

quatre sondes s'apprêtent à se poser sur le sol de la planète rouge.

MARS LES ROBOTS MÈNENT LE BAL

Décembre 2003 / Janvier 2004

Science

Comment la science TRANSFORME HOCKEY

4,95 \$

01653851637616
Envoi de poste n° 40069577 - publications
Enregistrement n° 08024 525, rue Louis Pasteur,
Boucherville, Québec, Canada J4B 8E1

www.cybersciences.com

Neige et mystère



Deux ou trois papas, pourquoi pas ?



Que fait un ingénieur ?



L'ingénieur est un scientifique qui applique les principes de différentes sciences dans le but de trouver des solutions concrètes à un problème donné. C'est ce que l'on appelle les sciences appliquées.*

L'ingénieur conjugue les différentes lois qui régissent notre univers dans le but de mettre au point de nouveaux procédés ou de nouveaux appareils. Même s'il ne travaille généralement pas au contact direct avec le public, on le retrouve dans tous les aspects de la vie quotidienne.

* Le titre d'ingénieur, c'est la reconnaissance d'études universitaires pertinentes; c'est l'obtention d'un permis d'exercer l'ingénierie; c'est l'adhésion à un code de déontologie. C'est aussi l'application des standards les plus élevés de professionnalisme pour assurer une meilleure protection du public. Le titre d'ingénieur, c'est le titre qui unit les 45 000 membres de l'Ordre des ingénieurs du Québec.

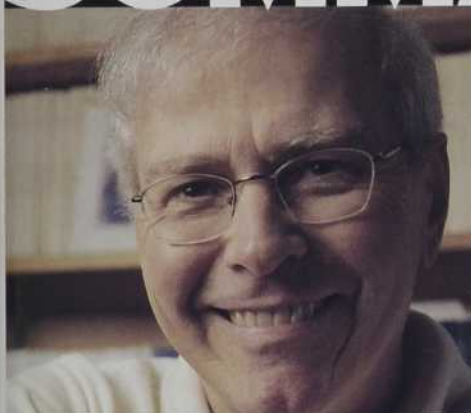


Ordre
des ingénieurs
du Québec

www.oiq.qc.ca

SOMMAIRE

DÉCEMBRE 2003~ JANVIER 2004, VOLUME 42, NUMÉRO 4 www.cybersciences.com



SUR LE VIF : ROBERT LADOUCEUR

6 Être ou ne pas être angoissé?

S'inquiéter pour un rien, c'est s'empoisonner la vie.

propos recueillis par Sara-Ève Tremblay

l'événement

9 Silence, un trou noir chante

Aux abords des trous noirs, la matière forme des bulles. Quand elles éclatent, ça fait du « bruit ».

par Isabelle Cuchet

11 Pêches : on touche le fond

En l'absence de règles de protection internationales claires, les fonds marins continuent d'être pillés par le chalutage. Jusqu'à ce qu'il n'y ait plus rien à prendre ?

par Jozée Sarrazin

15 Les derniers cèdres du Liban

Comment on essaye de sauver l'arbre fétiche des Libanais.

par Gaëlle Lussiaà-Berdou



16 Régime santé pour les poulets

Les probiotiques font aussi bien le travail que les antibiotiques dans les élevages de volaille.

par Catherine Dubé

Planète ADN

17 Sur la piste des plantes à fleurs

« Un abominable mystère », disait Darwin en parlant des fleurs. L'analyse de l'ADN permet enfin de trouver leur place dans l'arbre de la vie.

par Jean-Pierre Rogel

Espace

18 La fin des vols habités ?

Dans la conquête martienne, les robots ont plusieurs longueurs d'avance sur les astronautes.

par Martin Kouchner

Anthropologie

26 Deux pères valent-ils mieux qu'un ?

Monoparentale, composée, recomposée, la famille traditionnelle semble en crise. Mais les anthropologues en ont vu bien d'autres.

par Joël Leblanc



Innovation

32 Science et compte !

Sur la glace, six joueurs. Un septième - le public - dans les gradins. Et un huitième - la science - dans les vestiaires, les équipements, l'assiette, ainsi qu'à l'entraînement...

par Sylvain Bascaron

Environnement

38 La neige biotech

De belles pistes de ski bien blanches tout l'hiver : les montagnes payent peut-être un prix élevé pour réaliser le rêve des skieurs.

par Mathieu-Robert Sauvé



techno~pratique

Internet

44 La spirale infernale

Sans le savoir, vous êtes peut-être un vilain « spammeur »...

par Philippe Chartier

46 Jeux

par Jean-Marie Labrie

47 Aujourd'hui le futur

par Philippe Desrosiers

Science culture

48 Lectures d'hiver

Comprendre le monde au coin du feu...

par Mélanie Saint-Hilaire

BABG

50 In labo veritas

De la religion à la science, aurions-nous seulement changé de credo ?

par Bernard Arcand et Brigitte Gemme



Esprit sportif es-tu là?

Avouons que l'aura des dieux du stade et des arénes en prend pour son rhume avec toutes ces rumeurs de dopage et cette chasse aux stéroïdes dans leur urine ou leur sang.

La liste des substances bannies par les associations olympiques internationales compte quelques centaines de noms. Mais la découverte, en octobre dernier, de la tétrahydrogestrinone (THG pour les intimes), une substance indétectable jusqu'alors, en dit beaucoup sur l'ingéniosité des entraîneurs sorciers. Pour eux, la mise au point de douteux régimes de performance fait vraisemblablement partie d'un jeu où la fin – retrancher quelques centièmes de seconde à un record ou ajouter quelques points à un classement – justifie les moyens.

Et l'esprit sportif dans tout ça ?

Si les athlètes obtiennent quelques minutes de gloire tant rêvées avec l'administration de molécules louches, ils prennent aussi le risque d'hypothéquer leur santé pour de nombreuses années. Les infarctus précoces constatés chez les coureurs cyclistes européens ou chez les nageuses est-allemandes des années 1980 nous donnent une idée des dangers. Ces entraîneurs en ont-ils cure ?

Pourtant, même dans l'opinion publique, l'aspect « santé » paraît presque secondaire tant la chasse aux dopés s'apparente surtout à une course aux tricheurs.

Mais y a-t-il tricherie ? Tout, au fond, pourrait bien n'être qu'une question de point de vue. Améliorer les performances n'a jamais cessé. Et les moyens pour y parvenir sont fort diversifiés. La biochimie et la pharmacologie ne sont pas seules à y contribuer : la recherche en génie des matériaux et la physique le font aussi. Ces progrès peuvent-ils coller à l'esprit sportif ? Où fixer la limite de ce qui est acceptable et de ce que l'est plus ?

Prenez le hockey. La science y est entrée là aussi pour améliorer les performances – voyez notre reportage « Science et compte » (page 32). Et la technologie, tant à l'entraînement que sur la glace, a passablement transformé ce sport depuis Maurice Richard ou Gump Worsley. Tant qu'à y être, les ingénieurs auraient pu songer depuis longtemps à mettre au point une rondelle téléguidée ! Mais pourquoi faire, quand on sait qu'un but n'est beau que parce qu'il est associé à l'art, à l'effort et à la stratégie ? Restons sportifs ! À 110 % ! **QS**



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

Adjoint au rédacteur en chef Laurent Fontaine
lfontaine@quebecscience.qc.ca

Équipe de rédaction Philippe Chartier (informatique), Isabelle Cuchet (mathématique et astronomie), Gilles Drouin (génie et industrie), Catherine Dubé (santé, médecine et innovation), Joël Leblanc (biologie, paléontologie et archéologie), Mathieu-Robert Sauvé (environnement)

Collaborateurs Bernard Arcand, Sylvain Bascaron, Philippe Desrosiers, Dominique Forget, Brigitte Gemme, Martin Kouchner, Jean-Marie Labrie, Gaëlle Lussiaà Berdou, Isabelle Masingue, Jean-Pierre Rogel, Mélanie Saint-Hilaire, Josée Sarrazin et Sara-Eve Tremblay

Correcteur Luc Asselin
Directeur artistique François Émond
Photographes/illustrateurs Louise Bilodeau, Jacques Laplante, Michel Larose, Sylvain Majeau, Rémy Simard

Directeur général Pierre-Yves Gagnon
Directeur exécutif Marc Côté
Adjointe administrative Nicole Lévesque

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

Secteur public : Carole Martin poste 26
cmartin@quebecscience.qc.ca

Secteur privé : Claire Breton poste 29
cbreton@quebecscience.qc.ca

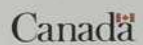
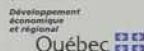
Publicité : Toronto
Stacey Coray Tél. : (416) 785-1040
Télééc. : (416) 780-9584
scoray@idirect.com

SITES INTERNET
www.cybersciences.com
www.cybersciences-junior.org

Abonnements
(taxes incluses) Au Canada : 1 an = 43,45 \$, 2 ans = 74,85 \$, 3 ans = 103,95 \$.
À l'étranger : 1 an = 54 \$, 2 ans = 95 \$, 3 ans = 139 \$.
Pour abonnement et changement d'adresse
Tél. : (514) 875-4444 Téléc. : (514) 523-4444
Québec Science, Service des abonnements
525, rue Louis-Pasteur, Boucherville (Québec) J4B 8E7
Abonnement par Internet
www.cybersciences.com/abonnement
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
Distribution Canada hors Québec, États-Unis : LMPI

Dépôt légal : Bibliothèque nationale du Québec
Premier trimestre 2000, ISSN-0021-6127 Répertoire dans Repère et dans l'Index des périodiques canadiens.
© Copyright 2000 - La Revue Québec Science. Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés.
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'Audiotèque pour les personnes handicapées de l'imprimé.
Téléphone : Québec (418) 627-8882, Montréal (514) 393-0103



Québec Science est supporté par le Ceqep de Jonquière et reçoit l'aide financière du ministère de la Culture et des Communications (Programme de soutien aux intervenants et événements majeurs en culture scientifique et technique). Nous reconnaissons 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.

Membre de : The Audit Bureau of Circulations



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



Mon oncle Einstein

Alain Trudel de Montréal n'a pu résister à notre une de novembre 2003, « Tasse-toi mon oncle Einstein ». « Vous présentez plusieurs points de vue et opinions, écrit-il, ce qui est tout à votre honneur. Toutefois, menacer de jeter au trou noir Einstein et son monumental édifice théorique ne lui rend pas justice [...] ».

« Le problème de la masse cachée n'a rien à voir avec un soi-disant ralentissement de l'expansion de l'Univers. Aux dernières nouvelles, l'expansion de l'Univers s'accélère (on ne sait pas pourquoi) et le problème de la masse cachée concerne plutôt la dynamique de rotation des galaxies qui tournent apparemment trop ou pas assez sur elles-mêmes, compte tenu de la quantité de matière visible et compte tenu de la loi de la gravitation telle qu'on pense la connaître. »

Notre journaliste Isabelle Cuchet apporte les précisions suivantes : « Il est vrai que c'est en étudiant la dynamique des étoiles et galaxies que les physiciens ont découvert que l'Univers possédait une "masse cachée". Toutefois, le rôle de cette masse cachée ne s'arrête pas exclusive-

ment de jeter la relativité générale aux poubelles. Si cela est vrai, ils ont oublié comment évoluent les idées en physique. Einstein n'a pas rejeté son prédécesseur Isaac Newton, il a prolongé sa théorie. "J'ai les deux pieds sur les épaules de géants", disait-il. Si João Magueijo a élaboré une nouvelle théorie de l'Univers, soyez assurés que lui aussi a les deux pieds sur les épaules de géants. »

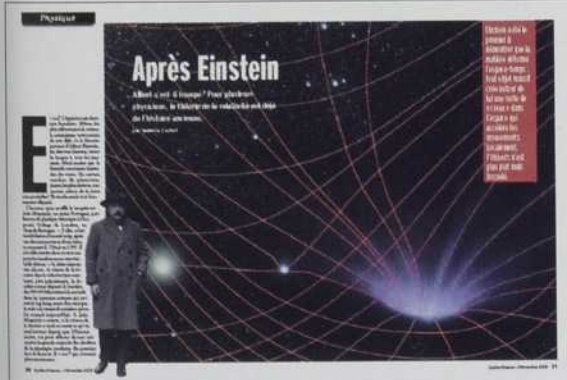
Manuscrits de la mer Morte

André Stainier de Sante-Foy a beaucoup apprécié notre dossier sur les manuscrits de la mer Morte (octobre 2003) : « Votre article a constitué pour moi un excellent complément à l'exposition du musée Pointe-à-Callière, notamment pour ce qui concerne les deux siècles entourant la naissance du Christ et la communauté de Qumrân. »

Le sapin n'est pas une mauvaise herbe

Une phrase dans le dossier sur la forêt (septembre 2003) a fait bondir un lecteur, Christian Hubert. Il nous écrit : « Dans le petit encadré annexé au texte, sur la forêt Montmorency, Mathieu-Robert Sauvé insinue que le sapin est la "mauvaise herbe" de nos forêts. Pire, il ajoute que pour cette raison, comme la tordeuse des bourgeons de l'épinette affecte cette essence, la plantation n'est pas nécessaire... Comment peut-il affirmer que le sapin est une mauvaise herbe? Et puis, qu'est-ce qu'une mauvaise herbe? »

« La réponse est facile. C'est d'un point de vue purement anthropocentrique que l'on peut faire de telles assertions. Autrement, elle n'a aucun sens. Ce sont de telles idées qui nous mènent à des abus dans la gestion des ressources naturelles. Enfin, vous conviendrez que, d'un point de vue évolutif, une "mauvaise herbe" sera vite éliminée par l'action de la sélection naturelle, ce qui n'est pas le cas du sapin baumier. » **QS**



ment au mouvement des galaxies. L'avenir de l'Univers dépend de sa masse totale. Au-dessus d'un seuil critique, il va se contracter de nouveau et donner lieu à un big-crunch. Autrement, il va continuer indéfiniment à s'étendre. Pour connaître l'avenir de l'Univers, on doit donc connaître précisément sa masse, dont sa masse cachée. »

Clovis Simard, un mathématicien, trouve pour sa part un peu caricatural de dire que « des physiciens sérieux mena-



Les changements climatiques menacent-ils le Saint-Laurent ?

Animé par Denis Leduc (animateur d'Info-Réveil à la radio de Radio-Canada)

Mercredi le 10 décembre à Rimouski. L'événement a lieu de 17 h 30 à 19 h 30 au bar le Libre-Échange, 101, rue Saint-Germain Ouest.

Le fleuve Saint-Laurent est un milieu amplement étudié. Que peuvent dire les chercheurs sur notre fleuve aux grandes eaux ? Quels impacts ont sur lui les problèmes environnementaux de la planète ? La baisse des stocks de poissons dans le golfe est-elle, par exemple, liée aux changements climatiques ? Quelles menaces planent sur le Saint-Laurent et, du coup, sur l'économie du Québec maritime ?

Ce prochain rendez-vous des bars des sciences à Rimouski, pôle majeur d'études en océanographie, permettra de connaître les travaux de pointe qui sont menés sur le fleuve. Et de voir comment ils peuvent avoir des répercussions sur l'avenir de la région.

Entre autres invités : François Saucier, spécialiste en modélisation régionale du climat océanique, Émilien Pelletier, professeur à l'Institut des sciences de la mer (UQAR)

Organisé par l'équipe de rédaction de Québec Science avec le soutien du ministère du Développement économique et régional.

Assurez-vous d'avoir une place en vous inscrivant auprès de notre journaliste à Rimouski, Joël Leblanc, au (418) 722-0252.

S'inquiéter pour
un rien, c'est
s'empoisonner
la vie.

propos recueillis
par Sara-Ève Tremblay

Être ou ne pas être angoissé

La gorge se serre, le cou se tend, le dos se crispe. Et voilà qu'on se met à tourner en rond en faisant les cent pas... Quand tous ces signes d'anxiété sont occasionnels et qu'ils n'entraînent pas de souffrance chronique, il n'y a pas lieu de s'en préoccuper. Mais différentes complications peuvent guetter ceux pour qui les symptômes deviennent intenses et fréquents.

