

Découverte québécoise majeure Alzheimer: réversible?



Le docteur Serge Rivest, chercheur au CHUL à Québec

Mai 2006 www.cybersciences.com

Québec Science

EXPLORATION SPATIALE

Nos microbes sont-ils en train de contaminer l'Univers?

SMOG ET ASTHME

Duo d'enfer
pour les poumons

GÉNÉTIQUE

La guerre du riz

ŒNOLOGIE

Le verre
rehausse-t-il
le goût du vin?



Une rencontre
du troisième type
pourrait se produire sur
des planètes explorées par
l'homme. Les protagonistes :
des bactéries terrestres
et extraterrestres.



Envoi de poste n° 40064577 - publications - Enregistrement n° 08024, CP 110099 Succ. Anjou, Anjou, Québec, H1K 9Z9

Le Centre de recherche du CHUQ, c'est :

- 262 chercheurs
- 749 étudiants gradués

Budget 2005-2006 : 90 M \$

Nos priorités

- l'avancement des pratiques de soins
- l'innovation
- l'arrimage des pratiques médicales aux résultats de la recherche

Nos axes de recherche

- cancer
- endocrinologie moléculaire
- neurosciences
- santé vasculaire et rénale
- infectiologie et immunologie
- reproduction, santé périnatale et santé de l'enfant
- santé des populations et environnementale
- transfert des connaissances et évaluation des technologies et des modes d'intervention



**CENTRE HOSPITALIER
UNIVERSITAIRE DE QUÉBEC**



CRCHUQ : (418) 525-4461

SOMMAIRE

MAI 2006, VOLUME 44, NUMÉRO 8 www.cybersciences.com

Actualités

7 Souvenir d'une partie de chasse

Pour la première fois au Québec, on a découvert une grotte ornée. La demeure d'un sorcier algonquien ou le repaire d'un chasseur?

par Raymond Lemieux

9 Faut-il avoir peur des poêles à frire?

N'allez pas vous faire cuire un œuf trop vite: votre poêle en téflon est probablement cancérigène.

par Steve Proulx

11 La surprise d'Encelade

Un geyser géant vient d'être observé sur l'un des satellites de Saturne. Ses particules d'eau seraient à l'origine de l'anneau externe de la planète géante.

par Joël Leblanc

Innovation

14 Tous aux abris!

Une étudiante en architecture a conçu une «maison d'urgence» qui se monte en moins de deux heures. Prêt pour le prochain ouragan!

par Gaëlle Lussiaà-Berdou

Planète ADN

15 Un fantôme dans vos gènes

Les caractères acquis peuvent-ils se transmettre à la descendance?

par Jean-Pierre Rogel

Astronomie

16 Nos microbes sont-ils en train de contaminer l'Univers?

Une rencontre du troisième type pourrait avoir lieu sur des planètes explorées par l'homme. Les protagonistes: nos bactéries et des formes de vie extraterrestres. Des biologistes craignent une «collision des écologies».

par Anne-Marie Simard

Santé

24 Feu sur l'alzheimer!

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

par Catherine Dubé

Alimentation

28 La bataille du riz

Cette céréale indispensable à la survie de milliards de personnes est convoitée par d'avidés chasseurs de gènes.

par Fabien Gruhier

Environnement

32 Mal de bronches

Le nombre de véhicules qui sillonnent les rues ne cesse d'augmenter. L'asthme aussi. Louche...

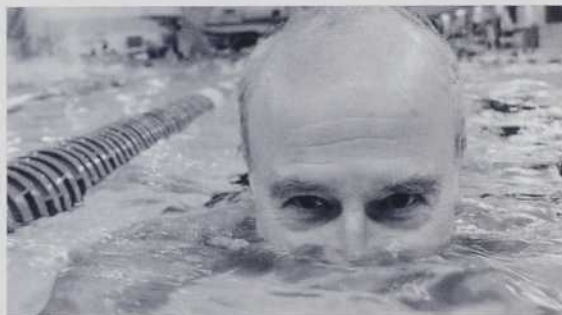
par Catherine Dubé

Des idées pour demain

36 Supermath!

Quand les jeunes se désintéressent des mathématiques, Jean-Marie De Koninck vole à la rescousse. Sa mission: sauver la science de demain.

par Mélanie Saint-Hilaire



Tendances

Culture

40 En verre et contre tout

Les cristalleries nous font miroiter des merveilles. Mais le verre rehausse-t-il le goût du vin?

par Mélanie Saint-Hilaire

43 Jeux

par Jean-Marie Labrie

44 Aujourd'hui le futur

par Philippe Desrosiers

Portfolio

45 Vaisseau de savoir



Bien vu!

46 Dans une galaxie près de chez vous

La vie sur Terre est venue d'ailleurs. La vie ailleurs pourrait venir de microbes terriens.

par Bernard Arcand et Serge Bouchard



BILLET

par Raymond Lemieux

Salut Léo!

On avait voulu l'honorer quand *Québec Science* avait soufflé ses 40 bougies, en 2002. Il avait refusé. Pourtant, c'était de lui cette idée de revue scientifique. Mais il était comme ça : un peu entêté malgré son air débonnaire et amical. Fou de la mer aussi, de la terre et de la nature. Ce qu'il voulait, c'est que tous puissent apprécier la vie comme lui. Avec intelligence.

Léo Brassard était de la race des pionniers. De ceux qui savent faire les choses avec peu. Pionnier? Il faut relire le *Viateur naturaliste* qui deviendra plus tard le *Jeune naturaliste* pour comprendre l'esprit d'une époque que l'on qualifierait volontiers de « préscientifique » au Québec. Enseignant au séminaire de Joliette, ce clerc de Saint-Viateur avait résolu de produire, en 1952, cette brochure de quelques dizaines de pages, qui devait éveiller les jeunes aux sciences naturelles. Sa vocation : la vulgarisation scientifique. Ses sujets? Le gammare, la mouffette, la chasse aux papillons, les libellules. On y proposait aussi des méthodes d'identification des champignons et des expériences à réaliser au microscope. « Ça pouvait choquer! m'avait confié Léo Brassard. On m'avait renvoyé un numéro qui traitait d'une dissection de grenouille en prétextant que c'était trop vulgaire. »

Il n'empêche que, pour apprécier la vie et pour goûter au plaisir de la connaissance, il faut savoir lire, pensait Léo. Lire sa revue, bien sûr, mais aussi lire la vie, la nature, la mer.

En 1955, Léo Brassard fonde les Jeunes Explos (devenus Explo-nature en 1999). Ces clubs permettent à des élèves du secondaire d'effectuer des stages d'été à Port-

Saumon dans Charlevoix, à Cap-Jaseux au Saguenay, aux Grandes Bergeronnes sur la Côte-Nord et à Sainte-Luce dans le Bas-Saint-Laurent. Ce sont autant d'occasions pour des jeunes de faire leurs premiers pas dans le monde de la science. Leurs observations sont colligées et alimentent même des études savantes.



*Ami cordialement
Brassard*

Léo Brassard avait pris sa retraite en 1995 – du moins, c'est ce qu'il avait annoncé – pour se reposer. Mais, on le devine, il n'était pas du genre à vraiment cesser ses activités. La preuve : l'année suivante, il fonde une petite organisation appelée « Lire la mer » et commence la mise sur pied d'une « bibliothèque de la mer ». Quand j'étais allé le rencontrer à Sainte-Luce, il y a quelques années, son engagement et son plaisir de la vulgarisation scientifique étaient toujours aussi palpables. « Vous ne pouvez pas vous imaginer combien je trouve encore le moyen de m'instruire, disait-il. Ce n'est pas banal, la science, et on ne vieillit

pas vite lorsque les choses ne nous apparaissent pas banales. Mais j'ai l'impression que la culture scientifique est devenue une affaire d'argent et c'est bien dommage. Je ne me reconnais plus tellement là-dedans. »

Il m'avait promis une randonnée de vélo pour respirer l'air salin du Golfe, dont il louait les vertus. Il ne pouvait pas se passer du Saint-Laurent. Ni de la Laurentie, comme disaient les naturalistes dans les années 1950. Certes, le monde a été passablement défriché. Mais il restera toujours des pans entiers de la connaissance à décoder et à comprendre, affirmait Léo en soulignant que l'alphabétisation scientifique ne sera jamais acquise. Oui, il faut continuer d'enseigner à lire la mer et à lire la terre. On a bien compris la leçon monsieur Brassard!

Et cette balade à vélo alors?

Québec Science

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

Bernard Arcand, Serge Bouchard, Philippe Desrosiers, Fabien Gruhier, Jean-Marie Labrie, Joël Leblanc, Gaëlle Lussiaà-Berdou, Steve Proulx, Jean-Pierre Rogel, Mélanie Saint-Hilaire et Anne-Marie Simard.

Correcteur Luc Asselin

Directeur artistique François Émond

Photographes/illustrateurs Louise Bilodeau, Arsenio Corôa, Christian Fleury, Frédéric Fontaine, Daniel Heon

Direction Sylvie Bergeron

Adjointe administrative Nicole Lévesque
Promotion et relations médias Dominique Owen

PUBLICITÉ LOCALE ET NATIONALE :

Siège social à Montréal

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

Julie Gagnon poste 26

kgagnon@quebecscience.qc.ca

Ginette Hamel poste 23

ghamel@quebecscience.qc.ca

SITES INTERNET

www.cybersciences.com

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

www.cybersciences-junior.org

Responsable: Catherine Dubé
courrier@cybersciences-junior.org

Stagiaire multimédia: Joël Landry

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

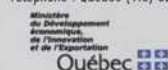
Dépôt légal : Bibliothèque nationale du Québec

Premier trimestre 2005, ISSN-0021-6127 Répertorié dans Repère et dans l'Index des périodiques canadiens.

© Copyright 2005 – 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 quelques 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



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



CEGEP de Jonquière

L'évolution fait jaser...



Marcel Gagnon de Trois-Rivières, est un professeur de philosophie qui a réagi à la lecture de l'entrevue avec le biologiste évolutionniste Cyrille Barette (avril 2006) où ce dernier dit:

« L'évolution n'est pas une théorie, c'est un fait. Les théories, ce sont les mécanismes qu'on a proposés pour expliquer ce fait. » Selon M. Gagnon: « Les faits, ce sont les milliers de fossiles que l'on a trouvés, les nombreuses ressemblances, mais aussi les différences, entre les espèces vivantes qui semblent témoigner d'une "évolution". Car l'évolution n'est pas quelque chose que l'on "voit" ou qu'on pourrait "voir". Si c'était le cas, on ne se chicanerait pas à son propos. »

La génétique: pas chez Darwin!

Mathieu Ouellet tient à rectifier un fait relaté dans l'article de Noémi Mercier, « L'œuvre de Dieu, la part du singe » (avril 2006): « Darwin n'a pas proposé les mutations aléatoires comme mécanisme, écrit-il. Cette hypothèse est apparue en 1901. De plus, elle n'aurait pas pu apparaître du vivant de Darwin, la génétique étant encore trop mal connue. »

Danger!

Yvon Courtemanche, de Témiscouata, écrit à propos du billet publié dans notre numéro d'avril: « "Odieux" est une épithète bien choisie pour décrire cette situation... on croirait revenir au temps de l'Inquisition. [...] Quand la religion, quelle qu'elle soit, est prise en charge par des extrémistes... cela signifie "danger". [...] Où allons-nous en effet, en rejetant les découvertes des nombreux chercheurs de toutes nationalités, qui tentent, souvent au prix d'un dur labeur et de nombreux sacrifices, de nous éclairer sur l'histoire de

la planète et de son occupation par les humains que nous sommes devenus aujourd'hui? Espérons que la raison aura le dessus sur toutes ces tergiversations. »

Simone contre Aristote

Carole Leroy, de la Société littéraire de Laval, aurait préféré que notre journaliste Marie-Pier Elie cite Aristote plutôt que Simone de Beauvoir pour présenter son texte sur la différenciation sexuelle dans son article « Au commencement était la femme » (mars 2006). « Pourquoi ne pas



avoir cité ce misogynne d'Aristote dont s'inspire toute notre culture occidentale et qui disait: "La femme se situe entre le minéral et le végétal..." Cette entrée en matière aurait été certes plus idoine et en harmonie avec la pensée de l'auteur. »

Un objet de collection

Notre numéro de mars (Il/Elle) a rappelé de bons souvenirs à Jacques Rivest de Québec, professeur à l'Université Laval: « Vous avez présenté votre publication sous la forme d'un journal binaire. [...] Pendant sept ans (1983-1990), j'ai publié un journal mensuel communautaire, Le mini-journal de Beau-rivage, de forme binaire (Aujourd'hui/Autre-fois). [...] J'ai recommandé la lecture de Québec Science de mars aux nombreux étudiants et étudiantes de mes cours en les incitant à acheter le numéro pour sa forme et pour son contenu. Il deviendra sans doute un objet de collection. Et sa publication m'a donné l'occasion de leur rappeler les circonstances et les caractéristiques de la conception du journal binaire. »

Nature ou culture?

Daniel Baril de Montréal, aurait souhaité que notre numéro de mars (Il/Elle) évoque davantage la mécanique darwinienne de la sélection sexuelle. « Les textes de Noémi Mercier présentent des travaux reposant sur cette approche, mais c'est parfois pour la discréditer. "L'histoire ne dit pas si ces messieurs gagnent vraiment à se réclamer de l'homme des cavernes..." », écrit-elle au sujet de l'attraction que ressentent les hommes face aux caractères sexuels secondaires féminins.

[...] Presque partout ailleurs dans le magazine, lorsqu'il est question de biologie des différences, c'est toujours de la mécanique proximale immédiate (gènes, hormones, neurones) dont il est question et jamais des causes ultimes ou lointaines (adaptatives) de ces différences. À défaut de présenter la théorie unificatrice de la sélection sexuelle qui explique de façon satisfaisante les dif-

férences observées et qui leur donne du sens, il ne reste que les explications culturalistes, comme celles de Catherine Vidal, pour qui c'est la culture qui fabrique les différences émotives inter-sexes, et celles de Bernard Arcand, pour qui les différences inter-sexes se réduisent à un détail anatomique et le genre à une vue de l'esprit. Difficile d'expliquer pourquoi et comment les hormones obéissent à une vue de l'esprit. »

Nous remercions Mme Diane Roy-Plantin, fidèle abonnée depuis février 1976, qui nous a généreusement offert sa collection de magazines Québec Science.

Nous avons fait suivre ce précieux fonds d'archives à la Bibliothèque Jeunesse Maritime du Saint-Laurent, de Métis-sur-mer, qui a pour mission la vulgarisation scientifique. Cet organisme à but non lucratif a été mis sur pied par le fondateur de Québec Science, le frère Léo Brassard, décédé le mois dernier.

Écrivez-nous

Vous pouvez nous faire parvenir vos commentaires et suggestions à l'adresse suivante: 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 de publier les extraits les plus significatifs et les plus informatifs. Merci d'indiquer votre nom complet et votre lieu de résidence.

Dieu a-t-il sa place dans les cours de science?

C'est la question que nous avons posée à nos lecteurs. L'avalanche de réponses reçues sur notre site cybersciences.com montre bien que le débat sur le créationnisme et le dessein intelligent ne s'arrête pas à la frontière avec les États-Unis.

Oui « Je suis favorable à ce que la religion soit enseignée, et je déplore que le gouvernement l'ait sortie si vite des écoles sans consultation du public québécois qui, à mon avis, y est favorable. Les jeunes ont besoin de savoir qu'il y a quelqu'un de plus puissant qu'eux et c'est du même coup une explication logique à la beauté de la diversité naturelle. »
Jérémie Denis Vaillant, Saint-Marc-des-Carières.

« Oui, Dieu a sa place dans les cours de science, car celle-ci n'explique pas tout! Mais la notion de Dieu est trop galvaudée et limitée aux représentations religieuses ou philosophiques. Est-ce un "super-homme" qui a construit l'homme ou une "super-cellule" qui a donné le feu vert pour en réunir des milliards d'autres et construire l'être humain à Son image? Et s'Il a pu le faire, alors la science n'a pas fini son pèlerinage pour savoir comment Dieu a créé les galaxies, les étoiles et, finalement, les planètes. La science a plutôt sa place en Dieu. »
Irène De Brae, Belgique.

« Bien sûr que Dieu a sa place dans la science puisqu'Il connaît tout, sinon Il ne pourrait être Dieu. Donc, Il connaît la physique, la chimie, la cosmologie, etc. [...] Essayer de Le concevoir dans cette optique – ce qu'Il est vraiment – donnerait à plusieurs une autre façon de voir les choses, ce qui ne ferait de tort à personne. »

Serge Brousseau, Saint-Nicéphore.

« Oui, car la science n'a pas réponse à tout.. [...] Plusieurs scientifiques sont croyants, comme le fut Pasteur, mais ne tiennent pas à s'engager dans un débat sans fin. [...] Trop de scientifiques se prennent pour Dieu, alors que leur talent vient du Créateur. [...] Un esprit scientifique ouvert est la plus grande richesse pour l'avancement de ce monde. »

Yvon Lemelin, Lac-Etchemin.

Peut-être « Les États-Unis, le seul pays véritablement laïc en ce qui concerne l'enseignement, a vu son intérêt pour la chose religieuse exploser depuis les 30 dernières années... et d'une façon anarchique. [...] Je ne sais pas si Dieu a sa place dans un cours de chimie. Mais je sais que le matérialisme n'y a pas sa place; et je sais que Dieu a sa place dans les écoles. Maintenant qu'il en a été chassé – alors que 85 % des parents ne le désiraient pas –, les croyants s'organisent, comme ils l'ont fait aux États-Unis, pour transmettre leurs valeurs. »
Christian Duchesne, Québec.

Non « Dieu devrait être confiné aux cours de religion. [...] Trop d'abus de toutes sortes, au fil des siècles, ont été perpétrés au nom de Dieu. Quand ferons-nous enfin consensus sur les valeurs humaines, qui sont communes à tous, plutôt que sur les valeurs divines, qui diffèrent d'un Dieu à l'autre et d'une religion à l'autre? »
Claudette Nantel, Saint-Jean-sur-Richelieu.

« Je ne crois pas qu'on devrait intégrer la religion dans les cours scientifiques, cela minerait l'essence même de la science; c'est-à-dire la somme de connaissances qu'un individu peut acquérir par l'étude, la réflexion et l'expérience! Je crois que la spiritualité, qui pourrait être décrite comme son opposé, est aussi importante; peut-être devrait-elle avoir sa place dans les écoles, mais certainement pas dans un cours de science. Il faut aider les étudiants à développer leur sens critique et ce n'est pas en leur demandant de croire sans rien remettre en question qu'on y arrivera. »

Nathalie Mathieu, Montréal.

« Je ne crois pas que Dieu ait sa place dans les cours de science. Notre sympathique barbu n'est pas observable et encore moins mesurable! Toutefois, qu'un enseignement religieux propose qu'un être supérieur soit une réponse à ce que la science n'est pas capable d'expliquer (avant le big-bang, au-delà de l'Univers, etc.) ne me froisse pas du tout. »

Pierre Lefebvre, Repentigny.

« Cela nous a pris assez de temps à abolir les cours de religion au primaire! Il ne faudrait pas que la religion revienne en force. »

Hervey Lagrandeur, Sherbrooke.

« Plus on met d'espoir dans un être supérieur, plus on réduit l'espoir de l'humanité. Il y a tant à apprendre et à découvrir qu'il est inutile de surcharger l'école avec des simulacres de théories fumeuses. Laissons tout cela dans le domaine des contes et légendes. »

Pierre Blumenthal, Épinay-sur-Orge, France.

« Dieu n'a rien à faire en science. En revanche, les enseignants ne peuvent ignorer que des croyances et idéologies diverses ont tenté, au cours des siècles, d'apporter des réponses à des questions aujourd'hui considérées comme étant de nature scientifique. Le retour du créationnisme et la théorie du dessein intelligent donnent raison à Einstein: "Il n'y a que deux infinis, l'Univers et la bêtise humaine." Au sujet de l'Univers, j'ai encore des doutes. »
Gilles Lavoie, Gatineau.



JACQUES LAMONTAGNE

Souvenir d'une partie de chasse

*Le dessin découvert dans une caverne près de
Rivière-du-Loup est bien mystérieux.*

Ornait-il la demeure d'un sorcier algonquien ?

par Raymond Lemieux



DANIEL ARSENAULT

La plupart des fresques pariétales retrouvées jusqu'ici au Québec sont tracées à l'aide d'ocre rouge mélangé à du gras animal, à des blancs d'œuf ou à de la sève. Le dessin de la grotte du Bas-Saint-Laurent est fait avec du charbon de bois. Il reste à comprendre sa signification.

C'est une scène de chasse. La proie – probablement un cervidé – est attaquée par deux chasseurs dessinés comme des bonshommes allumettes. Ce croquis très simple, mais extrêmement précieux, a été découvert en novembre dernier sur le mur d'une grotte, dans le Bas-Saint-Laurent. Il aurait été tracé au charbon de bois il y a plus de 1 500 ans.

« Le dessin est sommaire. Mais il pourrait être hautement significatif », dit

l'archéologue Daniel Arsenault, professeur à l'Université du Québec à Montréal. D'abord, parce qu'il s'agit d'une première : jamais on n'a découvert de grotte ornée au Québec; jamais non plus, de dessin si ancien fait au charbon de bois. « Il s'agit peut être d'un site archéologique important, et il est probable que des fouilles dans la grotte permettront de mieux comprendre l'œuvre et de la mettre en contexte. Elles pourraient

fournir des informations sur les rituels auxquels se livraient les ancêtres amérindiens. Mais au Québec, personne n'a encore effectué de fouilles archéologiques dans une grotte. Cela nécessite une expertise nouvelle. »

L'histoire de la découverte du site (pas question pour l'archéologue de divulguer le lieu précis de la grotte avant d'être sûr qu'elle sera protégée) ressemble à un jeu de piste. En octobre dernier, Daniel Arse-

nault reçoit un appel téléphonique d'un technicien en aménagement du territoire qui lui indique la présence d'un signe étrange gravé sur une pierre près d'un sentier de randonnée. « Le symbole, selon la description qu'on m'en faisait, n'avait rien d'exceptionnel. Il semblait même d'une facture moderne. » La blague d'un tagueur ?

