.

Mais ce météorite est beaucoup plus qu'un fossile bien conservé: c'est un véritable miracle! Car selon tous les calculs des spécialistes, l'existence même de cet objet est physiquement impossible dans un cratère aussi gros que celui de Morokweng. Pour creuser ce trou, il a fallu qu'un corps de quelques kilomètres de diamètre fonce à toute vitesse sur la Terre. Or, on croyait qu'aucun fragment ne pouvait survivre à la puissance d'un tel choc: l'astéroïde est complètement liquéfié ou carrément vaporisé dans les secondes suivant le crash. Le gros caillou de Morokweng va donc forcer les experts à revoir leurs modèles, ou du moins à imaginer d'autres scénarios pour expliquer cet étrange phénomène. « On sait que les astéroïdes ne sont pas constitués de roche très dure. Notre spécimen est peut-être un morceau qui s'est

**L**es spécialistes ont découpé la roche en morceaux pour effectuer des analyses poussées, à l'aide d'un microscope électronique à balayage. Ils ont pu confirmer qu'il s'agissait bel et bien d'un météorite. « Nous y avons trouvé des structures très caractéristiques, explique le chercheur. On les appelle des chondrules. Ce sont des globules de silicate, des molécules très anciennes qui flottaient autour du Soleil avant même la naissance des planètes, et qui se sont agglomérées pour former les astéroïdes. » La preuve était donc faite.

Une autre surprise attendait les géologues: les examens ont révélé que la composition du fragment de Morokweng ne ressemble à celle d'aucun autre météorite. Il ne contient notamment aucun métal, comme le fer, qui abonde généralement dans ce genre de matériau.



# Un lézard contre la fièvre noire

*Un parasite de ce reptile pourrait devenir le premier vaccin sûr et efficace contre l'un des fléaux oubliés de la planète.*

par Noémi Mercier

**L**a nouvelle est passée quasiment inaperçue. Ni manchette au bulletin télévisé, ni grand titre dans les journaux pour souligner la mise au point, par des chercheurs de Québec, d'un vaccin expérimental contre une maladie qui est pourtant endémique dans 88 pays : la leishmaniose. « C'est une maladie un peu oubliée, qui affecte des gens très loin d'ici, surtout dans des pays pauvres. Mais elle n'a rien de marginal. La leishmaniose est l'une des affections parasitaires les plus

importantes, après la malaria », explique Barbara Papadopoulou, professeure à la faculté de médecine de l'Université Laval. De l'Amérique du Sud à l'Asie en passant par l'Afrique, pas moins de 350 millions de personnes dans le monde courent le risque d'être piquées par une mouche des sables porteuse du pathogène, un parasite de la famille des *Leishmania*. L'espèce la plus virulente, *Leishmania donovani*, s'attaque au foie et à la rate, cause des poussées de fièvre et de graves pertes de poids, et tue presque invariablement son hôte au bout

de quelques mois si ce dernier n'est pas soigné. C'est ce qu'on appelle la leishmaniose viscérale, ou fièvre noire.

La chercheuse a trouvé des munitions contre ce fléau chez un allié inattendu, le lézard. Il existe en effet une souche parente du parasite de la fièvre noire qui s'attaque uniquement à ce reptile et qui est totalement inoffensive pour l'humain : *Leishmania tarentolae*. « Elle est génétiquement très semblable aux autres espèces de *Leishmania*, explique la professeure. En administrant cette souche, on reproduit donc

et facile à produire en grande quantité, ce qui n'a rien d'anodin pour un traitement destiné principalement aux pays en voie de développement. « Par rapport aux autres membres de cette famille de parasites, *Leishmania tarentolæ* a l'avantage de croître rapidement en culture cellulaire, et cela en l'absence d'éléments nutritifs qui peuvent coûter très cher. »

**L'**idée d'immuniser les êtres humains à partir d'une souche animale d'un agent infectieux ne date pas d'hier. Déjà au XVIII<sup>e</sup> siècle, Edward Jenner, un médecin britannique, avait constaté que les fermières étaient protégées contre la variole parce que, en trayant les vaches, elles s'exposaient à la forme bovine de la maladie. Aujourd'hui, la tendance est plutôt à la modification génétique du pathogène lui-même. Avant de l'administrer comme vaccin, on désactive les gènes qui lui donnent sa virulence. L'équipe de Barbara Papadopoulou a obtenu des résultats concluants dans le passé en manipulant de la sorte une souche virulente de *Leishmania*. Mais un doute subsistait. « Même si on l'atténue génétiquement, il reste toujours une possibilité que le parasite recouvre sa force et déclenche la maladie chez certains individus, affirme-t-elle. Nous ne voulions prendre aucun risque. » Les chercheurs auront désormais la conscience parfaitement tranquille et pourront perfectionner leur vaccin expérimental au cours des prochaines années. « Nous pensons pouvoir l'améliorer énormément, par exemple en lui greffant d'autres gènes susceptibles de stimuler encore davantage les défenses de l'organisme. »

Dans la plupart des pays frappés par la leishmaniose, on soigne encore comme dans les années 1930, par des injections quotidiennes d'antimoine; un composé voisin de l'arsenic. En plus d'être hautement toxique, ce traitement perd en efficacité à mesure que surgissent des souches de *Leishmania* qui lui résistent.

L'urgence de développer un vaccin tient aussi à une menace encore

plus inquiétante : la multiplication des cas de coinfection par *Leishmania* et le VIH, dans des régions touchées par les deux maladies. Un dangereux cercle vicieux est en train de s'installer dans plusieurs pays, les deux infections se renforçant mutuellement. D'une part, les personnes séropositives, aux défenses déjà affaiblies, ont plus de risque de développer une leishmaniose viscérale si elles sont piquées par une mouche infectée. D'autre part, les individus porteurs du parasite verront le sida se déclarer beaucoup plus rapidement après avoir contracté le VIH.

Si les deux affections fonctionnent si bien en tandem, c'est qu'elles partagent plusieurs caractéristiques. L'un a beau être un virus et l'autre un parasite, le VIH et *Leishmania* s'attaquent aux mêmes soldats du système immunitaire, dont les macrophages qui avalent et digèrent les patho-

gènes. C'est pourquoi Barbara Papadopoulou soupçonne que son vaccin contre la leishmaniose, en stimulant des cellules qui sont également la cible du VIH, pourrait simultanément opposer une résistance au virus du sida. Le potentiel serait encore plus grand si, en plus, on se servait du parasite du lézard comme d'un véhicule. Ainsi, en trafiquant son génome, on lui ajouterait des munitions spécifiques contre le sida – des antigènes du VIH, notamment –, qui seraient alors livrées aux bonnes cellules du système immunitaire. « Un peu comme un cheval de Troie, dit-elle. On cache des antigènes du VIH dans le parasite du lézard, qui, lui, se charge de les amener au bon endroit. Quand le macrophage capte le parasite, l'antigène se présente au système immunitaire et, ainsi, engendre une réaction spécifique contre l'antigène en question. Ce n'est que le début d'une longue histoire, mais nos premières données sont encourageantes. » Les chercheurs viennent d'ailleurs de publier une étude à ce sujet dans le *Journal of General Virology*. Grâce à ce procédé, ils ont réussi à freiner la réplication du virus du sida dans des tissus humains (provenant des amygdales) cultivés en laboratoire. Le lézard, le meilleur ami de l'homme? **CS**

**Le vaccin contre la leishmaniose pourrait aussi avoir une certaine efficacité contre le virus du sida.**

très fidèlement le procédé d'infection du pathogène, et on engendre une réponse immunitaire similaire. Si l'organisme entre en contact avec la méchante bestiole par la suite, il saura la reconnaître puisqu'il aura été exposé à quelque chose de très proche, et il aura développé des défenses suffisantes pour combattre l'infection. » Avec ses collègues du Centre de recherche en infectiologie du Centre hospitalier universitaire de Québec, Barbara Papadopoulou a testé sa découverte sur des souris. Après les avoir immunisées à l'aide d'une simple injection du parasite du lézard, les chercheurs leur ont transmis la redoutable souche *Leishmania donovani*. Leurs résultats, publiés en octobre 2005 dans la revue *Infection and Immunity*, sont prometteurs : ils ont constaté une réduction de 80 % à 85 % de la présence du parasite dans le foie et la rate des petites bêtes, par rapport aux souris qui n'avaient pas été vaccinées. Un tel vaccin serait par ailleurs peu coûteux



Distribution géographique de la leishmaniose (en bleu pâle) et coinfection par *Leishmania* et le VIH (en bleu foncé).