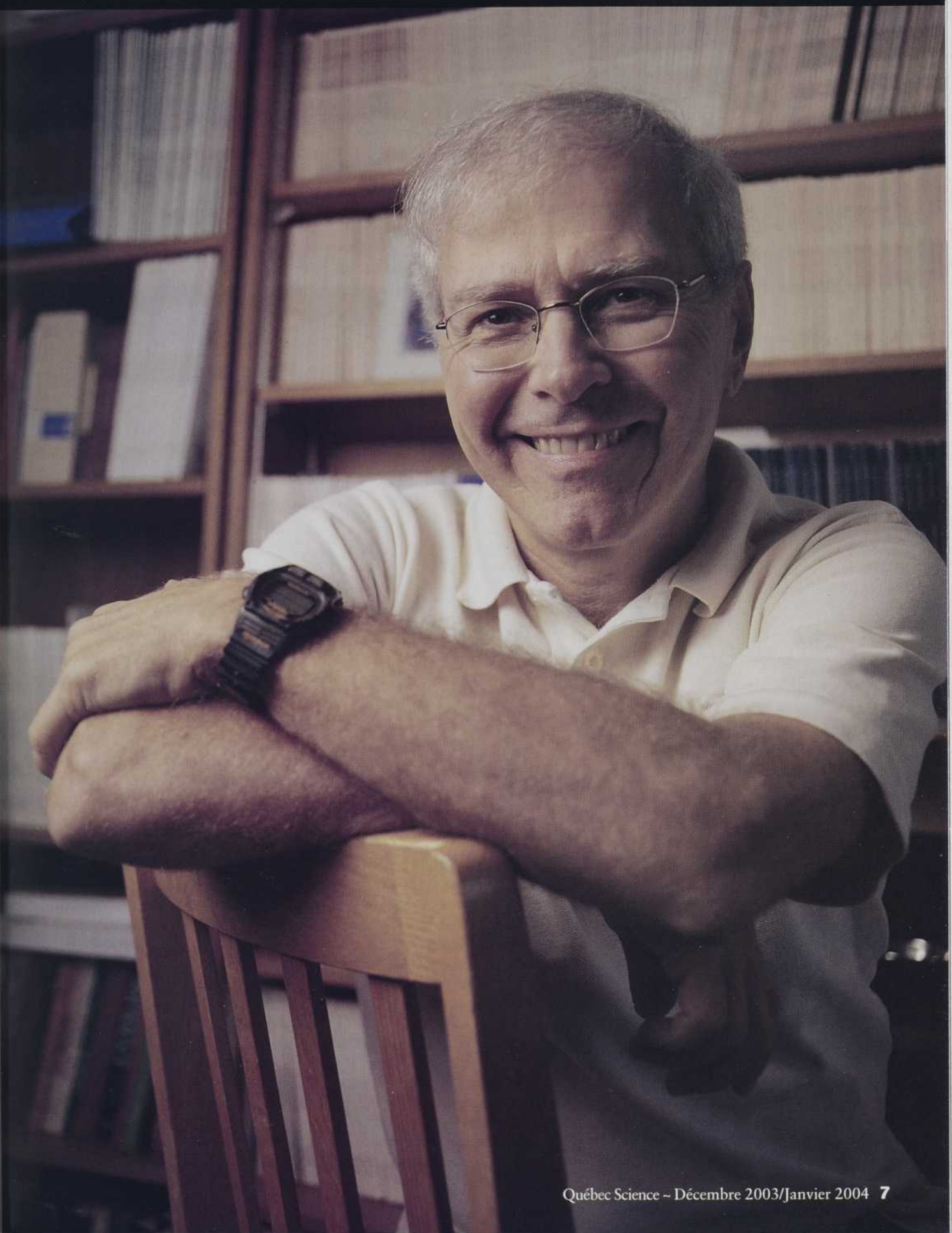
LOUISE BILODEAU

L'une d'entre elles s'appelle le trouble d'anxiété généralisé, le TAG.

Cette affection, récemment identifiée, touche 1 personne sur 15 au Canada, même si la plupart des individus atteints ne font pas le lien entre leur état d'angoisse et leurs douleurs physiques.

Robert Ladouceur, psychiatre, psychologue et chercheur à l'Université Laval, s'est intéressé de près au trouble d'anxiété généralisé. Il a récemment écrit un ouvrage sur le sujet, *Arrêtez de vous faire du souci pour tout et pour rien*, publié aux Éditions Odile Jacob. À lire calmement!

normal. Ce qui l'est moins, c'est de perdre le contrôle et de laisser nos inquiétudes interférer avec notre quotidien ●●●



SCD

ent identi-
sur 15 au
upart des
pas le lien
e et leurs

psychiatre,
ir à l'Uni-
sé de près
enlise. Il a
rage sur le
e du souci
publié aux
lire calme-

Québec Science : On parle beaucoup de l'anxiété dans notre monde...

Robert Ladouceur : Peut-être est-ce parce qu'on vit de plus en plus vite et qu'on est plus stressé. Mais on en parle aussi davantage, car les chercheurs en santé mentale ont fait des découvertes importantes sur les symptômes de l'anxiété et sur les moyens de la traiter. Le TAG a longtemps été considéré comme un diagnostic résiduel, c'est-à-dire découlant d'autres problèmes de santé mentale, avant d'être reconnu comme un trouble à part entière, avec ses symptômes et ses méthodes de traitement.

QS À partir de quel moment l'anxiété devient-elle problématique ?

RL Avoir des soucis est tout à fait normal. Ce qui l'est moins, c'est de perdre le contrôle et de laisser nos inquiétudes interférer avec notre quotidien. La différence entre une personne qui compose normalement avec les soucis et celle qui souffre du TAG ne réside pas seulement dans l'intensité ou dans la capacité à contrôler

dois être un bon parent, car je m'inquiète beaucoup de la santé de mes enfants. » Je corrigerais en disant qu'il est bon de s'en occuper, mais pas de s'en inquiéter !

Quand les patients vont voir un médecin – c'est souvent l'omnipraticien qu'on consulte en premier –, ils vont omettre de parler de leurs symptômes psychologiques pour se concentrer sur leur état physique. Ils vont parler de l'insomnie et des tensions musculaires – des symptômes physiques communs à d'autres troubles d'anxiété –, ce qui complique encore le diagnostic !

QS Parfois, l'inquiétude est liée à un problème réel : un cancer, par exemple. Parfois aussi, on pense à un problème hypothétique : faire un infarctus. Y a-t-il une anxiété qui soit plus incontrôlable qu'une autre ?

RL Les deux peuvent interférer avec notre quotidien. Par contre, le deuxième type de scénario n'a de limite que l'imagination de la personne. Cette anxiété est par conséquent plus difficile à contrôler. On peut ressasser une idée sans fin !

« Quand les patients vont voir un médecin – c'est souvent l'omnipraticien qu'on consulte en premier –, ils vont omettre de parler de leurs symptômes psychologiques pour se concentrer sur leur état physique. Ils vont parler de l'insomnie et des tensions musculaires – des symptômes physiques communs à d'autres troubles d'anxiété –, ce qui complique encore le diagnostic ! »

ces soucis. Elle repose également sur la tolérance face à l'incertitude. Une personne qui souffre du TAG la supporte beaucoup moins.

QS Où se situe le TAG dans l'ensemble des troubles d'anxiété ?

RL Le manuel de diagnostics des maladies psychologiques, le DSN-IV, utilisé par les psychologues et psychiatres, reconnaît six troubles d'anxiété. Il y a les troubles de phobie spécifique, d'obsession-compulsion, de panique, de stress post-traumatique, de phobie sociale et le tout dernier, d'anxiété généralisée.

Le TAG est le trouble le plus répandu : 4 % à 7 % de la population en souffre. Son principal symptôme est l'inquiétude. Mais ce qui complique le diagnostic, c'est que bon nombre d'entre nous avons appris à la considérer comme une partie de notre personnalité. Certains patients vont même jusqu'à croire qu'elle est utile. On entend parfois : « Je

Les inquiétudes, au fond, sont une suite interminable de pensées qui mènent à anticiper des conséquences catastrophiques. Elles ont toutes en commun d'être des extrapolations (si..., si jamais...). On ne s'inquiète jamais du passé, car il est connu.

QS Comment soigner le TAG ?

RL La psychothérapie dite cognitive-comportementale a fait ses preuves pour traiter les troubles d'anxiété et la dépression. Ses résultats sont vérifiables et observables, et ils respectent les critères de contrôle de thérapies élaborés il y a une dizaine d'années par l'association des psychologues des États-Unis. Son taux de réussite atteint 70 %, et ce, après 15 à 20 rencontres à peine avec un spécialiste.

Dans cette psychothérapie, on amène la personne à faire le lien entre ses pensées et ses comportements, pour l'aider à corriger ce qui déclenche ou entretient la réaction anxieuse. On amène aussi les patients

à modifier les comportements qui conduisent à des situations d'angoisse.

QS Vous dites, dans votre livre, que les enfants et les personnes âgées sont aussi atteints de TAG. Présentent-ils les mêmes symptômes ?

RL Pour les enfants, la recherche est moins avancée. Pour les adolescents par contre, on sait que leurs sujets d'inquiétude sont inhérents à leur âge : les relations amoureuses, la réussite scolaire, l'avenir professionnel... De plus, ils sont timides et angoissés par rapport à ce que les autres vont penser d'eux – un symptôme proche d'un autre trouble d'anxiété, la phobie sociale. Pour les personnes âgées, c'est surtout la santé qui les obsède.

QS L'anxiété peut-elle améliorer des performances cognitives telles que la mémoire ?

RL Oui. Il est assez normal de ressentir un stress, par exemple avant de présenter une conférence importante ou d'interviewer un lauréat de prix Nobel ! Je serais soucieux pour la personne qui ne s'inquiète pas du tout avant des moments difficiles. Mais on ne va pas pour autant s'« injecter » une dose d'anxiété avant de passer un examen ! Et à l'inverse, si le stress est trop grand, il risque de perturber le travail. Je me souviens d'avoir vu à la télévision Yvon Deschamps décrire son trac malgré toutes ses années de métier. Mais à première vue, ça ne l'incommodait pas trop, car il continue à faire ses spectacles avec brio.

QS L'anxiété est-elle génétique ?

RL C'est le grand débat qui reprend : inné ou acquis ? Deux personnes élevées par les mêmes parents sous le même toit ne réagiront pas de la même façon face à l'anxiété. Ça dépend peut-être, au-delà du bagage génétique, de l'influence que les gens ont sur nous. Notre mode de vie a certainement une plus grande part de responsabilité face à notre anxiété que la génétique, alors aussi bien se concentrer sur nos habitudes quotidiennes pour comprendre et arriver à contrôler nos inquiétudes. **QS**

✿ Pour en savoir plus

LADOUCEUR, Robert, Lynda BÉLANGER et Éliane LÉGER. *Arrêtez de vous faire du souci pour tout et pour rien*, Éditions Odile Jacob, 2003.

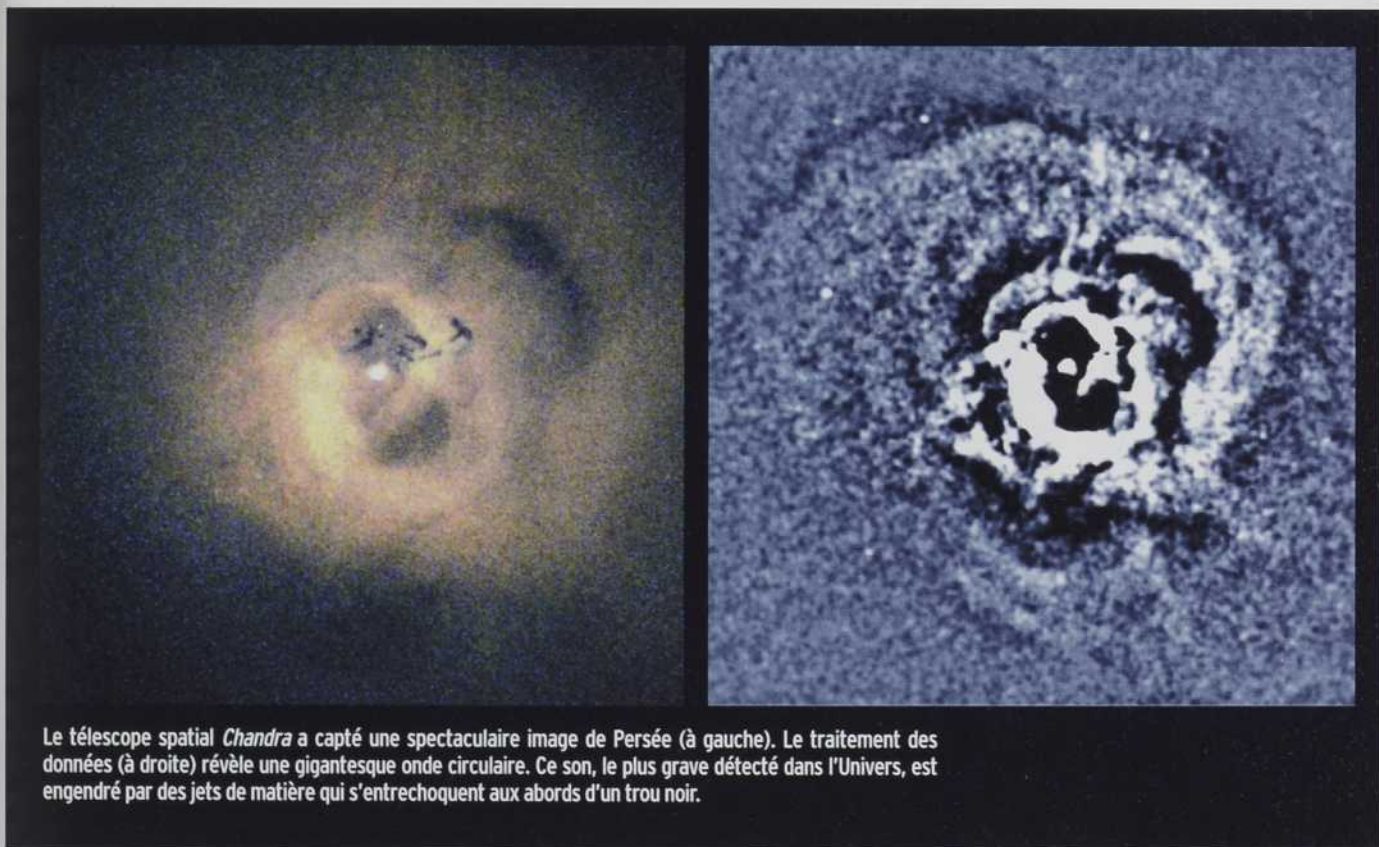


Silence, un trou noir chante

Aux abords des trous noirs, la matière forme des bulles.

Quand elles éclatent, ça fait un « si bémol ».

par Isabelle Cuchet



Le télescope spatial *Chandra* a capté une spectaculaire image de Persée (à gauche). Le traitement des données (à droite) révèle une gigantesque onde circulaire. Ce son, le plus grave détecté dans l'Univers, est engendré par des jets de matière qui s'entrechoquent aux abords d'un trou noir.

CAMBRIDGE/CXC/NASA

En plein cœur du vide intergalactique, le silence doit être envoûtant. Nul bruit de voiture, aucun cri d'enfants, pas de mouche qui bourdonne. En pointant leur télescope sur l'amas de galaxies Persée, à 250 millions d'années-lumière de la Terre, les astrophysiciens pensaient avoir hérité de quelques heures de tranquillité. Leurs oreilles n'ont rien entendu, mais leur télescope a enregistré un son : après 53 heures d'observation, *Chandra*, un satellite orbital spécialisé dans la détection des rayons X, a perçu une gigantesque onde circulaire se propageant dans le vide.