Arrivé sur les lieux, le scientifique comprend vite qu'il ne s'agit pas d'un canular. « C'est une étoile de quelque 70 cm de diamètre dans un cercle. » Pour les ancêtres des Malécites, le peuple amérindien qui vit encore dans cette partie du Bas-Saint-Laurent, ces signes auraient pu être des « panneaux de signalisation ». Chaque pointe de l'étoile indiquerait un lieu sacré. « En inspectant les environs, nous avons remarqué tout près, un mot mystérieux, "mbcd~bmmpr", bordé de fioritures nuisant à sa lisibilité. Puis, la grotte. Nous y sommes entrés. À première vue, le lieu est assez banal mais sur une paroi, j'ai aperçu la scène de chasse tracée au charbon de bois. Cette découverte que je devinais exceptionnelle m'a profondément ému. »

Qu'a voulu exprimer l'artiste ? « Il s'agit probablement d'une représentation visant à remercier les esprits – ou à les implorer – pour une bonne chasse. Mais des fouilles devraient nous en apprendre beaucoup plus. »

Une vingtaine de sites d'art pariétal sont actuellement répertoriés au Québec, dont cinq dans le Nunavut. Il s'agit de peintures ornant des falaises ou des rochers. Ces sites sont peu accessibles, mais peuvent

être aperçus par des excursionnistes qui s'aventurent en canot dans ces coins reculés. Les plus connus sont celui du Rocher-à-l'oiseau, aux abords de la rivière Outaouais, celui du lac Wapizagonke, dans le Parc de la Mauricie, et celui de Nisula, sur la Basse-Côte-Nord.

À l'instar des autres sites d'art rupestre, la grotte près de Rivière-du-Loup aurait pu être choisie par un chaman, comme lieu de communication avec l'au-delà. Toutes ces œuvres ont été tracées sur de la roche. Or,

dra une analyse au carbone 14 pour confirmer son âge exact. « J'ai déjà expédié dans un laboratoire de Toronto un peu de charbon de bois que j'avais prélevé d'une marque laissée sur le mur, un peu à l'écart de la figure. Malheureusement, avec les instruments d'analyse disponibles au Canada, l'échantillon n'était pas assez important pour procéder à la datation. Il faut maintenant que je m'adresse à un laboratoire mieux équipé en Nouvelle-Zélande. »

Dans l'immédiat, la découverte de cette

À première vue, il s'agit d'une représentation visant à remercier les esprits – ou à les implorer – pour une bonne chasse. Mais des fouilles devraient nous en apprendre beaucoup plus. À l'instar des autres sites d'art rupestre, la grotte aurait pu être choisie par un chaman, comme lieu de communication avec l'au-delà.

les failles de la matière minérale pouvaient servir, selon les croyances amérindiennes, de voies de communication privilégiées par lesquelles les sorciers acheminaient des messages – des *tshissinashtakan* – aux esprits. La grotte avait-elle donc cette fonction ?

Autre mystère : de quand date précisément le dessin ? La présence de personnages munis de javelots laisse croire qu'il serait antérieur à l'usage des arcs et des flèches chez les Amérindiens. Mais il faut

grotte ornée alimente une controverse bien terre-à-terre. Les Amérindiens de la réserve de Cacouna revendiquent en effet une portion du littoral. La preuve d'une ancienne occupation de la région leur donnerait un argument de poids contre un promoteur qui souhaite installer un port méthanier dans le même secteur. Les résultats des analyses au carbone 14 prendront vraisemblablement une signification qui ne sera pas seulement archéologique. **CS**

Choisissez le bon climat d'études.

L'UQAM offre la seule formation universitaire francophone en Amérique du Nord en météorologie et en sciences de l'atmosphère.

Nos programmes de 1^{er}, 2^e et 3^e cycles offrent des perspectives d'emploi fort prometteuses :

- Encadrement attentif et accès aux laboratoires et équipements de pointe
- Intégration aux équipes de recherche, dont le Centre ESCER pour l'étude et la simulation du climat à l'échelle régionale, affilié au Consortium Ouranos, le GÉOTOP-UQAM-McGill et la Chaire de recherche du Canada en modélisation régionale du climat
- Soutien financier et possibilités d'emploi sur le campus

people.sca.uqam.ca

UQAM

Prenez position

Faut-il avoir peur des poêles à frire?

N'allez pas vous faire cuire un œuf trop vite: votre poêle en téflon est probablement cancérigène.

par Steve Proulx



Usine de fabrication de poêles antiadhésives en Chine.

La bonne vieille poêle Tefal, fleuron des ustensiles domestiques de l'après-guerre, nous aurait-elle empoisonnés pendant un demi-siècle?

L'Environmental Protection Agency (l'équivalent états-unien de notre ministère de l'Environnement) a en tout cas jugé l'APFO, utilisé dans la fabrication du téflon, assez suspect pour demander aux industries d'en réduire de 95 % l'utilisation d'ici 2010, et de bannir carrément la substance d'ici 2015.

L'APFO, ou acide perfluorooctanoïque, est utilisé comme lubrifiant dans la fabrication de plusieurs « fluoropolymères »: les revête-

ments de poêles antiadhésives, mais aussi certains produits antitaches et lave-glaces, des tissus imperméables comme le Gore-Tex et des emballages alimentaires. Normalement, l'APFO ne devrait pas se retrouver dans les produits finis. Plusieurs analyses ont toutefois démontré le contraire.

La charge a surtout porté contre les poêles antiadhésives. Ainsi, l'Environmental Working Group (EWG), un groupe écologiste des États-Unis, a avancé que le revêtement antiadhésif d'une poêle chauffée pendant deux à cinq minutes pouvait se décomposer et relâcher dans l'air des particules d'APFO suffisamment toxiques

pour faire mourir des oiseaux de compagnie gazouillant à proximité.

Une nouvelle spectaculaire, certes, mais qui ne prouve pas grand-chose selon Louis Saint-Laurent, agent de recherche à l'Institut national de santé publique du Québec. « De petits oiseaux pourraient subir le même sort s'ils se trouvaient à proximité d'une poêle ordinaire où chaufferait du beurre, dit-il. Leur métabolisme est extrêmement sensible. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle on emportait autrefois des canaris dans les mines pour détecter les émanations de substances toxiques. » En d'autres termes, si des oiseaux sont in-

La science en ACTION pour un monde en ÉVOLUTION

INRS




Ensemble pour un monde en santé

Première et seule institution de recherche en Amérique du Nord associée au Réseau international des Instituts Pasteur, le centre INRS – Institut Armand-Frappier participe à l'effort mondial de lutte contre les maladies infectieuses.

En collaboration avec les 28 autres instituts membres du Réseau dispersés à travers le monde, les équipes du centre de recherche INRS–Institut Armand-Frappier sont notamment engagées dans la lutte contre :

- la grippe et le SRAS
- le sida et l'hépatite C
- la salmonellose et la leishmaniose

S'appuyant sur cette reconnaissance internationale, le Centre renforce ses activités de recherche, de formation et de transfert technologique qui visent à préserver et à promouvoir la santé publique.

 Université du Québec
Institut national de la recherche scientifique

Téléphone : (450) 687-5010

www.iaf.inrs.ca

commodés par l'APFO, cela ne signifie pas nécessairement que la substance est dangereuse pour l'humain.

Il n'empêche qu'une étude présentée par un comité indépendant chargé de conseiller l'EPA nous apprend que l'APFO serait « probablement cancérigène ». Des chercheurs de plusieurs universités des États-Unis ont mené des tests en exposant des rats à différents dosages d'APFO. Les pauvres rongeurs ont bel et bien développé des tumeurs cancéreuses. Mais, là encore, il ne faudrait pas tirer de conclusions trop hâtives. « Les taux d'APFO utilisés pour tester la toxicité sur des animaux sont assez élevés, nuance Louis Saint-Laurent. De plus, les mécanismes qui causent le cancer chez le rat ne sont pas forcément les mêmes que chez l'humain. »

Alors que faire avec nos poêles en téflon ? Les seuls à nous offrir un avis tout à fait rassurant sur la question sont les fabricants de... poêles antiadhésives.

Jusqu'ici, admet Louis Saint-Laurent, on n'a retracé qu'un seul cas documenté d'une personne qui aurait souffert de fièvre à cause d'une exposition à l'APFO. « Actuellement, confirme le directeur du département de chimie de l'Université de Montréal, Robert E. Prud'homme, il ne semble y avoir aucune preuve indiquant que les infimes émanations d'APFO, même dans le cas du surchauffage d'une poêle, soient dommageables pour l'être humain. »

Dans cette mer de doute, une seule certitude : l'APFO est présent dans l'environnement, et ce, partout dans le monde. « Y compris dans le Grand Nord », dit Louis Saint-Laurent, en précisant que la substance, soluble dans l'eau, a probablement été transportée là par les courants océaniques. On sait aussi que l'APFO est « biopersistant » : il s'accumule dans les êtres vivants. En 2004, des scientifiques de plusieurs centres de recherche et d'universités dans le monde ont analysé des échantillons de sang provenant de 473 personnes, sur 5 continents. Leur étude, publiée dans la revue *Environmental Science & Technology*, conclut à une « contamination sur une grande échelle » par l'APFO (et d'autres substances apparentées comme le perfluorooctane sulfonate, ou PFOS). En outre, l'APFO resterait plusieurs années dans l'organisme, selon une autre étude portant sur des travailleurs exposés à la substance pendant 27 ans en moyenne.

Toutes ces indications ont conduit Santé Canada et Environnement Canada à mener une évaluation conjointe visant à mesurer les risques réels de cette substance. Les résultats devraient être connus cette année. De leur côté, les industries qui utilisent l'APFO cherchent des solutions de remplacement.

Il reste que pour Marc Geet Éthier, auteur de *Zéro toxique* (Trécaré) – un essai dénonçant l'abondance des produits chimiques dans notre environnement – le véritable enjeu est ailleurs : dans les ratés entourant l'autorisation de l'ensemble des nouveaux produits chimiques. « La révolution chimique des 50 dernières années a généré plus de 75 000 nouvelles substances dont l'impact sur la santé humaine n'a pas été sérieusement évalué, dit-il. Nous sommes donc condamnés à vivre dans un monde d'incertitudes. Or, si un produit semble douteux, ne pourrait-on pas adopter d'emblée le principe de précaution ? » Ce qui permettrait peut-être d'éviter, dans les années à venir, quelques milliers de cancers. **CS**

→ Les produits domestiques nous empoisonnent-ils ?

Donnez votre opinion sur notre site

www.cybersciences.com

La surprise d'Encelade

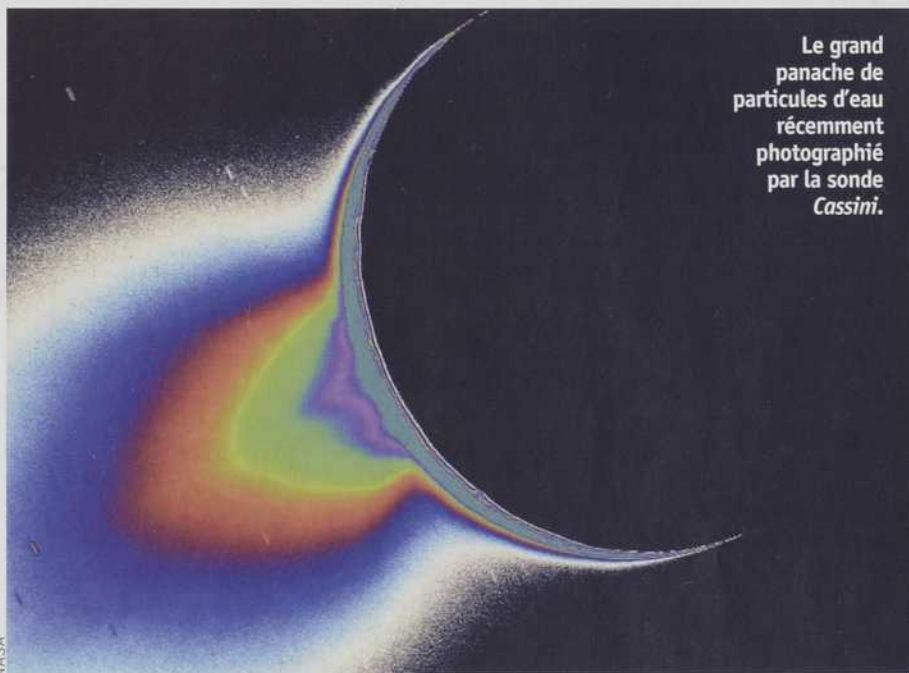
Un geyser géant vient d'être observé sur l'un des satellites de Saturne. Ses particules d'eau seraient à l'origine de l'anneau externe de la planète géante.

par Joël Leblanc

Il y a longtemps, un combat féroce opposa les dieux de la Grèce antique aux géants. L'un de ces derniers, Encelade, voulut désertier lâchement le champ de bataille. Le voyant fuir, la bouillante Athéna l'écrasa en lui lançant l'île que les humains baptiseraient plus tard la Sicile. Depuis, l'haleine de feu d'Encelade sort par la bouche du volcan Etna.

Hasard du destin, on vient de découvrir qu'un petit satellite de Saturne baptisé Encelade est le siège d'une activité volcanique. C'est, après la Terre, Io et Triton, le quatrième astre du système solaire où l'on a observé un tel phénomène. « Et cette activité produit assez de chaleur pour que de l'eau souterraine reste liquide ! » s'exclame John Spencer, astronome au Southwest Research Institute à Boulder, au Colorado, qui est un des scientifiques de la mission *Cassini*. Partie de la Terre en 1997, la sonde est en orbite autour de Saturne depuis 2004; elle y observe les anneaux et les satellites.

À la NASA, on n'en revient pas encore : de l'eau liquide dans un monde aussi petit et aussi froid! *Cassini* a bel et bien photographié sur Encelade un grand panache de particules qui s'échappent dans le cosmos. Selon les chercheurs, il ne peut s'agir que d'un geyser qui projette de l'eau liquide. On le compare même à ceux du parc Yellowstone. « La quantité de matière éjectée est similaire, dit John Spencer. Mais, compte tenu de la faible gravité qui prévaut sur Encelade, le jet s'élève dans l'espace à des centaines de kilomètres. Il est peut-être à l'origine des particules qui forment l'anneau E de Saturne, le plus tenu de tous qui est aussi le plus éloigné. Chaque seconde, le phénomène fournirait au moins 150 kg de matière à l'anneau, principalement de l'hydrogène et de l'oxygène obtenus à la suite de la scission des molécules d'eau, mais aussi



Le grand panache de particules d'eau récemment photographié par la sonde *Cassini*.

du dioxyde de carbone, du méthane, de l'azote et du propane. »

Les photos de la surface d'Encelade révèlent par ailleurs un pôle sud géologiquement très jeune par rapport au reste de l'astre. Alors que de très nombreux cratères d'impact parsèment la surface d'Encelade au nord, toute la région au sud du soixantième parallèle est à peu près intacte. Des phénomènes géologiques, comme le déplacement de la croûte de surface sur l'eau liquide, renouvelleraient donc constamment le sol et effaceraient les cratères, comme cela se produit sur la Terre. Les caméras infrarouges de *Cassini* ont d'ailleurs observé de grandes fissures légèrement plus chaudes que le sol qui les entoure. Cela prouve que de l'eau réchauffée sous la surface émerge de ces crevasses.

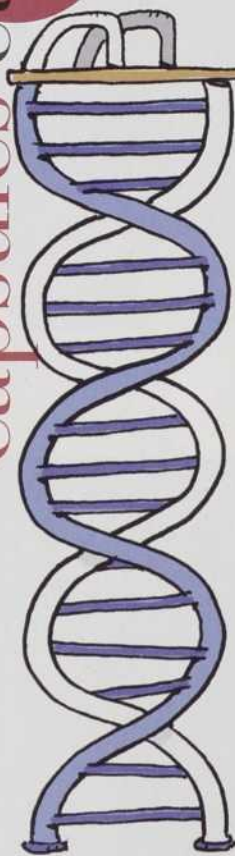
Mais comment un corps de seulement

505 km de diamètre – la longueur de l'île de Vancouver – peut-il générer suffisamment de chaleur pour maintenir l'eau sous forme liquide? Comme sa masse est insuffisante pour que son centre soit resté en fusion et qu'une activité nucléaire s'y développe, les chercheurs de la NASA se questionnent sur les autres mécanismes qui permettraient de générer de la chaleur. On croit que les plaques de surface qui se déplacent et se compressent les unes contre les autres à cause de l'énergie rotative du satellite pourraient en être responsables.

Bien sûr, une grande question taraude les scientifiques : cette eau aurait-elle pu donner naissance à une quelconque forme de vie? Si oui, de quoi a-t-elle l'air? Déjà, la NASA révisé les plans de vol de *Cassini* pour passer plus souvent près du petit astre au cours des prochaines années. **CS**

particules

capsules et



Une ou deux tasses ?

Mauvais pour le cœur le café? Tout dépend de vos gènes! La caféine peut en effet soit augmenter soit diminuer le risque de souffrir d'une maladie

du cœur. Pour en avoir le... cœur net, des chercheurs de l'université de Toronto ont soumis 4 000 personnes, dont la moitié avaient déjà subi une crise cardiaque, à des tests génétiques. C'est le gène CYP1A2, responsable du métabolisme de la caféine, qui

départage les chanceux des malchanceux. Si vous êtes né avec une mutation de ce gène, deux tasses de café par jour suffiront à vous rendre plus vulnérable aux maladies de cœur! Par contre, ceux qui possèdent une version normale du fameux gène métabolisent la caféine rapidement. Pour ceux-là, une dose d'une à trois tasses chaque jour pourrait au contraire avoir un effet protecteur, en particulier s'ils ont moins de 50 ans. Comment savoir si vous devriez rayer l'*espresso* de votre menu ou vous gaver de *moka java* matin, midi et soir? À moins d'avoir accès à un laboratoire de génétique qui décryptera votre ADN, mieux vaut vous limiter à deux cafés par jour, recommandent les chercheurs.

La peste a joué sur le climat

Au XIV^e siècle, la peste noire a ravagé le tiers de la population européenne. Comme si ce n'était pas suffisant, voilà qu'on l'accuse maintenant d'avoir déclenché le petit âge glaciaire, ce refroidissement climatique survenu entre le XVI^e et le XIX^e siècles.

En étudiant des restes de pollens et de feuilles dans les sédiments lacustres, Thomas van Hoof, chercheur à l'université d'Utrecht, aux Pays-Bas, a découvert que des millions d'arbres ont recouvert les terres des fermes abandonnées à la suite de la pandémie.

Ces arbres auraient ensuite absorbé suffisamment de dioxyde de carbone pour que le taux de ce gaz dans l'atmosphère baisse progressivement, jusqu'à entraîner un refroidissement.

Pour étayer cette hypothèse audacieuse, l'équipe de Thomas van Hoof a étudié la densité des stomates sur les résidus de feuilles. Ces dernières cherchent à absorber le plus de gaz carbonique possible. Ainsi, plus la concentration de celui-ci est élevée, plus les stomates sont nombreux.

L'idée, pour le moins originale, ne fait cependant pas l'unanimité. Pour d'autres scientifiques, le petit âge glaciaire s'explique plutôt par une baisse du rayonnement solaire, par une augmentation de l'activité volcanique ou par un changement dans la circulation des courants océaniques.

Tout COMPTE FAIT

1 407. C'est le nombre de pathogènes connus qui menacent l'humanité. Car en plus des bactéries et des virus, il faut se méfier de certains champignons, des protozoaires (animaux unicellulaires responsables, par exemple, du paludisme) et des helminthes (les parasites de la famille des vers). Près de 60% de ces organismes causent des maladies transmissibles de l'animal à l'homme (comme la rage et le SRAS) ou l'inverse, a affirmé le docteur Mark Woolhouse de l'université d'Édimbourg, en Écosse, lors de la réunion annuelle de l'Association pour l'avancement des sciences des États-Unis, qui s'est tenue à Saint-Louis (Missouri) en février dernier.

Y a-t-il de quoi s'inquiéter? Peut-être, car le nombre de ces petits envahisseurs croît à une vitesse impressionnante : au cours des 25 dernières années, 38 pathogènes nouveaux sont apparus. La faute à qui? On soupçonne le déboisement, l'urbanisation et le réchauffement climatique, qui modifient l'environnement des animaux, les forçant parfois à se rapprocher des zones habitées. L'élevage intensif, qui a fait considérablement augmenter la population de certaines espèces, y est aussi pour quelque chose.

ILLUSTRATION: FREFON



aujourd'hui. Les internautes pourront ainsi comprendre comment certaines espèces indigènes ont disparu, comment d'autres ont pris racine; comment ces changements ont modelé le paysage floristique. Pour ce faire, on numérisera des collections de plantes, actuellement conservées dans les grands herbiers de Paris, qui ont été recueillies à Québec par des explorateurs et des scientifiques français. Mais c'est surtout l'herbier Louis-Marie (du nom du père Louis-Marie Lassonde, responsable du laboratoire de botanique d'Oka pendant 40 ans) qui alimentera le site. Cette collection de plantes, l'une des plus anciennes et des plus importantes au Canada (770 000 spécimens, dont 500 000 sont déjà repertoriés), est conservée et soigneusement entretenue dans les sous-sols de l'Université Laval.

<http://www.herbier.ulaval.ca>

Kalmia angustifolia
récolté dans
une tourbière
maintenant
disparue dans
le quartier
Sillery
à Québec.



Coton métissé

Les insectes lépidoptères fileront bientôt un mauvais coton. Ces bestioles qui envahissent les champs égyptiens, causant des pertes importantes pour les paysans, vont trouver sur leur route un adversaire de taille : un plant de coton capable de leur résister. En croisant deux variétés, dont l'une est naturellement résistante aux insectes, les chercheurs du Centre de recherches agricoles du Caire ont obtenu des hybrides qu'ils ont par la suite à nouveau croisés avec du pur coton égyptien reconnu pour ses très longs fils. Ce croisement devrait permettre de restreindre l'utilisation des pesticides et surtout le travail des enfants, employés pour faire la chasse aux larves.