## La résurrection de Terry

Pendant 19 ans, Terry Wallis est resté coupé du monde, reclus en lui-même. Puis, soudain, il parle, prononçant d'abord les mots d'un enfant: « mam », « milk », « Pepsi ».

Progressivement, il redevient capable d'exprimer à peu près tout ce qu'il désire, et même de faire quelques mouvements.

Terry Wallis a sombré dans le coma en 1984 à la suite d'un grave traumatisme crânien survenu lors d'un accident de voiture. Pendant deux décennies, il est demeuré dans un état neurovégétatif apparemment profond, maintenu en vie dans un centre de rééducation de l'Arkansas.

Dans un article publié en juillet dernier par le *Journal of Clinical Investigation*, l'équipe du docteur Henning Loss, du Centre médical de l'université Cornell, à New York, explique les raisons de sa « résurrection ». En examinant la matière blanche du cerveau de l'homme de 39 ans grâce à des techniques d'IRM (imagerie par résonance magnétique), les médecins ont conclu à une restauration partielle des axones (les prolongements nerveux des neurones).

Terry Wallis se trouvait sans doute dans un état de conscience minimale, pensent les chercheurs, ce qui explique qu'il ait pu récupérer après tant d'années. Les scientifiques rappellent cependant que ce genre de « réveil tardif » demeure très exceptionnel.

AP PHOTO/DANNY JOHNSTON/CPIMAGES

# Pollution glacée

Mesuré au-dessus de l'Antarctique par le satellite de la NASA *Aura*, le trou dans la couche d'ozone n'a jamais été aussi grand.

*À basse température, un gaz inoffensif pourrait devenir un dangereux polluant.*

par Anne-Marie Simard

**L'**acide fluorhydrique (HF) n'intéresse guère les spécialistes de la chimie atmosphérique. Pourquoi? Parce que ce gaz émis par les aciéries et les usines de sidérurgie est présumé inerte. Du moins, c'est ce que l'on croyait jusqu'à ce que Patrick Ayotte s'en mêle. Ce chimiste de l'Université de Sherbrooke vient en effet de changer complètement la donne.

Le gaz en question, issu de l'activité humaine mais aussi de sources naturelles,

réagit peu dans l'atmosphère sous des conditions tempérées. Mais quand il s'agglutine à la surface des particules de glace au sein des nuages, il se dissocie, ce qui entraîne la formation de composés nocifs pour la couche d'ozone. Des composés peut-être aussi dommageables que les CFC, ces gaz utilisés jadis comme réfrigérants, qui ont été en grande partie remplacés.

Patrick Ayotte a eu l'idée de condenser du HF et de l'eau dans une chambre réfrigérante pour reconstituer les conditions qu'on retrouve dans la stratosphère. Il a en-

suite relié cette chambre à un spectromètre infrarouge – qui permet de lire l'« empreinte digitale » de tous les éléments présents dans cette glace de laboratoire maintenue à  $-233\text{ }^{\circ}\text{C}$ . « Le HF n'était plus sur la photo, affirme Patrick Ayotte, il s'était complètement dissocié! »

Lorsqu'il est dissous dans l'eau, l'acide fluorhydrique se dissocie très peu : c'est un acide faible, comme disent les manuels d'introduction à la chimie générale. Selon l'explication classique, le lien entre les atomes d'hydrogène et de fluor (qui com-

posent l'acide fluorhydrique) est très fort. On pourrait croire que, pour briser ce lien, il faudrait fournir beaucoup d'énergie, donc chauffer la solution à de hautes températures. Mais Patrick Ayotte vient de prouver le contraire : plus on refroidit la solution de HF, plus ce dernier se dissocie.

**L**e jeune chercheur a trouvé l'explication de ce phénomène dans les lois de la thermodynamique – une discipline qu'il avait détestée pendant ses études de premier cycle en physique! « C'est abstrait et à mille lieux de l'intuition », explique-t-il. Ironie du sort, c'est à l'université Yale, au Connecticut – l'alma mater de Josiah Willard Gibbs, le père de la thermodynamique – qu'il fera ses études doctorales.

À la base de cette discipline, réside le concept d'entropie. L'entropie, c'est le désordre. Selon Gibbs, tout système de molécules – gaz, liquide ou solide – tend naturellement vers le désordre. Pour le ramener vers l'ordre, il faut de l'énergie.

### NOMINATION DE M. VASSILIOS PAPADOPOULOS

Le Dr Arthur Porter, directeur général et chef de la direction du Centre universitaire de santé McGill (CUSM), est heureux d'annoncer la nomination de M. Vassilios Papadopoulos, PhD au poste de directeur de l'Institut de recherche du CUSM.



Scientifique de réputation internationale possédant une feuille de route impressionnante à des postes de leadership en recherche biomédicale et en administration, il prendra la tête de l'un des plus grands centres de recherche hospitalo-universitaires au Canada, qui compte plus de 500 chercheurs et 1 000 étudiants diplômés et postdoctorants. M. Papadopoulos est également nommé professeur à la Faculté de médecine de l'Université McGill et directeur général adjoint de la Recherche au CUSM.

M. Papadopoulos se joint à l'équipe du CUSM après une carrière fructueuse comme vice-président associé et directeur de la recherche biomédicale au Centre médical de l'Université Georgetown, à Washington, DC. Il est l'auteur de plus de 200 publications de recherche et le titulaire de plus de 30 brevets scientifiques. Il a obtenu son diplôme de Pharmacie à l'Université d'Athènes et un doctorat en Sciences de la santé et de la vie à l'Université Pierre et Marie Curie de Paris. Il est membre de l'Académie nationale de Pharmacie de France.

L'Institut de recherche du CUSM est la branche de recherche du CUSM, centre hospitalier universitaire affilié à la Faculté de médecine de l'Université McGill. La recherche de l'Institut est étroitement liée aux programmes cliniques du CUSM, ce qui permet aux patients de bénéficier directement des connaissances scientifiques les plus avancées.



Centre universitaire de santé McGill  
McGill University Health Centre

**L'acide fluorhydrique émis par les aciéries serait aussi dommageable pour l'ozone que les CFC, ces gaz utilisés jadis comme réfrigérants, qui ont été en grande partie remplacés.**



Patrick Ayotte a puisé dans les lois de la thermodynamique pour expliquer comment le gaz change de nature quand il fait froid.

Mais un autre phénomène est à l'œuvre : tout système veut aussi minimiser son énergie. Les réactions chimiques sont donc le résultat d'un compromis entre ces deux lois. À température ambiante, le HF ne se dissocie pas; sa dissociation ferait certes diminuer l'énergie, mais également l'entropie. « Ce serait contre les lois de la thermodynamique », précise le chercheur.