Pour Andrew Fabian et ses collègues de

l'université de Cambridge, en Grande-Bretagne, il s'agit d'une onde sonore engendrée par le choc des jets de matière émanant des environs d'un trou noir situé en plein cœur de l'amas galactique. Avec un intervalle de 10 millions d'années, le son est le plus grave jamais détecté dans l'Univers. La note émise serait un si bémol, 57 octaves en dessous du do médian. Mais inutile de tendre l'oreille : elle est parfaitement inaudible pour un être humain.

Le chant du trou noir, dont la découverte a été annoncée lors d'une conférence organisée par la NASA à Washington en septembre dernier, dépasse l'anecdote. D'après ceux qui l'ont analysé, il répond à

une question fondamentale de l'Univers. Ce son expliquerait la chaleur insoutenable qui règne dans Persée ainsi que dans plusieurs autres amas galactiques. « Depuis quelques années, on sait grâce aux télescopes à rayons X, spécialisés dans la détection des corps extrêmement chauds, que certaines zones du vide spatial sont brûlantes. Or personne n'a su jusqu'ici expliquer ce phénomène », dit Laurent Drissen, astrophysicien à l'Université Laval, à Québec.

En voyageant à travers le vide dans lequel baigne l'amas de Persée – qui n'est pas tout à fait vide puisqu'il contient de l'hydrogène, de l'hélium et quelques éléments lourds comme de

l'oxygène, du carbone ou de l'azote –, l'onde sonore heurte continuellement des atomes. Pour les astrophysiciens britanniques, ces chocs suffiraient à élever la température de l'amas aux alentours de 50 millions kelvin, soit à peu près autant de degrés Celsius. «À première vue, leur explication semble plausible, puisque l'on sait qu'en augmentant la pression d'un gaz, ici au moyen d'une puissante vibration, on augmente aussi sa température», commente Laurent Drissen.

Reste une question : comment sont engendrées ces ondes ? Andrew Fabian et son équipe affirment qu'il s'agit d'éclats naissant aux abords du trou noir. Un trou noir est une ancienne étoile qui a explosé

Les galaxies de Persée.
Chandra avait déjà aperçu les bulles de matière près du trou noir. Il les a maintenant entendues éclater.



HUBBLE

à la fin de sa vie, et qui, sous l'effet de sa propre force de gravitation, s'est ensuite effondrée sur elle-même. Cet objet stellaire est tellement dense que rien ne peut s'en échapper, même pas la lumière.

Par contre, sa périphérie n'est pas aussi implacable. «Il arrive que des résidus de la matière attirée vers le gouffre soient éjectés sur les côtés», explique Laurent Wesemael, du département de physique de l'Université de Montréal. Ces jets créent parfois des sortes de bulles, qui, en éclatant, pourraient émettre un bruit grave et puissant : la note entendue par *Chandra*. Le télescope spatial de la NASA avait déjà aperçu ces bulles de matière aux abords du trou noir de Persée. Cette fois, Andrew Fabian aurait détecté le bruit de l'éclatement de l'une d'entre elles.

Les astrophysiciens britanniques sont persuadés que le trou noir de Persée n'est pas le seul à savoir chanter. La seule façon de valider leur découverte serait d'entendre d'autres amas galactiques. Avis aux astronomes mélomanes : sortez vos télescopes, et écoutez... **QS**



Le sommeil de A à Zzz
12 décembre 2003 au 13 septembre 2004

La vie, la nuit
26 décembre 2003 au 4 janvier 2004
(relâche le 1^{er} janvier)



1 877 496-4724
www.CentredesSciencesdeMontreal.com



BOMBARDIER



Pêches : on touche le fond

En l'absence de règles de protections internationales claires, les fonds marins continuent d'être pillés par le chalutage. Jusqu'à ce qu'il n'y ait plus rien à prendre ?

par Jozée Sarrazin

Une centaine de spécialistes des écosystèmes marins ont envoyé un avis inquiétant au secrétaire général de l'Organisation des Nations unies Kofi Annan, pour signifier leurs préoccupations face aux menaces grandissantes qui pèsent sur les océans et le vide juridique qui entoure la protection des zones de haute mer. Ils demandent qu'un moratoire soit adopté pour l'arrêt immédiat du chalutage des grands fonds.

C'est à l'issue du dixième Congrès de biologie des fonds marins, qui s'est tenu fin août à Coos Bay en Oregon, que ces scientifiques ont décidé d'intervenir. Ce congrès d'envergure réunit tous les trois ans des biologistes du monde entier. Il comprenait cette année une session spéciale sur les impacts de l'activité humaine et sur les zones de protection marine.

Halmar Thiel, professeur émérite de l'université de Hambourg s'inquiète de l'absence de lois internationales efficaces pour la conservation et la protection des zones profondes, surtout celles situées en haute mer. Un flou juridique entoure, en effet, la Convention des Nations unies sur le droit de la mer pour les régions situées au large des 200 milles marins qui délimitent les zones économiques exclusives (ZEE), de juridiction nationale. « Nous avons le devoir, en tant que scientifiques, d'exprimer nos inquiétudes et de contribuer aux prises de décisions concernant la protection de nos océans », plaide Halmar Thiel, un fêru des fonds marins qu'il explore depuis 1964.

« Des écosystèmes uniques, comme les monts sous-marins, peuvent être dévastés en l'espace de quelques semaines par le chalutage profond, avant même que leur faune



Avant même que leur faune ne soit répertoriée, des écosystèmes uniques, comme les monts sous-marins, peuvent être dévastés en l'espace de quelques semaines par le chalutage profond.

ne soit répertoriée », dit Matthew Gianni de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN). De plus en plus convoitées, ces petites chaînes de montagnes immergées, qui se dressent au fond des mers, regorgent de richesses : une multitude d'organismes vivants et, pour les chalutiers, des tonnes de poissons ! Les

prises sont faciles puisque ces zones, souvent situées en dehors des ZEE, sont, selon la Convention des Nations unies sur le droit de la mer, ouvertes à tous les États, qu'ils soient côtiers ou sans littoral.

Cette liberté d'accès exige tout de même que les États prennent les mesures nécessaires pour assurer la conservation des ressources

biologiques. Car en l'absence de lois formelles et de zones de protection, la pêche se poursuit à un rythme effréné. Un article publié dans le magazine *Fishing News International* de mai 2000 invitait les grands chalutiers du monde à venir profiter des incroyables ressources d'une série de monts sous-marins découverts dans l'océan Indien : « Plus de 100 tonnes de poissons par jour peuvent être récoltées sur des monts sous-marins situés en dehors des ZEE. » De vraies aubaines ! « Tout ça, sans vraiment de suivi de la part des pays d'où proviennent les chalutiers », déplore Matthew Gianni.

Les écosystèmes de coraux d'eau profonde sont eux aussi en danger. Véritables oasis de vie dans les profondeurs océaniques, ces massifs servent de refuge, d'aire de nourriture et de ponte à une multitude d'organismes qui attirent à leur tour de nombreuses espèces de poissons. D'autres écosystèmes moins accessibles, telles les sources hydrothermales et les sources de fluides froids, débordent aussi de trésors naturels. Ces écosystèmes, marginaux dans les fonds océaniques, ont en commun une riche diversité biologique. Ils serviraient, selon certaines hypothèses, de réservoirs de diversité susceptibles d'alimenter, en espèces, les écosystèmes avoisinants. Or, de ces écosystèmes connus depuis à peine 30 ans, les scientifiques n'ont que des informations fragmentées et de nouvelles espèces y sont régulièrement identifiées.

Les observations énoncées au dixième Congrès de biologie des fonds marins sont claires. La pêche en eau profonde a déjà affecté la taille des populations de coraux et d'éponges, ainsi que l'habitat de nombreuses espèces commerciales de poissons, très sensibles aux impacts sur leur envi-

ronnement. Malgré les connaissances limitées de la biodiversité marine, il est clair que les écosystèmes d'eau profonde tels les massifs de coraux, les monts sous-marins, les sources froides et les sources hydrothermales abritent des espèces souvent uniques et facilement menacées.

Les recommandations des chercheurs

s'inspirent du principe de précaution. Ils rappellent que la conservation et la protection de la biodiversité marine des zones profondes relèvent de la responsabilité de chaque pays, particulièrement en haute mer. Laisser à elle-même, cette zone vulnérable mérite mieux que de succomber sous les coups de chalutiers opportunistes. **CS**

Protection au large ?

Le flou juridique qui entoure la gestion des zones situées en haute mer rend difficile leur protection. Au niveau national, le Canada a inauguré en mars 2003 sa toute première zone de protection marine (ZPM), à 250 km au large de la Colombie-Britannique (voir *Québec Science*, juillet 2003). Le segment Endeavour, d'une longueur de 90 km, abrite de spectaculaires sources hydrothermales sous-marines qui émettent des fluides chauds (300 °C) à plus de 2 250 m de profondeur. Il abrite une soixantaine d'espèces marines dont 12 n'ont été retrouvées nulle part ailleurs dans le monde.

La création de la ZPM Endeavour est la première étape de la formation d'un réseau de zones protégées au large des côtes canadiennes. Au-delà de la volonté politique et scientifique, cette zone a pu être nommée ZPM parce qu'elle est située au cœur de la zone économique exclusive (ZEE) canadienne, de juridiction fédérale. Ottawa étudie la possibilité de créer 13 autres ZPM dans les océans du Canada. Ces zones ont un rôle important à jouer dans la conservation et la protection des espèces marines, et de leur habitat. Au plan international, plusieurs milliers de ZPM, à l'intérieur des ZEE, existent ou sont à l'étude, mais très peu concernent les eaux profondes et

aucune ne couvre les régions de haute mer.

L'Organisation mondiale de protection de la nature (WWF) a récemment proposé cinq sites de haute mer qui devraient être considérés par la Commission pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du nord-est (OSPAR). Cependant, l'établissement de ZPM dans les régions situées au large des ZEE est pour le moment difficile à concrétiser. Mais il y a de l'espoir ! En juin 2003, OSPAR et la commission d'Helsinki (responsable de la protection de la mer Baltique) ont souligné la nécessité d'une action conjointe afin de protéger les espèces et les habitats menacés. Elles se sont engagées à créer, d'ici 2010, un réseau de ZPM couvrant les deux régions qu'elles souhaitent protéger, soit l'Atlantique du nord-est et la mer Baltique. Cependant, selon Sabine Christiansen de la WWF : « Certains pays participants, telle la Norvège, sont hésitants notamment en raison de la complexité de gestion des ZPM en haute mer. » L'UICN et la WWF partagent comme objectif l'établissement et la mise en œuvre d'un réseau de ZPM couvrant au moins 10 % des océans d'ici 2010. Jusqu'à maintenant, à peine 1 % de la surface des océans est désignée ZPM contre 6 % pour les écosystèmes terrestres.

cyber
sciences.com

Près de 400 000
visiteurs par mois

Tout sur l'actualité scientifique au jour le jour

L'un
des sites

de la francophonie

En hausse

La précision des lasers. Un physicien de l'université Harvard a mis au point un laser si précis qu'il permet d'effectuer des opérations à l'intérieur d'une simple cellule. L'instrument mis au point par Eric Mazur génère une chaleur extrêmement intense, mais seulement pendant un milliardième de milliardième de seconde. D'autre part, le faisceau est concentré sur une surface de l'ordre du milliardième de millimètre. On nage dans l'ultra-précis!

Cette percée dans le domaine des nanotechnologies laisse espérer qu'on pourra réparer les tissus internes du corps humain sans inciser la peau. En effet, les pulsions du laser sont si courtes qu'elles peuvent traverser plusieurs couches de cellules sans les endommager.

Dans son laboratoire, le professeur Mazur a réussi à pulvériser de petites structures à l'intérieur de cellules vivantes, sans faire de tort à la membrane ou aux organites. Par exemple, il a détruit une mitochondrie, considérée comme le « poumon » de la cellule, sans endommager le reste. Il a aussi coupé la connexion entre deux neurones, tout en laissant ces derniers intacts.

En baisse

La santé pulmonaire des athlètes. Le sport est bon pour la santé, mais pas à trop fortes doses. En suivant pendant trois ans des athlètes de l'équipe nationale suisse de triathlon, le chercheur Bruno Knöpfli, de l'Hôpital pédiatrique d'altitude de Davos, a conclu que la vitesse de développement de l'asthme chez les athlètes d'endurance est 144 fois plus élevée que dans la population en général. Un chiffre inquiétant.

Il est vrai que les athlètes de haut niveau, surtout ceux qui pratiquent un sport d'endurance, malmènent leurs poumons. Ils les soumettent à une ventilation très intense, dans des conditions parfois difficiles, comme une atmosphère froide ou polluée.



Le moteur ionique mènera la sonde SMART-1 jusqu'à la Lune. Elle sera alors capturée par le champ gravitationnel lunaire.

Objectif Lune

La première sonde européenne d'observation de la Lune, SMART-1, a amorcé son voyage à la fin septembre. Elle se distingue par son mode de propulsion : un moteur ionique. Alimenté par 82 kg de xénon, ce moteur fonctionnant à l'énergie solaire suscite beaucoup d'intérêt au sein de la communauté scientifique. Les atomes de xénon sont d'abord ionisés, c'est-à-dire qu'on leur confère une charge électrique positive. En passant ensuite à travers un champ magnétique situé à l'arrière de la sonde, les ions de xénon en sont éjectés à une vitesse de 16 000 km/h, propulsant ainsi le véhicule vers l'avant. Le ratio entre la poussée de ce moteur et la consommation de carburant est de 5 à 10 fois supérieur aux ratios atteints avec des propulseurs chimiques classiques. Par ailleurs, on pense que ce moteur pourra opérer pendant plusieurs mois, voire

des années. En comparaison, un moteur chimique conventionnel ne fonctionne que quelques minutes. Le moteur ionique est toutefois peu rapide. Alors que les missions Apollo ne mettaient que quatre jours pour atteindre la Lune, SMART-1 mettra 18 mois.

Le calcium contre l'obésité

Plus on consomme de calcium, moins on risque de présenter un surplus de poids. Une étude réalisée par l'équipe d'Angelo Tremblay, professeur à l'Université Laval de Québec, vient confirmer cette vertu fort intéressante du minéral, étudiée depuis quelques années à peine.

En analysant les données recueillies auprès de 470 hommes et femmes de 20 à 65 ans, l'équipe de chercheurs a

observé que les femmes qui consomment plus de 1 000 mg de calcium par jour – soit environ 3 tasses de lait – ont un plus petit tour de taille que les femmes qui ingèrent moins de 600 mg par jour.

En outre, les grandes consommatrices de calcium présentent en moyenne 29 % de graisse corporelle. Chez les faibles consommatrices, la proportion de graisse corporelle grimpe à 37 %. « Cette relation entre calcium et adiposité est également vraie pour les hommes, mais moins significative », précise Angelo Tremblay.

On ne connaît pas encore parfaitement le mécanisme d'action du calcium alimentaire, mais les études *in vitro* confirment qu'il influence le métabolisme des cellules adipeuses. Une consommation adéquate de calcium semble favoriser la lipolyse, c'est-à-dire une destruction des gras, ce qui ralentit leur stockage dans les cellules.



EUROPEAN SPACE AGENCY

Des momies au Népal

D'anciennes cavernes creusées de main d'homme ont livré 30 momies himalayennes vieilles de plus de deux millénaires, et admirablement conservées.

La région de Mustang, dans l'ouest népalais, a abrité un peuple unique. Arrivés d'Asie centrale par le nord-ouest, ces descendants des Mongols se sont creusé des maisons dans les falaises qui bordent la vallée Muktinath. Volontairement juchées en hauteur, ces cavernes étaient accessibles par un système d'escaliers et de passerelles de bois. Parmi toutes les chambres creusées se trouvaient des habitations, des entrepôts, des temples ainsi que des salles funéraires. C'est dans ces dernières qu'une équipe d'archéologues germano-népalaise a découvert les restes momifiés d'une trentaine de corps qui reposaient là depuis plus de 2 000 ans. Leurs travaux sont parus dans le *Journal of Archaeological Science*.