Un herbier dont vous êtes le héros

Quelle végétation les premiers colons ont-ils dû arracher pour défricher leurs terres ? Le site Internet Flore Québec 2008 soulignera le 400^e anniversaire de Québec, en retraçant l'évolution de la flore de Cap-Rouge à Limoilou, depuis l'établissement de la ville en 1608 jusqu'à

En hausse

Le roseau eurasién

Les roseaux qui bordent nos routes ne sont pas québécois, mais eurasiens. Rien à voir avec le roseau commun indigène, très clairsemé sur le territoire, comme le décrivait Marie-Victorin dans *la Flore laurentienne*.

Il y a longtemps que le roseau asiatique est présent sur notre territoire. Des analyses génétiques, effectuées par une équipe de l'Université Laval sur des spécimens conservés dans des herbiers, ont permis d'établir qu'il poussait au Québec au début du siècle dernier. Mais il était très peu répandu. Le portrait a bien changé. En parcourant le Québec d'ouest en est, l'équipe dirigée par François Belzile et Claude Lavoie a constaté que 99% des colonies situées sur le bord des autoroutes sont aujourd'hui composées de roseaux exotiques. Notre roseau ne pousse plus que dans six zones refuges, dont la baie des Chaleurs et les îles de Sorel.

C'est vers 1960 – ce qui coïncide avec la construction des autoroutes – que l'envahisseur a trouvé le moyen de bien s'installer. Trois fois plus résistant au sel de déglacage que le roseau indigène, il constitue un habitat de piètre qualité pour la faune et obstrue les fossés de drainage. L'éliminer ? C'est peine perdue. On peut seulement espérer ralentir sa progression. Son point faible : il ne tolère pas l'ombre.

En baisse

L'argent de la science

Au Québec, les secteurs de la recherche, de la science, des technologies et de l'innovation traversent une bien mauvaise période. En un an, les investissements publics dans ces secteurs ont chuté de plus de 25%, passant de 670 millions en 2002-2003, à environ 500 millions, en 2004-2005. Les domaines les plus affectés : les programmes d'aide à l'innovation, la recherche et le développement. Le début d'une petite noirceur ?

Tous aux abris!

Une étudiante en architecture a conçu une « maison d'urgence » qui se monte en moins de deux heures. Prêt pour le prochain ouragan!

par Gaëlle Lussiaà-Berdou

Gisèle Fraser a été bouleversée par les images de l'ouragan Katrina qui a balayé le sud des États-Unis, en août 2005. Aussi, quand le département d'architecture de l'Université Laval a lancé un projet sur « la construction d'abris d'urgence en zone sinistrée », elle a sauté sur l'occasion. « On croit à tort que les architectes ne pensent qu'à l'esthétique et oublient l'individu. Avec ce projet, j'ai le sentiment d'avoir fait quelque chose de vraiment utile », explique l'étudiante de 22 ans.

Son « abri design », tout en bois, a fait fureur et a même été sélectionné lors d'un concours d'architecture organisé par l'Université de Saint-Étienne, en France. La « petite maison de bois », comme l'ont désignée les Français, se présente comme une boîte de 2,5 m de côté et de 3,5 m de haut dans laquelle sont rangés les panneaux composant la structure finale. On peut la charger sur un camion, comme un conteneur. Une fois à destination, on dépose le module sur des pieux à l'aide d'une petite grue. L'une des faces verticales de l'abri se détache et devient un mur. Le plancher s'abaisse à la manière d'un lit escamotable. Dans la partie supérieure, deux petits panneaux repliés se déploient ensuite comme des bras : ils servent à soutenir le toit en contreplaqué hydrofuge.



JACQUES WHITE

Les deux murs manquants sont formés de portes coulissantes qui s'ajustent en fonction des besoins. On pourra par exemple ôter un panneau pour créer une fenêtre supplémentaire. En tout, l'installation prend moins de deux heures!

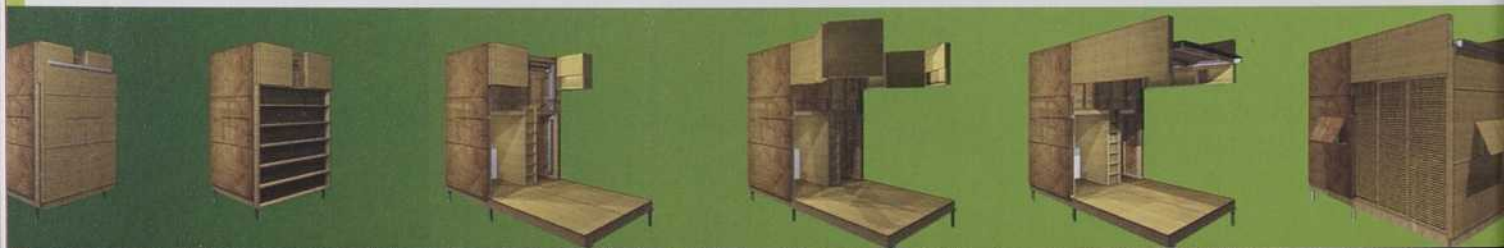
À l'intérieur, on trouve une cuisine, une salle de bain et une mezzanine qui augmente l'espace disponible et peut servir de chambre. « C'est une structure faite à partir d'un matériau simple et abondant qui s'adapte à différents usages. On peut utiliser l'ossature apparente pour poser des objets, on y trouve un petit coin tranquille à l'abri des regards, une échelle, un toit ouvrant », explique Jacques White, le professeur responsable de l'atelier à l'Univer-

sité Laval. Le logement peut aussi être facilement isolé pour s'adapter à un climat plus froid et il peut contenir un poêle à combustible et une cheminée. Et en plus, il est beau!

L'étudiante assure que chaque module a la capacité d'accueillir une famille de quatre personnes... un peu à l'étroit. Mais en ôtant une paroi latérale, on peut regrouper deux modules et concevoir un appartement plus spacieux, avec deux chambres et un plus grand espace commun, puisqu'on installera une seule cuisine et une seule salle de bain. « En rassemblant plusieurs unités, on peut

aussi imaginer un petit hôpital ou une école et ainsi aménager un véritable village », dit Gisèle Fraser.

Après le passage de Katrina, l'Agence de gestion de crise des États-Unis, la FEMA, a commandé 100 000 maisons mobiles à plus de 12 000 \$ l'unité. La structure de Gisèle Fraser, elle, coûte environ 7 500 \$. C'est encore beaucoup plus cher que les tentes des Nations unies ou les lits de camp alignés par la Croix-Rouge dans des gymnases, mais les sinistrés peuvent y être hébergés pendant une plus longue période. Dans les États touchés par Katrina, des centaines de milliers de réfugiés sont toujours hébergés dans des installations de fortune ou à l'hôtel. **G**



GISELE FRASER



Un fantôme dans vos gènes

Les caractères acquis peuvent-ils se transmettre à la descendance?

«Dis-moi ce que mangeait ton grand-père, et je te dirai si tu risques d'être cardiaque ou diabétique.» C'est ainsi qu'on pourrait résumer la conclusion terriblement provocante d'une étude publiée il y a trois ans dans le *European Journal of Human Genetics*. Terriblement provocante, parce que ce résultat suggère que l'environnement pourrait exercer une influence directe sur la descendance d'un individu. Autrement dit, les caractères acquis seraient transmissibles. Or, soutenir cela revient à ressusciter le lamarckisme, la thèse proposée par le Français Jean-Baptiste Lamarck au début du XIX^e siècle. Et alors, direz-vous?

Eh bien, le lamarckisme a mauvaise presse. Car, dans l'histoire de la biologie, Lamarck a perdu et Darwin a gagné. L'Anglais a combattu la thèse du Français et a démontré que le moteur de l'évolution est la sélection naturelle et non la transformation des espèces par la transmission des caractères acquis. Par la suite, les découvertes de la génétique ont donné raison à Darwin. Le lamarckisme a été abandonné.

Mais regardons de plus près ladite recherche. Les scientifiques ont étudié 320 individus nés en 1890, 1905 et 1920 à Overkalix, un village du nord de la Suède. Comme l'endroit disposait d'impeccables registres paroissiaux, on a pu reconstituer des arbres généalogiques précis. Étant donné que l'endroit possédait aussi les registres des récoltes, on a pu déterminer quels individus avaient subi des famines, à quel moment, et lesquels avaient au contraire bénéficié de périodes de surabondance. Ensuite, les chercheurs ont examiné les maladies de tous ces gens et la cause de leur décès. Conclusion? Les personnes dont les grands-pères avaient été bien nourris durant leur enfance mouraient des suites du diabète quatre fois plus souvent que les autres. À l'inverse, une famine pendant la jeunesse de l'aïeul semblait protéger les petits-enfants du diabète et des maladies cardiovasculaires. L'effet était nettement plus marqué dans les lignées masculines.

Comment expliquer ces résultats? Les chercheurs écartent plusieurs hypothèses, dont celle de la sélection naturelle qui ne pourrait pas s'exprimer dans un laps de temps aussi court. Selon eux, ce phénomène serait dû à des modifications induites par l'alimentation sur les gamètes mâles avant la puberté. Un effet lié à

ce qu'on appelle l'empreinte génomique, c'est-à-dire le fait que certains gènes ne s'expriment que par un seul des deux allèles transmis par les parents. La diète aurait induit une «sur-expression» de certains gènes transmis par le père et une «sous-expression» de certains autres. Ces modifications touchant des gènes portés par la lignée mâle se seraient transmises aux générations suivantes par les spermatozoïdes. Auparavant, on avait déjà noté des phénomènes de ce genre (notamment, que les descendants des survivants de l'Holocauste étaient maigres et stressés), mais on n'avait jamais disposé d'une étude scientifique aussi solide.



La discussion s'est donc enflammée. Certains ont dénoncé un retour au lamarckisme; d'autres ont critiqué la méthode ou les conclusions. Un chercheur britannique, Marcus Pembrey, a publié un éditorial dont le titre disait tout: «Il est temps de prendre l'héritabilité épigénétique au sérieux.» Par épigénétique (du grec *epi*, signifiant à la fois le surcroît et l'inflexion d'une trajectoire), on désigne les facteurs extérieurs à un organisme, susceptibles de modifier l'expression de son programme génétique. Par exemple, l'influence du mode de vie sur le déclenchement des cancers. Ce qui pose problème, c'est la notion d'héritabilité épigénétique: l'idée que les effets de facteurs environnementaux soient transmissibles d'une génération à l'autre. C'est là que le spectre de Lamarck réapparaît. Or, la recherche suédoise soutient précisément que certains caractères acquis sont transmissibles, même si on est loin de la manière absolue dont Lamarck envisageait les choses.

Ce débat illustre à quel point le passé nous bloque. Parce que, sur le fond, on est en présence d'une hypothèse fascinante. Se pourrait-il qu'il existe un phénomène épigénétique fondamental qui, d'après la généticienne française Claudine Junien, «pourrait servir de rhéostat pour s'adapter rapidement à un environnement donné, contrairement à la sélection darwinienne»? Se pourrait-il qu'il y ait des fantômes dans nos gènes – une sorte de mémoire de notre passé ancestral susceptible d'être réactivée dans certaines circonstances? Si tel est le cas, cela changerait radicalement la manière dont nous envisageons le concept d'hérédité. **CS**

Nos microbes sont-ils en train de contaminer l'Univers

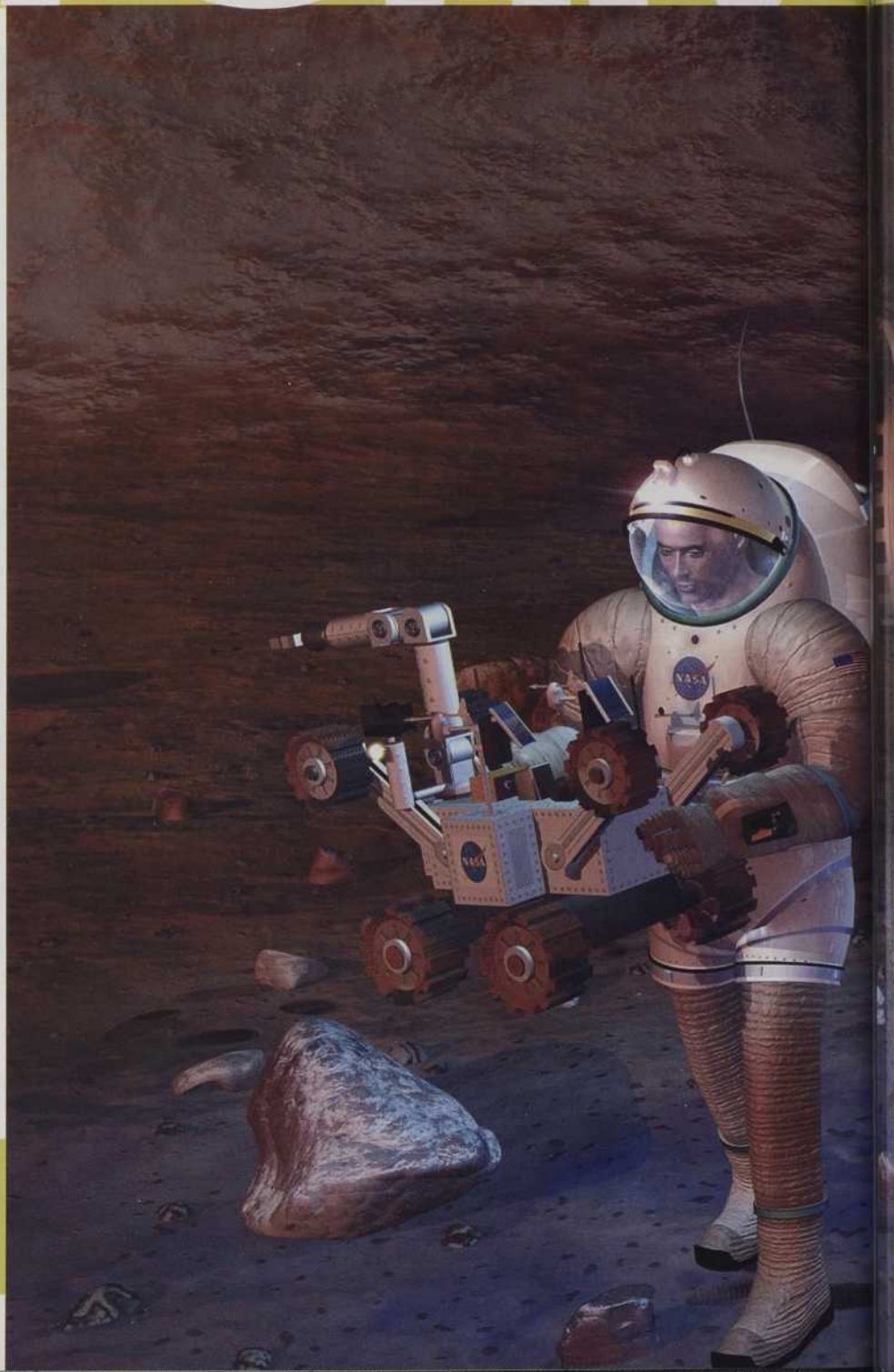
Il y a de la vie sur Mars ! Un milliard ou quelques milliers d'êtres vivants : on ne le sait pas vraiment. Ces visiteurs sont des Terriens arrivés à bord d'un vaisseau spatial. Ils ont survécu à un voyage de 300 millions de kilomètres dans l'espace glacial, puis se sont installés sur un sol bombardé de radiations mortelles, sans eau ni oxygène. Depuis, ils s'y prélassent en toute quiétude.

Ces Terriens n'ont ni bras, ni tête, ni REER : ce sont de banales bactéries. « Le genre qu'on trouve sur le capot de notre voiture », dit l'astrophysicien Chris McKay, du Centre de recherche Ames de la NASA. Et alors ? Pourquoi s'inquiéter de quelques milliers de bestioles microscopiques ? Parce que les robots en mission sur Mars cherchent des traces de vie. Or, comme le dit à la blague Dale Andersen, chercheur principal au SETI Institute (Search for Extraterrestrial Intelligence), en Californie : « On ne veut pas se découvrir soi-même ! » Et comment différencier les bactéries apportées de la Terre d'éventuelles formes de vie indigènes ?

Autre problème plus grave : ces bactéries pourraient envahir la planète rouge et y détruire la vie qui y existe peut-être. Comme les moules zébrées dans les Grands Lacs qui, arrivées à bord des bateaux européens, y ont proliféré en étouffant plusieurs autres organismes marins.

L'affaire est prise très au sérieux. À la NASA, le Bureau de la protection planétaire (Planetary Protection Office) tente d'établir

Dans les années à venir, de plus en plus de robots iront sur Mars. Espérons qu'ils n'y emporteront pas la grippe aviaire !



NASA/JOHN FRASSANITO & ASSOCIATES

Une rencontre du troisième type pourrait se produire sur des planètes explorées par l'homme. Les protagonistes : des bactéries terrestres et extraterrestres. Des biologistes craignent une «collision des écologies».

par Anne-Marie Simard

ers?





DALE ANDERSEN

des protocoles pour permettre l'exploration des planètes, lunes et autres astéroïdes sans les contaminer. Un genre de *safe sex* entre corps célestes... Cet organisme a été créé en 1967, dans la foulée du Traité de l'espace extra-atmosphérique (Outer Space Treaty) qui met en garde les agences spatiales contre les dangers des échanges entre planètes.

Ainsi, quand, en 1976, les sondes *Viking* ont été lancées vers Mars, la NASA les a désinfectées avec beaucoup d'application.

Pas à l'aide d'eau de Javel, mais d'azote gazeux à 117 °C. On y a plongé *Viking 1* pendant 43 heures; et *Viking 2*, 50 heures. Une toilette très onéreuse qui a fait grimper le budget de la mission de 5 %.

Au retour des sondes, après analyse des échantillons de poussière et de roches qu'elles ont rapportés, la NASA conclut que le sol martien est stérile. À l'avenir, plus besoin de désinfecter les engins spatiaux puisqu'il n'y aurait rien ni personne à contaminer à la surface de Mars! Les bio-

chimistes se contentent depuis d'évaluer la taille de la colonie bactérienne qui s'accroche aux parois. Avant leur départ, les deux robots *Spirit* et *Opportunity* – qui arpentent la planète rouge depuis janvier 2004 – portaient 200 000 bactéries chacun.

Malgré les rigueurs du voyage et l'inhospitalité de leur terre d'accueil (une atmosphère torride et un sol oxydé), un certain nombre d'entre elles sont probablement toujours vivantes.

Comment ces microorganismes qui peu-

Le robot *Opportunity* se balade sur Mars avec quelque 200 000 bactéries apportées de la Terre. Combien d'entre elles sont encore vivantes ?



NASA/JPL/CORNELL



1 - Dale Andersen, et son équipe du SETI Institute, font la pêche aux cyanobactéries en Antarctique. Celles-ci sont apparues sur Terre il y a 3,5 milliards d'années.

2 - Vue en contre-plongée à 4,5 m sous la glace du lac Hoare, en Antarctique.

3 - « Matelas » microbien au fond du lac Bonney en Antarctique. Vivant dans l'eau glacée, les bactéries extrémophiles ressembleraient-elles à celles qu'on pourrait trouver sous la calotte glaciaire de Mars ?

plent les pelouses des banlieues et les banquettes de restaurant de la Terre, peuvent-elles s'avérer aussi résistantes ? À cause d'un mécanisme de survie extraordinaire : la sporification.

Lorsqu'une bactérie se sent menacée, elle produit une petite sphère très dure – la spore – et y abrite une copie de son génome. « C'est comme une mini-combinaison spatiale », dit Chris McKay. À l'intérieur de cette coquille, l'ADN est protégé des impitoyables rayons ultraviolets (UV) provenant du Soleil.

Pourtant, même les membres de la coriace famille des *Bacillus* (dont *Bacillus anthracis*, responsable de la maladie du charbon) risquent de passer un mauvais quart d'heure si elles restent accrochées aux parois des robots. « En laboratoire, on a exposé des spores de *Bacillus subtilis* à des niveaux de radiation comparables à ceux de Mars. Résultat : 99,9 % d'entre elles sont mortes en 30 secondes. Après 15 minutes, il ne restait aucune survivante sur une population de deux millions », explique Chris McKay.

Même si elle est capable d'encaisser des doses de radiations 1 500 fois supérieures à la dose létale pour l'humain, et malgré sa capacité hors du commun de réparer son ADN, la terrible *Deinococcus radiodurans*, ou « Conan le Barbare », a elle aussi peu de chances de résister aux conditions qui sévissent sur la planète rouge. À moins que la petite bête n'ait eu l'intelligence de se réfugier à l'intérieur du véhicule.

Bien à l'abri, protégées des UV, certaines bactéries peuvent survivre. En état d'hibernation, elles attendent. « Elles sont capables de sommeiller ainsi pendant un

million d'années, puis de renaître si l'environnement redevient favorable à la surface de Mars », affirme Chris McKay. Mais il faudrait pour cela que l'atmosphère se refroidisse sérieusement et qu'elles trouvent de l'eau, indispensable à la vie.

Il y a quelques milliards d'années, les *Bacillus subtilis*, des bactéries du sol non pathogènes, se seraient sans doute senties à l'aise sur Mars. Les roches que les véhicules *Spirit* et *Opportunity* y ont repérées semblent avoir déjà trempé dans l'eau. Mais aujourd'hui, si vie il y a, elle se trouve peut-être dans les eaux souterraines, sous la calotte glaciaire des pôles ou au fond des volcans.

Depuis 20 ans, on sait que certaines bactéries peuvent vivre dans des environnements extrêmes, d'où leur nom « extrémophiles ». Chris McKay les aime tellement que, plusieurs fois par année, il s'habille en homme-grenouille et plonge sous les 4 m à 6 m de glace qui recouvrent les lacs de l'Antarctique. Il n'en remonte pas des petits poissons des chenaux, mais des milliers de cyanobactéries. Dale Andersen, lui, a trouvé dans certains déserts des microorganismes vivant dans le roc. Soumis à une obscurité presque totale, ils ne se développent que lorsqu'un peu d'eau se fraye un passage dans des micro-fissures minérales.

« En fait, on ne connaît que 1 % des bactéries », affirme Hojatollah Vali. En 1996, ce docteur de l'Université McGill a découvert des traces de vie bactérienne dans un météorite martien tombé en Antarctique. Il sait à quel point ces petites bestioles

ne se laissent pas facilement dompter. « Si on veut caractériser la génétique d'une bactérie, il faut la cultiver en laboratoire, poursuit-il. Or, 99 % des bactéries ne se développent pas dans une boîte de Pétri. »

Difficile, dans ces conditions, de prévoir ce qui arrivera des bacilles terrestres installés sur Mars. Comment réagiront-ils si, par hasard, ils croisent des formes de vie extraterrestre ? Tant qu'elles restent à la surface, une « rencontre du troisième type » est peu probable. Mais le scénario pourrait être

La coriace *Bacillus anthracis* pourrait peut-être survivre aux conditions qui prévalent sur Mars !