Si à basse température, la molécule de HF se dissocie, c'est que, lorsque le mercure descend sous les  $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$ , les ions  $\text{H}^+$  et  $\text{F}^-$  sont « gelés », immobiles – tout comme la molécule de HF. Il y a donc peu de désordre avant et après la réaction : l'entropie reste constante. Seule l'énergie est à l'œuvre et, comme la dissociation la minimise, c'est la voie que choisit la molécule. À haute température, c'est le désordre qui gagne : le HF reste intact. À basse température, c'est l'énergie qui prend le dessus : le HF se dissocie.

Ce problème, qui a provoqué d'intenses controverses entre les chimistes pendant les années 1950 et 1980, est donc enfin résolu grâce à la découverte de Patrick Ayotte publiée dans *The Journal of Chemical Physics* en novembre 2005. « C'est un des plus grands moments de ma carrière, dit-il. Ce qui est à la mode, de nos jours, ce sont les formations multidisciplinaires, souvent très superficielles. Les étudiants sont moins attirés par les sciences fondamentales comme la chimie, la physique et les mathématiques. Bien sûr, les problèmes d'aujourd'hui transcendent souvent les disciplines traditionnelles. Mais les progrès les plus importants émergent fréquemment d'équipes dont les membres ont une formation approfondie. » Le scientifique tente donc maintenant de convertir ses étudiants aux vertus de la thermodynamique. **CS**

Détail de *La trahison de Jésus Christ*, du peintre italien Giovanni Canavesio, vers 1492



## La parole de Judas

Judas traîne depuis 2 000 ans une sale réputation. Trésorier des 12 apôtres, il livra Jésus pour quelques deniers. Bref, c'était un traître et un fourbe. Du moins, voilà ce que racontent les Évangiles approuvés par le Vatican. Mais il existe aussi un évangile de Judas. Un texte qualifié d'hérétique et dont on avait perdu la trace jusqu'à ce que, en 1978, un paysan le retrouve dans une grotte de la Haute-Égypte.

Le texte donne une tout autre version des choses. « Jésus dit à Judas : "Mais toi, tu les surpasseras tous ! Car tu sacrifieras l'homme qui me sert d'enveloppe charnelle !" » De toute façon, le paysan ne pouvait pas y comprendre grand-chose. Le texte, rédigé sur un papyrus, est écrit en copte dialectal, l'antique langue des chrétiens d'Égypte. Toujours est-il qu'il le vend à un antiquaire qui le cède ensuite à un collectionneur de New York. Celui-ci garde l'objet dans une banque de Long Island. Il le cède à un organisme suisse, la Fondation Maecenas pour l'art ancien, qui demande à Rodolphe Kasser, professeur de coptologie à l'université de Genève, de le restaurer, car le document était pratiquement en miettes. C'est en traduisant le texte que le spécialiste en constate la réelle portée. On procède ensuite à sa datation au carbone 14 : l'objet remonte au tout début de l'ère chrétienne.

En 1545, l'Église a retenu quatre Évangiles – ceux de Matthieu, Luc,

Jean et Marc – pour arrêter une version de l'histoire de Jésus. Mais on en dénombre une quinzaine d'autres, dits apocryphes, dont ceux de Philippe, Pierre, Barthélemy, Thomas et Marie-Madeleine. L'évangile de Judas fait partie d'un papyrus d'une soixantaine de feuillets appelé *Codex de Tchacos* qui contient également deux autres textes apocryphes : l'*Épître de Pierre à Philippe*, et la *Première apocalypse de Jacques*.

Dans l'évangile de Judas, ce dernier raconte à Jésus une vision qu'il a eue, au cours de laquelle les autres disciples le persécutent. Il interroge Jésus sur son destin, et apprend qu'il sera maudit au fil des générations. Le Christ lui révèle alors des secrets sur l'origine du monde : un ange nommé Adamas est sorti d'un nuage lumineux et a créé des myriades d'anges. De ce nuage ont également émergé un ange nommé Nébro – qui signifie le rebelle – et un autre, Saklas, qui a créé Adam et Ève. Rien à voir avec le récit de la Bible. En outre, on lit aussi que Jésus n'est pas le fils du dieu de l'Ancien Testament, mais de Seth, le troisième fils d'Adam. Seth fait partie d'une autre catégorie de divinités, au sommet de laquelle trône Barbelo, un dieu androgyne bienveillant.

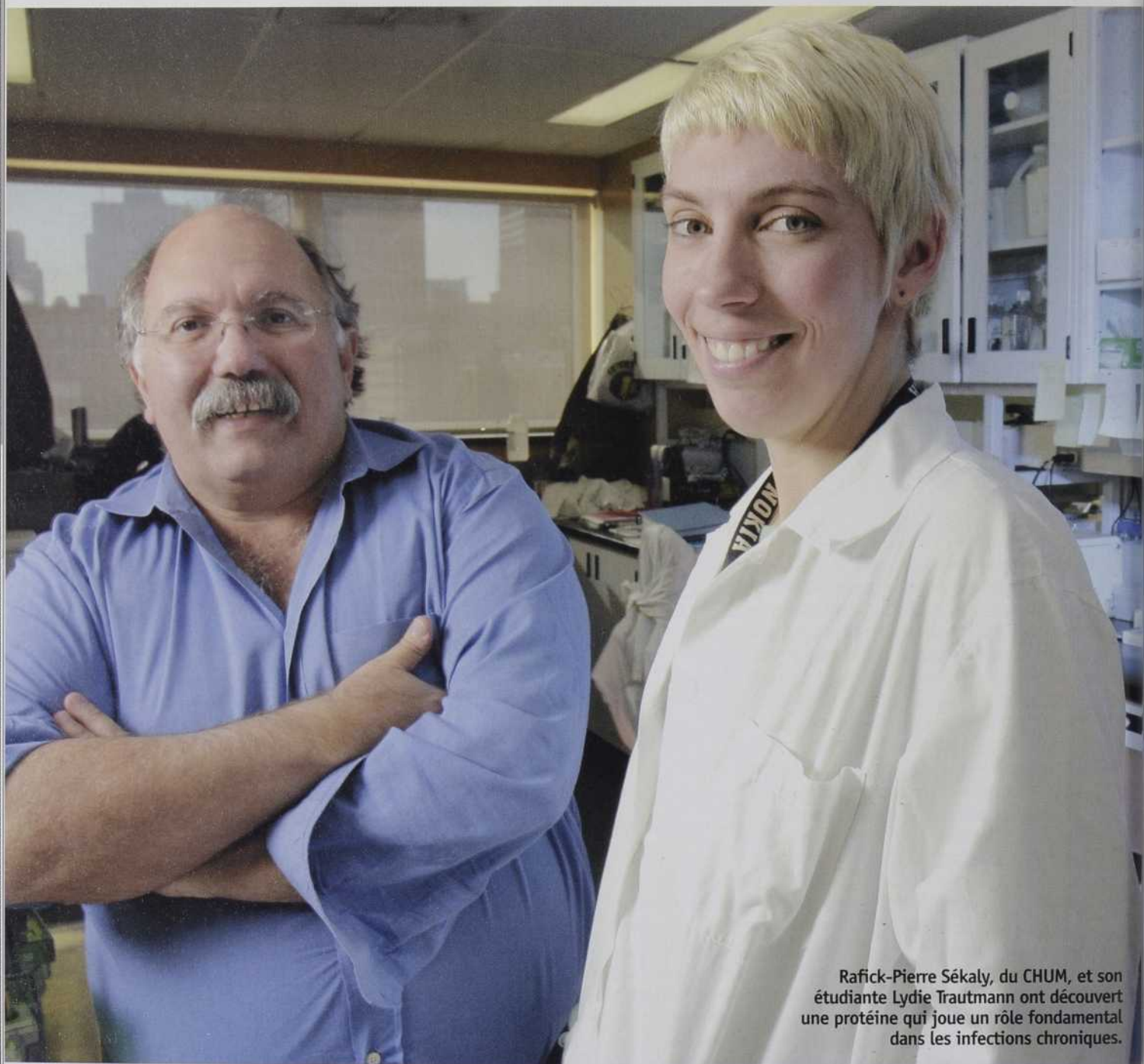
Le pape Benoît XVI a dénoncé cet évangile. L'Église orthodoxe de Grèce a été jusqu'à prétendre que le document est un faux et que sa traduction émane d'un complot des sionistes.