Grâce au climat aride et froid de cette région semi-désertique, les corps se sont extrêmement bien conservés, sans aucune préparation artificielle. Ils ont été retrouvés dans des cercueils de bois ornés de gravures et de peintures élaborées, accompagnés de nombreux objets de bois, de paniers légers, de fourrures, de tissages fins, tous dans un état de préservation surprenant.

L'étude des corps a révélé des traces de

traitements chirurgicaux réussis, ce qui implique une connaissance médicale considérable. De plus, leur bon état de santé général laisse deviner qu'ils avaient très bien su s'adapter à cet environnement extrême. Ils cultivaient le blé, l'orge et le sarrasin, et élevaient des chèvres ainsi que des chevaux. Les radiodatations ont révélé une occupation initiale allant de 400 av. J.-C. jusqu'à 50 ap. J.-C. Les années à venir promettent d'autres découvertes intéressantes, puisque l'archéologie n'en est encore qu'à ses débuts dans les hauts plateaux himalayens.

Rats démineurs



Les rats géants de Tanzanie jouissent d'un nouveau statut: démineurs professionnels. Quelque 300 rats géants d'Afrique s'entraînent à détecter les mines terrestres sous la supervision d'Apopo, un organisme de recherche

belge, et de l'université agricole de Sokoine, à Morogoro en Tanzanie.

Douze d'entre eux sont déjà opérationnels sur des terrains truffés de mines antipersonnel et antichar du Mozambique voisin. Selon Christophe Cox, le coordinateur belge du projet, les rats sont de bons détecteurs de mines. Ils voient mal, mais ils sentent très bien. Entraînés à repérer l'odeur de la dynamite et du TNT, les rats portent un harnais et se déplacent le

long d'un grillage métallique déployé sur un champ de mines. Lorsqu'ils s'assoient, grattent et reniflent en direction d'un de ces engins, l'expert en explosifs peut entrer en action... dès que le rongeur a reçu sa récompense, un petit morceau de banane. Comme leur poids ne dépasse pas 1,5 kg, les animaux ne sont pas assez lourds pour déclencher le détonateur.

Ils présentent les qualités de l'employé modèle: ils apprennent vite et aiment les tâches répétitives. En outre, ils sont largement répandus et peu onéreux quant à l'achat ou l'entretien. On estime à plus de 100 millions le nombre de mines enterrées dans le monde. Aucun risque de chômage à l'horizon pour nos rongeurs.

Le bon prion

Le prion protège nos neurones. Cette conclusion d'une équipe du Lady Davis Hospital, à Montréal, pourrait modifier notre compréhension de la maladie de Creutzfeldt-Jakob et de la maladie de la vache folle. Le prion est en effet bien connu pour son rôle destructeur chez les personnes atteintes de ces maladies.

Chacun d'entre nous possède une forme normale de la protéine à l'intérieur des neurones. Les maladies à prions se déclenchent lorsqu'une forme anormale se développe dans notre cerveau et remplace la forme normale. Jusqu'ici la communauté scientifique n'attribuait aucun rôle particulier à la forme normale du prion. Afin d'en avoir le cœur net, l'équipe montréalaise a mis en culture des neurones issus de fœtus humains qu'elle a soumis à un fort stress. Plus précisément, les chercheurs ont activé dans les cellules la protéine Bax, une substance présente dans toutes les cellules humaines et qui, quand elle est activée, déclenche le processus de suicide cellulaire (apoptose). « Nous avons découvert que le prion, sous sa forme normale, protège la cellule neuronale des effets de cette protéine Bax et empêche l'apoptose », dit Xavier Roucou.

À la lueur de ces travaux, l'équipe émet une nouvelle hypothèse pour expliquer le déclenchement des maladies à prions: « Nous pensons que ces maladies sont dues à l'absence dans les neurones de la forme normale du prion, et non à cause de la présence de la forme anormale », conclut Xavier Roucou, un des auteurs de l'expérience. **CS**

Tout compte fait

240 m². C'est la surface de miroir du plus gros télescope destiné à l'observation des rayons gamma. Appelé MAGIC (Major Atmospheric Gamma Imaging Cherenkov), ce télescope a été inauguré en octobre à l'observatoire Roque de Los Muchachos, à La Palma dans les îles Canaries. Les rayons gamma sont la forme de radiations qui contiennent le plus d'énergie dans l'Univers; les trous noirs et les supernovæ en émettent, tout comme d'autres sources moins bien connues. Cinq télescopes terrestres - et même un en orbite - observent déjà cette forme de rayonnement. Mais MAGIC a été conçu pour détecter les rayons gamma les plus faibles, c'est-à-dire les plus anciens. Les astronomes espèrent ainsi capter ceux émis lors du big-bang. MAGIC est aussi équipé pour détecter les radiations de Cherenkov, qui résultent de la collision des rayons gamma avec les atomes de l'atmosphère terrestre. Le télescope peut ainsi inférer la direction d'où provenaient ces rayons.



Les derniers cèdres du Liban

Comment on essaye de sauver l'arbre fétiche des Libanais.

par Gaëlle Lussiaà-Berdou

Le cèdre est présent partout au Liban : depuis le drapeau national jusqu'aux enseignes de nombreux restaurants, en passant par les flacons d'essences naturelles des parfumeries. Mais le visiteur qui cherche les fameux arbres risque d'être déçu : les forêts légendaires ne sont, dans bien des cas, plus que de grands bosquets.

La réputation de *Cedrus libani* n'est plus à faire. Plusieurs siècles avant notre ère, les premières civilisations l'ont exploité comme bois de charpente et de construction navale. Très prisé par les rois d'Assyrie, le bois des cèdres du Liban aurait fait partie de nombreux tributs. Même la Bible y fait référence une centaine de fois. Le roi Salomon aurait fait construire un temple dont murs et plafonds étaient recouverts de bois de cèdre.

Ainsi la surexploitation des cèdres du Liban ne date pas d'hier. Au II^e siècle, l'empereur Hadrien avait décrété un monopole sur cette essence. Au cours des siècles suivants, l'agriculture, l'exploitation forestière et la présence humaine dans les montagnes libanaises ont contribué à faire reculer la forêt. Plus récemment, 20 ans de conflits armés ont accéléré leur disparition à cause de l'urbanisation, de la récolte de bois de chauffage et, bien sûr, des bombardements. Il ne reste maintenant plus qu'environ 1 700 hectares de cèdres (5 % du couvert forestier d'origine), pour la plupart regroupés dans de petites réserves naturelles.

Pour protéger l'emblème national du Liban, plusieurs organisations non gouvernementales (ONG) se sont créées un

peu partout dans ce pays. Chacune se dédie à son bout de forêt. La plus importante de ces ONG, l'Association pour le développement et la conservation de la forêt (ADCF), travaille dans la région du Chouf, au sud-est de Beyrouth, à la reforestation et à la sensibilisation de la population aux feux, à la coupe abusive ou au pâturage excessif, car les chèvres raffolent des jeunes pousses ! L'ADCF espère replanter 20 hectares de forêt avant la fin de l'année. Le financement de l'association provient en bonne partie d'agences internationales, comme le WWF et l'Union européenne. Le gouvernement libanais, lui, a bien déclaré la création de sept réserves naturelles, dont celle du Chouf, mais les ONG voudraient plus. « La situation est très difficile, explique Monir Bou Ghanem, directeur des programmes de l'ADCF. Nous sommes très inquiets pour l'avenir des aires protégées au Liban. Nous avons de sérieux doutes quant à la volonté du gouvernement de conserver ces régions. Pas de financement, pas de gestion et, pire que tout, pas de vision ou de plan pour améliorer la situation. »

En attendant, quelques scientifiques surveillent les cèdres de près, et pas en vain : en 1996, les habitants de la région de Tannourine ont constaté que leur forêt, elle aussi réserve naturelle, prenait une drôle de teinte rougeâtre. « Ils disaient : "On dirait un immense brasier", raconte Nasri Kawar, entomologiste à l'université américaine de Beyrouth. Deux ans plus tard, son équipe a trouvé le coupable : une petite guêpe qui pond ses œufs dans les nouveaux bourgeons. Les

larves s'en nourrissent au printemps, avant de s'enfouir dans le sol jusqu'à l'année suivante. Il fallait agir vite : de 1998 à 1999, le nombre d'insectes par mètre carré est passé de 450 à 650 et la croissance des arbres était menacée. « Même si les arbres n'étaient pas tous en danger de mort, c'était grave parce qu'ils mettent une éternité à pousser », précise Nasri Kawar. En effet, les cèdres du Liban peuvent vivre plus de 1 000 ans, et atteindre 40 m de haut. Les chercheurs libanais, grâce entre autres à une subvention de la FAO, ont aspergé la forêt de diflubenzuron, un régulateur de croissance qui empêche la mue des insectes. Quatre années consécutives d'arrosage semblent avoir contrôlé les ravages de la guêpe, mais pour combien de temps ?

Profitant de ce répit, l'équipe de chercheurs entend bien trouver ce qui a pu causer l'apparition de l'insecte, baptisé *Cephalcia tannourinensis*, dans cette région du monde, alors que son plus proche parent est européen. Nabil Nemer, étudiant au doctorat en entomologie, penche pour une explication climatique. « Lors des années chaudes, les guêpes adultes apparaissent plus tôt et peuvent se nourrir des nouveaux bourgeons alors que, lors des saisons plus froides, les bourgeons grossissent avant que l'insecte puisse émerger du sol encore couvert de neige », explique-t-il.

L'équipe espère inclure des scientifiques turcs dans ses projets futurs : la guêpe ne s'y est pas encore rendue, mais la Turquie possède elle aussi plusieurs milliers d'hectares de cèdres du Liban. **CS**

Régime santé pour les poulets

Les probiotiques font aussi bien le travail que les antibiotiques dans les élevages de volaille.

par Catherine Dubé

Presque tous les poulets du Québec – sauf les bios – reçoivent quotidiennement de petites doses d'antibiotiques pour prévenir les maladies, avec comme conséquence une résistance croissante des bactéries aux antibiotiques chez les poulets – et chez les humains qui ne cessent d'en consommer.

Inatech, une PME de Saint-Hyacinthe, a une solution de rechange pour garder la volaille en santé: une fine poudre de couleur verdâtre que l'on peut mélanger à leur nourriture. On ne la voit pas à l'œil nu, mais ce supplément grouille de micro-organismes bénéfiques, des probiotiques.

Les probiotiques sont des bactéries amies, telles que des entérocoques, des lactobacilles et des pédiocoques, qui rééquilibrent la flore intestinale en empêchant les microbes pathogènes de proliférer. Ils doivent être ingérés vivants, car c'est une fois dans l'intestin qu'ils accomplissent leur travail.

Très populaires en alimentation humaine – on les trouve souvent dans les yogourts –, les probiotiques n'ont pas encore la cote en alimentation animale. Les éleveurs se montrent un peu réticents, échaudés par des produits qui ne donnent parfois que de piètres résultats comparés aux antibiotiques. Le vice-président R&D d'Inatech, Blaise Ouattara, et son partenaire d'affaires, Ben Saida Ali Halidi, ont convenu de faire la preuve scientifique de l'efficacité de leurs produits avant de les mettre sur le marché.

En Europe, de nombreux laboratoires s'intéressent aux probiotiques depuis que certains antibiotiques ont été frappés d'interdit en élevage. « Ici, peu de compagnies font de la recherche et du développement dans ce domaine. C'est la force d'Inatech », estime Blaise Ouattara, formé en médecine vétérinaire et en sciences et technologie des aliments. La petite compagnie a d'abord

sélectionné les meilleures souches de probiotiques, c'est-à-dire celles qui combattent le plus efficacement les pathogènes comme *Escherichia coli* et les salmonelles. Les élus devaient aussi résister à l'acidité de l'estomac.

On a ensuite enrôlé 3 000 poussins dès leur sortie de l'œuf pour démontrer que les probiotiques possèdent les mêmes avantages que les antibiotiques. Ces derniers ont un effet secondaire sur lequel comptent les éleveurs: ils agissent comme facteur de croissance. « Comme ces médicaments éliminent les micro-organismes pathogènes, le système immunitaire de l'animal est moins sollicité et l'énergie économisée peut servir à la croissance », explique Blaise Ouattara.

Nutraflor-F, un des produits développés par Inatech, est tout aussi efficace. Parmi les poussins cobayes, ceux qui l'ont ingéré ont grossi plus vite que ceux sous antibiotiques ou sous placebo, surtout durant les 29 premiers jours. Au bout de 42 jours – la vie utile d'un poulet avant l'abattage – le gain de poids était encore légèrement supérieur pour les poulets aux probiotiques, même si cette différence n'était plus significative. Nutraflor-F diminue aussi le taux de mortalité (2 % plutôt que 3 % avec les antibiotiques) et améliore la conversion alimentaire, ce qui signifie que la volaille a besoin de moins de nourriture pour donner le même nombre de kilos de

viande en bout de ligne.

Plutôt que d'éliminer les bactéries sans distinction comme le font plusieurs antibiotiques, les probiotiques limitent la présence des pathogènes en envahissant leur territoire

et en s'accaparant des ressources en nourriture. Plusieurs souches sécrètent aussi des substances mortelles pour les microbes, comme de l'acide lactique, du peroxyde d'hydrogène et de la nisine. « De plus, les probiotiques ont la propriété de stimuler le système immunitaire », ajoute Blaise Ouattara.

Les produits d'Inatech contiennent aussi des extraits d'algues – d'où leur couleur verte – qui fournissent beaucoup de miné-

raux, ainsi qu'un ingrédient secret qui en augmente l'efficacité, des prébiotiques. Les probiotiques arrivent facilement à convertir ces sucres complexes en énergie grâce à leur appareillage enzymatique, alors que les pathogènes sont peu doués pour le faire. Les premiers profitent de cet avantage pour se multiplier et coloniser le territoire au détriment des seconds.

Autre avantage, les poulets qui avalent des probiotiques sont moins gras. « C'est une surprise, dit Blaise Ouattara. Nous nous en sommes aperçus lors des tests de dégustation menés au Centre de recherche et de développement sur les aliments d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. Durant la cuisson, il n'y avait presque pas de gras dans la casserole. » Que demander de plus ? **QS**



SYLVAIN MAJEAU



Sur la piste des plantes à fleurs

« Un abominable mystère », disait Darwin en parlant des fleurs.

L'analyse de l'ADN permet enfin de trouver leur place dans l'arbre de la vie.

Sur la planète ADN, même les très vieilles histoires réservent des surprises. Prenez l'arbre de la vie, tel que dessiné par les taxonomistes et les évolutionnistes des siècles passés. En simplifiant, vous aviez trois grands groupes : les bactéries, les bactéries primitives, ou *archaea*, et les eucaryotes, c'est-à-dire les espèces dont les cellules ont un noyau et une structure interne produisant de l'énergie. Cette distinction de base reste valable, mais depuis plusieurs décennies les chercheurs ont subdivisé le dernier groupe en cinq règnes, trois pour les plantes, un pour les animaux et un pour les champignons.

C'était déjà une petite révolution. Mais, aujourd'hui, les techniques de la biologie moderne ajoutent leur grain de sel au portrait de famille. Elles permettent de préciser les parentés entre espèces par l'analyse comparative des génomes et de l'ADN. Et voilà tout à coup que la classification du passé est revue et corrigée, et qu'on retouche sérieusement l'arbre du vivant.