COMMENT DÉCONTAMINER MARS



Lors d'une conférence internationale en 2003, l'astrophysicien Chris McKay a expliqué comment rendre l'exploration de Mars « biologiquement réversible », c'est-à-dire comment effacer le passage des engins terrestres et éliminer toutes les bactéries. Il propose d'abord de retirer tous les morceaux de métal laissés à la surface. Dans le cas des sondes qui se sont écrasées au sol – comme les Soviétiques *Mars 2* et *Mars 6* lancées au début des années 1970 –, il faudra déterrer les pièces enfouies et vaporiser le sol environnant dans l'atmosphère. « Pour que les microorganismes soient détruits par les rayons UV, il faut que les poussières restent en suspension pendant plusieurs heures », explique-t-il. L'engin qu'il imagine ressemblerait à une souffleuse comme celles qui déneigent les rues de Montréal l'hiver ! Un nouveau débouché pour les entreprises québécoises ?

FOUILLE-MOI



◆ On n'est jamais trop curieux ◆


tout autre si les scientifiques se mettent à creuser le sol et y trouvent de l'eau. On risque alors d'assister à une « collision des écologies », explique Chris McKay. « Il suffirait que des bactéries terrestres atteignent une nappe phréatique et elles pourraient se propager rapidement. Et si cette nappe d'eau est étendue, la contamination pourrait altérer la vie martienne de façon irréversible », a-t-il affirmé lors d'une conférence en 2003.

Le problème s'est posé sur Terre, lors de la découverte du lac Vostok, en Antarctique. Ce réservoir d'eau, de la taille du lac Ontario, est situé sous 4 km de glace. Des microorganismes y sont scellés depuis plusieurs millions d'années, alors qu'une luxuriante végétation recouvrait le pôle Sud. « Personne n'a encore creusé la surface, explique Chris McKay. On ne le fera pas avant d'être certain de ne pas contaminer ce lac vierge. » Stériliser un marteau-piqueur est une procédure courante. « Le problème, c'est qu'il se contamine à nouveau au contact de la glace. Il faut donc mettre au point une barrière protectrice autour de la foreuse, jusqu'à son arrivée à l'eau. Ça se fait, mais ça coûte cher. » C'est ce genre de précaution qu'il faudra prendre lorsqu'on atteindra les eaux souterraines de Mars.

Le *Mars Reconnaissance Orbiter*, qui survole la planète depuis peu, est équipé d'instruments capables de détecter la présence d'eau souterraine. Au cours des prochaines années, la NASA prévoit d'envoyer là-bas une ou deux sondes tous les 26 mois. En 2007, *Phoenix* se posera au pôle nord et creusera des tranchées dans la calotte glaciaire.

Mais c'est 2030 qui est attendu avec le plus d'impatience. Cette année-là, on prévoit d'envoyer vers Mars la première mission habitée. Après un voyage de six à huit mois, les astronautes resteront sur et autour de la planète rouge plus d'un an. Le problème de la contamination se posera de façon très aiguë. « Les humains sont de véritables sacs à bactéries », dit Dale Andersen. Les passagers devront manger,

respirer et éliminer en système fermé. La locomotion et l'exploration devront aussi se faire dans des conditions d'étanchéité parfaites. Tout un défi scientifique qu'on est bien loin d'avoir résolu.

La question à 435 milliards \$ (soit le budget de l'exploration martienne: plus de 17 milliards \$ par année pour les 25 prochaines années): « S'établir sur Mars est-il vraiment une priorité pour l'humanité? » Dale Andersen soupire: « On pourrait bien sûr utiliser cet argent pour nourrir les gens qui meurent de faim. Mais, en même temps, découvrir la vie sur Mars nous en apprendra beaucoup sur nos origines. Sur Terre, tous les organismes vivants sont constitués des mêmes 21 acides aminés. Les formes de vie martiennes sont peut-être totalement différentes. » Chris McKay rêve aussi d'y découvrir une « seconde genèse ». « Toute notre médecine, du contrôle des parasites à la mise au point des antibiotiques, est issue de l'étude d'un seul exemple d'architecture de vie. Imaginez les retombées scientifiques si on découvrait de la vie sur Mars... » À condition qu'il ne s'agisse pas, bien sûr, de bactéries humaines mutantes... 

LE SYSTÈME SOLAIRE CONTAMINÉ



Vénus



Mars



Titan



Jupiter

Avec 38 vaisseaux spatiaux qui s'y sont posés, la Lune est l'astre le plus contaminé. Vénus a fait l'objet de 15 missions; Mars, de 10. L'exploration humaine a gagné Jupiter en 2003; et Titan, en 2005. Accrochées aux sondes *Voyager* et *Pioneer*, les bactéries humaines sont maintenant en route vers l'extérieur du système solaire.




24 HEURES DE SCIENCE

découvertes • rencontres • exploration

Comment les sciences et technologies influencent-elles votre quotidien? Vous aurez 24 heures pour le découvrir.

Renseignements sur les activités www.science24heures.com

12 et 13 mai 2006 Partout au Québec

Cet événement est une présentation du réseau des organismes de culture scientifique et technique et de ses partenaires associés. **Science TOUS!**

Nanobiotechnologies : les possibilités de l'infiniment petit

Deuxième de deux reportages

Vous croyez souffrir d'une grippe. Au lieu de vous rendre à l'hôpital, vous restez chez vous et prélevez une goutte de votre sang que vous analysez vous-même grâce à un dispositif électronique. En seulement quelques minutes, le système détermine la nature du virus et vous permet de prendre le médicament approprié. De la science-fiction? Oui, pour l'instant. Mais plus pour très longtemps grâce aux nanobiotechnologies.

«Les nanotechnologies vont permettre aux gens de réagir plus rapidement et d'être plus autonomes en cas d'épidémie», croit le docteur Michel Bergeron, membre du Centre de recherche en infectiologie à l'Université Laval. «Le public panique lorsqu'une épidémie survient. Tout le monde va à l'hôpital et les gens se contaminent entre eux. Pire : lorsqu'il y a une épidémie de grippe, par exemple, on se retrouve en présence de plusieurs sortes de microbes en même temps : l'influenza typique, le SRAS, des bactéries comme le pneumocoque... On peut donc avoir cinq personnes avec des symptômes similaires, mais qui sont contaminées par cinq virus différents ! Pour cette raison, il faut préciser nos méthodes de diagnostic parce qu'on n'administre pas toujours les bons médicaments.»



Source: Jean-Christophe Leroux – Université de Montréal

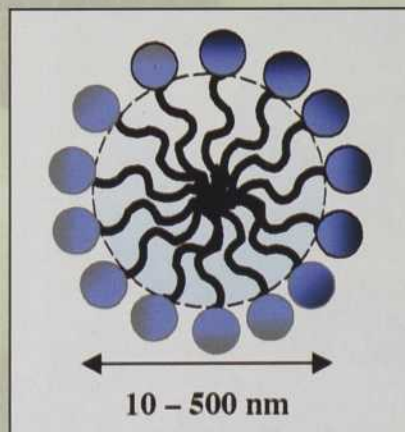
À l'heure actuelle, les patients doivent souvent attendre plusieurs jours avant de connaître la véritable nature de leur pathologie. «On doit prendre un échantillon clinique, l'ensemencer sur une gélose et attendre 24 heures – parfois même plus – pour voir si des microbes ont poussé», poursuit Michel Bergeron. Ces méthodes microbiologiques, mises au point à l'époque de Louis Pasteur, requièrent la présence de personnel qualifié et d'installations coûteuses. Rien pour faciliter les choses.

Des avancées en nanobiotechnologie et en génomique pourraient cependant changer

la donne. «Cela va permettre un diagnostic beaucoup plus rapide et beaucoup plus sensible que les méthodes traditionnelles», affirme Lucie Brouillette, enseignante et conceptrice de l'attestation d'études collégiales en nanobiotechnologie au collège Ahuntsic de Montréal. Le diagnostic en temps réel, qui permettrait à un patient ou son médecin de prélever un échantillon et d'en faire l'analyse lui-même, est l'une de ces méthodes mises au point par les chercheurs. «C'est ce qu'on appelle le *bed-side* parce que le test pourra s'effectuer au lit du patient», explique Normand Voyer,

directeur du Centre de recherche sur la fonction, la structure et l'ingénierie des protéines (CREFSIP) à l'Université Laval. «Ces techniques sont si raffinées qu'elles permettront de détecter la présence d'un seul anticorps dans le sang. Actuellement, on a besoin d'une plus grande quantité pour réaliser la même opération.»

Communément appelés «laboratoires sur puces», ces dispositifs pourront générer des résultats diagnostiques aussi divers que la présence de tumeurs cancéreuses ou des renseignements sur la qualité du sang. À l'École Polytechnique de Montréal, le chercheur Mohamad Sawan planche sur plusieurs de ces systèmes qui permettront de mesurer ou de caractériser les propriétés des bioparticules ou des cellules. «Une fois prélevées, je fais promener ces cellules dans

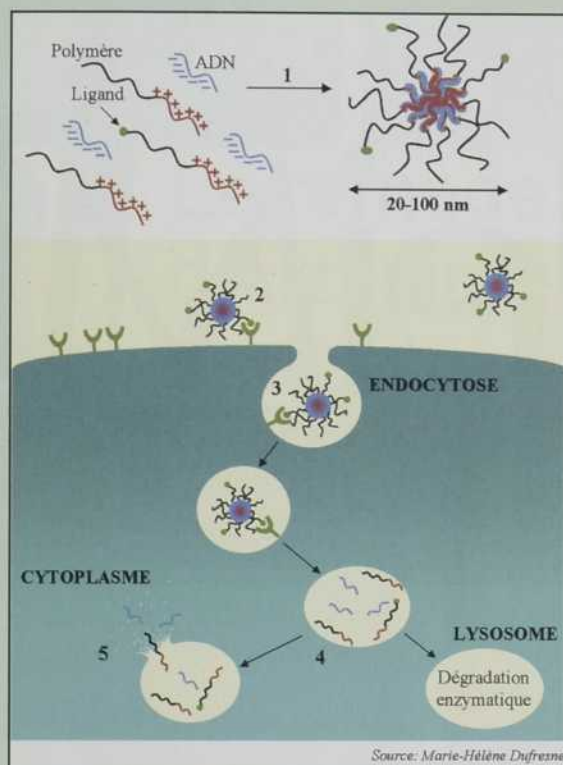


Microémulsion utilisée comme nanovecteur, constituée d'une phase huileuse, d'une phase aqueuse et d'un surfactif. Source: *BioTechna*, volume 2, numéro 1, juin 2003. *Vectorisation de principes actifs: applications présentes et futures*, CQVB, www.cqvb.qc.ca



nano
québec
l'avenir des nanos est ici
nanotech's future is here

nanoquebec.ca



Source: Marie-Hélène Dufresne

Auto-assemblage d'une micelle polymère en présence d'un polyelectrolyte et internalisation d'un nanovecteur par une cellule. Source: *BioTechno*, volume 2, numéro 1, juin 2003. *Vectorisation de principes actifs: applications présentes et futures*, CQVB, www.cqvb.qc.ca

des structures microfluidiques, dans plusieurs microcanaux à la surface d'une puce qui enregistre de l'information», explique Mohamad Sawan.

À l'Université Laval, le docteur Michel Bergeron s'affaire lui aussi à développer des tests qui pourraient bientôt remplacer les anciennes méthodes de diagnostic. Au lieu de procéder à une traditionnelle culture bactérienne, l'équipe du docteur Bergeron tente d'identifier les pathogènes présents

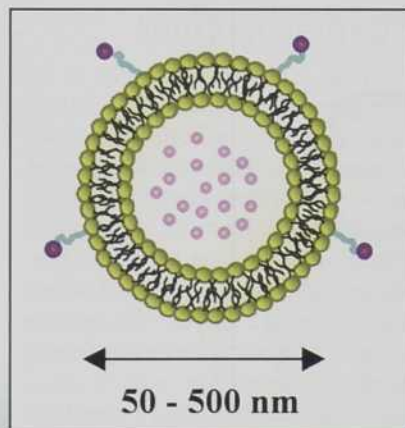
dans l'organisme à partir de l'ADN. Pour ce faire, on analyse un échantillon clinique comme une expectoration que l'on fait aussi passer dans un système de microfluidique. «Nous utilisons des nanobilles de verre pour briser les bactéries et mettre leur ADN à nu», indique le chercheur. Une fois l'éclatement des particules réalisé, on capte l'ADN à l'aide de sondes ou d'anticorps placées à la surface de ces nanobilles.

L'étape suivante consiste à filtrer l'échantillon, avant de l'amplifier en augmentant le nombre de copies de la séquence d'ADN: «J'ai développé un système qui permet d'amplifier de très petits volumes, de telle sorte que c'est fait beaucoup plus rapidement qu'à la normale. Au lieu de prendre une heure, on peut faire cela en quelques minutes», soutient-il.

La dernière étape de cette procédure est la détection. On analyse la séquence d'ADN pour la faire correspondre à celle des bactéries que l'on recherche chez le patient: «La base de tout ce procédé, c'est un disque compact qui, au lieu de lire de la musique, lit l'ADN, continue le docteur Bergeron. Ce sont des tests qui sont faciles à réaliser, qui sont miniaturisés et qui pourront être manipulés même par des gens qui n'ont pas de formation spécifique. Ce sera une véritable révolution.»

Selon le docteur Normand Voyer, l'un des défis les plus importants de ces dispositifs sera de réussir à «brancher» une molécule à un circuit capable de lire l'information: «Si l'on veut pouvoir produire ces systèmes en masse, on va devoir trouver une façon de «souder» le dispositif nanostructuré au dispositif nanoélectronique. De plus, un des plus grands défis technologiques pour développer des biocapteurs en temps réel sera la transduction d'un phénomène comme la reconnaissance d'un virus en un signal mesurable.»

Le docteur Bergeron, dont certains tests à base d'ADN ont déjà été commercialisés, croit qu'il faudra encore quelques années pour perfectionner les laboratoires sur puces. «Pour l'instant, nous avons des systèmes qui sont séparés – un pour préparer l'échantillon, l'autre pour faire l'amplification et le dernier pour la détection. D'ici cinq ans, nous devrions avoir un prototype complètement intégré.»



Liposome utilisé comme nanovecteur. Source: *BioTechno*, volume 2, numéro 1, juin 2003. *Vectorisation de principes actifs: applications présentes et futures*, CQVB, www.cqvb.qc.ca

Évaluer les risques potentiels

On commence à peine à connaître les effets des nanomatériaux sur la santé. Pour cette raison, les scientifiques doivent s'assurer de la biocompatibilité des nanoparticules utilisées dans la fabrication d'équipement médical. À l'École Polytechnique de Montréal, le Laboratoire d'innovation et d'analyse de la bioperformance de dispositifs médicaux (LIAB) vérifie la toxicité des nanomatériaux, tout en les améliorant pour les rendre plus compatibles avec le corps humain: «Nous disposons d'équipement unique au Québec, souligne l'Hocine Yahia, chercheur au LIAB. À Montréal,

nous sommes les seuls à pouvoir nous assurer de la biocompatibilité des nanotechnologies.»

L'objectif principal est de s'assurer que les nanomatériaux n'introduisent pas de toxines à l'intérieur du corps. On veut aussi éviter les possibles altérations génétiques qui pourraient être provoquées par ces particules: «Les nanomatériaux sont si petits qu'ils peuvent atteindre le noyau des cellules, explique l'Hocine Yahia. Par exemple, ils peuvent s'insérer dans un fragment d'ADN et faire une modification génétique indésirable. C'est pour prévenir ce genre d'incident que les tests de compatibilité sont effectués à l'échelle moléculaire.» Précisons toutefois que les laboratoires sur puces ne présentent presque

aucun danger pour l'être humain: ces nanodispositifs restent à l'extérieur du corps et n'entrent donc pas en contact avec les cellules.

Il existe plusieurs façons de vérifier la biocompatibilité d'une nanoparticule. L'un des tests les plus fréquemment utilisés consiste à mettre le matériel nanométrique en contact avec des cellules in vitro. «Si l'on voit qu'il y a mortalité cellulaire, on sait que c'est toxique, affirme le docteur Yahia. Bien sûr, tous les nanomatériaux ne sont pas nocifs. La toxicité dépend de plusieurs facteurs comme la forme, les alliages qui sont utilisés, etc. L'important est de sensibiliser les gens aux risques potentiels et, surtout, de poursuivre les recherches.»

Feu sur l'alzheimer

par Catherine Dubé

Ces dernières semaines, le docteur Serge Rivest a reçu plusieurs courriels de gens désirant se porter volontaires pour des essais cliniques. Et pour cause : ce chercheur au Centre hospitalier de l'Université Laval à Québec vient de faire une découverte qui apporte un réel espoir de traitement aux malades atteints d'alzheimer.

Les médicaments actuels n'arrivent pas à freiner le déclin cognitif; ils le ralentissent tout au plus. En demeurant actifs intellectuellement (grâce à des exercices de mémorisation, des mots croisés, etc.), les personnes atteintes créent de nouvelles connexions dans leur cerveau, qui compensent pour un temps celles qui s'éteignent. Tôt ou tard, cependant, l'ennemi finit par avoir le dessus.

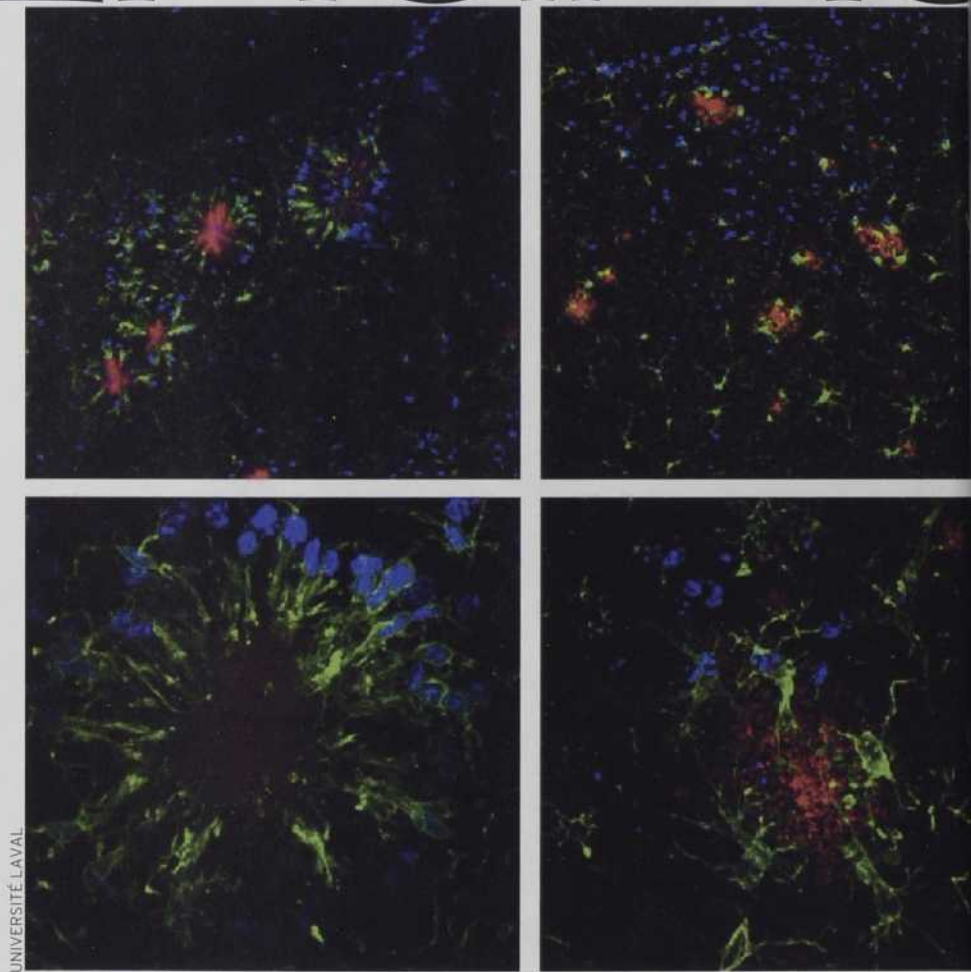
Mais cela pourrait changer. Serge Rivest, a décelé un mécanisme que personne n'avait encore compris. Sa découverte n'est pas passée inaperçue : le chercheur québécois spécialiste du système immunitaire a fait la une de la revue *Neuron*.

Le mot « alzheimer » explique sûrement l'intérêt réservé à ces travaux pourtant très pointus. Tout progrès dans la compréhension de cette maladie neurodégénérative ranime l'espoir des familles des quelque 300 000 Canadiens qui en souffrent.

Le plus surprenant dans cette découverte, c'est que le remède se trouverait peut-être chez les patients eux-mêmes, dans leur moelle osseuse plus précisément. À mesure que l'alzheimer fait son œuvre, des plaques constituées de protéines (appelées bêta-amyloïdes) recouvrent les neurones jusqu'à les étouffer. Évidemment, ces derniers ne se laissent pas faire. Une armée de microglies, les principales cellules immunitaires protégeant le système nerveux central, accourent et se massent au-

Sur ces coupes de cerveau de souris atteintes de la maladie d'Alzheimer, on peut voir à l'œuvre les microglies issues de la moelle osseuse. Pour bien visualiser ces cellules du système immunitaire, différents colorants ont été utilisés.

Les deux photos du haut : les microglies (les longues cellules brunes) encerclent une plaque de bêta-amyloïdes (en bleu). Les quatre photos du bas : les microglies (leurs longues ramifications sont teintées en vert et leur noyau en bleu) s'attaquent à une plaque de bêta-amyloïdes (en rouge).