# L'interrupteur de

*Il serait possible de relancer le système immunitaire des séropositifs pour*

par Anne-Marie Simard



Rafick-Pierre Sékaly, du CHUM, et son étudiante Lydie Trautmann ont découvert une protéine qui joue un rôle fondamental dans les infections chroniques.

# de l'immunité

il reprenne le combat contre la maladie.

**G**âce à un mécanisme semblable à un interrupteur, on pourrait faire redémarrer le système immunitaire des patients atteints d'infections chroniques. C'est ce que vient de découvrir l'équipe de Rafick-Pierre Sékaly. « En 18 ans de carrière, je n'ai jamais vécu de moments plus excitants. Au labo, l'ambiance est euphorique ! » s'exclame le chercheur du CHUM et professeur à l'Université de Montréal. Il y a de quoi : cette découverte permettra peut-être de mettre au point un nouveau médicament contre le sida, le cancer et l'hépatite C. Les travaux de Lydie Trautmann, stagiaire post-doctorale du docteur Sékaly, publiés dans *Nature Medicine* en août dernier, jettent aussi un nouvel éclairage sur les maladies auto-immunes.

Lors d'une infection, les lymphocytes T CD8 prolifèrent furieusement et produisent des molécules tueuses qui détruisent les cellules malades : les cytokines. À la surface des CD8 se trouve une protéine appelée PD-1 (Programmed Death-1). Après un certain temps, quand l'infection est contrôlée par le système immunitaire, les PD-1, aidées d'une autre protéine, envoient le signal aux CD8 de stopper leur activité. « C'est le frein à main du système immunitaire », explique le docteur Sékaly. Ce mécanisme empêche la surproduction des cytokines qui pourraient s'attaquer aux cellules saines de l'organisme.

Voilà pourquoi, chez les séropositifs, les CD8, bien que présents en grand nombre, ne font pas leur boulot. « Quand les

CD8 sont là depuis longtemps, les PD-1 leur envoient un signal d'arrêt pour qu'elles cessent le combat », explique Lydie Trautmann. Le système immunitaire est alors paralysé et l'infection gagne du terrain.

Après avoir mis ce mécanisme en lumière *in vitro*, sur des échantillons de sang de personnes infectées, les chercheurs ont ajouté dans l'éprouvette un anticorps empêchant PD-1 de se lier à sa protéine partenaire. Résultat : les CD8 reprennent aussitôt la bataille. Comme si on avait desserré le frein à main qui empêchait le système immunitaire de fonctionner !

Les PD-1 sont connus depuis les années 1990. Pour démontrer leur lien avec l'inactivité des CD8, Lydie Trautmann a commencé ses travaux à la mi-novembre 2005. Dès décembre, elle obtient ses premiers résultats. « À chaque fois qu'on mesurait de hauts niveaux de PD-1, les CD8 étaient non fonctionnels, explique le professeur Sékaly. J'étais abasourdi par la clarté des observations. »

À partir d'échantillons de sang provenant de 30 séropositifs, Lydie Trautmann a ensuite ajouté l'anticorps dans les éprouvettes. Encore une fois, les résultats étaient limpides. « Six jours plus tard, les CD8 avaient proliféré et le niveau de cytokines avait augmenté », mentionne Rafick-Pierre Sékaly.

Aux États-Unis deux équipes sont arrivées à des résultats similaires. Leurs travaux publiés dans *Nature* et *Journal of Experimental Medicine*, donnent une grande crédibilité à la découverte. C'est ce qui permettra peut-être d'accélérer le processus menant

à la mise au point d'un traitement.

La prochaine étape promet d'être encore plus emballante. On lancera en 2007 une étude préliminaire sur des humains en utilisant un anticorps visant la protéine PD-1. La compagnie pharmaceutique Medarex a d'ailleurs commencé à le tester sur des patients atteints de cancer. Rafick-Pierre Sékaly voit déjà comment ce traitement pourrait être administré : « On commencerait par la trithérapie (NDLR : le traitement actuel le plus efficace) pour faire diminuer la charge virale à un niveau contrôlable. Puis, on injecterait l'anticorps, ce qui restaurerait le système immunitaire, sans administration subséquente de médicaments. Le VIH deviendrait alors un virus dormant comme l'herpès. »

Dans la salle de conférence du CHUM où se déroule l'entrevue, des boîtes de pizza vides s'empilent sur le rebord d'une fenêtre. « On est resté tard hier à discuter des prochaines expériences », explique le docteur Sékaly. C'est que le travail ne manque pas. Récemment, l'équipe du CHUM a recueilli des échantillons de sang sur des personnes nouvellement infectées. « On veut savoir à quel moment les CD8 deviennent non fonctionnels, dit Lydie Trautmann. Puis décortiquer la cascade d'événements moléculaires qui conduisent à leur paralysie. »

Il faudra tout de même prendre beaucoup de précautions. On sait en effet que le traitement aux anticorps peut comporter des dangers. En mars 2006, un essai clinique a mal tourné en Angleterre : six participants en bonne santé se sont retrouvés aux soins intensifs pour cause d'emballement du système immunitaire. « On touche à une balance délicate et il faut doser nos interventions », affirme la stagiaire post-doctorale.

Mais si on parvient à bien régler la balance, la lutte contre le sida pourrait prendre un tournant décisif. **CS**

**Grâce à cette découverte, on va pouvoir desserrer le frein à main qui empêche le système immunitaire de fonctionner dans les cas d'infections chroniques.**



## Le visage d'Isabelle

Elle s'appelle Isabelle, mais elle ne sait sans doute plus très bien qui elle est. Elle est la première personne de toute l'histoire de l'humanité à porter le visage d'une autre. La métamorphose a eu lieu le 27 novembre 2005 au Centre hospitalier universitaire d'Amiens, dans le nord de la France.

Isabelle Dinoire a 38 ans quand, un soir de grosse déprime, elle prend des somnifères pour dormir et « oublier des problèmes personnels ». Cette nuit-là, elle se fait dévorer le visage par sa chienne labrador. Quand elle se réveille au matin, elle n'a plus ni bouche, ni nez ni menton. Comment se peut-il qu'elle ne se soit pas réveillée sous les assauts de l'animal ? Nul ne le sait.

Six mois après cette nuit tragique, le docteur Bernard Devauchelle, chef du service de chirurgie maxillo-faciale de l'hôpital d'Amiens, lui greffait le bas du visage d'une femme en état de mort cérébrale.

Aujourd'hui, Isabelle ne doit pas seulement apprendre à vivre littéralement dans la peau d'une autre – psychiatres et psychologues se sont relayés à son chevet. Elle doit aussi prendre des doses massives d'immunosuppresseurs, et ce, jusqu'à la fin de ses jours, pour éviter les rejets qui sont plus à craindre au fil des ans. Ces médicaments augmentent également de 10 à 30 fois les risques de souffrir d'un cancer de la peau et des cellules lymphatiques.

Les détails de cette opération controversée ont été dévoilés dans l'édition en ligne de la revue scientifique *The Lancet*, en juillet dernier. On peut notamment y lire que le visage de la donneuse a été conservé dans des éponges gelées et que des vers à soie ont été utilisés pour drainer les fluides pendant l'opération.