Les chercheurs ont constaté que les formes de vie supérieures, malgré la multiplicité de leurs embranchements, sont finalement plus proches les unes des autres qu'ils ne le pensaient jusqu'ici. Par exemple, ils ont établi que l'homme est très proche des autres mammifères sur le plan de l'ADN; de fait, nous partageons un nombre considérable de gènes avec, entre autres animaux, la modeste souris. Autre révélation de ces recherches : nous, les humains, sommes plus proches des plantes vertes que des bactéries *Escherichia coli* qui peuplent nos intestins, et encore plus proches des champignons. Cela n'a l'air de rien, mais peut avoir des conséquences, par exemple dans les stratégies de lutte aux infections fongiques chez l'humain.

Au milieu de ces remises en question, un débat se poursuit quant à l'origine des plantes à fleurs. Une énigme si frustrante que Charles Darwin la qualifiait d'« abominable mystère » (1). De quoi s'agit-il ? Les plantes à fleurs, ou angiospermes, sont les plantes les plus évoluées, et elles présentent une rupture avec celles qui les ont précédées. Elles se reproduisent par des graines qui ont l'avantage d'être protégées par des fruits. Depuis leur apparition il y a environ 140 millions d'années, elles se sont diversifiées en plus de 30 000 espèces, souvent en réponse à une « co-évolution », puisque nombre d'entre elles ont bénéficié de la complicité d'insectes pollinisateurs. Un « beau succès » de l'évolution, donc... Mais



Nous sommes plus proches des plantes vertes que des bactéries *Escherichia coli* qui peuplent nos intestins.

même s'il existe de nombreux fossiles de ces plantes datant de 130 à 140 millions d'années, on n'a jamais découvert de fossiles montrant la transition entre les gymnospermes et les angiospermes, ce qui rend leur origine obscure.

Tout de même, l'enquête progresse. Les chercheurs n'ont pas encore identifié la « Ève » de toutes les plantes à fleurs, mais ils n'en sont pas loin. L'amborella, une petite plante qu'on trouve seulement en Nouvelle-Calédonie, serait la plus vieille angiosperme connue à ce jour. De taille modeste, avec ses petites fleurs couleur crème, elle a toutes les caractéristiques morphologiques attendues de l'ancêtre recherchée. Voilà qui est intéressant car, si on ne peut rien faire avec un fossile, on peut bel et bien analyser l'ADN d'une plante vivante.

Par ailleurs, bien que la plupart de ces anciennes plantes aient disparu, plusieurs lignées d'angiospermes contemporaines descendent directement de ce lointain passé. On sait par exemple que des représentants des familles des chênes et des noyers existaient il y a 100 millions d'années. Ils ont vu passer les dinosaures qui d'ailleurs vivaient déjà dans un environnement

diversifié de plantes ressemblant un peu au nôtre. Ces ramifications permettent de remonter vers l'origine de tout le groupe des angiospermes.

Bref, ça planche dans les laboratoires spécialisés en botanique évolutive, et le mystère qui exaspérait Darwin pourrait être bientôt résolu. L'équipe de Brent Mishler, à l'université de Californie à Berkeley, mène la course avec le projet Deep Green, suivie de près par les équipes des grands jardins botaniques, en particulier celui de Kew, en Angleterre, et celui de Saint-Louis au Missouri. La lutte est chaude, et, en bon chroniqueur, « je mets un homme là-dessus ». C'est promis, nous en reparlerons prochainement. **CS**

(1) La citation originale de Darwin se trouve dans une lettre à sir Joseph Hooker en 1879 : « *The rapid development as far as we can judge of all the higher plants within recent geological times is an abominable mystery.* »

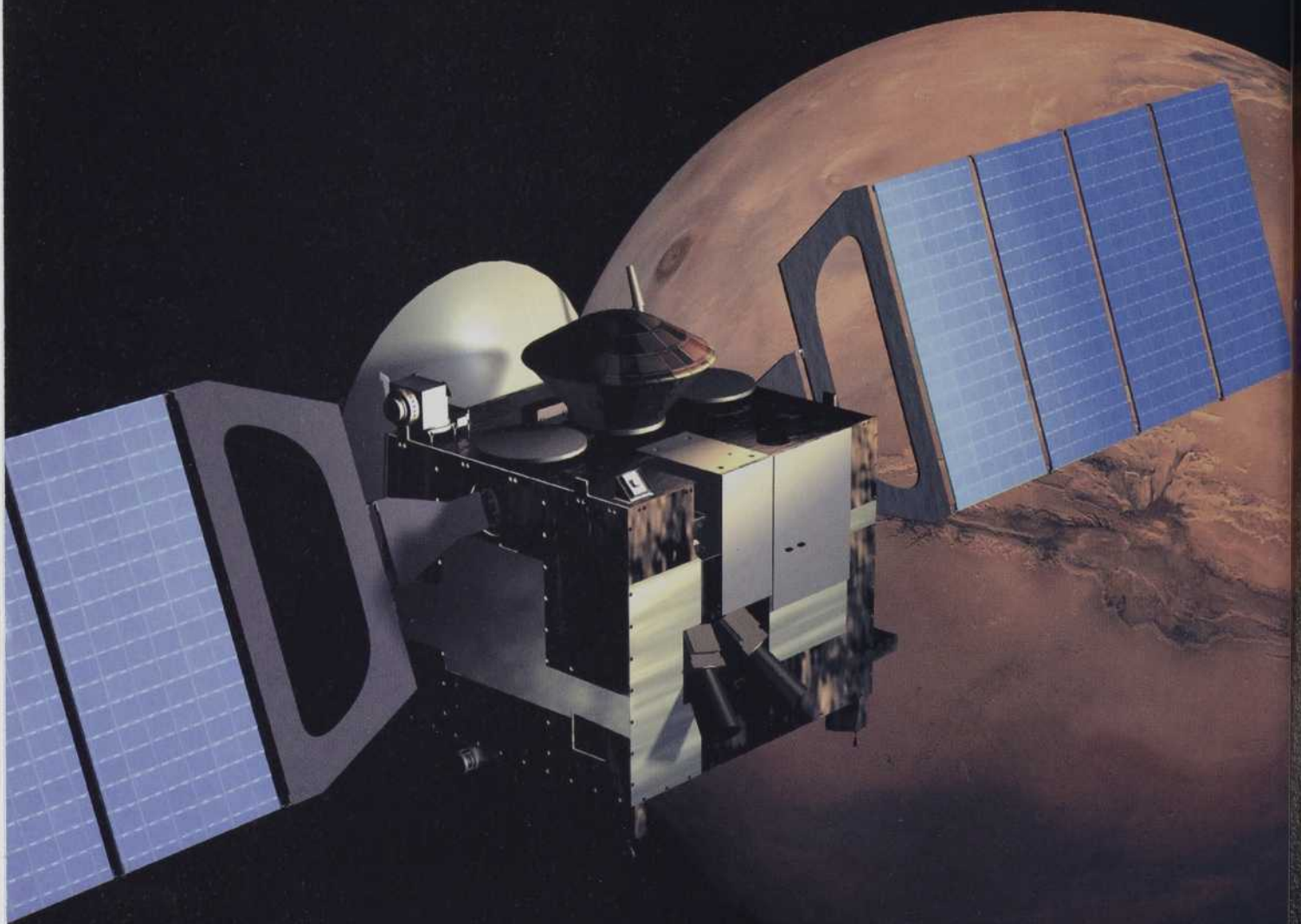
✿ Pour en savoir plus :

- Le site du projet Deep Green, à l'université de Californie à Berkeley : <http://ucjeps.berkeley.edu/bryolab/GPphylo/>
- Le site consacré à la systématique des plantes à fleurs de l'université de l'Illinois : www.inhs.uiuc.edu/~karyla/angio/index.html

La fin des vols haït

Quatre sondes s'apprêtent à se poser sur le sol de la planète Mars. Les robots sont en avance sur les astronautes dans la conquête spatiale.

par Martin Kouchner



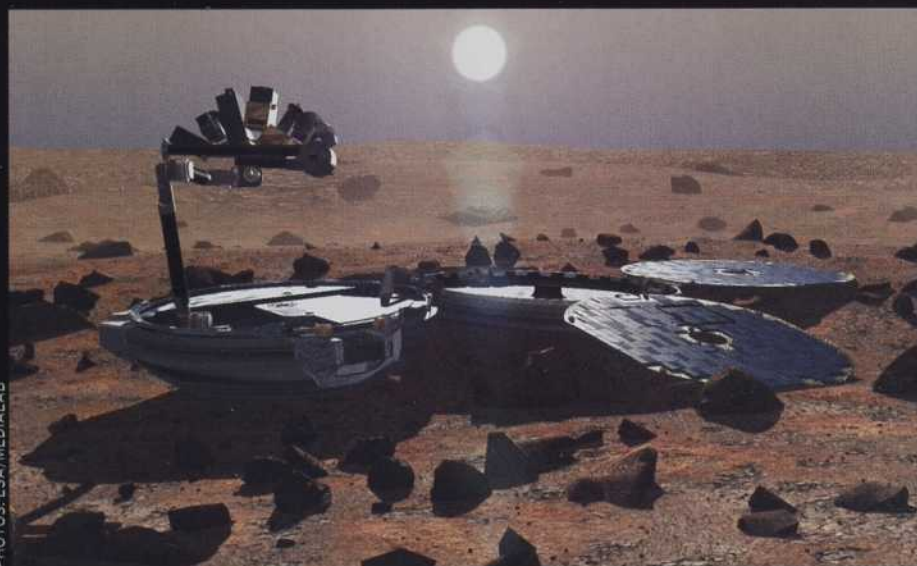
Mars Express en orbite au-dessus de la planète Mars (illustration)

habités?

robots



Le bouclier thermique de *Beagle 2* devrait le protéger lors de son entrée dans l'atmosphère de Mars. Ensuite, des parachutes et des *airbags* l'aideront à se poser sans dommage sur le sol de la planète rouge. Après quoi, il déploiera un labo (ci-dessous).



PHOTOS: ESA/MEDIA LAB

D'un jour à l'autre, en décembre, *Mars Express* va atteindre la planète rouge. Au cours d'une opération à haut risque exécutée à 31,5 fois la vitesse du son, la sonde européenne va lâcher un atterrisseur, *Beagle 2*, dans l'atmosphère glaciale (-52 °C !). Ralenti dans sa course par un parachute et protégé par trois *airbags*, *Beagle 2* devrait rebondir à quelques reprises sur le sol avant de s'arrêter quelque part dans l'immensité de la plaine d'*Isidis planitia*, normalement sans dommage.

Le lieu n'a pas été choisi au hasard. Les chercheurs de l'agence spatiale européenne (ESA) pensent que cette vaste étendue a un jour été arrosée. *Beagle 2* doit le vérifier en repérant toute forme de vie, présente ou fossile, qui pourrait s'y cacher. Pour accomplir cette tâche, le robot est équipé d'un laboratoire d'à peine 30 kg, soit l'équivalent en instrumentation de son homologue terrestre d'une tonne. *Beagle 2* se mettra au travail automatiquement. Combustion d'échantillons pour débusquer les traces de carbone qui prouveraient l'existence de résidus organiques; analyse de la compo-

Espace

sition chimique et minéralogique des roches; recueil de données sur l'atmosphère de Mars chargée en CO_2 (composition précise, pression, vitesse des vents, etc.). Le petit robot aura fort à faire! Mais en dépit de toute sa technologie, il n'est pas sûr qu'il apporte une réponse définitive à la question de la vie sur Mars. Car s'il n'en trouve pas trace sur le lieu précis de son « atterrissage », cela ne signifie pas qu'elle a toujours été absente, là ou ailleurs. « Imaginez une sonde atterrissant en plein désert sur Terre, elle n'obtiendrait pas plus de résultats », précise Marcello Coradini, le responsable du programme d'exploration du système solaire à l'ESA.

Pendant ce temps, 250 km au-dessus de *Beagle 2*, la sonde *Mars Express* ne restera pas inactive. C'est à elle que revient d'étudier l'atmosphère, la surface et le sous-sol martiens. L'orbiteur est équipé pour observer Mars en sondant sous plusieurs kilomètres l'écorce de notre proche voisin avec des ondes à basses fréquences. Que cherche-t-on? Encore



Colin Pillinger de l'université Open, en Grande-Bretagne, a dessiné le robot *Beagle 2* qui est équipé d'un laboratoire hyper-sophistiqué de 30 kg à peine.

AGENCE SPATIALE EUROPÉENNE

Une image récente de Mars, prise par *Hubble* en août dernier, lorsque cette planète était proche de la Terre. En bas, le robot *Mars Exploration Rover* de la NASA.

NASA



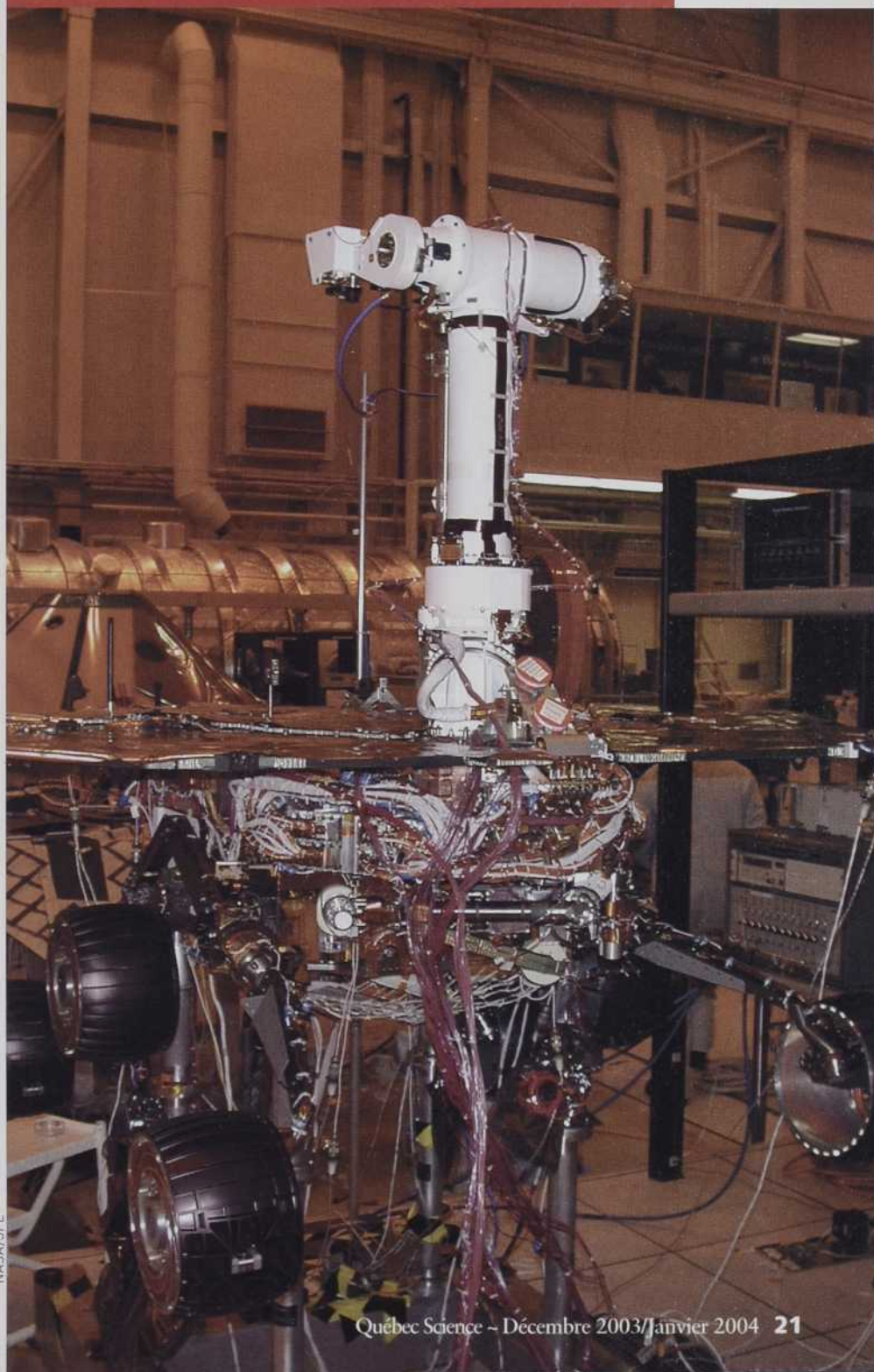
de l'eau, solide ou liquide, qu'importe!
« Nous saurons s'il y en a, et en quelle
quantité, je vous le garantis », affirme
Marcello Coradini.