UNIVERSITÉ LAVAL

R ! Le remède contre la maladie d'Alzheimer se trouve peut-être dans... la moelle des os.



tour des plaques. Malheureusement, les pauvres microglies ne semblent pas très douées pour ce combat. Elles sécrètent de multiples substances, dont certaines sont nocives pour les neurones eux-mêmes, et ne font ainsi qu'augmenter l'inflammation, sans pour autant détruire les bêta-amyloïdes. Les plaques continuent donc de s'étendre jusqu'à ce que les neurones meurent et que les symptômes apparaissent.

« Quand les pathologistes font l'autopsie de personnes atteintes, ils trouvent beaucoup de microglies près des plaques. On a donc toujours pensé qu'elles faisaient partie du problème. Je pense plutôt qu'elles font partie de la solution », postule Serge Rivest.

Si ce dernier est convaincu à ce point du rôle bénéfique que peuvent jouer les microglies, c'est qu'il les connaît bien. Cet expert mondialement reconnu dans le domaine de la recherche sur ces cellules sait notamment qu'il n'y a pas qu'un seul type de microglies, mais bien deux : celles issues du cerveau et celles provenant de la moelle osseuse. À première vue, ces dernières ressemblent beaucoup aux autres, mais elles sont autrement plus compétentes.

Leur périple commence dans la moelle des os (une mini-usine à cellules souches qui donnent naissance, entre autres, aux cellules immunitaires). Elles sont ensuite entraînées par la circulation sanguine, jusqu'au cerveau. Il y a deux ans, Serge Rivest a en effet démontré que les microglies de la moelle osseuse peuvent pénétrer dans cet organe, alors qu'on le croyait emmuré derrière la barrière hématoencéphalique. Une fois cette muraille traversée, les microglies atteignent leur pleine maturité. Munies de longs bras, capables de reconnaître l'ennemi et de le dévorer, elles sont prêtes au combat.

Elles sont d'ailleurs appelées en renfort dès qu'une menace plane sur le précieux

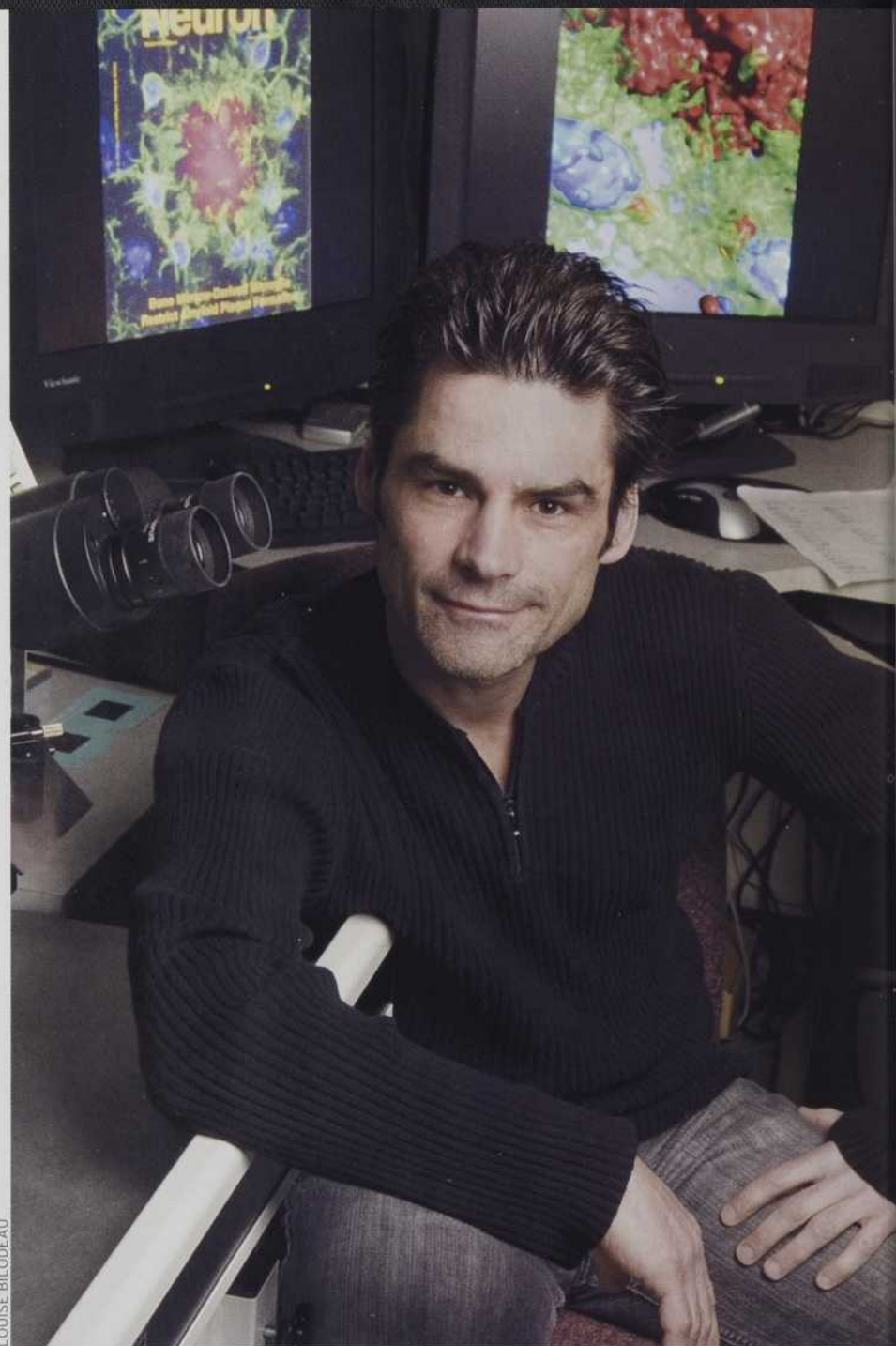
IZABEL ZIMMER/AGENCE STOCK

contenu de notre boîte crânienne, comme lorsque survient un accident cérébrovasculaire ou une infection. Pourquoi ne seraient-elles pas aussi envoyées au front lors du déclenchement de l'alzheimer? Pour le savoir, Serge Rivest a mis à contribution ses souris de laboratoire, génétiquement programmées pour développer la maladie. Après quelques manipulations donnant aux microglies de moelle osseuse une fluorescence verte – pour les distinguer des microglies du cerveau –, il a pu observer ce que nul autre n'avait encore vu. Avant que la maladie ne remporte finalement la bataille, les microglies de moelle osseuse sont bel et bien présentes dans le cerveau et elles 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 avec un puissant microscope après que les petits rongeurs eurent légué leur corps à la science, on distingue clairement les microglies vert fluo massées autour des plaques de protéines. Leurs longs bras y plongent profondément. La reconstitution en 3D montre sans équivoque qu'elles sont en plein festin : des morceaux de bêta-amyloïdes se trouvent à l'intérieur des microglies.

Lorsque les souris ont cinq ou six mois, au moment où les plaques amyloïdes commencent à envahir le cerveau, les microglies de moelle osseuse sont massivement recrutées par l'organisme. Mais, après cette bataille, leur nombre diminue. « Comme si elles abandonnaient la partie devant l'ampleur de la tâche », dit Serge Rivest. Les microglies du cerveau restent seules au front, démunies. En quelques mois, le nombre et le volume de plaques de bêta-amyloïdes doublent dans le cerveau des souris. C'est le début de la fin : « Elles ont l'air normal, mais quand on les soumet à des tests d'apprentissage et de mémoire, on voit que la maladie d'Alzheimer a commencé à attaquer leurs neurones », dit Alain Simard, un étudiant au doctorat qui a cosigné l'article dans *Neuron*.

Pour étayer encore davantage son hypothèse, Serge Rivest a eu recours à une autre astuce. Il a produit des souris dotées d'une double modification génétique : elles étaient programmées pour développer la maladie d'Alzheimer, mais étaient également dépourvues des microglies issues de la



LOUISE BILODEAU

«Au début de la maladie, les neurones ne sont pas morts, ils sont surtout désorganisés. Grâce à un traitement rapide, instauré dès les premiers signes de déclin cognitif, ces cellules nerveuses pourraient être sauvées», dit le docteur Serge Rivest.

moelle osseuse. Comme le chercheur l'avait prévu, elles sont tombées malades beaucoup plus rapidement que leurs congénères qui pouvaient compter (pour un temps au moins) sur l'ardeur de leurs microglies.

Fort de ces résultats, Serge Rivest a donc procédé à un petit bricolage génétique, pour que ces cellules immunitaires combattent l'ennemi mieux et plus longtemps. Les quatre souris blanches qui trottaient

dans leur cage sont les premières volontaires soumises à cette technique. Rien n'y paraît, mais elles viennent de bénéficier d'une thérapie génique qui protégera peut-être leurs neurones contre les envahissantes plaques de bêta-amyloïdes. Le chercheur a prélevé des cellules souches de leur moelle osseuse et leur a ajouté des gènes augmentant leur aptitude à digérer les plaques. Il a ensuite réinjecté ces cellules « améliorées » aux souris.

Comment s'assurer ensuite qu'elles se dirigent vers le cerveau? C'est la beauté de la chose: les microglies sont naturellement attirées par les plaques de bêta-amyloïdes, grâce à leurs récepteurs conçus pour repérer les pathogènes. De plus, comme on traite chaque souris à partir de ses propres cellules souches, il n'y a aucun risque de rejet.

Cette façon de s'attaquer au mal sournois qui guette une partie des personnes âgées suscite l'intérêt de la directrice générale de la Fédération québécoise des sociétés Alzheimer, Nathalie Ross: « Cela semble prometteur, puisque cette thérapie n'agirait pas seulement sur les symptômes, contrairement aux médicaments actuels », commente-t-elle.

Le directeur scientifique du Centre de recherche de l'Hôpital Douglas, Rémi Quirion, une sommité dans le domaine, estime aussi qu'il s'agit d'une percée prometteuse, mais il pense que cette maladie doit être attaquée sur plusieurs fronts. « D'autres stratégies intéressantes sont actuellement mises au point par des équipes un peu partout dans le monde, souligne-t-il. Dans le futur, la maladie d'Alzheimer sera probablement traitée grâce à une combinaison de médicaments et d'approches, un peu comme le cancer ou l'hypertension aujourd'hui. »

Serge Rivest souhaite évidemment que sa technique y figure en bonne place. Les résultats mitigés obtenus à ce jour par les cellules souches dans le traitement des maladies neurodégénératives n'entame en rien son enthousiasme. « Jusqu'à maintenant, les chercheurs ont injecté des cellules souches embryonnaires dans le cerveau en espérant qu'elles deviennent de nouveaux neurones. Mais ces fragiles cellules ne peuvent pas survivre dans un milieu inflammatoire, hostile et rempli de débris cellulaires », explique Serge Rivest. Les cellules souches de moelle osseuse, destinées à devenir de redoutables microglies, survivent au contraire très bien dans ce milieu.

« Pour que le traitement soit efficace, il faudra probablement soumettre ces cellules

immunitaires à plusieurs modifications génétiques », croit Alain Simard. Mais les deux hommes ne sont pas à court d'idées. Pour asservir davantage de microglies, ils comptent leur ajouter un gène qui augmentera leur sensibilité aux chimiokines, des molécules sécrétées en quantité par un cerveau en proie à l'inflammation. D'autres gènes pourront augmenter leur appétit pour les plaques. Des dizaines de petites souris attendent sagement dans leur cage de pouvoir servir la science en testant toutes ces hypothèses.

Et des dizaines de patients attendent les résultats. « Une fois qu'ils ont un diagnostic d'Alzheimer, ils savent ce qui les attend », dit Serge Rivest. Malheureusement, les essais cliniques ne seront pas pour tout de suite. Le temps de raffiner le procédé, son équipe a encore du boulot pour 10 ans. « Si tout va bien, nous pourrions alors com-

mencer les essais cliniques, qui dureraient cinq autres années », précise Alain Simard.

Grâce à leur technique, les deux chercheurs espèrent stopper l'accumulation de plaques de bêta-amyloïdes, et même arriver à les faire régresser. « Au début de la maladie, les neurones ne sont pas morts, ils sont surtout désorganisés par l'accumulation de bêta-amyloïdes », poursuit Serge Rivest. Grâce à un traitement rapide, instauré dès les premiers signes de déclin cognitif, les neurones pourraient peut-être échapper à la mort. « Une fois libérés de l'emprise des plaques, ils pourraient se réorganiser et créer de nouvelles connexions entre eux. » La plasticité neuronale, cette capacité de régénération du cerveau, est effectivement un phénomène de plus en plus reconnu, confirme Rémi Quirion. Alors, réversible l'Alzheimer? C'est optimiste, mais pas impossible. **CS**

D'autres pistes prometteuses ?

C'est en 1906, il y a tout juste 100 ans, que le neurologue allemand Alois Alzheimer identifie pour la première fois la maladie qui porte son nom. À la suite du décès d'un patient, il pratique une autopsie et remarque les « plaques » qui recouvrent les neurones. Un siècle plus tard, on en connaît beaucoup plus sur la composition de ces plaques de protéines (bêta-amyloïdes) et sur la façon dont elles s'accumulent dans le cerveau. Mais on ne comprend pas encore quel est le (ou les) déclencheur de ce processus. « Il est possible que l'on découvre un jour que ces plaques amyloïdes ne sont en fait que la conséquence d'un autre dysfonctionnement du cerveau dont on ignore tout pour l'instant », souligne Rémi Quirion, directeur scientifique du Centre de recherche de l'Hôpital Douglas.

On n'a pas non plus trouvé de traitement pour guérir les malades qui en sont affectés. Les médicaments le plus souvent prescrits (Aricept, Exelon et Remynil) augmentent la concentration d'un neurotransmetteur déficitaire chez les malades, l'acétylcholine. Un nouveau venu, la mémantine (Ebixa), bloque les récepteurs du glutamate, un neurotransmetteur agissant sur la mémoire, qui se trouve en excès dans le cerveau des patients. Ces pilules diminuent les symptômes, mais ne stoppent pas la maladie.

Dans les laboratoires, on s'affaire donc à trouver d'autres solutions, comme s'attaquer aux funestes plaques de bêta-amyloïdes. En plus des travaux de Serge Rivest sur les microglies, une compagnie de Laval, Neurochem, a mis au point un médicament qui semble permettre à l'organisme d'éliminer les fameuses protéines avant qu'elles ne s'accumulent en trop grande quantité. Son produit, Alzhemed, est actuellement testé chez l'humain. D'autres équipes misent sur un vaccin. Les premiers essais cliniques menés par des chercheurs de l'université du Michigan (financés par deux compagnies pharmaceutiques, Elan Corporation et Wyeth Pharmaceuticals) ont cependant mal tourné. Quelques patients ont subi des encéphalites et on a suspendu les essais en 2002. L'autopsie de ces patients (décédés plus tard d'autres causes) a convaincu les chercheurs de se remettre au travail: leur vaccin avait effectivement réduit les plaques. Ils ont donc conçu une autre préparation injectable, contenant des anticorps plutôt que la protéine elle-même.

Cette céréale, indispensable à la survie de milliards de personnes, est convoitée par d'avidés chasseurs de gènes. Le riz sera-t-il un jour privatisé?

par Fabien Gruhier

La bataille du riz

Peu de gens le savent mais, en 1998, le riz basmati a bien failli devenir la propriété du prince de Liechtenstein, un des plus petits et des plus riches pays du monde ! Cette année-là, RiceTec, une compagnie de biotechnologie texane obtenait un brevet exclusif sur le riz basmati, sous prétexte de l'avoir « inventé » à la suite du croisement de variétés traditionnelles indiennes et pakistanaises avec des riz nord-américains. RiceTec est la propriété à 100 % du prince souverain Hans Adam II de Liechtenstein. Ainsi, le richissime potentat d'une microscopique principauté d'Europe, où jamais ne poussa le moindre épi de riz, faisait main basse sur un patrimoine naturel et culturel développé au fil des siècles par des paysans asiatiques. Théoriquement, ces derniers auraient même dû payer des... royautés au prince, pour continuer à cultiver cette céréale. En tout cas, les importations de riz basmati aux États-Unis auraient été taxées, pour alourdir encore un peu l'escarcelle du monarque sans scrupule.

Heureusement, c'était trop gros. Ce cas flagrant de biopiraterie

a suscité une contre-attaque internationale de diverses ONG alliées au gouvernement indien, auquel cette action judiciaire a coûté cher, notamment en frais d'avocats. Aux dernières nouvelles, le brevet princier a été en grande partie cassé; seules trois variétés spécifiques de « croisements avec basmati » demeurant la propriété de leur « inventeur », RiceTec.

Cette victoire relative ne satisfait pourtant pas les pays asiatiques concernés. Car, comme beaucoup d'autres espèces végétales, le riz, nourriture de base de plus de 2 milliards de personnes vivant dans les pays en développement, est devenu l'enjeu d'une bataille économique planétaire.

La société RiceTec s'est même payé le luxe de récidiver en développant, en collaboration avec l'université de Floride, une variété du fameux riz jasmin thaïlandais. « Il s'agit d'un cas flagrant de biopiraterie qui va mettre l'existence de nos paysans en péril », constate un juriste du ministère de l'Agriculture de Bangkok. Les exportations de ce riz, « parfumé subtilement comme la fleur blanche du jasmin », représentent l'une des principales sources de



NGal
cuvée
elles, le
ariétés
opacité
enques
elles, le
pouant
matière
par cet
me va
assant
péri »,
de. Les
leur
ces de

ARSENIO CORÓA



En plus d'une augmentation quantitative, les chercheurs s'attachent à améliorer le contenu de la céréale pour compenser les carences nutritionnelles. En espérant qu'autant de changements ne s'accompagneront pas d'une baisse de la qualité gustative. Car le riz, c'est très savoureux; du moins, pour les grands connaisseurs que sont les Asiatiques. La neurobiologiste française Annick Fauvion, spécialiste de l'étude du goût, constate : « Les Occidentaux éprouvent le besoin d'assaisonner à outrance les riz cuits nature, alors qu'une éducation asiatique y débusque des trésors de saveurs. » Certains Japonais seraient ainsi capables de discerner et de décrire jusqu'à 400 nuances gustatives dans une assiette de riz blanc bouilli.

Quoi qu'il en soit, pour atteindre les objectifs de croissance de la production rizicole, fixés en 2004 lors de l'« Année internationale du riz » promulguée par les Nations unies, on aura besoin d'explorer toutes les pistes.

Les chercheurs chinois affichent des résultats exemplaires – peut-être un peu trop beaux pour être entièrement vrais – en matière de variétés OGM aux rendements merveilleux. En même temps, l'Université d'agriculture du Yunnan a conduit des expériences dont les conclusions préconisent de revenir à des méthodes anciennes. L'objectif est de faciliter la lutte contre des parasites devenus résistants à la suite de l'utilisation intensive de produits chimiques. Par exemple, l'incidence de la pyriculariose – la principale maladie du riz causée par un champignon – est très sensiblement réduite lorsqu'on cultive conjointement plusieurs variétés. Ainsi, en insérant une rangée de riz collant toutes les quatre rangées de riz standard, l'incidence de la pyriculariose se trouve ramenée de 20 % à 1 %, et le rendement du riz collant (particulièrement sensible à cette maladie) augmente de 89 %.

Pour accroître les rendements, la FAO (Food and Agriculture Organisation) préconise par ailleurs la sélection de variétés à courte tige, de sorte que la plante affecte un maximum de ressources et de nutriments à la production de grain plutôt qu'à celle d'une paille inutile. L'organisation chapeautée par l'ONU recommande également le croisement des variétés dites « japonica » avec des riz sauvages dont ils souhaitent incorporer des gènes de résistance à diverses maladies.

La recherche de facteurs de résistance à la sécheresse devrait quant à elle permettre de limiter les besoins d'irrigation. Et la production de plants réalisant la fixation biologique de l'azote de l'air – par symbiose entre les racines et certains

revenus de la Thaïlande.

« Malheureusement, nous ne disposons pas des moyens de surveiller les laboratoires à l'étranger », constate le juriste.

Le gouvernement thaïlandais semble toutefois avoir réussi, pour le moment, à dissuader RiceTec de déposer un brevet sur cette contrefaçon.

À l'exact opposé de telles recherches qui visent à copier indûment les variétés plus traditionnelles, il en est d'autres qui cherchent à créer du nouveau, des riz jamais vus, dotés de toutes sortes de propriétés plus ou moins mirobolantes : haut rendement, résistance aux parasites, au froid ou à la sécheresse; teneur améliorée en vitamines ou en oligoéléments. On étudie ainsi un « riz doré », variété OGM munie d'un gène qui lui fait synthétiser la provitamine A. Et un autre riz OGM, créé aux Philippines par l'université Cornell (New York), semble augmenter l'apport en fer chez les femmes qui le consomment.

Il est en effet urgent de tout mettre en œuvre pour subvenir aux besoins des futurs consommateurs de cette céréale, dont le nombre ne cesse de croître. La production mondiale actuelle frise les 550 millions de tonnes par année, dont 92 % sont produits, et 90 % consommés, en Asie même. Mais en 2020, on prévoit que, de 2,1 milliards de personnes, la population des mangeurs de riz des pays en développement sera passée à 3,7 milliards. Cela imposera un « grand bond en avant » de 65 % de la production, à réaliser en moins de 15 ans. Et cela, sans l'aide de Mao.



Les plantes connues sous le nom de « riz sauvage » en Amérique du Nord, comme par exemple le tuskaro des Iroquois, ne sont en fait que de (délicieuses) avoines des marais, ou *Zizania aquatica*. Selon Maguelonne Toussaint-Samat, auteure d'une *Histoire naturelle et morale de la nourriture*, l'expression « semer la zizanie » provient d'ailleurs de cette *zizania*, qu'il ne faut pas mélanger avec le bon grain.

ARSENIO CORÓIA

microorganismes – pourrait limiter le recours aux engrais chimiques.

Au total, on espère atteindre une production moyenne de 13 tonnes à l'hectare, au lieu de 10 actuellement. Mais cela ne suffira pas pour nourrir toutes les bouches attendues en 2020. Il faudra aussi étendre la superficie des rizières, et c'est là qu'on voit à quel point les choses sont compliquées. Les rizières sont forcément des lieux très humides, avec des eaux stagnantes qu'affectionnent les moustiques. Or, les moustiques, dans la plupart des pays concernés, sont vecteurs de maladies comme le paludisme, la schistosomiase et l'encéphalite dite japonaise. En d'autres termes, augmenter la surface des rizières, c'est aussi se préparer à une recrudescence du combat contre les maladies parasitaires.