Mais *The Lancet* ne nous dit rien de la nouvelle Isabelle. De cette femme qui est aujourd'hui en mesure de manger et de parler, mais qui ne pourra sans doute plus jamais sourire.



# BINGO !

Deux professeurs montréalais font la preuve de la véracité de la conjecture de Syracuse. On l'attendait depuis 76 ans !

par Catherine Dubé

**E**n 1930, un étudiant de l'université de Hambourg, Lothar Collatz, posait un problème mathématique qui allait confondre des générations de scientifiques. Aujourd'hui connu sous le nom de conjecture de Syracuse, le problème est simple; mais la preuve de sa véracité est ex-

trêmement difficile à établir.

C'est maintenant chose faite grâce à deux Montréalais, Alain Slakmon et Luc Macot, qui ont publié le fruit de leurs cogitations dans la revue scientifique *Statistics and Probability Letters*, en septembre dernier.

La conjecture de Syracuse ressemble à un jeu de calcul. On prend n'importe quel nombre entier plus grand que 1; s'il est pair,

on le divise par 2; s'il est impair, on le multiplie par 3 et on ajoute 1. En recommençant l'opération plusieurs fois, on obtient une suite de nombres... qui finit toujours par aboutir à 1.

Faites le test avec le nombre 3. C'est un nombre impair : on le multiplie donc par 3 et on ajoute 1, ce qui donne 10, un nombre pair. Pour poursuivre, on divise donc

par 2, et ainsi de suite. La série construite est la suivante : 3, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1, 4, 2, 1... Dès qu'on arrive à 1, la boucle est bouclée, et la suite 4, 2, 1 ne peut que se répéter à l'infini.

Lothar Collatz a refait l'exercice avec une multitude de nombres entiers et, à tout coup, il a fini par obtenir 1. Il s'est donc demandé si cette règle s'appliquait à tous les nombres entiers. Une question à laquelle il n'a jamais pu répondre puisqu'il s'agit d'un ensemble infini... Voilà le cœur du problème!

Vingt ans plus tard, Helmut Hasse, un ami de Collatz, profite d'une visite à l'université de Syracuse pour soumettre la fameuse conjecture à des collègues. Le problème prend différents noms à mesure qu'il se propage dans les universités américaines : « conjecture de Syracuse », « problème  $3n+1$  », « algorithme de Hasse » ou « problème de Ulam », du nom du grand mathématicien polonais Stanislaw Ulam qui enseignait à l'époque à l'université de Los Alamos aux États-Unis. « La conjecture occupait alors l'esprit de tant d'universitaires qu'on disait à la blague qu'elle était le fruit d'une cons-

piration soviétique visant à ralentir la recherche aux États-Unis », relate Alain Slakmon.

Un vocabulaire très imagé, inspiré de l'aviation, s'est aussi développé pour parler de la conjecture. Pour le nombre 3 par exemple, l'altitude maximale est 16 (le nombre le plus élevé de la suite) et la durée de vol est 7 (le nombre d'étape pour arriver à 1).

**Q**uelques décennies après que Hasse eut popularisé le problème, l'arrivée des ordinateurs permet de tester des nombres entiers de plus en plus grands, comme 1 256 651 665 537 537 qui aboutit à 1 après 1 865 étapes! On teste ainsi tous les entiers jusqu'à  $2,7 \times 10^{16}$ ... ce qui est très bien, mais ne constitue toujours pas une preuve que l'on peut obtenir 1 avec



**Pour établir leur preuve, les deux professeurs ont eu recours à une astuce : grâce à un vieux modèle probabiliste des années 1960, ils ont établi un parallèle entre la conjecture et un jeu de hasard.**

n'importe quel entier.

Il fallait donc essayer une autre approche. Alain Slakmon et Luc Macot, respectivement professeurs de mathématiques et de physique au Collège de Bois-de-Boulogne, ont choisi la théorie de la probabilité. D'autres l'avaient fait avant eux, mais sans succès, leurs démonstrations s'avérant extrêmement longues et complexes.

En effet, la beauté d'une preuve réside entre autres dans sa limpidité. Les deux professeurs ont donc eu recours à une astuce. « Grâce à un vieux modèle probabiliste énoncé dans les années 1960, nous avons établi un parallèle entre la

conjecture et un jeu de hasard », explique Alain Slakmon. Les deux collègues ont d'abord imaginé un « joueur de Syracuse » qui mise un certain montant d'argent (qu'on peut comparer à  $n$ , le nombre entier choisi au départ). Parfois le joueur gagne ( $n$  fois  $3 + 1$ ), parfois il perd ( $n$  divisé par 2). Or, selon la théorie des jeux de hasard, s'il rejoue constamment le capital ainsi obtenu, il finira par tout perdre (son capital finira par devenir 1)! Et cela, peu importe la mise (le nombre entier) de départ.

Comme il s'agit d'une approche probabiliste, il reste une toute petite possibilité que certains nombres résistent à la conjecture et donnent une suite infinie. Mais cette possibilité est maintenant infime. Pour renforcer leur preuve, Alain Slakmon et Luc Macot ont créé un deuxième joueur de casino, « misant » pour sa part avec les nombres réels (c'est-à-dire tous les nombres possibles, incluant non seulement les entiers, mais aussi les négatifs, les fractions, etc.). Lorsque ce deuxième joueur gagnait, les professeurs lui accordaient un « montant » un peu plus élevé qu'au joueur de Syracuse. « Le modèle probabiliste que nous avons utilisé dit que ce joueur-là aboutira à zéro presque assurément, peu importe la mise de départ », dit Luc Macot. Comme le joueur de Syracuse est moins riche, il se dirige donc tout droit vers la ruine lui aussi. Les habitués des casinos le savent bien : la maison gagne toujours!



On n'est jamais trop curieux.

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

## Plein de planètes

Plus de 200 ! Le compteur d'exoplanètes – ces astres situés hors de notre système solaire – s'est emballé. Une quarantaine d'entre elles ont été identifiées pendant cette dernière année. Et c'est loin d'être fini : le satellite européen *Corot*, qu'on s'apprêtait à lancer au moment de mettre sous presse, a notamment la mission de détecter des planètes telluriques – semblables à la Terre, donc. Jusqu'à maintenant, les astronomes n'ont pratiquement identifié que des géantes gazeuses, comme Jupiter. Or, seules les planètes telluriques pourraient être habitables et on pense qu'il y en aurait près de 10 milliards.

C'est en 1995, que l'on a détecté la première exoplanète. Ces astres présentent des caractéristiques que les astronomes ne s'attendaient pas à rencontrer, ce qui oblige à redéfinir la notion même de planète. Un bel exemple : dans la constellation du Caméléon, une exoplanète a récemment été repérée gravitant à 30 milliards de kilomètres de son étoile CHXR 73 B. C'est cinq fois plus que la distance qui sépare Pluton de notre Soleil. Elle est par ailleurs 13 fois plus grosse que Jupiter, ce qui en fait presque une étoile, car au-dessus de cette masse, des réactions thermonucléaires peuvent s'enclencher. Alors planète ou étoile en gestation ? Voilà qui devrait animer bien des discussions d'astronomes.

Le petit astre CHXR 73 B, photographié par le télescope *Hubble*, orbite autour d'une naine rouge.

# Félicitations !

Les Fonds québécois de recherche saluent la contribution exceptionnelle de ces chercheurs et de leurs équipes à l'avancement des connaissances.