Suivant de près la mission européenne,
les robots de la NASA *MER1* et *MER2*
(pour *Mars Exploration Rover*) se
poseront sur la surface de la planète à
quelques jours d'intervalle. Ces jumeaux
ont été envoyés en des points éloignés
l'un de l'autre pour multiplier les chances
de réussite. Eux aussi chercheront de
l'eau et des traces de vie, mais ils ne feront
pas que ça. À la différence du *Beagle 2* eu-
ropéen, *MER1* et *MER2* pourront se dé-
placer de plusieurs centaines de mètres par
jour. « Ils pourront conduire leurs analy-
ses sur des échantillons récoltés en des lieux
différents et ainsi optimiser leurs chances
d'obtenir des résultats concrets », ex-
plique Alan Berinstain, le directeur de
développement des programmes scienti-
fiques à l'Agence spatiale canadienne
(ASC).

Enfin, bonne dernière, arrivant avec
quatre années de retard sur son orbite
martienne pour cause de défaillance tech-
nique, la petite sonde japonaise *Nozomi*,
à laquelle l'ASC participe, viendra compléter
cette impressionnante flotte spatiale.

C'est une véritable invasion mar-
tienne conduite par des robots à
laquelle nous assisterons. De-
venus des outils d'exploration
privilegiés, ces chefs-d'œuvre de haute
technologie remplacent presque les hu-
mains. Leur coût est largement inférieur
à celui d'un vol habité – 312 millions \$
pour *Mars Express* contre 50 à 180 mil-
liards \$ pour envoyer des humains. Et
leurs performances sont en constante
progression. De quoi leur permettre de
prendre une avance déterminante sur
l'homme en matière d'exploration scienti-
frique. « Il y a 20 ans, il fallait rapporter
des échantillons sur Terre pour les analy-
ser, dit Marcello Coradini. À présent,
cela s'effectue sur place. » En fait, seule la
découpe géologique, qui consiste à
prélever une tranche extrêmement fine
– quelques dizaines de microns –
d'une roche pour l'analyser, con-
tinue à nécessiter l'intervention d'un
géologue. Mais les robots pallient
cette lacune en étu-
diant les plus petits échantillons possibles.
Sur le plan scientifique, ils réalisent de
réels exploits. Mais on les considère tou-

***MER1* et *MER2* chercheront de
l'eau et des traces de vie. Ils
pourront aussi analyser des
échantillons récoltés en des lieux
différents sur le sol martien.**



NASA/JPL

Les dangers de l'espace

Notre planète est protégée par les ceintures magnétiques de Van Allen, deux zones du ciel peuplées d'électrons et d'ions retenus par le champ magnétique de la Terre, et qui captent la plupart des rayonnements nocifs.

Au-delà de ce bouclier magnétique, l'espace est un environnement franchement inhospitalier. Des rayons cosmiques, corpusculaires (électrons, protons, noyaux lourds) ou photoniques (rayons X, gamma, ultraviolets, infrarouges, etc.) bombardent l'équipage d'un vaisseau volant en direction de Mars. On estime que les humains à bord subiront l'équivalent de deux radiographies quotidiennes du thorax au cours de cette période.

Les éruptions solaires s'avéreront plus dangereuses encore. Ce sont de spectaculaires expulsions de plasma qui engendrent des ondes électromagnétiques et des particules accélérées (des protons pour l'essentiel). Elles sont potentiellement meurtrières. Elles peuvent, dans certains cas, être anticipées. Mais elles se produisent parfois dans des zones du Soleil impossibles à observer. Avec des latences de transmission radio atteignant 20 à 40 minutes pour joindre une navette proche de Mars, il serait impossible d'avertir l'équipage à temps.

L'expérience acquise lors des vols orbitaux a aussi montré l'existence de risques physiologiques liés à l'apesanteur. Les astronautes restés trop longtemps dans l'espace souffrent d'ostéoporose, d'atrophie musculaire, de faiblesses cardio-musculaires et d'anémie spatiale. Sans compter les conséquences psychologiques liées à l'inactivité et au confinement (perte de mémoire, anxiété, état dépressif, agressivité). À leur retour de *Mir*, les spationautes russes ayant effectué un vol prolongé n'étaient pas en mesure de se prendre en charge avant 48 heures de repos. Dans quel état physique et psychique se trouveraient les premiers astronautes à fouler la terre ocre de Mars ?

Si la mission vers Mars ne veut pas être un «3F» (*Feet, Flag and Forget it* – poser un pied, planter le drapeau et oublier) sur le modèle de l'expédition lunaire, il faudra se pencher sur ces questions. Deux choix se dessinent. Placer des boucliers externes pour protéger les équipages des radiations et créer une gravité artificielle en induisant une rotation permanente autour d'un axe. Ou inventer d'autres modes de propulsion pour aller et revenir à plus vive allure.

Avec ses 109 m sur 87 m, la Station spatiale internationale est le plus grand projet de collaboration dans l'espace. Mais il est loin de faire l'unanimité.



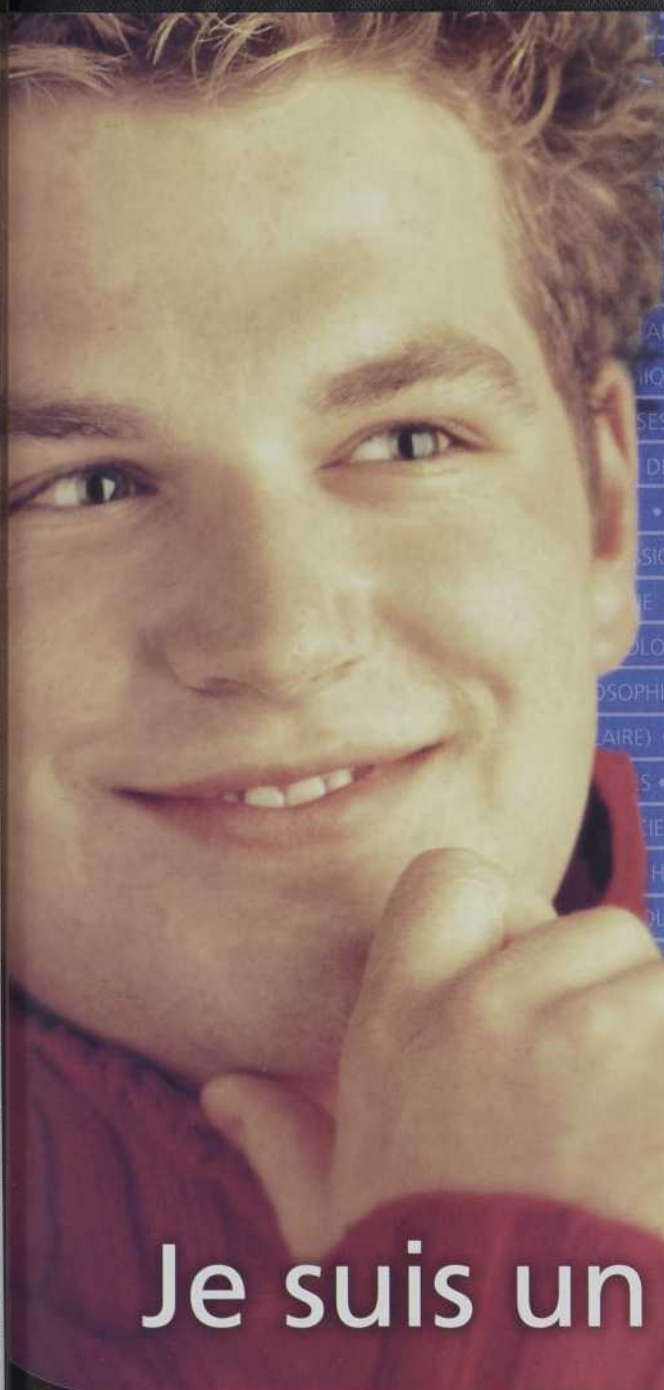
jours comme des éclaireurs, en vue d'une exploration spatiale avec des humains. « Les machines préparent le terrain en répondant aux questions de base, dit Alan Berinstain. La capacité de l'homme à appréhender son environnement, de prendre une décision, par exemple pour un géologue celle de choisir telle pierre plutôt qu'une autre, ne se remplacent pas. Les robots peuvent nous assister, pas se substituer à nous. »

D'autant que la question des vols habités ne se mesure pas seulement en opposant avantages et inconvénients des hommes et des machines. L'engouement populaire pour la conquête spatiale reste énorme. « C'est une aventure qui inspire. Les gens trouvent cela excitant; cela les fait rêver, rappelle Marc Garneau, le président de l'ASC. La soif de l'homme pour l'exploration est inextinguible. Quand des hommes nous ont parlé depuis la Lune, ils ont suscité une véritable émotion. Lorsque *Pathfinder* a roulé sur le sol martien, en 1997, cela a eu un retentissement considérable. Même s'il n'y avait pas le même enthousiasme. »

Alors que les robots volent de succès en succès, l'aventure humaine dans l'espace semble en panne d'inspiration. La voile pour le moment limitée à quelques opérations de maintenance des satellites ou du télescope *Hubble*. Sans compter l'accident dramatique de la navette *Columbia* le 16 janvier dernier, 17 ans après celui de *Challenger*, des événements qui ont refroidi les ardeurs du public.

La Station spatiale internationale (SSI), un projet hautement symbolique, est elle aussi loin de faire l'unanimité. Il s'agit pourtant du seul gros projet en matière de vols habités. Un point qui n'empêche pas ses opposants les plus féroces de lui reprocher son gigantisme – 109 m sur 87 m – pour un coût astronomique – sans jeu de mots – de 134 milliards \$. Sous couvert d'anonymat, des membres de l'ESA, impliquée dans la construction de la SSI, considèrent d'ailleurs que « la communauté scientifique n'aurait pas choisi cette option si on lui avait offert un financement équivalent pour d'autres projets ».

En dépit des déclarations des dirigeants des agences spatiales, « les expériences menées en orbite basse, notamment sur la croissance des cristaux de protéine, n'ont pas atteint les résultats escomptés, dit André Lebeau, ancien président du Centre national des études spatiales en France (CNES); avec une exception tout de même pour la médecine en apesanteur ». Comme,



• ENTREPRENEURAT TECHNOLOGIQUE • ETHIQUE APPLIQUÉE • ÉTUDES FÉMINISTES
• ARCHITECTURES URBAINES • GÉNIE INDUSTRIEL • GÉNIE LOGICIEL • GESTION ET DÉVELOPPEMENT
• JOURNALISME INTERNATIONAL • MUSÉOLOGIE • PHARMACIE COMMUNAUTAIRE
• QUALITÉ DU TRAVAIL • RELATIONS PUBLIQUES • SCIENCES DE LA CONSOMMATION •
• MAÎTRISES • ADMINISTRATION (SCIENCES DE L') • ADMINISTRATION DES AFFAIRES
• AGROFORESTERIE • AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET DÉVELOPPEMENT
• ARCHÉOLOGIE • ARCHITECTURE • ARTS VISUELS • BIOCHIMIE (SCIENCE
• AIRE (MÉDECINE) • BIOLOGIE VÉGÉTALE • CHIMIE • COMMUNICATION PUBLIQUE • DI
• ÉPIDÉMIOLOGIE • ETHNOLOGIE DES FRANCOPHONES EN AMÉRIQUE DU
• GÉNIE AÉROSPATIAL • GÉNIE AGROALIMENTAIRE • GÉ
• DE LA MÉTALLURGIE • GÉNIE ÉLECTRIQUE • GÉNIE MÉCANIQUE • GÉNIE MINIER (EN VI
• INFORMATIQUE • KINÉSIOLOGIE • LINGUISTIQUE • LITTÉRATURE ET ARTS DE L
• LITTÉRATURES D'EXPRESSION ESPAGNOLE • LITTÉRATURES FRANÇA
• EXPÉRIMENTALE • MICROBIOLOGIE (SCIENCES) • MICROBIOLOGIE (AGRICULTUR
• MUSIQUE • NEUROBIOLOGIE • NUTRITION • ORTHOPHONIE •
• PHILOSOPHIE • PHYSIOLOGIE-ENDOCRINOLOGIE • PHYSIQUE • PSYCHOLOGIE • PSYCHOPÉDAG
• RELATIONS INDUSTRIELLES • RELATIONS INTERNATIONALES • SANTÉ COMMUNA
• SCIENCES DE L'ARCHITECTURE • SCIENCES DE LA TERRE • SCIENCES DE L'ORIENTAT
• SCIENCES ET TECHNOLOGIE DES ALIMENTS • SCIENCES FORESTIÈRES • SCIENCES GÉO
• SCIENCES HUMAINES DES RELIGIONS • SCIENCES INFIRMIÈRES • SERVICE SOCIAL • SOCIOLOGIE
• LOGIE ÉDUCATIVE • TERMINOLOGIE ET TRADUCTION • THÉOLOGIE • DOCTORAT
• RECHERCHE ET ÉVALUATION EN ÉDUCATION • AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET DÉVELO
• BIOCHIMIE (SCIENCES) • BIOLOGIE • BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE (I
• ÉCONOMIQUE • ÉPIDÉMIOLOGIE • ETHNOLOGIE DES FRANCOPHO
• GÉNIE CIVIL • GÉNIE DES MINES ET DE LA MÉTALLURGIE •
• LINGUISTIQUE • LITTÉRATURE
• ESPAGNOLE • LITT
• MICROBIOL
• NUTRITIO
• P

Je suis un visionnaire.

Je veux promouvoir mes idées. Je veux faire avancer les connaissances. Je veux atteindre mes objectifs et inventer ma carrière. L'Université Laval m'offre le meilleur environnement d'études et de recherche.

Première université francophone en Amérique | Parmi les 10 plus grandes universités de recherche au Canada | Plus de 225 chaires, instituts, centres et groupes de recherche | Plus de 1200 chercheurs | Environ 170 programmes de formation aux 2^e et 3^e cycles dont plusieurs avec *Profil international* | 270 millions de dollars en fonds de recherche | Bourses, stages, programme *études-travail* et soutien financier à la réussite

Faites des études de 2^e et de 3^e cycle

Le monde s'ouvre à vous. Jusqu'où irez-vous ? À vous de choisir.

www.ulaval.ca



UNIVERSITÉ
LAVAL

Aujourd'hui Québec, demain le monde

par exemple, l'étude des effets physiologiques de la gravité zéro, qui a apporté de nouvelles connaissances sur le fonctionnement du système cardiovasculaire et du système respiratoire.

Faisant fi des critiques, et pour éviter que les *Soyouz* russes ne jouent seuls les taxis de l'espace, la NASA a annoncé la reprise en mars prochain des vols habités à destination de la SSI, peu de temps après la désintégration de *Columbia*. Bien en vue aussi dans les projets de l'agence : l'arrivée du futur avion orbital prévue pour 2008.

Tout a été fait pour éviter l'image désastreuse d'une SSI laissée vide, sans présence humaine. C'est qu'il fallait montrer aux 16 partenaires de ce dispendieux projet le sérieux de l'implication états-unienne. « La Station spatiale internationale est le fruit d'une première véritable coopération entre les grandes puissances spatiales, dont les Russes et les États-Unis, dit l'astronome canadien Chris Hadfield, actuel chef de la robotique à la NASA. Avec la SSI, nous sommes passés d'une logique d'affrontement à une logique de coopération qui offre d'incroyables occasions. » C'est un des meilleurs arguments pour poursuivre l'assemblage de la station spatiale!