Si on crée sans cesse de nouvelles variétés de riz, on déplore la disparition d'environ 30 000 variétés anciennes d'un seul coup, et ce, rien qu'en Inde du fait de la révolution verte. Celle-ci, réalisée dans les années 1950 à 1970, privilégiait une relative uniformisation des espèces à fort rendement. Combien en existe-t-il au juste aujourd'hui? Certains spécialistes en dénombrent environ 8 000. D'autres parlent de « plusieurs dizaines de milliers » de variétés de cette céréale à l'histoire plurimillénaire.

Les archéologues nous apprennent que la culture de l'*Oryza sativa* – nom générique du riz – aurait commencé il y a environ 11 500 ans en Chine, dans le delta du Yang-tseu-kiang, ce qui le rend décidément très vénérable. « Riz » proviendrait d'un mot sanscrit signifiant « nourriture des hommes » et, en effet, il reste la seule céréale cultivée exclusivement pour la consommation humaine. On sait aujourd'hui que son génome contient pas moins de 37 000 gènes, soit davantage que le génome humain. C'est dire que l'on a commencé à percer les mystères de cette céréale nourricière, dont l'humanité aura de plus en plus besoin.

On a ainsi appris que la caractéristique collante des riz appartenant à la sous-espèce *Indica* provient d'un gène récessif unique, dit « waxy », ou « wx ». Ce riz collant est préféré lors de la fabrication des pâtes, comme les vermicelles des célèbres « rouleaux du printemps ». Cela en raison de la teneur élevée en amylopectine de son amidon, qui lui confère ses propriétés particulières.

Traditionnellement, en Chine comme au Japon, le riz – cadeau divin et symbole de pureté – est d'autant plus apprécié qu'il est blanc... comme une hostie. Cette manie des riches de ne consommer que du riz extra-blanc a permis de découvrir la nocivité de cette denrée lorsqu'on ne mange rien d'autre. Lors des famines du XIX^e siècle, les gens aisés – contraints de ne plus manger que du riz – succombaient au scorbut, et autres avitaminoses. Les pauvres, quant eux, mouraient évidemment de faim. En revanche les gens des classes intermédiaires s'en sortaient grâce à leur consommation de riz complet, car les vitamines sont surtout présentes dans le son qui entoure la graine. D'où le conseil unanime des nutritionnistes : préférez toujours le riz complet! Malheureusement, de nos jours, outre les vitamines, l'enveloppe du riz concentre aussi les pesticides et autres produits chimiques en usage dans l'agriculture intensive. Si bien que manger ce riz, c'est parfois prendre ses vitamines... en s'empoisonnant. Alors, riz blanc ou riz complet (de préférence garanti bio)? C'est à voir. Seule certitude : lorsque le riz – symbole de richesse, pureté, fertilité et bonheur dans la tradition japonaise – est jeté sur le passage des époux à la sortie d'un mariage, là on peut sans risque préférer le riz extra-blanc, puisqu'on ne le mange pas. **6**

Le saké : boisson divine



Pour les Japonais, le saké constitue la boisson des dieux et, après quelques lampées, on ne doute plus de son côté sumaturel. Fabriqué depuis au moins le III^e siècle avant J.-C., cet alcool est fait de riz collant (plus propice à la fermentation), d'eau de source et d'extraits de champignons, ainsi que d'ingrédients très variés, mais traditionnellement tenus secrets. La légende précise que le produit final est à son meilleur lorsque les grains de riz ont été d'abord mâchés par de jeunes vierges, dont la salive contribuerait à l'harmonie de la fermentation.

Le saké est aussi sacré pour les Japonais que le vin l'est pour les Français. Il se consomme tiède, voire tiédasse, ce qui en général n'enchanté guère les palais occidentaux. Sa teneur en alcool ne dépasse normalement pas 15 %, car il ne s'agit pas d'une boisson distillée, mais du simple résultat d'une fermentation suivie d'une filtration. Il en va tout autrement des alcools de riz chinois (le *baijiu*), coréens, ou vietnamiens (*choum* ou encore *chum-chun*), qui atteignent allégrement 50 % voire 60 %.

Or, ces distillats ne sont pas seulement (et puissamment) alcoolisés. Ils sont aussi le résultat de peu ragoûtantes macérations, visant à donner encore un petit coup de pouce à leurs pouvoirs magiques : herbes aromatiques variées, mais aussi guêpes, insectes divers, hippocampes, lézards, serpents – de préférence venimeux –, fœtus de singe, pour ne citer que quelques exemples. Au Viêt Nam, malgré la concurrence des grandes brasseries, on signale la multiplication des estaminets traditionnels, dans lesquels sont servis des boissons élaborées selon la recette spéciale du patron. Ces endroits sont rarement inquiétés par les services d'hygiène gouvernementaux, ce qui permet d'y confectionner des cocktails supposés revigorer les virilités défaillantes. Avec de l'alcool de riz dans lequel ont mariné des testicules d'ours ou de chevreuil, on peut se passer de Viagra, et c'est sans doute plus agréable à avaler – de préférence « cul sec » (*tram phan tran*, en vietnamien). L'alcool de riz a, il est vrai, beaucoup d'autres fonctions traditionnelles. À Madagascar, une vieille coutume consiste à en asperger de temps en temps une vache, avant de la sacrifier aux crocodiles dans le but de se concilier les faveurs du ciel.

Mal de bronche



SERVICES DE MULTIMEDIA MEDICAL/HÔPITAL DE MONTREAL POUR ENFANTS

Isabelle Turcotte n'a pas besoin des avertissements de smog diffusés à la radio pour savoir que la ville se couvre d'un voile de brouillard. « La qualité de l'air, je l'évalue avec mes bronches », dit la Montréalaise de 48 ans, asthmatique depuis 30 ans. Été comme hiver, le smog lui occasionne de sérieuses difficultés

respiratoires. Elle n'est pas la seule. Environ 10 % des Québécois souffrent d'asthme. En 20 ans, le nombre d'enfants et d'adolescents canadiens affectés par cette maladie a augmenté de 600 %.

À vue de nez, l'air est pourtant plus sain qu'avant – en Occident du moins – puisqu'on surveille de près ce que crachent les cheminées d'usine.

Mais dans tous les pays du monde, ou

presque, le nombre de voitures et de camions en circulation ne cesse d'augmenter. Dans la région montréalaise, on compte deux millions de véhicules et leur nombre s'accroît trois fois plus vite que celui des humains ! C'est à se demander qui les conduit... Même si les convertisseurs catalytiques chargés de filtrer les gaz d'échappement sont plus efficaces qu'avant, ils laissent dans l'air bien des substances nocives.

Le nombre de véhicules qui sillonnent les rues ne cesse d'augmenter. L'asthme aussi. Louche...

par Catherine Dubé

es

Les jours de smog, un nuage toxique plane sur la ville. Il contient au moins deux ingrédients dangereux pour les poumons : de l'ozone et des particules en suspension (métaux lourds, suie, matières organiques, etc.). Or, si la plupart des polluants ont diminué depuis trois décennies, ce n'est pas le cas de l'ozone et des particules.

Quand il se trouve loin au-dessus de nos têtes, dans la stratosphère, l'ozone est bien utile pour nous protéger contre les rayons ultraviolets. Mais quand il est au ras du trottoir, ce gaz très irritant, qui provient en bonne partie de la pollution, induit une inflammation des bronches, augmentant la fréquence et la sévérité des crises d'asthme (voir l'encadré à la page 35).

Aux polluants locaux s'ajoutent ceux provenant des usines et des centrales thermiques, états-uniennes et ontariennes, charriés par les vents avant de retomber sur nos têtes le long du corridor Windsor-Québec. Et comme par hasard, c'est dans ce secteur géographique – les régions de Montréal, de l'Outaouais, de la Montérégie et de l'Estrie – que l'on recense le plus de consultations à l'urgence pour des crises d'asthme.

En plus de l'ozone et des particules fines, ce nuage chimique contient des composés organiques volatils (COV) issus des vernis, solvants et détergents, de l'ammoniac s'échappant des engrais, des particules causées par l'abrasion des pneus, le salage des routes et même, à l'occasion, quelques poussières de volcan poussées jusqu'ici par les vents. Sans compter dès le printemps, les pollens !

Pour un asthmatique, c'est un cocktail explosif ! « Ceux dont l'asthme est bien contrôlé, et qui réussissent à diminuer l'in-

flammation chronique de leurs bronches en suivant adéquatement leur traitement, s'en sortent sans être trop incommodés », souligne le docteur Louis-Philippe Boulet, pneumologue à l'Hôpital Laval de Québec. Le hic, c'est que 60 % des asthmatiques n'ont pas le dessus sur leur maladie ! Déjà rouges et enflées, remplies de sécrétions, leurs bronches sont hyper-réactives. La moindre agression suffit à faire contracter les muscles qui les entourent, causant un bronchospasme. Ce rétrécissement des voies d'accès de l'air jusqu'aux poumons entraîne un cortège de symptômes : essoufflement, toux, sensation d'oppression à la poitrine et respiration sifflante.

Un graphique tracé à l'occasion d'un épisode de pollution, en juillet 1998 à Montréal, montre clairement le lien entre smog et asthme. Le tracé des niveaux de particules dans l'air augmente pendant deux jours jusqu'à atteindre un sommet, puis redescend doucement; la courbe des hospitalisations pour des problèmes respiratoires s'y superpose presque parfaitement !

Un adulte inspire environ 15 000 litres d'air par jour. À chaque bouffée, des poussières s'infiltrant dans ses poumons. Les plus « grosses », nommées PM10, font 10 micromètres (μm) de diamètre (10 fois moins que l'épaisseur d'un cheveu !). Elles restent bloquées dans la cavité nasale ou le pharynx et sont facilement expulsées lorsqu'on se mouche. Par contre, celles qui font 2,5 μm et moins, les PM2.5, se fraient un chemin jusqu'aux bronches, d'où seul le vaillant travail des cils vibratiles réussit à les expulser. Les plus microscopiques sont

aussi les plus redoutables : elles pénètrent jusqu'aux alvéoles pulmonaires, malheureusement dépourvues de cils vibratiles, où elles peuvent rester pendant des années, risquant d'induire une inflammation ou, pire, un cancer.

Les particules ultra-fines, qui font moins de 0,1 μm , arrivent même à traverser ce dernier rempart. Elles prennent d'assaut la circulation sanguine et altèrent le rythme cardiaque, entraînent une réaction inflammatoire généralisée et augmentent la viscosité du sang. La pollution est aussi mauvaise pour



le cœur que pour les poumons !

« Lorsque la pollution est élevée, les asthmatiques devraient rester à l'intérieur, si possible, et surtout éviter de faire de l'exercice à l'extérieur », préconise le docteur Louis-Philippe Boulet. Plus on est actif, plus on inspire profondément et plus on invite les polluants à entrer.

Pas étonnant que les personnes les plus touchées soient les garçons de 8 à 11 ans, un groupe particulièrement énergique et qui aime jouer dehors ! Selon Statistique Canada, 20 % d'entre eux sont asthmatiques.

La pollution n'exacerbe pas seulement les symptômes des asthmatiques. À fortes doses, elle peut aussi rendre asthmatique une personne qui ne l'était pas, affirment maintenant plusieurs chercheurs. Le doc-

teur John Peters, de l'université de la Californie du sud à Los Angeles, a suivi pendant des années plus de 6 000 enfants de 12 municipalités de cet État, en tenant compte de variables telles que le niveau de pollution de leur ville, leur exposition au tabac et la qualité de l'air à l'intérieur de leur maison. Ses conclusions sont claires : « De nouveaux cas d'asthme ont été causés par la pollution atmosphérique. La fonction pulmonaire des enfants est directement affectée par la mauvaise qualité de l'air. »

Les enfants respirent plus rapidement que les adultes et, parce qu'ils sont plus petits, ils inhalent plus d'air par kilogramme de masse corporelle et ils ont le visage presque à la hauteur des tuyaux d'échappement. Comme ils inspirent plus souvent par la bouche, ils ne bénéficient pas de la filtration offerte par le nez.

Les aînés sont eux aussi vulnérables. Une enquête de Santé Canada publiée en 2004 a estimé que 1 540 personnes meurent prématurément à Montréal chaque

année à cause de la pollution de l'air. « Il s'agit en général de gens qui ont déjà une maladie cardiovasculaire ou respiratoire, précise le docteur Louis Jacques, médecin-conseil à la Direction de la santé publique de Montréal. L'exposition chronique aux polluants aggrave leur état de la même façon que le tabagisme. »

Sa collègue Audrey Smargiassi a découvert que les personnes âgées hospitalisées pour des problèmes respiratoires vivent plus fréquemment le long d'artères pas-

Deviens guide interprète grâce à la formation Éco-interprète

Unique au Québec et au Canada!
AEC d'un an débutant en septembre 2006

Inscris-toi!

Un lieu de formation grandeur nature

Coordonnées : www.collegia.qc.ca
Centre de Gaspé (418) 368-6688 gaspes@collegia.qc.ca

Photos : Léopold Bouchard & Paris Canada / Eric Lebel, Nelson Boisvert, Max Rush

Fais du smog dans ma cheminée

Les particules fines se retrouvent en grande quantité dans le smog hivernal. Leur principale cause? Le chauffage. Et en particulier le chauffage au bois. « En neuf heures, un poêle à bois traditionnel rejette autant de particules fines dans l'atmosphère qu'une automobile en une année! » explique Michelle Rivest, directrice de l'Association pour l'air pur. Ce regroupement basé à Joliette compte des membres partout au Québec, dont beaucoup d'asthmatiques incommodés par la pollution atmosphérique. Ils font pression sur le ministre québécois de l'Environnement pour que soit tenue la promesse de réglementer la fabrication et l'installation des poêles à bois. Car il ne sont pas prêts d'oublier le mémorable épisode de smog de février 2005, qui a couvert la moitié du Québec d'un épais voile de brouillard pendant plus d'une semaine.

Plus de un million d'appareils de chauffage au bois cracheraient leur fumée au Québec, émettant à eux seuls la moitié des particules fines, le quart des composés organiques volatils et une centaine de composés chimiques nocifs. Dans certains quartiers de Montréal, comme Pierrefonds ou Rivières-des-Prairies, ce mode de chauffage est très répandu. « Il faudrait peut-être interdire l'installation de foyers et de poêles à combustion dans les nouvelles maisons. Ou au moins limiter leur utilisation les jours de smog hivernal », suggère le docteur Louis Drouin, responsable du secteur environnement urbain et santé à la Direction de la santé publique de Montréal.

santes que celles hospitalisées pour d'autres raisons. La chercheuse a aussi installé sur quatre balcons montréalais des échantillonneurs d'air et mesuré les niveaux de dioxyde d'azote et de particules. L'expérience a été réalisée au printemps, de façon à éviter que les résultats ne soient faussés par le smog estival ou la combustion de bois pendant l'hiver. Résultat : la concentration de dioxyde d'azote était deux fois plus élevée sur le balcon situé près de l'autoroute Métropolitaine que sur le balcon de la petite rue résidentielle. La couleur des filtres laissait elle aussi peu de place à l'interprétation : « Plus le balcon était placé près d'un axe routier important, plus le filtre était noir ! » explique Audrey Smargiassi. Ce qui noircit ainsi les filtres (et on devine ce qui peut se passer dans les poumons !), ce sont les particules ultra-fines. « Ce n'est pas surprenant que les particules trouvées près d'un axe routier soient très fines, puisqu'elles sont directement issues de la combustion de carburants. C'est en s'éloignant du site d'émission qu'elles coagulent pour en former de plus grosses », précise la chercheuse.

En 1996, durant les Jeux olympiques, à Atlanta, les restrictions imposées à la circulation automobile ont fait chuter comme par magie le nombre d'hospitalisations pour l'asthme. À Montréal, c'est la journée *En ville sans ma voiture* qui a permis, en septembre dernier, de mesurer l'impact de la circulation sur la qualité de l'air. À l'intérieur du périmètre fermé aux automobiles, l'air contenait 87 % moins de monoxyde d'azote et 95 % moins de monoxyde de carbone. « C'est connu, la plus grande source de polluants à Montréal, c'est le transport », affirme le chimiste Claude Gagnon, responsable du Réseau de surveillance de la qualité de l'air de la ville de Montréal. C'est lui qui supervise le réseau de 16 stations d'échantillonnage réparties mesurant la qualité de l'air respiré par ses concitoyens. En 2005, ils ont eu droit à 65 jours de mauvaise qualité de l'air.

Difficile de croire que le Québec arrivera d'ici 2010 à respecter les normes adoptées par le Conseil canadien des ministres de l'Environnement. La norme pour l'ozone, de 127 microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), a été très souvent dépassée au cours des dernières années. Pour les poussières (dont la norme a été fixée – pour les $\text{PM}_{2.5}$ – à $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur 24 heures), c'est encore pire. Quant aux par-

La recette du smog

Le smog estival contient beaucoup d'ozone (O_3). Ce gaz résulte de la réaction chimique entre deux polluants issus en bonne partie de la combustion de carburants : les composés organiques volatils (COV) et les oxydes d'azote (NO_x), qui survient sous l'action des rayons ultraviolets du Soleil. « Plus il fait chaud, plus cette réaction s'effectue rapidement, ce qui augmente d'autant la concentration d'ozone dans l'air », explique Jacques Rousseau, météorologue à Environnement Canada. Quand le thermomètre atteint 30°C par une belle journée ensoleillée, il y a une chance sur deux qu'elle se termine sous le smog, alors qu'à 22°C , le risque est presque nul. Tout dépend donc de la météo : l'été 2005 a compté 13 jours de smog, comparé à un seul durant l'été pluvieux de 2004.

Le smog hivernal est, pour sa part, surtout constitué de particules fines en suspension. Ce brouillard jaunâtre apparaît souvent après une nuit très froide. La température du sol est plus basse que celle qui prévaut en altitude; en général, c'est le contraire : plus on monte, plus il fait froid. Cette inversion de température peut aussi survenir en milieu de journée, lorsqu'une masse d'air chaud se déplaçant en altitude vient recouvrir une masse d'air froid au sol.

L'inversion thermique joue le rôle d'un couvercle géant retenant les polluants en basse altitude. Tout est question de densité. L'air qui sort des tuyaux d'échappement est plus chaud que l'air frisquet près du sol; il a donc tendance à monter. C'est sa faible densité qui le rend plus « léger » que l'air froid. Mais lorsqu'il rencontre une masse d'air chaud dont la densité est égale à la sienne, il est freiné. Tous les gaz nocifs et les poussières qu'il contient cessent leur ascension eux aussi. Il suffit que les vents soient faibles pour que les polluants stagnent ainsi pendant des heures.


ticules ultra-fines, on ne dispose pas encore de la technologie pour les mesurer...

Autre source ponctuelle – mais « intense » – de particules fines : les feux d'artifices. Le bonheur des yeux fait le malheur des bronches : chaque fois que les gerbes multicolores d'explosifs illuminent le ciel au-dessus de l'île Sainte-Hélène, les habitants du quartier Hochelaga-Maisonneuve en prennent plein les poumons. Le niveau de particules fines atteint alors près de 10 fois plus que le seuil de $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à partir duquel on décrète que la qualité de l'air est mauvaise.

Mais la pollution de l'air à l'intérieur n'est pas non plus à prendre à la légère : les acariens et les poils d'animaux de compagnie, notamment, sont des allergènes puissants qui endommagent énormément les bronches. Dans 80 % des cas, l'asthme est en partie causée par des allergies. « La moitié des foyers canadiens hébergent un chat ou un chien, souligne le docteur Louis-Philippe Boulet. Et il semble que s'en débarrasser soit

aussi difficile que d'arrêter de fumer ! »

La plupart des asthmatiques réagissent également à un autre allergène, plus difficile à éviter celui-là : le pollen. La saison de l'herbe à poux s'est considérablement allongée depuis une dizaine d'années, favorisée par le réchauffement climatique. Le pollen entretient d'ailleurs avec les polluants une relation synergique aux effets plutôt pervers. Les polluants atmosphériques agressent les plantes qui, en réaction, produisent davantage de pollen pour assurer leur survie. Ces polluants adhèrent ensuite aux grains de pollen, avant que ceux-ci ne pénètrent dans nos bronches.

Le 31 mai, les endroits publics seront au moins débarrassés d'un polluant majeur : la cigarette. « La fumée secondaire nuit au développement des poumons encore plus que n'importe quel autre polluant, dit le docteur Louis-Philippe Boulet. Quand je rencontre des parents d'enfants asthmatiques qui fument dans leur maison, je les passe à tabac ! » dit-il. Et il ne blague qu'à moitié! 

Quand les jeunes se désintéressent des mathématiques, Jean-Marie De Koninck vole à la rescousse. Sa mission : sauver la science de demain.

par Mélanie Saint-Hilaire

SuperMath!