- **Carla Aguirre**, École polytechnique de Montréal, Nanotechnologies  
*Des écrans souples grâce aux nanotubes de carbone*
- **Patrick Ayotte**, Université de Sherbrooke, Chimie atmosphérique  
*Risques pour l'environnement d'un gaz réputé inoffensif*
- **Yves Chrétien**, Archéologie  
*Les vestiges du premier établissement français en Amérique*
- **Michael Higgins**, Université du Québec à Chicoutimi, Géologie  
*Un nouveau type de météorite*
- **Barbara Papadopoulou**, Université Laval, Médecine  
*Un vaccin contre la fièvre noire*
- **Simon Rainville**, Université Laval, Physique  
*Vérification de l'équation  $E=mc^2$  avec une précision inégalée*
- **John Rioux**, Institut de cardiologie de Montréal, Génétique  
*Carte d'une région du génome associée à l'immunité*
- **Serge Rivest**, Université Laval, Médecine  
*Un remède potentiel contre la maladie d'Alzheimer se trouvant dans la moelle osseuse*
- **Rafick-Pierre Sékaly et Lydie Trautmann**, Université de Montréal, Immunologie  
*« L'interrupteur » du système immunitaire des séropositifs*
- **Alain Slakmon et Luc Macot**, Collège de Bois-de-Boulogne  
*Preuve de la véracité de la conjecture de Syracuse*

Investir dans  
la **recherche** aujourd'hui  
... pour **demain**

Québec

Fonds de la recherche en santé  
Fonds de la recherche sur la nature et les technologies  
Fonds de la recherche sur la société et la culture

[www.frsq.gouv.qc.ca](http://www.frsq.gouv.qc.ca) – [www.fqrnt.gouv.qc.ca](http://www.fqrnt.gouv.qc.ca) – [www.fqrsq.gouv.qc.ca](http://www.fqrsq.gouv.qc.ca)

# Déroule-moi un écran

*Fini les écrans plats et rigides? Grâce aux nanotubes de carbone, on pourra fabriquer du papier électronique souple et bon marché, et même des tissus lumineux...*

par **Thomas Gervais**

**L**e laboratoire de Carla Aguirre, à l'École polytechnique de Montréal, n'a rien d'une salle de cinéma maison : on y trouve des éprouvettes, un four, un évaporateur et quelques produits chimiques pour la plupart incolores. Et pourtant, la jeune étudiante au doctorat vient d'y mettre au point un procédé qui pourrait reléguer les écrans plats de nos ordinateurs et de nos téléviseurs aux oubliettes. Grâce à des recherches comme la sienne, nous pourrions bientôt disposer d'écrans de l'épaisseur d'une feuille de papier, qu'il serait possible de rouler comme des parchemins et de transporter dans nos sacs.

Les diodes électroluminescentes (DEL) – ces petites sources de lumière qui composent chacun des pixels de nos écrans – sont en général faites de silicium cristallin, un matériau rigide et cassant. Depuis le début des années 1990, différentes solutions ont été proposées pour remplacer le silicium par des polymères organiques (à base de carbone), moins chers et surtout incassables. Ces DEL organiques se retrouvent maintenant au cœur des écrans de téléphone cellulaire et de caméra numérique. Mais un problème persiste. Même si les polymères utilisés sont très flexibles, le contact entre le cœur de la DEL – la partie qui émet la lumière – et la source électrique, nécessite toujours l'utili-

Les écrans flexibles pourraient devenir monnaie courante.



sation d'un matériau très fragile, l'oxyde d'étain et d'indium (ITO en anglais).

« L'ITO est le seul verre conducteur et transparent disponible sur le marché », précise Carla Aguirre. Or, l'indium – quarante-neuvième élément du tableau périodique –, nécessaire pour fabriquer de l'ITO, est de plus en plus rare. Sa pénurie a fait monter son prix en flèche : de 90 \$ à 900 \$ le kilo au cours des cinq dernières années.

Pour fabriquer des DEL, on doit déposer de minces couches successives de

matériaux aux propriétés diverses : conduction électrique, émission et absorption d'électrons (là où la lumière est produite), et isolation. L'épaisseur totale de ces couches est d'à peine 400 nanomètres, soit un centième du diamètre d'un cheveu !

L'exploit de la jeune chercheuse, relaté dans la revue *Applied Physics Letter*, consiste à remplacer la fragile couche d'ITO par un mince tissu fait de minuscules fibres de carbone, les fameux nanotubes.

Selon Richard Martel et Patrick Des-

**Le tissage de « nanotubes » permet d'en arriver à une feuille uniforme, conductrice, flexible et transparente. Les écrans plats de nos ordinateurs pourraient être remplacés par ce genre de feuille.**



**Claudine Rancourt**

étudie les cancers du sein et de l'ovaire pour améliorer le diagnostic, le traitement et la qualité de vie des femmes affectées.

# Je veux

## Combattre

L'Université de Sherbrooke offre un cadre de recherche exceptionnel pour combler vos désirs de dépassement.

- La position de tête parmi les meilleures universités canadiennes pour nos installations de recherche (étude réalisée auprès des étudiants et parue dans *The Globe and Mail*)
- 55 chaires de recherche
- Des budgets de recherche qui ont progressé de plus de 60% depuis 2001
- Près de 2800 personnes travaillant en appui aux activités de recherche
- Des redevances de brevets parmi les plus élevées dans le réseau des universités canadiennes
- 12 équipes, 29 centres et 4 instituts reconnus par leurs pairs pour l'excellence de leur recherche dans des domaines de pointe, dont : nanotechnologies, inflammation, organisation du travail, supraconductivité, télédétection, génie parasismique, intervention éducative, pharmaceutique, matériaux nouveaux, compression de la parole
- La création d'une vingtaine d'entreprises actives et la détention de plus de 300 brevets établis ou en instance
- Plus de 150 accords de coopération internationale avec 39 pays
- Une politique avant-gardiste pour protéger la propriété intellectuelle

[www.USherbrooke.ca/recherche](http://www.USherbrooke.ca/recherche)



UNIVERSITÉ DE  
**SHERBROOKE**

jardins, qui ont supervisé ce projet de recherche, la mince couche de nanotubes ressemble à du papier qui serait fabriqué avec des fibres creuses d'à peine un atome d'épaisseur. « Le tissage, dont seule Carla détient la recette, permet d'en arriver à une feuille uniforme, conductrice, flexible et transparente », explique le professeur Desjardins. Bref, toutes les propriétés de l'ITO, flexibilité en prime.

En moins d'un an et demi, les tissus de nanotubes ont été mis à l'épreuve avec des résultats spectaculaires. Les DEL ainsi fabriquées sont aussi lumineuses que celles produites à base d'ITO par la société General Electric. Et il y a encore place à l'amélioration, puisque le procédé vient à peine d'être mis au point.

Pour l'instant, les nanotubes de carbone sont aussi coûteux à produire que l'oxyde d'indium. Mais peut-être plus pour très longtemps. Selon Patrick Desjardins, de plus en plus d'industries ont besoin d'énormes quantités de ces fibres pour fabriquer des matériaux composites. La société Boeing prévoit de les utiliser pour donner de la rigidité et de la légèreté aux ailes des avions. Le prix des nanotubes pourrait diminuer considérablement et rapidement dès que les grosses industries vont s'en mêler.

En attendant que les manufacturiers de DEL réagissent à sa trouvaille, Carla Aguirre a déjà identifié la prochaine étape de son doctorat, qui s'achève l'été prochain. Elle veut comprendre par quel mécanisme physique les nanotubes de carbone parviennent à transmettre le courant au cœur de la DEL. « Nous voulons travailler davantage sur nos couches de nanotubes et comprendre pourquoi elles fonctionnent si bien, explique-t-elle. C'est une étape importante avant de penser aux brevets. »



La généticienne Mino Rassoulzadegan. Ses souris défient les lois de l'hérédité.