Toutes les nations ne partagent pas pour autant cette volonté de coopération. La Chine relancera en solo la course à l'espace. Dotée sur le papier d'un programme audacieux, elle a réussi à satelliser le premier *Yuhanguan* (astronome) en octobre dernier, au moyen de la fusée *Shenzhou V*. Les autorités chinoises affirment aussi qu'elles travaillent à la réalisation d'une station spatiale nationale et au retour de l'homme sur la Lune.

Difficile dans ce contexte, et au regard de l'histoire très politisée de la conquête spatiale, d'imaginer un arrêt des vols états-unien. C'est la lutte entre les deux puissances d'alors, l'URSS et les États-Unis, qui a propulsé le *Sputnik* russe le 4 octobre 1957, et permis l'alunissage d'Armstrong le 20 juillet 1969. Le contexte actuel est dif-



De l'atome dans le moteur

Les moteurs chimiques qui propulsent les *Soyouz* et les navettes spatiales ont permis d'atteindre la Lune en quatre jours. Mais il faudrait plus de six mois pour franchir les 100 à 400 millions de kilomètres qui nous séparent de Mars, cette distance variant en fonction des déplacements des deux planètes sur leurs orbites elliptiques.

En comptant le trajet retour et le temps d'attente sur place – car il faut que les planètes bleue et rouge se trouvent à une distance raisonnable l'une de l'autre –, la durée totale du voyage serait de deux ans et demi avec les moteurs actuels.

Autant dire qu'il est aujourd'hui impossible d'envoyer des hommes accomplir un tel périple. Cela supposerait d'exposer l'équipage à des rayons cosmiques cancérogènes, à des éruptions solaires meurtrières et aux dangers de la vie en apesanteur.

Voilà pourquoi les chercheurs de la NASA ont relancé un projet de moteur nucléaire spatial, abandonné dans les années 1970, qui permettrait de fabriquer des fusées jusqu'à deux fois plus rapides. Grâce à cette source d'énergie, les véhicules spatiaux atteindraient des vitesses de l'ordre de 8 km/s contre 4,5 km/s actuellement. De quoi faire le voyage vers Mars en deux à trois mois seulement.

En collaboration avec le Département à l'énergie, la NASA cherche à développer un moteur environ 10 000 fois plus petit. Il serait mû par la fission atomique obtenue en bombardant des atomes d'uranium au moyen de neutrons. L'énergie thermique dégagée par cette opération serait ensuite convertie en électricité.

Cette technique permettrait la propulsion du vaisseau spatial. Dans cette optique, on a d'abord pensé à utiliser directement la chaleur dégagée par la réaction pour chauffer à 2 500 °C de l'hydrogène liquide. Ainsi sollicité, ce gaz extrêmement léger

est expulsé avec force dans les tuyères de la fusée. Le gain en terme de vitesse est toutefois insuffisant, tout comme la réduction de poids obtenue, car il faudrait mettre en place un solide blindage pour protéger les astronautes du rayonnement radioactif du moteur.

La NASA privilégie une autre option : le moteur ionique, lui aussi mû par l'énergie nucléaire. Le NEP (Nuclear Electric Propulsion System), utilise l'électricité produite par le réacteur pour dépouiller les atomes de carburant de leurs électrons. Le gaz ainsi ionisé est propulsé dans les tuyères au moyen d'une grille magnétique, assurant la force motrice. Avec cette solution, on obtiendrait des vitesses d'éjection de l'ordre de 8 km/s. L'utilisation d'un blindage contre les rayonnements est là encore une obligation, mais cette fois, le gain de vitesse est conséquent!

Le moteur nucléaire présente un autre avantage. Cette source d'énergie est disponible en continu, contrairement à celle des panneaux solaires, toujours tributaires des rayons de notre étoile. Cela contraint actuellement les expéditions martiennes des robots à se poser près de l'équateur, dans la lumière.

Reste la question sensible de la sécurité... sur Terre! Une fusée ainsi propulsée décollerait dans un premier temps grâce à des moteurs chimiques éjectables, laissant son réacteur au repos, et donc non radioactif, jusqu'à l'arrivée dans l'espace. Mais que faire de la menace d'un réacteur nucléaire volant au dessus de nos têtes, même à des centaines de kilomètres de la Terre, qui voudrait soudainement redescendre?

Les dessinateurs de la NASA tentent d'imaginer à quoi ressemblerait un vaisseau spatial équipé d'un moteur ionique mû par l'énergie nucléaire.

Espace

férent, mais on voit mal les traditionnelles puissances spatiales laisser le champ libre à la Chine.

La communauté scientifique ne demande pas mieux que de voir la course aux étoiles continuer, surtout avec des vols habités. C'est l'objectif qui lui paraît moins clair. « Des astéroïdes, la Lune, Mars ? Il y a peu de lieux à visiter dans le système solaire », note Marc Garneau. La planète rouge remporte clairement les faveurs des experts. Celle-ci pourrait nous apprendre beaucoup sur les origines de notre propre planète, parce qu'elles se sont développées en même temps. « Est-ce que Mars représente l'avenir de la Terre, ou a-t-elle connu une évolution différente ? » se demande Alan Berinstain.

Si à la fin de leurs missions, les robots de Mars devaient confirmer la présence d'eau, ou mieux, déceler des traces de vie, même ancienne, gageons que les obstacles dans la course aux vols habités pèseront de moins en moins lourd dans l'insatiable désir humain de savoir. **QS**

Le prototype qui sert de référence à la création de l'avion orbital, un des projets de la NASA.

Columbia : l'aventure continue

L'accident de la navette qui a coûté la vie à sept astronautes a rappelé à tous combien l'aventure spatiale est encore hautement expérimentale. Après plus de 30 années de pratique, on avait peut-être fini par croire que la technique était parfaitement maîtrisée !

On sait que c'est une mousse isolante du réservoir principal qui s'est détachée lors du décollage le 16 janvier dernier et qui a provoqué l'accident en endommageant le bouclier thermique de la navette. Devenue inefficace, la protection a laissé pénétrer dans l'aile

l'intense chaleur qui enveloppe la navette lors de sa rentrée dans l'atmosphère, provoquant la désintégration du vaisseau.

Dans un rapport accablant, la commission d'enquête sur l'accident fustige la NASA pour son manque de vigilance. « Les causes organisationnelles de cet accident prennent leurs racines dans l'histoire et la culture du programme *Navette spatiale* », écrit-elle.

Très rapidement, la NASA a réagi aux multiples critiques dont elle a fait l'objet. Les 29 recommandations que la commission



égrène concernant en particulier la sécurité, les missions de secours, ainsi que l'affectation des crédits et du personnel seront vraisemblablement prises en compte. Quoi qu'il en soit, la NASA a annoncé la reprise des vols d'*Atlantis* dès mars 2004 et l'accélération du programme d'avion orbital, désormais prévu pour 2008. On se souvient de l'accident de *Challenger*, le 28 janvier 1986, les navettes avaient alors été clouées au sol pendant 32 mois.

Journée portes ouvertes à l'ÉTS Dimanche 1^{er} février 2004



- Tout sur les programmes d'études en génie de 1^{er}, 2^e et 3^e cycles
- Démonstrations des clubs étudiants
- Visites guidées de laboratoires

**École
de technologie supérieure**
1100, rue Notre-Dame Ouest
(angle Peel)
Montréal (Québec) H3C 1K3
Station Bonaventure
www.etsmtl.ca

**Université du Québec
École
de technologie
supérieure**

DEUX PÈRES VALENT-ILS

Monoparentale, composée, recomposée, la famille traditionnelle semble en crise. Mais les anthropologues en ont vu bien d'autres.

par Joël Leblanc

En étudiant la tribu des Barís du Venezuela, les anthropologues ont réappris les choses de la vie. Eux qui croyaient que le spermatozoïde d'un seul homme devait rencontrer l'ovule d'une femme pour faire un bébé, ils ont dû se rendre à l'évidence : un enfant peut avoir plusieurs pères naturels. À preuve, ces dizaines de jeunes Barís qu'ils ont rencontrés et dont les mères pouvaient leur confirmer le nom des deux ou trois pères responsables de la conception. Ce que ces chercheurs ignoraient encore, et que n'importe quel membre de la tribu pouvait leur expliquer, c'est qu'un fœtus se construit avec le temps par des apports répétés de sperme pendant la grossesse. Ce qui signifie, évidemment, que plus d'un homme peut contribuer au « produit fini ».

La vision originale des Barís n'est pas vrai-

ment une exception. À la question « Comment fait-on les bébés ? » chaque société a apporté sa réponse. Celle-ci détermine très souvent la composition familiale et, par extension, toute la structure sociétaire. Partout sur la Terre, les peuples ont élaboré différentes stratégies familiales pour prendre en charge les petits. Le modèle occidental classique d'un père, d'une mère et de leurs poupons, qui nous paraît si naturel

et universel, n'en est, en fait, qu'un parmi d'autres.

Dans la vaste variété des sociétés dites « primitives », où les règles de la procréation peuvent être considérées d'un œil différent du nôtre, une femme peut avoir un époux, plusieurs ou aucun – ses enfants ayant par le fait même plusieurs pères ou pas du tout... Un homme qui a plusieurs femmes n'est dès lors pas nécessairement



JACQUES LAPLANTE

MIEUX QU'UN ?



le père de tous ses enfants.

« Tous les peuples s'appuient sur deux postulats similaires, explique Jean-Jacques Chalifoux, professeur d'anthropologie à l'Université Laval. D'abord, celui bien évident selon lequel l'espèce humaine se décline en deux sexes devant s'unir pour concevoir un bébé. L'autre postulat est que les enfants, avec leur longue période de croissance et d'apprentissage, sont dépendants

des adultes. Là où la diversité a carte blanche, c'est dans la composition de cette famille qui entoure et subvient aux besoins de l'enfant. Tous les types d'alliance sont possibles : un homme et une femme, un homme et plusieurs femmes, une femme et plusieurs hommes. Dans ces trois cas, on parle respectivement de monogamie, de polygynie et de polyandrie. »

L'expansion territoriale des grands em-



CAROLINE PENNY/CORBIS/MAGMAPHOTO.COM

Les Trobriandais

Îles Trobriands,
Papouasie-Nouvelle-Guinée.

Les Trobriandais ignorent tout du rôle du père dans la conception biologique de l'enfant. L'esprit d'un ancêtre pénètre le corps d'une femme et enclenche une grossesse pour se réincarner. La femme, disent-ils, conçoit l'enfant à partir de son propre sang et il n'existe aucun lien physiologique entre lui et son père. De ce fait, aucun homme ne peut devenir père, il peut seulement devenir époux ou encore oncle, lorsque sa sœur enfante. Il ne parle pas de ses enfants, mais plutôt des enfants de sa femme. Le terme même de père, *tama*, signifie en fait « mari de la mère », celui qui vit dans sa maison mais qui demeure un étranger.

L'enfant est donc élevé avec affection et attention par cet homme, mais il apprendra qu'il n'appartient pas au clan de ce « père » bien-aimé. Il est en effet du clan du *kadagu* ou oncle maternel, qui vit habituellement dans un autre village, en vérité la véritable résidence de cet enfant. C'est là qu'il devra vivre l'essentiel de sa vie active, quittant à contrecœur ce « père » qui a tout du père, mais que la société nie. Pour les Trobriandais, l'oncle maternel est « biologiquement » plus proche de ses neveux utérins que le père de ces derniers, puisque ce père ne prend aucune part dans la conception de l'enfant. Son rôle se résume en fait à « ouvrir le chemin » pour le bébé.

pires coloniaux au cours des derniers siècles, particulièrement en Afrique noire et en Orient, a facilité la « découverte » de peuples « exotiques » et la panoplie des types familiaux. « Dans les années 1960, dit Jean-Jacques Chalifoux, l'anthropologue français Claude Lévi-Strauss a tenté de mettre de l'ordre dans toutes ces structures familiales. Ses essais classificatoires entendaient résoudre les énigmes que les règles de mariage posaient aux ethnologues. »

Depuis, les anthropologues tentent de découvrir de quoi pouvait avoir l'air la famille humaine d'origine. Ils ont d'abord présumé que les premières sociétés ont commencé avec une maman et un papa unis pour la vie afin de faire grandir leur descendance, modèle qui cadre bien avec le comportement occidental acceptable. Mais ils ont bien dû se rendre à l'évidence, face à toute cette diversité des modèles, de l'impossibilité de ce scénario. De plus, malgré leurs modes de vie « traditionnels », ces sociétés anciennes ne sont pas pour autant dépourvues d'histoire : leur patron actuel s'est peut-être éloigné du patron initial.

« **T**out ce qu'on peut supposer, avance Jean-Jacques Chalifoux, c'est que la monogamie, historiquement, ne prédominait pas. Le modèle le plus répandu dans l'histoire humaine est la polygamie, un homme vivant avec plusieurs femmes. C'est la formule qui convient le mieux aux exigences biologiques, puisque l'homme, par l'immense quantité de spermatozoïdes qu'il produit, est polygame naturel et la femme, par l'énorme investissement que représente chaque grossesse, est monogame naturelle. »

La nature, c'est-à-dire la fonction procréatrice, peut-elle expliquer à elle seule les schémas parentaux ? Ou, comme le pensent les anthropologues les plus « culturistes », la forme de la famille dépend-elle surtout des influences contextuelles et des interactions de la société ? Nature ou culture ? « Les deux pôles ont leurs défenseurs, dit Jean-Jacques Chalifoux, et la réponse est probablement quelque part entre les deux. Mais l'un pourrait prédominer. Pour ma part, je vois difficilement comment on pourrait trouver une telle diversité des familles humaines si nous ne dépendions que de la nature, qui est la même pour tous les hommes... »

« Jusqu'au XVIII^e siècle, souligne Jean-

Claude Muller, professeur d'anthropologie à l'Université de Montréal, nous, Occidentaux, n'en connaissons pas plus que les autres en matière de reproduction. Nous avons nos explications, comme d'autres sociétés ont les leurs. Par hasard, les nôtres se sont avérées justes; mais les peu-

ples qui n'ont pas accès à nos connaissances biologiques et médicales peuvent voir les choses autrement. Et ils ne sont pas niais pour autant, certains faits de la nature « démontrant » le caractère non sexuel de la procréation. Chez certaines tribus australiennes par exemple, les filles ont des re-

Les Barís

Venezuela, près de la frontière colombienne.

Les Barís adhèrent à la croyance ancestrale, par ailleurs répandue chez plusieurs peuplades du Venezuela, du Pérou, du Brésil et de la Guyane, selon laquelle un enfant peut avoir plusieurs pères biologiques. Une fois la grossesse amorcée, le fœtus a besoin de matière première pour grandir, matière première fournie par les éjaculations masculines. Il est donc impératif que des relations sexuelles avec pénétration se poursuivent durant toute la grossesse pour alimenter le petit être en formation.

Si son mari ne peut suffire à la tâche, la femme barie accueille un ou des amants, qui fourniront la semence nécessaire au bébé et deviendront, conséquemment, aussi ses pères biologiques puisqu'ils ont contribué à sa chair. Le premier acte sexuel, qui doit toujours avoir lieu entre époux, permet de semer la graine, à laquelle il faut ensuite fournir suffisamment d'engrais pour avoir un enfant fort et en santé. La femme n'est en fait aucunement impliquée dans la conception du petit, ne servant que de

« récipient » pour sa croissance. À preuve, la femme engraisse pendant la grossesse; elle ne donne donc rien à l'enfant. Même si ces paternités multiples ne sont pas systématiques, les femmes préfèrent souvent prendre des amants pour ne pas épuiser leur époux qui, remarque-t-on, maigrit pendant la grossesse à cause de cet éreintant travail.