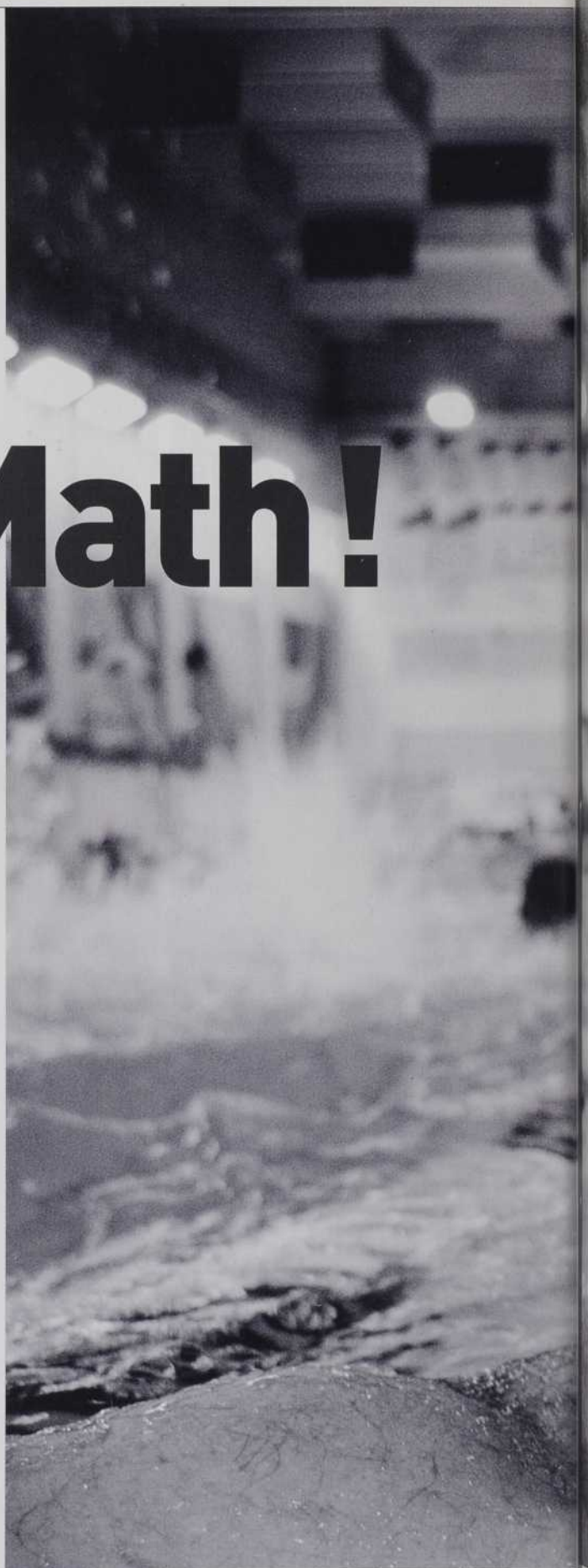
Il y a une blague que Jean-Marie De Koninck raconte souvent. C'est l'histoire d'un gardien de musée qui montre au public un squelette de dinosaure. « Ce squelette date de 65 000 005 années », assure l'homme. « Comment pouvez-vous obtenir un chiffre aussi précis ? » s'étonne un visiteur. « Facile, répond l'autre. Quand j'ai commencé à travailler au musée, il y a 5 ans, le dinosaure avait 65 millions d'années ! »

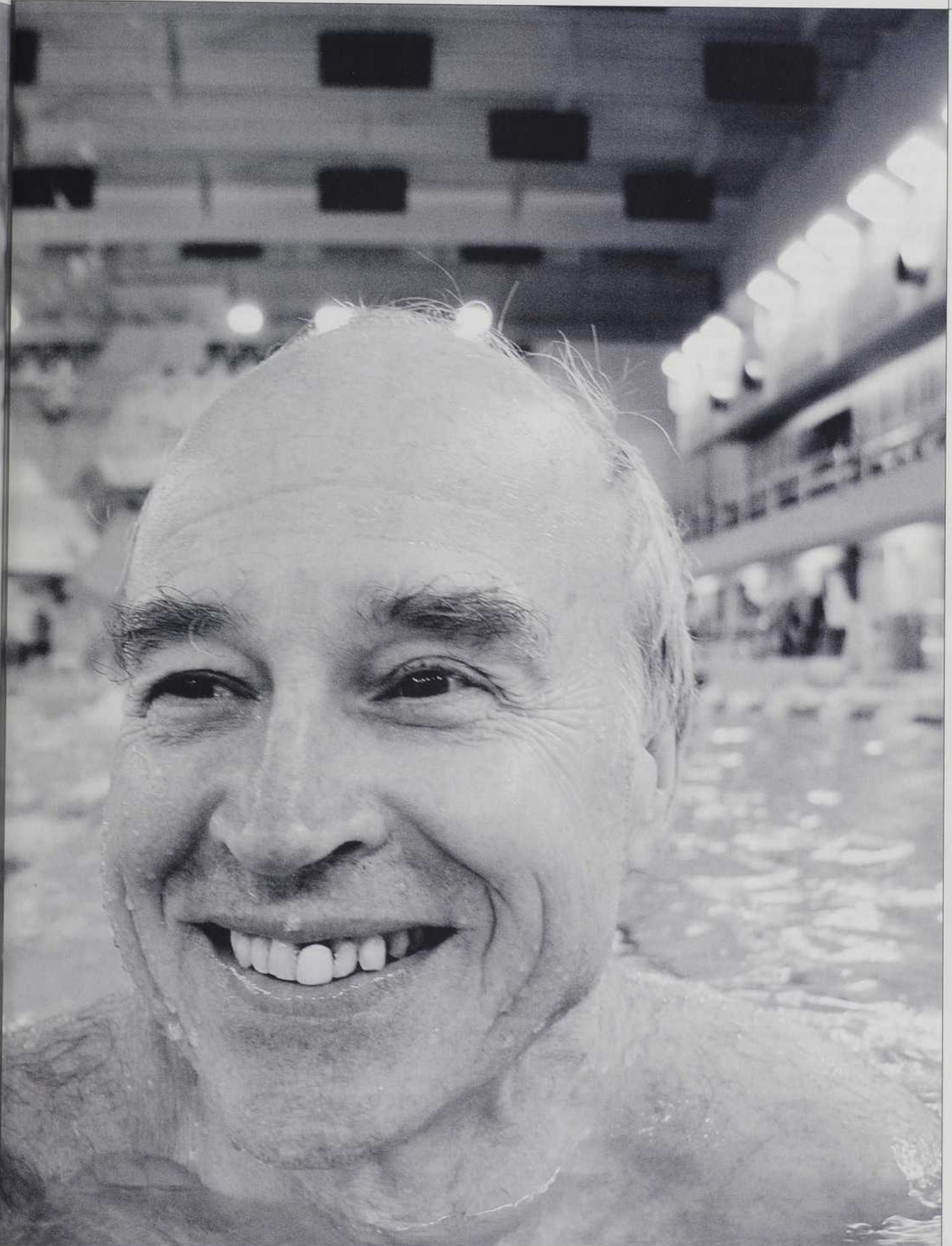
Le professeur de mathématiques à l'Université Laval en rit encore. D'un rire jaune, toutefois. « Beaucoup de gens sont des analphabètes numériques », s'alarme-t-il. Ils ont du mal à distinguer les chiffres ronds des chiffres exacts, voire à vérifier leur facture d'épicerie. Ce phénomène, sorte d'illettrisme mathématique, est appelé *innumeracy* en anglais. Le mathématicien québécois participera à un colloque sur le sujet, en mai, à Gloucester en Ontario. Pour secourir les cancrs du calcul, comptez sur Jean-Marie De Koninck. Le jour, ce cinquantenaire au sourire éternel potasse des équations interminables dans un bureau de l'Université Laval. Le soir, il change de costume et devient SuperMath, le Superman de la vulgarisation. La mission impossible de ce héros improbable ? Faire aimer les maths au grand public, surtout aux jeunes.

Et même sans cape rouge, il y réussit !

« Les gens pensent que les maths, c'est plate, que ça ne sert à rien et qu'on a tout découvert. C'est totalement faux », plaide ce drôle de numéro. Depuis son premier *ShowMath!*, en septembre 2005, des milliers d'élèves ont découvert les plaisirs de cette discipline. Saviez-vous que, dans une soirée où sont réunies 23 personnes, il y a 50 % de chances que deux d'entre elles soient nées le même jour ? Que les lecteurs MP3 utilisent des algorithmes arithmétiques pour compresser les fichiers sonores ? Que la combinaison gagnante à la prochaine loterie

CHRISTIAN FLEURY





6/49 se trouve dans les décimales du nombre pi? Entrelacé de sketches humoristiques, le spectacle remporte un franc succès : plus de 20 représentations sont prévues ce printemps au Québec, à Ottawa et à Moncton. SuperMath songe même à s'adjoindre un apprenti super-héros pour gérer son agenda.

ShowMath! fait partie du grand projet Sciences et mathématiques en action. Encore en construction, le site www.smac.ulaval.ca comporte un jeu interactif, un lexique et des chroniques sur l'actualité. « Un remède simple et sympathique à toutes vos craintes mathématiques », formule son créateur qui a lancé cette opération séduction avec trois fois rien (15 000 \$ sur trois ans, déboursés par l'Université Laval).

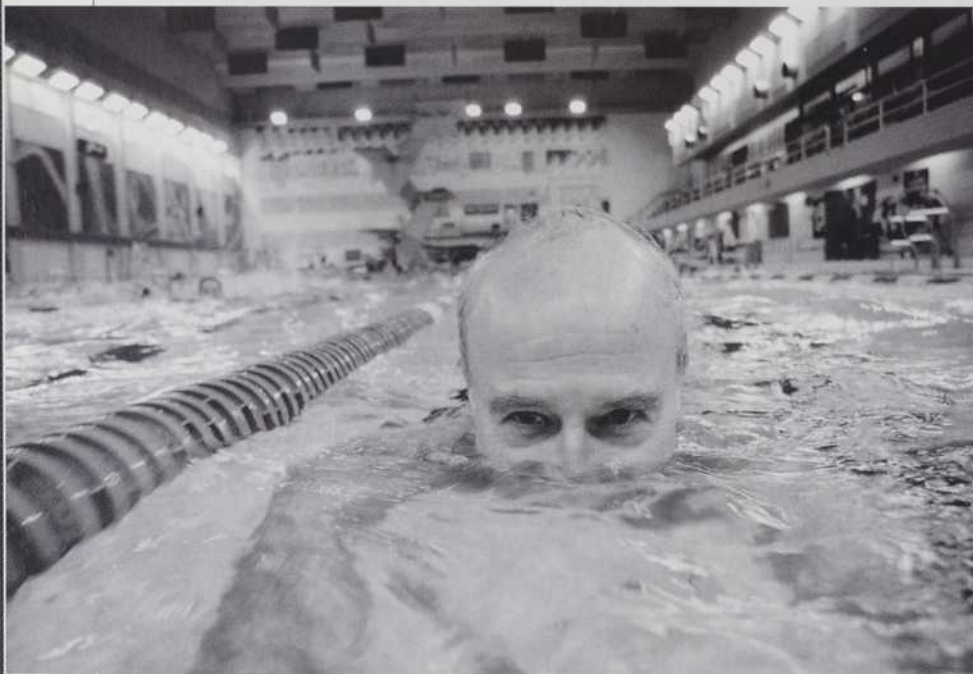
« On a une belle affiche. Où est-elle? » De son regard bleu vif, le chercheur parcourt le réduit bordélique qui lui sert de bureau. Il fourrage cinq secondes dans une montagne de papperasse et y dénêche l'objet convoité. Sur le poster, deux personnages de bédé tentent de déchiffrer une indication routière... en nanomètres.

Sous les dehors de la rigolade, De Koninck mène une lutte hautement stratégique. « Partout en Occident, les collèges et les universités constatent une baisse des inscriptions en science de 3 % à 5 % par année. Ça m'inquiète, et ça devrait inquiéter nos politiciens, ne serait-ce que pour des raisons économiques », avise-t-il. Car pendant ce temps, la Chine, le Japon et l'Inde forment des cohortes de scientifiques, qui développeront les technologies de demain. Loin de lui l'idée d'enrôler des conscrits; cha-

Il y a quatre ans, lors d'un congrès en Californie, un jeune trentenaire est venu le voir après sa conférence. « Ce sont vos cours qui m'ont décidé à choisir les maths », lui a confié Michael Rubinstein. En 1989, le garçon avait participé au camp d'été organisé chaque année par l'Association mathématique du Québec (où enseignait De Koninck) au profit des cégépiens les plus talentueux de la province. Depuis, il est devenu un spécialiste de la fonction zêta, sujet ultra-complexe recoupant l'algèbre, l'analyse et la théorie des nombres. « Pour moi, son compliment vaut toutes les médailles », dit le mathématicien, qui est décoré comme un général, notamment de l'Ordre national du Québec et de l'Ordre du Canada.

Au-delà des vocations qu'il suscite, le pédagogue cherche aussi à inculquer des notions de calcul aux profanes. « Le monde est mathématique. Nous vivons dans une avalanche de chiffres, de statistiques, de graphiques, de sondages. Sans connaissances numériques, le citoyen peut vite se sentir perdu ou se faire arnaquer. » Ceux qui croient que leurs chances de gagner à la loto augmentent lorsqu'ils ont joué 50 fois le même numéro, par exemple, se trompent complètement. « Le hasard n'a pas de mémoire. C'est comme jouer à pile ou face; vous aurez toujours 50 % de chances de tomber sur pile. »

Né le 29 avril 1948, neuvième d'une famille de 12 enfants, Jean-



« Le monde est mathématique. Nous vivons dans une avalanche de chiffres, de statistiques, de graphiques, de sondages. Sans connaissances numériques, le citoyen peut vite se sentir perdu ou se faire arnaquer. »

CHRISTIAN FLEURY

cun doit exploiter son talent, peu importe le domaine. « Mais nos jeunes sont trop peu exposés aux maths, base de toutes les sciences. Ils ne peuvent pas faire un choix éclairé. »

SuperMath ne prétend pas sauver le monde en un spectacle. Ses 33 ans d'enseignement lui ont inculqué une seule certitude : ce qui allume les esprits, ce n'est pas tant le savoir que la passion. « Il ne faut jamais sous-estimer à quel point on peut influencer les jeunes. Sur certains, *ShowMath!* a un effet immédiat : je vois les étincelles dans leurs yeux. Sur d'autres, il aura peut-être un effet à long terme. »

Marie De Koninck est issu d'une dynastie d'intellectuels bien connus à Québec. Son père Charles, théologien d'origine belge, a légué son nom à un pavillon de l'Université Laval. Son frère Thomas, philosophe, aurait servi de modèle au Petit Prince de l'écrivain français Antoine de Saint-Exupéry qui a vécu avec la famille en 1942. Maria s'est spécialisée en médecine sociale, Rodolphe en géographie, Joseph en psychologie... Jean-Marie, lui, dès sa cinquième année, était hypnotisé par les équations que sœur Bonaventure résolvait sur un tableau noir de l'école privée Saint-Louis-de-Gonzague. Il dévorait les manuels de ses frères

et sœurs plus âgés pour les aider dans leurs devoirs.

Promu docteur par la Temple University, à Philadelphie, De Koninck a mené une carrière riche de plus de 60 publications. Son dada, c'est la théorie des nombres. Ces temps-ci, il étudie les nombres premiers jumeaux (divisibles seulement par eux-mêmes et par un) qui viennent par paires distantes de deux : 11 et 13, 17 et 19, 29 et 31, etc. Ces paires semblent se présenter sans fin dans la suite des chiffres. Mais est-ce encore le cas à 10^{100} ? Il cherche une formule prouvant leur infinité, comme il en a trouvé une pour calculer la quantité de nombres de Niven en deçà d'un chiffre donné. Un nombre de Niven est divisible par la somme de ses composantes : 24 se divise par $(2 + 4)$, soit 6. « Ça faisait 30 ans que les mathématiciens cherchaient la réponse à cette question. La trouver, c'est comme trouver de l'or. »

Ses travaux n'ont encore aucune application concrète. Et alors ? Le petit théorème de Fermat, formulé en 1636, a bien servi à créer la méthode de cryptographie RSA, base du commerce électronique... en 1978!

De Koninck a foi en la recherche fondamentale. Il continue de fantasmer sur l'hypothèse de Riemann, le plus grand mystère actuel en mathématiques. Prouver que tous les zéros de la fonction zêta sont situés sur un axe vertical, comme l'Allemand Bernhard Riemann en a eu l'intuition en 1859, révolutionnerait la physique quantique.

Jean-Marie De Koninck a une approche intuitive, qui courtise l'irrationnel. Il travaille toujours sur 36 problèmes à la fois, croisant les idées, guettant les solutions inattendues qui pourraient en émerger. « Je donne de l'ouvrage à mon subconscient. Puis, je m'arrange pour qu'il vienne cogner à la porte de mon conscient, ce qui se produit souvent quand je m'entraîne. » Quand les muscles travaillent, l'esprit vagabonde. C'est en traversant « son » lac à la nage, ce qu'il fait chaque jour l'été, que le résidant de Lac-Beauport a obtenu ses meilleurs résultats, ou en joggant dans son Vieux-Québec natal!

Un jour, en faisant sa randonnée habituelle de 13 km en ski de fond, il a découvert une erreur fatale dans un article en voie d'être publié. Il s'était résigné à le chiffonner quand, soudain, une solution lui est apparue. Tout ça avant même d'avoir retiré ses skis. « L'activité physique rend service à notre cerveau », répète cet intello à la carrure d'athlète.

Président de l'Association canadienne des entraîneurs, il a coaché 200 nageurs de niveau national entre 1978 et 1990. Il a commenté les épreuves de natation à sept Jeux olympiques pour les téléspectateurs de Radio-Canada. Et, oui, il a trouvé le moyen d'appliquer les mathématiques au sport ! En 1992, il lançait *Système 2001*, un logiciel qui analyse la vitesse et l'endurance d'un athlète pour établir son « coefficient sprint-distance » et doser adéquatement les périodes d'exercice et de repos. Utilisé dans une centaine de clubs canadiens (et par l'équipe nationale de natation d'Italie), il sera bientôt adapté à d'autres sports individuels, comme l'athlétisme. « C'est un modèle mathé-

matique de l'athlète qui repose sur des courbes exponentielles, des formules de prédiction... Des maths très simples », dit le modeste inventeur.

Mais si des gens l'interpellent par son prénom au supermarché, c'est surtout à cause d'Opération nez rouge. La célèbre campagne contre la conduite en état d'ébriété, lancée en 1984, a fait baisser de plus de 75 % le nombre de décès dus à l'ivresse au volant.

Un jour, le mathématicien entend un barman expliquer que les couche-tard détestent abandonner leur auto en ville lorsqu'ils rentrent à l'aube. Les fêtes venues, lui et ses nageurs universitaires s'offrent à reconduire les noctambules dans leur propre carrosse en échange d'une petite subvention pour l'équipe. Succès instantané. Depuis, Nez rouge a fait des petits en France, en Suisse et au Portugal.

Responsable de campagnes de souscription pour la Fondation Mira, président de la Table québécoise de sécurité routière, ambassadeur pour le projet de Centre des sciences de Québec, De Koninck s'engage à

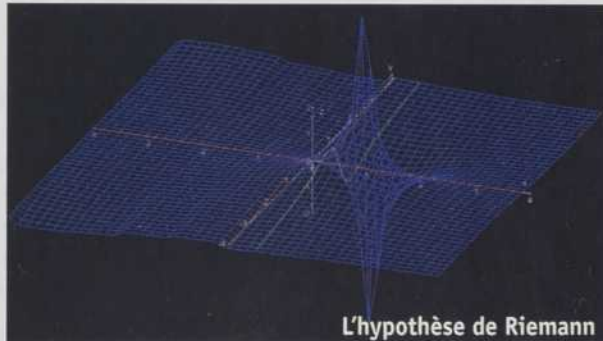
fond. Peut-être est-ce là l'héritage de son père, qui allait à l'Hôtel-Dieu porter des oranges aux malades esseulés. Ou l'influence de son héros, le leader sud-africain Nelson Mandela. « C'est une question d'équilibre, explique-t-il. Ceux qui font juste des maths, je ne les admire pas ! »

Il garde la nostalgie des derniers mathématiciens à la culture universelle, qui marquèrent le XIX^e siècle : l'Allemand David Hilbert, qui formula 23 grands problèmes à résoudre, et le Français Jacques Hadamard, qui fit des découvertes majeures sur les fonctions analytiques ainsi que les équations différentielles. « Aujourd'hui, les chercheurs se spécialisent de plus en plus. Or, certains problèmes demandent des connaissances dans nombre de domaines », explique-t-il. Le grand défi de l'avenir, à ses yeux, sera d'inciter les spécialistes à élargir leurs horizons, du moins à joindre des équipes multidisciplinaires. « En 1994, quand l'Anglais Andrew Wiles, de l'université Princeton, a prouvé le grand théorème de Fermat, il a employé des notions en analyse complexe, en courbe elliptique, en forme modulaire... Nous devons en tirer des leçons. »

Il reste convaincu que les chiffres peuvent séduire tout le monde. Sinon, Hollywood n'aurait pas tourné *Le destin de Will Hunting* (Gus Van Sant, 1997), où Matt Damon jouait un charmant prodige du calcul. Ni *Un homme d'exception* (Ron Howard, 2001) ni *Proof* (John Madden, 2005), deux films inspirés de John Nash, celui qui révolutionna la cryptographie. Et que dire de la vogue du sudoku ? Que les maths peuvent être cool. CQFD...

Après le succès pédagogique de *1 001 problèmes en théorie classique des nombres* (Ellipses, 2004), le professeur prépare un ouvrage grand public. « Pour rendre les nombres plus sympathiques, dit-il, l'air mystérieux. Le livre devrait plaire aux petits comme aux grands. » Y aura-t-il une énigme sur l'âge des dinosaures ? SOS, SuperMath! **S**

ShowMath! sera présenté le 12 mai à Rimouski; du 15 au 19 mai à l'Université McGill, à Montréal; le 23 mai à l'Université Laval, à Québec; le 31 mai à l'Université de Sherbrooke.



L'hypothèse de Riemann



Science Culture

»»» par Mélanie Saint-Hilaire

En verre et contre tout

Les cristalleries nous font miroiter des merveilles. Mais le verre rehausse-t-il vraiment le goût du vin ?

Il pourrait s'offrir des verres en cristal soufflé bouche à 100 \$ pièce. Pourtant, quand l'œnologue allemand Ulrich Fischer goûte un vin, c'est dans une coupe à 3,80 \$. Rouge, blanc, rosé, peu importe. « Tous les crus peuvent être dégustés dans le même verre ! » affirme-t-il.

Non, Ulrich Fischer n'a pas l'esprit « bouchonné ». Voici des années que le directeur du Département de viticulture et d'œnologie du Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (centre de recherche en agriculture situé à Neustadt an der Weinstraße, en Rhénanie-Palatinat, paradis du cépage riesling) étudie le vin. Le lien entre la forme du verre et la perception des arômes, c'est sa spécialité.

En 1999, le scientifique a publié dans le *Journal international des sciences de la vigne et du vin* une étude

qui a fait beaucoup de bruit. Il y comparait deux verres officiels de dégustation – l'INAO de France et le DIN d'Allemagne – à neuf autres. Neuf œnologues ont goûté un riesling et un gewurztraminer, un pinot noir et un domfelder, ainsi que des vins défectueux. Chacun devait noter la force de 17 arômes tels que la rose, le poivron, le chêne, etc. Leur verdict: presque tous les crus révélaient plus de parfums dans le prototype 6, un verre moyennement large et très élargé, au calice se rétrécissant vers l'ouverture! «À l'heure actuelle, il est impossible de soutenir objectivement que nous ayons besoin d'un verre à vin rouge et d'un verre à vin blanc. Encore moins d'un verre en fonction de chaque appellation ou région viticole», concluait Fischer.