## Les souris de Mino

Les souris de Mino Rassoulzadegan sont très mignonnes. Brunes, elles n'ont que les pattes et le bout de la queue blancs, comme si on les avait trempées dans de la peinture. Leur photo, publiée dans *Nature* en mai dernier, a causé tout un émoi. C'est qu'elles défient les lois de la transmission des caractères héréditaires, énoncées par Johann Gregor Mendel il y a presque 150 ans.

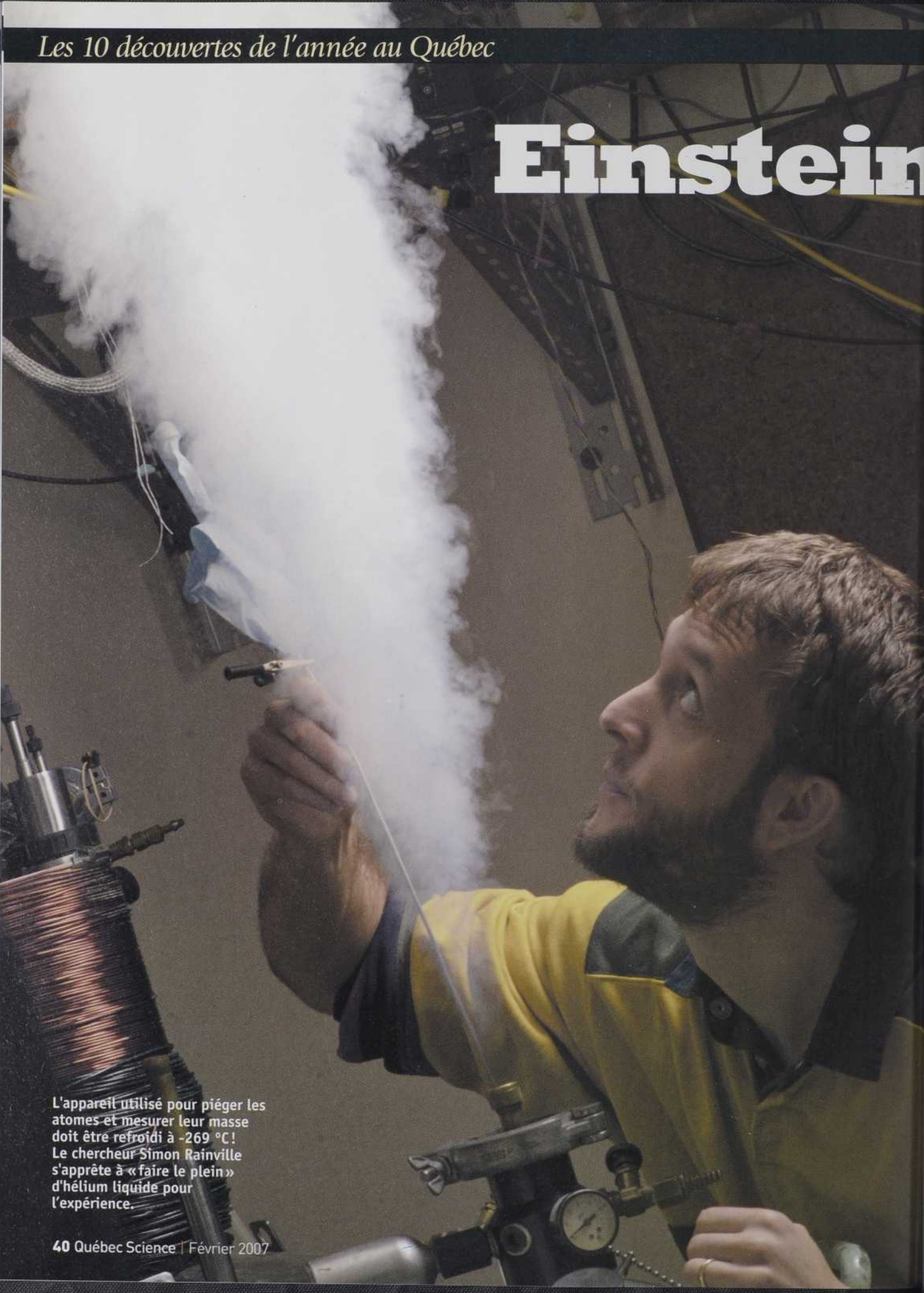
Depuis la découverte de l'ADN en 1953, on pensait que seul ce dernier était responsable de la transmission des caractères génétiques.

L'équipe de Mme Rassoulzadegan, une généticienne de l'Université de Nice-Sophia Antipolis, en France, étudiait un gène de souris nommé *Kit*, et sa version mutée, *Kit<sup>tm1Alf</sup>*, qui confère au rongeur un défaut de coloration. Les souris, porteuses chacune d'une copie normale et d'une copie mutée du gène, avaient toutes la queue et les pattes blanches; rien de plus normal, puisque le gène muté, responsable de la décoloration, est dominant. La

surprise est survenue lorsque ces souris se sont reproduites entre elles. Parmi les souriceaux, certains étaient porteurs de deux copies normales du gène *Kit*, ce qui aurait dû leur donner une queue brune. Mais eux aussi étaient dotés d'une queue blanche!

Les chercheurs ont trouvé le coupable de cette bizarrerie génétique : l'ARN. Cette molécule se contente habituellement de traduire sous forme de protéines l'information contenue dans l'ADN. Mais voilà que chez les souris à queue blanche, l'ARN semble, comme le fait l'ADN, dicter les caractères hérités. Les chercheurs en ont trouvé dans les spermatozoïdes de leurs rongeurs, alors que ces cellules reproductrices ne contiennent habituellement que de l'ADN. Ces petits bouts d'ARN, pensent les scientifiques, empêcheraient les gènes de la coloration brune de s'exprimer. Bien qu'une souris puisse être porteuse de deux copies normales du gène, si son papa lui a passé de l'ARN en douce, elle aura donc une queue décolorée. C'est Mendel qui doit se retourner dans sa tombe!

# Einstein



L'appareil utilisé pour piéger les atomes et mesurer leur masse doit être refroidi à  $-269\text{ }^{\circ}\text{C}$  ! Le chercheur Simon Rainville s'apprête à « faire le plein » d'hélium liquide pour l'expérience.

# Il passe le test

*E=mc<sup>2</sup> est plus vrai que jamais. La formule du célèbre physicien vient d'être vérifiée avec une précision inégalée.*

par Thomas Gervais

**U**n gramme, ça fait combien en énergie? Pour les scientifiques du XIX<sup>e</sup> siècle, cette question n'avait aucun sens. Puis en 1905, un certain Albert Einstein proposa une réponse qui tient toujours la route, 102 ans plus tard: l'énergie (E) contenue dans la matière est équivalente à sa masse (m) multipliée par la vitesse de la lumière au carré (c<sup>2</sup>).

«À 0,00004 % près!» ajoute Simon Rainville, professeur de physique à l'Université Laval. C'est la première fois que l'on s'assurait de la véracité de la célèbre théorie avec une telle finesse.

«Notre objectif au départ était de mesurer la masse d'un atome le plus précisément possible, explique-t-il. Vérifier l'équation d'Einstein a été une façon de démontrer la précision de nos méthodes.»

Pour ce faire, Simon Rainville, alors étudiant au doctorat au Massachusetts Institute of Technology (MIT), à Boston, et son collègue, James Thomson, ont bombardé des atomes de soufre et de silicium avec des neutrons. Lorsqu'un neutron est capturé par le noyau d'un atome, celui-ci émet une particule de lumière de forte intensité – un rayon gamma. La célèbre équation d'Einstein stipule que la masse du nouveau noyau ainsi formé est inférieure à la somme des parties prises séparément. La faible différence de masse s'est convertie en énergie transportée par le rayon gamma.

L'expérience de Rainville et Thomson permet de déterminer si la différence de masse entre le noyau, avant et après la col-


lision avec le neutron, correspond exactement à l'énergie émise. L'un après l'autre, ils ont réussi à isoler deux atomes et à les faire tourner dans le vide absolu pendant plusieurs semaines. L'atome le plus lourd avait une vitesse moyenne légèrement inférieure à l'autre. Cette minuscule différence pouvait être détectée grâce à une infime variation dans le champ électromagnétique produit par le cyclotron, l'appareil qui piège les atomes et les fait tourner grâce à des champs électrique et magnétique.

«Nous devons mesurer une différence de masse 4 000 fois plus petite que le poids d'un atome avec une précision de sept chiffres après la virgule», explique-t-il. Or, soustraire deux chiffres extrêmement gros pour en obtenir un petit est tout un problème. Comme l'explique le chercheur, c'est un peu comme peser la tour Eiffel sur une balance, d'y ajouter un petit pois, et de la repeser ensuite. N'importe quelle perturbation (oiseaux, pression atmosphérique, vent, etc.) éclipse immédiatement la masse du petit pois que l'on désire mesurer.

Les chercheurs ont fait face à des difficultés analogues pendant leurs expériences. «Chaque fois que le métron passait près de notre labo, nous enregistrions des fluctuations dans les champs magnétiques 50 à 100 fois supérieures à ce que nous voulions mesurer», explique Simon Rainville. Son coéquipier et lui ont dû opérer de nuit, entre 1 h et 5 h, pour éviter l'influence fâcheuse des transports en commun bostoniens. Il leur fallait aussi bloquer les

ascenseurs de leur édifice afin de n'enregistrer aucune perturbation. «Leur système était si sensible qu'on pouvait savoir exactement à quel étage se trouvait l'ascenseur», dit en riant David Pritchard, professeur de physique au MIT et directeur du projet.

«James et Simon ont finalement contourné la difficulté en insérant les deux atomes simultanément à l'intérieur du cyclotron», poursuit David Pritchard. Cette méthode inédite a permis de limiter la sensibilité de l'appareil aux conditions extérieures et de découpler la précision des mesures.

Pendant que l'équipe du MIT s'affairait jour et nuit autour du m de l'équation, d'autres se chargeaient du E (la partie énergie). À l'Institut Laue-Langevin, à Grenoble, une équipe franco-états-unienne a déterminé la longueur d'ondes du rayon gamma sortant afin de calculer son énergie. Les mesures se sont avérées cinq fois moins précises que les calculs de masse, ce qui limite la vérification de la théorie. Tout de même: les résultats obtenus en combinant les travaux des deux équipes demeurent exceptionnels. Ils ont été publiés dans la revue *Nature*, en décembre 2005, juste à temps pour offrir un bel hommage à Einstein pour le centième anniversaire de la théorie de la relativité. Simon Rainville n'en reste pas moins prudent. «Il ne faut jamais oublier que les théories sont faites pour décrire le monde qui nous entoure, explique-t-il. Elles ne deviennent vraies que lorsqu'on les a testées expérimentalement.» Il existe une infime chance qu'il demeure une anomalie dans les 0,00004 % qu'il n'a pas été possible de vérifier. Une telle découverte bouleverserait le monde de la physique. Cette fois-ci, Einstein a eu raison. Mais il ne perd peut-être rien pour attendre. 

**«Il ne faut jamais oublier que les théories sont faites pour décrire le monde qui nous entoure. Elles ne deviennent vraies que lorsqu'on les a testées expérimentalement.»**



Pas farouche, le kangourou roux arboricole! On estime cette espèce presque éteinte.

## Nouveau Monde

Le jardin d'Éden existe! Il se trouve sur l'île de Nouvelle-Guinée, dans la forêt tropicale des montagnes Foja. Les 12 scientifiques qui ont pénétré dans ce monde inexploré, se sentaient comme des enfants la veille de Noël. « Peu importe où on posait les yeux, on voyait des choses extraordinaires », a raconté l'ornithologue qui codirigeait la mission, Bruce Beehler.

Lors de leur expédition dans la jungle, en décembre 2005, l'équipe australo-américano-indonésienne a pu observer 20 nouvelles espèces de grenouilles (dont un minuscule amphibien rougeâtre de 14 mm de longueur), 4 nouvelles espèces d'insectes, 5 nouvelles espèces de plantes ligneuses et, surtout, une nouvelle espèce d'oiseau, la première découverte en Nouvelle-Guinée depuis 1939. Les chercheurs venaient tout juste de descendre de l'hélicoptère quand ils ont aperçu cet oiseau noir aux yeux cerclés d'orange de la famille des méliphagidés (« mangeur de miel », littéralement, puisqu'il se nourrit du nectar des fleurs).

Le lendemain, ils ont eu la surprise d'assister à la danse nuptiale

d'un couple d'oiseaux du paradis. Cette espèce, *Parotia berlepshi*, est connue depuis une centaine d'années, mais jamais les scientifiques occidentaux n'avaient vu de mâle, superbe avec ses six longues plumes qui couronnent sa tête. Le groupe a aussi noté la présence d'une population de kangourous arboricoles roux que l'on n'avait jamais vus en Indonésie et qui constitue une espèce en voie de disparition.

L'expédition, organisée par l'organisme Conservation International, l'Institut indonésien des sciences, l'université Cenderawasih et la société National Geographic, a débuté à Kwerba, un village d'à peine 200 habitants, au pied des montagnes. À part le biologiste Jared Diamond, venu faire une incursion dans une autre zone de cette forêt vierge dans les années 1970, c'était la première fois que des humains s'aventuraient aussi loin dans ce territoire sauvage de 3 000 km<sup>2</sup>. Comme la plupart des animaux rencontrés n'avaient jamais vu d'hommes et de femmes de leur vie, nombre d'entre eux n'avaient même pas de réflexe de fuite.

# Les réponses sont ici.

L'UQAM vous offre deux occasions de rencontrer des professeurs, des professionnels et des étudiants pour répondre à vos questions d'avenir.

## Objectif cycles supérieurs

Mardi 6 février 2007, 12 h à 18 h

→ Pavillon Judith-Jasmin ☺ Berri-UQAM

## Soirée Admission Express

Jeudi 15 février 2007, 16 h à 20 h

→ Pavillon Judith-Jasmin du campus central ☺ Berri-UQAM

→ UQAM Laval, 475, boulevard de l'Avenir

→ UQAM Montérégie, 900, rue Riverside, Saint-Lambert

[www.etudier.uqam.ca](http://www.etudier.uqam.ca)

**UQAM**

Prenez position

# QU'EST-CE QU'ON FAIT AVEC KYOTO?



Jusqu'à présent, le protocole de Kyoto a été ratifié par 163 pays afin de lutter contre les changements climatiques.

Plusieurs des membres de notre communauté universitaire s'intéressent activement au phénomène du réchauffement de la planète. Pour eux, la recherche de solutions et la mise en place de moyens sont les premières étapes franchir dans cette lutte. Le recyclage, le compostage, les mesures d'économie d'énergie, la mise sur pied de programmes spécialisés sur l'environnement ainsi qu'un grand nombre de chaires et de centres de recherche sont que quelques-unes des actions concrètes qui visent à ralentir ce phénomène. Innovations, résolutions, actions.

[www.ulaval.ca/solutions](http://www.ulaval.ca/solutions)

Parce que le monde a besoin de solutions



UNIVERSITÉ  
LAVAL