Sur une note plus acide, l'étude précisait que le verre de dégustation interna-

même créé un verre pour le vin de glace canadien! Notez que l'Amérique du Nord constitue son principal marché.

Soûlés de design, les consommateurs en viennent à se demander si, vraiment, il faut un verre pour le porto vintage et un autre pour le porto tawny. «Il ne faut pas

Les arômes des nombreux cépages étant complètement différents, il est normal que les verres le soient aussi. C'est une question de chimie : les parfums ne montent pas droit, mais tournent en spirale dans le verre, selon leur composition en esters, en cétones, en aldéhydes.

laisse le vin couler doucement sur la langue», résume le président de l'Association canadienne des sommeliers professionnels, Guénaël Revel.

Versez votre nectar favori dans les tasses en plastique d'un service de camping, et il y a fort à parier qu'il ne vous procurera pas le plaisir anticipé. C'est d'ailleurs prouvé depuis 1964. Cette année-là, le vigneron beaujolais Jules Chauvet eut l'idée de comparer le bouquet d'un rouge servi dans une bouteille, dans un verre ballon et dans... une boîte de Pétri (un contenant plat employé en laboratoire). Sa conclusion? Ledit contenant transformait les notes de fleur de vigne, de pêche et d'amande amère en «arôme dur, lourd et commun». Un désastre qu'il a attribué à la différence de surface de contact entre le vin et l'air.

In vino veritas? Certaines cristalleries

Le verre est-il un ami du vin, ou du snob?



tional INAO, créé en 1970 et utilisé par des milliers de sommeliers, excellait surtout à accentuer les défauts du vin: odeur de bouchon, de chou, de soufre... L'éléphant venait d'entrer dans le magasin de verrerie.

Depuis les années 1990, portées par l'extraordinaire engouement pour le vin, des cristalleries, comme Spiegelau ou Cristal d'Arques, ont créé une variété hallucinante de récipients à jus de treille. C'est à Riedel, célèbre verrier autrichien, qu'on doit l'invention du verre fonctionnel, voué à un cépage ou à une région. En 2000, il a

tomber dans le snobisme, rigole Jean-Marc Barraud, professeur de sommellerie à l'Institut de tourisme et d'hôtellerie du Québec. Cela dit, un vintage exhale des arômes de boîte à cigares alors qu'un tawny sent le caramel ou le chocolat. Les arômes étant complètement différents, il est normal que les verres le soient aussi.» Question de chimie, précise-t-il: les parfums ne montent pas droit, mais tournent en spirale dans le verre, selon leur composition en esters, en cétones, en aldéhydes.

«Un bon verre possède une cheminée (ouverture) qui guide les arômes vers le nez et un buvant (rebord) fin, sans ourlet, qui

font valoir des expériences «scientifiques» auxquelles nul n'a accès. D'autres laissent entendre que leurs verres dirigent le vin vers les «bonnes» papilles, pour exalter le sucré et l'acidité, ou atténuer l'amertume. Elles s'appuient sur un schéma de la physiologie du goût selon lequel la langue percevrait le sucré à sa pointe, l'amer à sa base, l'acide et le salé sur ses côtés. Or, ce schéma est issu d'une étude publiée en 1901 dans un journal de philosophie! Aujourd'hui, les scientifiques savent que nos papilles saisissent toutes les saveurs, le seuil de perception ne variant que légèrement d'une zone à l'autre.

Les études publiées sur le sujet, elles, ne

Petit truc de dégustation : Lorsque vous videz votre verre de ses arômes en le humant, attendez un peu avant de vous y reprendre. Sinon, vous risquez de n'inspirer que des molécules aromatiques très volatiles, comme les esters des vins blancs fruités. Les composés plus discrets n'auront pas eu le temps de se sublimer à nouveau. Selon Ulrich Fischer, il faut environ 15 secondes à un bouquet pour se reconstituer.

sont guère concluantes. Dans une recherche parue en 2002 dans le *Journal of Sensory Studies*, deux chercheuses en nutrition de l'Ohio, Jeannine Delwiche et Marci Pelchat, ont invité 30 buveurs occasionnels à humer un cabernet sauvignon, les yeux bandés. Ces cobayes n'ont décelé aucune différence significative, que le vin soit servi dans des verres à bordeaux, à chardonnay, à eau ou dans un gobelet en cristal taillé. En fait, le rouge leur semblait meilleur quand il était servi dans la coupe à chardonnay!

En 2001, Margaret Cliff, chercheuse en viticulture à la Brock University, en Ontario, a publié dans le *Journal of Wine Research* les résultats d'une dégustation à l'aveugle indiquant que le verre à bourgogne de Riedel rendait mieux les arômes que l'INAO, et l'INAO que le verre à

chardonnay de Riedel... mais ces différences étaient minimes.

Si les cobayes avaient été œnologues, peut-être ces études auraient-elles livré des résultats différents. Mais aux gourmets du dimanche, le verre semble surtout procurer un « effet placebo », tirant son efficacité du cérémonial. Un cristal, qui fait chatoyer la robe du vin et tinte joliment quand on trinque, affûte les sens.

« Nous avons souvent des idées très arrêtées sur la symbiose existant entre le type de verre et le vin ou le cépage. Le vin rouge est toujours servi dans des verres plus gros que le vin blanc; les vins liquoreux, dans des verres plus petits et ouverts; le mousseux, dans des flûtes qui conviennent davantage à la perception visuelle que gustative », fait remarquer Ulrich Fischer.

Un jour, toutefois, la science pourrait permettre de confectionner des verres à usage défini. Ainsi, les esters qui donnent leur fruité à certains blancs se volatilisent rapidement et en grande quantité, alors que les phénols qui confèrent une note épicée à certains rouges mettent plus de temps à parfumer l'air de façon perceptible. C'est pourquoi, en général, on sert les blancs bien frais et les rouges chambrés, la chaleur aidant les arômes à s'exprimer.

Fischer n'exclut pas que la géométrie du verre puisse magnifier des molécules aromatiques comme les monoterpènes (par-

fums floraux) du muscat et le cinnamate d'éthyle (odeur de fraise) du pinot noir. Mais on ignore encore comment favoriser la volatilisation de classes aromatiques précises, qui varient selon les techniques viticoles, telles la fermentation à froid et le vieillissement en fût de chêne.

Pour l'instant, les connaisseurs s'en tiennent à l'essentiel : un verre assez large pour que le vin puisse respirer, assez haut pour que le bouquet puisse se concentrer dans l'espace de tête, avec une ouverture modeste, qui permet toutefois de humer en goûtant. Un seul bon modèle peut suffire. Même Jacques Pascôt, créateur français des célèbres verres Impitoyables, n'a conçu que quatre formes : pour les blancs, les jeunes rouges, les vieux rouges et le champagne (picoté de gouttelettes de verre qui favorisent la mousse).

Posséder un verre à rouge, à blanc et à eau, c'est déjà bien, estime Guénaël Revel. Ceux qui en ont les moyens peuvent ensuite se procurer les modèles chardonnay, sauvignon, pinot noir et cabernet. Le reste n'est que luxe... ou presque. « Au-delà des effets de mode, je crois qu'on parvient vraiment à optimiser la forme du verre », poursuit Revel. Par exemple, la flûte de champagne a récemment évolué en tulipe, dont la forme plus renflée emprisonne les arômes tout en préservant les bulles.

Et puis, qui oserait servir un Château Margaux 1982 dans une coupe à 3,80 \$? « Lorsque je débouche une très bonne bouteille pour des invités, admet Ulrich Fischer, je sors les verres à chianti de Riedel. » Prosit! Santé! **CS**



À lire le mois prochain



Le code des artistes



Il n'y a pas que Léonard de Vinci qui cachait des secrets, comme le laisse croire le romancier

Dan Brown. Riopelle, Borduas, Monet, Picasso, Rodin faisaient de même. Comment les scientifiques trouvent-ils le moyen de percer le mystère des chefs-d'œuvre? Un reportage fascinant parmi les détectives de l'art.

Pelletage de nuages

Plus le sol est chaud, plus il y a de nuages qui se forment dans l'atmosphère; plus il y a de nuages, plus l'effet de serre est important; plus il y a d'effet de serre, plus le réchauffement climatique s'accroît.

Un beau cercle vicieux duquel on ne semble pas près de sortir! Les chercheurs ont encore du mal à évaluer le rôle que jouent les nuages dans notre climat. Notre journaliste a « pelleté » et creusé la question.

La France bouillonne



Nous vous entraînons dans les coulisses du futur de la science française.

Notre équipe s'est en effet rendue dans les hauts lieux de recherche en physique des particules, en téléchirurgie et en climatologie. Un dossier exceptionnel.

par Jean-Marie Labrie
labriejm3@symptatico.ca



Jeux

197 L'intrus

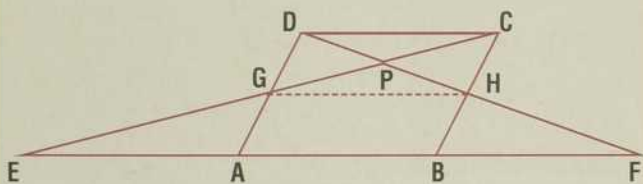
Trouver l'intrus dans chacune des suites ci-dessous.

- a) 3, 15, 36, 45, 78, 110
- b) 4, 13, 31, 61, 106, 168, 253
- c) π , φ , e, i
- d) 2/3, 13/21, 55/89, 610/986, 1597/2584

Solutions

195

Solution suggérée (voir la figure ci-dessous).



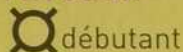
- 1) Tracer, en pointillé, le segment GH.
- 2) L'aire du parallélogramme DGHC est égale à 60 cm^2 .
- 3) D'après une propriété connue du parallélogramme, les 4 triangles formés ont la même aire. Donc, l'aire de chaque triangle est 15 cm^2 . Par exemple, l'aire du triangle GHP est égale à 15 cm^2 .
- 4) De plus, on peut montrer que les 2 triangles DHC et FHB ont la même aire : 30 cm^2 chacun.
- 5) De même, les triangles DGC et AGE ont la même aire : 30 cm^2 .
- 6) L'aire du triangle EFP est la somme de 3 aires : $30 \text{ cm}^2 + 30 \text{ cm}^2 + 15 \text{ cm}^2$ ou 75 cm^2 .

196

Solutions suggérées.

- | | | |
|--------------------|--------------------|----------------------|
| a) | b) | c) |
| $13 \times 4 = 52$ | $4 \times 12 = 48$ | $12 \times 13 = 156$ |
| $42 - 10 = 32$ | $48 - 10 = 38$ | $156 + 4 = 160$ |
| $40 : 10 = 4$ | $38 + 1 = 39$ | $160 : 10 = 16$ |
| $4 + 1 = 5$ | $39 : 13 = 3$ | $16 - 1 = 15$ |

Niveaux



intermédiaire



expert

9+ Pour toute la famille! DVD



MISSION ARCTIQUE

L'AVENTURE INTERACTIVE

Un jeu interactif et amusant!

Embarquez à bord du *Sedna* pour une extraordinaire expédition au cœur de l'Arctique. Votre mission : sauver des ours polaires menacés par les changements climatiques.

www.onf.ca/missionarctique

Prix spécial : 16,95 \$

Prix courant : 19,95 \$



UNE MINUTE DE SCIENCE, S.V.P.!

Pour stimuler la curiosité des jeunes, vingt-six capsules d'animation expliquent avec humour des phénomènes scientifiques ou de grandes découvertes.

Les éclairs,
la glace, le bleu
du ciel,
l'ampoule
électrique,
les fusées...



www.onfjeunesse.ca/lamission

Prix spécial : 19,95 \$

Prix courant : 24,95 \$

Commandez par téléphone au 1 800 267-7710 ou par Internet à www.onf.ca/boutique. Cette offre prend fin le 30 juin 2006. Les prix indiqués n'incluent pas les droits d'utilisation en classe ou de présentation publique. Communiquez avec nous pour obtenir les droits institutionnels.





»»» par Philippe Desrosiers

Fourmis domestiques

Comme tout le monde, j'ai passé étant petit de nombreuses heures à genoux dans le gazon, à observer l'inlassable travail des fourmis. L'ennui avec ce genre d'activité, c'est qu'elle est saisonnière. Une fois la bise venue, comme le veut la fable, il faut dire adieu aux fourmis jusqu'au printemps suivant. Avec le *Antworks*, de la compagnie Fascinations, fini ces restrictions climatiques. C'est une fourmilière transparente qu'on peut poser sur le comptoir ou le bureau de manière à pouvoir suivre en toute quiétude le labeur des ouvrières. S'inspirant de travaux de la NASA, les fabricants ont conçu un gel translucide à base d'algues qu'ils ont ensuite placé entre deux parois de plastique transparent. La vingtaine de fourmis qui constituent la colonie creusent un chemin dans ce gel et s'en nourrissent. Le coût du *Antworks* s'élève à une soixantaine de dollars, frais de port et de manutention inclus. Et il n'est même pas nécessaire d'aller à la chasse aux fourmis puisque le myrmécophile amateur pourra en recevoir un paquet de 25 par la poste pour environ 6 \$. Bien sûr, ce genre d'animal domestique ne donne pas la pa-patte et ne peut rapporter le journal, mais il ne dérangera pas le voisin et on n'a aucun de ses « petits cadeaux » à ramasser.

Fascinations.com

Feu de foyer aquatique



On le sait, un feu de foyer, c'est salissant et polluant. En plus, il faut faire ramoner la cheminée, se faire livrer d'encombrantes bûches qu'il faudra entreposer dans un endroit sec. Comme les faux foyers ne sont pas très jolis, les amateurs sont souvent obligés de s'en priver. À moins que vous ne soyez riche et branché! Auquel cas *Aqueon* de la compagnie Heat and Glo est fait pour vous. Pour la rondelette somme de 60 000 \$, on peut se faire installer ce

foyer du futur, d'apparence kitsch mais complètement écolo. Son carburant? De l'eau! Par un procédé d'électrolyse, le *Aqueon* sépare l'hydrogène de l'oxygène et les brûle. L'hydrogène est entièrement consommé et une partie de l'oxygène donne sa couleur à la flamme. Le reste de ce gaz inodore est rejeté dans l'air ambiant en plus d'un peu de vapeur d'eau. Le foyer doit être branché à une prise de 220 V et consomme deux litres d'eau à l'heure. C'est peut-être un peu cher pour un chauffage d'appoint, mais la couche d'ozone reste intacte et notre bonne conscience aussi.

Heatglo.com

Montre flexible



Il y a eu les cristaux liquides, et les LED, ces petites ampoules miniatures que l'on retrouve aujourd'hui sur la plupart des appareils électroniques... Voici maintenant l'encre électronique. C'est la toute dernière technologie dont seront équipés les écrans de montre. Au lieu d'émettre des photons, l'encre électronique reflète la lumière ambiante, comme le papier. Elle est composée de très nombreuses microbilles qui réagissent à un courant électrique. La moitié blanche de chaque microbille est chargée négativement et est attirée par une impulsion positive révélant sa face. Elle reste ainsi jusqu'à ce qu'une nouvelle impulsion lui ordonne de changer de position, révélant l'autre face qui est noire. Seiko est la première compagnie qui propose ce type d'affichage pour une montre. La Spectrum est en acier et son écran est courbé, lui permettant ainsi d'épouser la forme du poignet. Mais la nouveauté coûte cher : 2 500 \$! Peut-être serait-il sage d'attendre que la technologie se répande un peu.

<http://www.seiko-watch.co.jp/sp/> [en japonais]

Vaisseau de savoir

Spectaculaire ! Cette structure de verre, de pierre et d'acier a été imaginée par les architectes allemands du cabinet Coop Himmelb(l)au. Évoquant poétiquement un nuage et un cristal reposant sur un socle de pierre, elle abritera le Musée des Confluences, à Lyon. Cet ambitieux projet muséologique ouvrira ses portes en 2008. Il sera dirigé par le muséologue québécois Michel Côté, un des maîtres d'œuvre du Musée de la civilisation de Québec.

Du haut de ses 37 m, ce musée des sciences et des sociétés unique au monde surplombera le Rhône; il comportera de vastes jardins de près de 25 000 m². On espère y accueillir 500 000 visiteurs par année avec des expositions traitant autant du big-bang que des mammouths ou du nucléaire.

ARMIN HESS ET COOP HIMMELB(L)AU





Bien Vu!

par Serge Bouchard et Bernard Arcand

Dans une galaxie près de chez vous

La vie sur Terre est venue d'ailleurs. La vie ailleurs pourrait venir de microbes terriens.

Bernard Arcand : Il n'y a pas lieu de s'inquiéter. Car il est peu probable que nous contaminions l'Univers avec nos microbes et nos bactéries. Et ce, pour plusieurs raisons.

D'abord, l'arrivée dans une galaxie exotique d'une sonde spatiale lancée depuis la Terre ne constituera pas une surprise. Là-bas, très loin de nous, des gens ou organismes intelligents l'attendent depuis longtemps. Car la vitesse de la lumière étant nettement supérieure à celle de n'importe quel vaisseau spatial, ils sont au courant. Ce n'est pas d'hier que nous lançons des ondes dans toutes les directions, et l'on imagine facilement que des extraterrestres attentifs suivent depuis 50 ans les aventures télévisées de Hopalong Cassidy et de Séraphin Poudrier. Il paraît donc peu probable qu'ils prennent le risque d'ouvrir la sonde spatiale. On dit même que la preuve de leur intelligence supérieure, c'est qu'ils n'ont jamais cherché à établir de contact avec nous.

La seconde raison est d'un tout autre ordre. La dissémination de microbes et de bactéries dans l'Univers ne devrait pas être considérée comme une pollution. Ce serait davantage un don de vie. L'instant magique que de lointaines planètes sèches espèrent depuis toujours. On parle ici de l'origine de la vie, puisque rien ne se peut sans microbes ni bactéries. D'ailleurs, parmi les chercheurs qui s'interrogent sur les débuts de la vie sur Terre, il s'en trouverait pour prétendre que la contamination d'autres galaxies ne serait qu'un juste retour d'ascenseur.



Serge Bouchard : Si, demain, le soleil explosait, l'événement passerait inaperçu à l'échelle des galaxies. L'Univers a trop de soleils – des milliards de milliards –, trop de galaxies, trop de vide, trop de tout pour enregistrer le destin de l'infiniment petit. La sonde *Voyager*, par exemple, premier objet humain à quitter le système solaire, atteindra une étoile voisine dans 75 000 ans. Et cette étoile est plus que proche, à moins de quatre années-lumière. Imaginez 26 années-lumière, notre banlieue immédiate. Pensez à 550 000 années-lumière, une petite distance. Non, l'unification microbienne de l'Univers n'est pas au programme.

Si je meurs, ma fin ne fera pas un pli au cœur des milliards d'humains qui peuplent le monde. Je suis un microbe au sein d'une collectivité d'individus aussi microscopiques que moi. La Terre elle-même est un microbe insignifiant parmi des milliards de débris. Notre Soleil est pâle au panthéon des étoiles. La Voie lactée n'est pas la plus importante des galaxies. Nos sauts microbiens dans le système solaire sont moins que des sauts de puce, et qu'est-ce qu'un saut de puce sur le dos du gros chien que l'on nomme Infini ?

Microbe, tu es microbe et sur ce microbe, je bâtirai mon temple-dépotoir. Soyons positifs. La Lune appartient à la Terre. Nous pourrions nous en servir comme décharge. Si nous transformions les navettes spatiales pour en faire d'immenses « camions de vidange », nous ferions dans le lancement sélectif. Je vois les titres : demain, on lance un porte-avions, pas dans l'eau mais dans l'espace. Ce porte-avions français dont personne ne veut et qu'on envisageait d'envoyer par le fond; on se débarrasse de sa carcasse qui ira s'écraser sur la surface de la Lune où elle fera un autre trou, nouveau cratère au milieu des cratères. Pulvérisation silencieuse d'un encombrant.

Non, ce n'est pas demain que nous aurons un impact sur l'Univers. Nous sommes très loin de simplement avoir les moyens de nos bactéries. D'ailleurs, dans cinq milliards d'années, le Soleil va nous brûler tout ça; il va aseptiser d'un seul coup, le Grand Incinérateur. **CS**

PLUS QU'UN MAGAZINE DE SCIENCE !

Astronomie ~ Environnement ~ Nouvelles technologies ~ Archéologie ~ Santé ~ Histoire ~ Physique ~ Enjeux de société



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

Je lis Québec Science



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

→ Abonnez-vous en ligne !

www.cybersciences.com

Avec des **ÉTUDES SUPÉRIEURES EN STATISTIQUE** à l'Université Laval

**Le succès n'est pas une hypothèse :
C'est une certitude !**

Des conditions d'études gagnantes

- Vaste choix de cours théoriques et appliqués dispensés par un corps professoral de qualité.
- **NOUVELLE CONCENTRATION EN BIOSTATISTIQUE.**
- Domaines de recherche diversifiés (biostatistique, statistique génétique, échantillonnage, analyse multidimensionnelle, données longitudinales, statistique computationnelle et non-paramétrique, processus aléatoires, etc.).
- Collaboration avec une équipe de recherche médicale, travail rémunéré en entreprise ou au Service de consultation statistique de l'Université.

Pour information

M. Louis-Paul Rivest, lpr@mat.ulaval.ca
ou consultez la rubrique LES ÉTUDES
au www.mat.ulaval.ca*

Et que diriez-vous d'être payé pour étudier ?

- Travail rémunéré et soutien financier assurant un revenu annuel de 12 000 \$.
- Bourses au mérite de 15 000 \$ par année octroyées par la Chaire de recherche du Canada en échantillonnage statistique et en analyse de données (CRC-ESAD).
- Suppléments monétaires aux détenteurs de bourses d'études FORNT ou CRSNG.

* Admission sur la base d'un diplôme de premier cycle en statistique ou en mathématiques avec concentration statistique, ou l'équivalent.

Pour découvrir tous nos programmes
www.mat.ulaval.ca



UNIVERSITÉ
LAVAL

Faculté des sciences et de génie
Département de mathématiques et statistique