Stephen Beckerman de l'université d'état de Pennsylvanie, est un des ethnologues qui a étudié les Barís. Il a constaté que les grossesses nourries par plusieurs pères ont plus de chances de donner un enfant qui atteindra au moins 15 ans que les



grossesses à un seul père. C'est que le rôle d'un père secondaire ne se réduit pas à celui de visiteur nocturne : il doit aussi honorer sa partenaire momentanée des fruits de sa chasse ou de sa pêche, ce qui représente un apport substantiel en nutriments, qui réduit les risques de fausse couche. De même, il s'engage à offrir aide et protection supplémentaires durant toute la vie de l'enfant, ce qui peut faire la différence chez un peuple où la mortalité infantile atteint les 33%. Offrir un deuxième ou un troisième père à un enfant, c'est augmenter ses chances d'atteindre l'âge adulte.

lations sexuelles dès l'âge de neuf ans. Comme elles ne tombent pas enceintes avant d'être fertiles, c'est-à-dire vers 14 ou 15 ans, ces tribus considèrent que le sexe n'a rien à voir avec la fécondation. Raisonnablement tout à fait logique. »

Dans la diversité des alliances familiales connues, une constante semble tout de même émerger : le besoin de reconnaître une paternité bien établie. Même chez les peuples où plusieurs pères biologiques sont possibles (le cas des Baris, page 28) ou chez ceux dont le géniteur est difficilement identifiable (le cas des Todas, page 30), on ne connaît que très peu de cas où il y a plus d'un père légal. Quitte à en tirer un au sort. **Les Nas** de Chine sont une exception à cette règle. Jean-Claude Muller en apporte une autre : « Au Kasai occidental, en République démocratique du Congo (ex-Zaïre), habitent les Leles. La population des villages est divisée en *kumbus*, qui sont en fait des classes d'âge. Lorsque les membres mâles d'un *kumbu* atteignent la puberté, le roi leur confie une femme qui devient leur épouse commune. Si un enfant naît de ce nid collectif, tout membre du *kumbu* est désigné comme son père, que l'on connaisse ou non le vrai géniteur. »

Les Nas

Province de Yunnan, Chine.

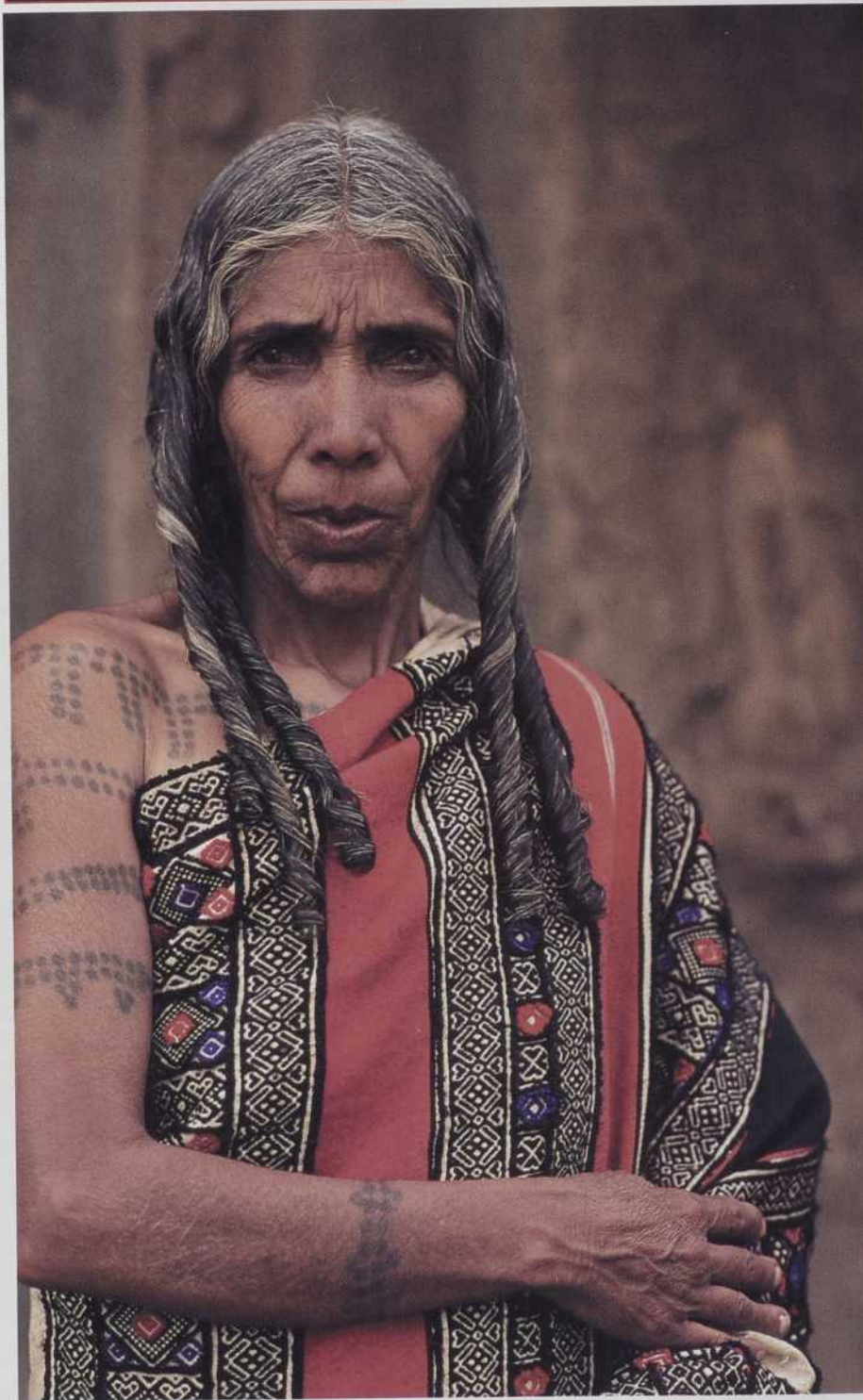
Agriculteur et éleveur de yacks dans les premiers contreforts de l'Himalaya, le peuple na compte 30 000 âmes. Hautement matrilineaire, cette société transmet ses noms et ses biens de mères en filles. Un foyer comprend les grands-mères, mères, filles et petites-filles, de même que les frères de toutes ces femmes. Tabou de l'inceste oblige, les rapports sexuels sont interdits entre membres de la maisonnée. Les femmes travaillent à l'extérieur pour entretenir le foyer, tandis que les hommes prennent soin des enfants de leurs sœurs ou se reposent pour être d'attaque la nuit ! Car si les femmes n'ont ni mari ni père, elles ont des amants.

La vie sexuelle est organisée selon un système de visites nocturnes et furtives, de l'homme chez la femme. Les femmes sont la « terre » et les hommes portent la « pluie » : nul ne voit à redire à ce que la terre accueille ou recherche la pluie. Tout le monde sait très bien comment se conçoivent les enfants, mais une femme peut accueillir tellement de visiteurs durant sa vie, qu'elle ignore quels sont les vrais géniteurs de ses enfants. Et elles n'y accordent en fait aucune importance. Les rapports consanguins sont impossibles entre mère et fils, frères et sœurs, mais ils peuvent se produire entre père et fille puisque ce lien de parenté est impossible à connaître. Un homme qui visite une femme un soir peut théoriquement « visiter » sa propre fille 20 ans plus tard...

Fait évocateur, les mots père ou mari n'existent pas dans la langue des Nas. Les petits n'ont personne à appeler papa, mais sont quand même sous la protection de leurs oncles maternels. Selon les descriptions ethnologiques, dans ces sociétés non « conjugalisées », les relations amoureuses sont empreintes d'une totale liberté. Hommes et femmes, dès la puberté, se déclarent et se rencontrent avec empressement et simplicité. Cette société sans conflit (où l'on souhaite avant tout avoir des filles !) exclut si radicalement la possession que la jalousie n'a pas de raison d'être. Un système qui perdure depuis plus de 2 000 ans et qui a eu l'effet d'une bombe chez les anthropologues lors de sa découverte.

MICHAEL S. YAMASHITA/CORBIS/MAGMAGPHOTO.COM





Les Todas

Dans les « Montagnes bleues » du sud de l'Inde

Les Todas sont un des quelques cas de polyandrie connus des ethnologues. Lorsqu'une femme épouse un homme, elle hérite en fait de tous les frères de ce dernier et tous habitent la même maison. Si un autre frère vient à naître après l'union, il est automatiquement lui aussi l'époux de cette femme. Partageant le lit de tous ces messieurs, la femme, lorsqu'elle tombe enceinte, peut difficilement savoir qui est le vrai père du petit.

D'une manière générale, tous les frères sont considérés comme les pères de l'enfant, avec les droits et devoirs que cela implique. Si l'un d'eux quitte le foyer pour vivre ailleurs, il peut perdre ses droits sur la progéniture. Mais l'un des frères acquiert une paternité plus concrète en accomplissant le rituel du *pursutpimi* au septième mois de la grossesse. Il s'agit de se retirer dans les bois avec sa femme et de lui offrir un arc et des flèches. Ensuite, l'homme prépare un repas pour eux deux. Cette cérémonie est essentielle pour déterminer le père « officiel » de l'enfant et les époux de la femme la célèbrent à tour de rôle, à chaque naissance. Au décès d'un homme, sa propriété est divisée en parts égales entre ses fils, ceux pour lesquels il a accompli le *pursutpimi*.

dernier doit venir avec ses amis travailler une journée sur la terre de ses futurs beaux-parents. Les labours étant une tâche difficile, cette aide apportée par des jeunes forts et en santé permet une récolte abondante et de bons revenus. D'où l'intérêt de marier sa fille à plusieurs hommes (comme chez les Abisis, page 31). Plus il y a de mariages, mieux va l'économie et plus la tribu s'enrichit. »

Il reste que l'alliance, quels que soient les éléments qui la composent, fabrique le monde social. C'est par les alliances que des gens sans aucun lien naturel se retrouvent beaux-frères ou cousins. Elle permet d'élargir le cercle social et de solidifier une société. Des gens qui ne se connaissent pas deviennent soudainement solidaires. Chez de nombreux peuples, l'exogamie est la règle, c'est-à-dire qu'on peut seulement épouser quelqu'un qui provient

d'un autre clan ou village que le sien. Ces échanges obligés et réciproques entre villages assurent des liens familiaux, sociaux, et parfois même économiques.

Chez certains peuples, le mariage sert même de moteur économique. C'est le cas des Abisis du Nigeria, chez lesquels Jean-Jacques Chalifoux a passé plusieurs mois, et chez qui les mariages contribuent à maintenir une économie saine. « Avant qu'une femme n'épouse un homme, ce

* Pour en savoir plus

MULLER, Jean-Claude. *Du bon usage du sexe et du mariage – Structures matrimoniales du haut plateau nigérian*, Éd. L'Harmattan/Serge Fleury, 1982.

DELIÈGE, Robert. *Anthropologie de la parenté*, Masson & Armand Colin Éd., 1996.

BUSH, Ruth C. *Family systems. – Comparative study of the family*, Peter Lang Publishing, 1990.

Les Abisis

Le haut plateau de Jos,
centre-nord du Nigeria.

La population Abisi tourne autour de 3 300 habitants et est divisée en 6 clans. Une femme peut épouser plusieurs hommes, mais pas plus d'un par clan. Chacun d'eux a sa propre résidence et c'est l'épouse qui se déplace de l'une à l'autre. Typiquement, une jeune abisie est mariée à trois hommes le même jour, mais elle vivra avec eux séparément, dans un certain ordre. Elle commence par le « premier mariage », celui arrangé par les parents sur une base formelle d'échange entre clans. La femme habite habituellement avec son premier mari durant un an, après quoi elle déménage chez son second époux - celui du « mariage d'amour » - qu'elle avait choisi parmi ses prétendants. Ce mariage est populaire chez les jeunes, mais n'a pas le même statut social que le premier.

Après une autre année, elle est libre de déménager à nouveau pour connaître son troisième mari, celui du « mariage de la maison », en référence à la maison des parents de cette femme, qui ont choisi cet époux parmi les prétendants rejetés. Mais plus de la moitié des femmes abisies préfèrent ne pas aller voir ce troisième homme. Au cours de sa vie, la femme peut ensuite aller et revenir d'un mari à l'autre pour des séjours plus ou moins prolongés selon qu'elle est plus ou moins heureuse avec ses hommes. Un homme n'est donc jamais certain d'avoir sa femme avec lui pour toujours.

Une femme peut même contracter un quatrième ou cinquième mariage dit « d'herbe ». En effet, pendant ses travaux journaliers,



JEAN-JACQUE CHALIFOUX

elle sort du village pour quérir du bois mort; c'est là que, caché dans les hautes herbes, un nouveau prétendant peut tenter de la convaincre de partir avec lui. Si elle accepte, elle n'est pas pour autant divorcée de ses autres époux et peut changer d'idée pour revenir avec l'un d'eux. On est donc face à une société polyandre, mais aussi polygyne, puisque rien n'empêche un homme d'être lui aussi marié à plusieurs femmes, selon n'importe laquelle des quatre modalités. Un brin complexe... **QS**

www.uqar.qc.ca

Étudier en sciences à Rimouski c'est génial

*Vous avez des projets d'avenir
Vous appréciez les petits groupes
Vous désirez des défis à la mesure de vos ambitions*

L'UQAR vous offre...

- des formations distinctives en sciences dès le 1^{er} cycle : faune et habitats, sciences marines, environnement marin, gestion du milieu naturel, biochimie environnementale, génie des systèmes électromécaniques, énergie éolienne, informatique appliquée.
- un environnement d'études exceptionnel : bourses d'accueil, laboratoires accessibles, stages rémunérés, service de placement performant, programmes d'échanges avec l'étranger.

Pour une visite à l'UQAR ou des renseignements sur les programmes offerts :
1 800 511-3382, poste 1446



Université du Québec à Rimouski

Science ET COMPTE !

Sur la glace, six joueurs. Un septième – le public – dans les gradins. Et un huitième – la science – dans les vestiaires, l'équipement et l'assiette, ainsi qu'à l'entraînement...

par Sylvain Bascaron

Le hockey n'est pas seulement une affaire de gros bras, de tactique et d'argent. Derrière les prouesses des athlètes et des équipes, une légion de chercheurs et de techniciens transforment de jeunes joueurs en véritables machines à lancer et – parfois – à compter.

Dans les couloirs du Canadien et auprès des experts du sport, *Québec Science* a traqué sept lieux où la science intervient pour rendre encore plus excitant le spectacle sur la patinoire.

Une forme sans compromis

Dans un laboratoire de l'Université McGill – ou est-ce un gymnase ? – les ordinateurs voisinent les vélos stationnaires et les tapis roulants. Là, on se livre à des examens dignes d'un camp d'entraînement de la NASA ! Par exemple, un joueur pédale tout en respirant dans un embout buccal. « Cet appareil détermine la quantité maxi-

male d'oxygène consommée en plein effort, explique David Montgomery, responsable de l'évaluation des joueurs du tricolore. Les pros en absorbent entre 56 ml et 60 ml par minute et par kilogramme », explique-t-il. Un amateur de leur âge en consommerait moins de 45 ml.

Pour développer la capacité pulmonaire et physique des joueurs, des entraîneurs particuliers suivent la majorité des hockeyeurs professionnels. Chez le Canadien de Montréal, ces entraîneurs communiquent avec Scott Livingston, coordonnateur au conditionnement physique. « Il y a deux ans, le club comptait le plus de blessés au sein de la LNH, dit David Montgomery. Depuis l'arrivée de Scott Livingston, les joueurs montréalais sont parmi les moins blessés. » Le secret ? « Je ne centre pas l'entraînement sur une partie du corps en particulier, explique Scott Livingston. Auparavant, les joueurs se concentraient trop sur la force des muscles de leurs membres. »

Pour améliorer la flexibilité du corps, des mouvements de grande amplitude en flexion et en extension s'ajoutent aux

réchauffements. En salle, les joueurs développent leur équilibre musculaire en faisant des flexions (*squats*) à une jambe sur des plateformes instables.

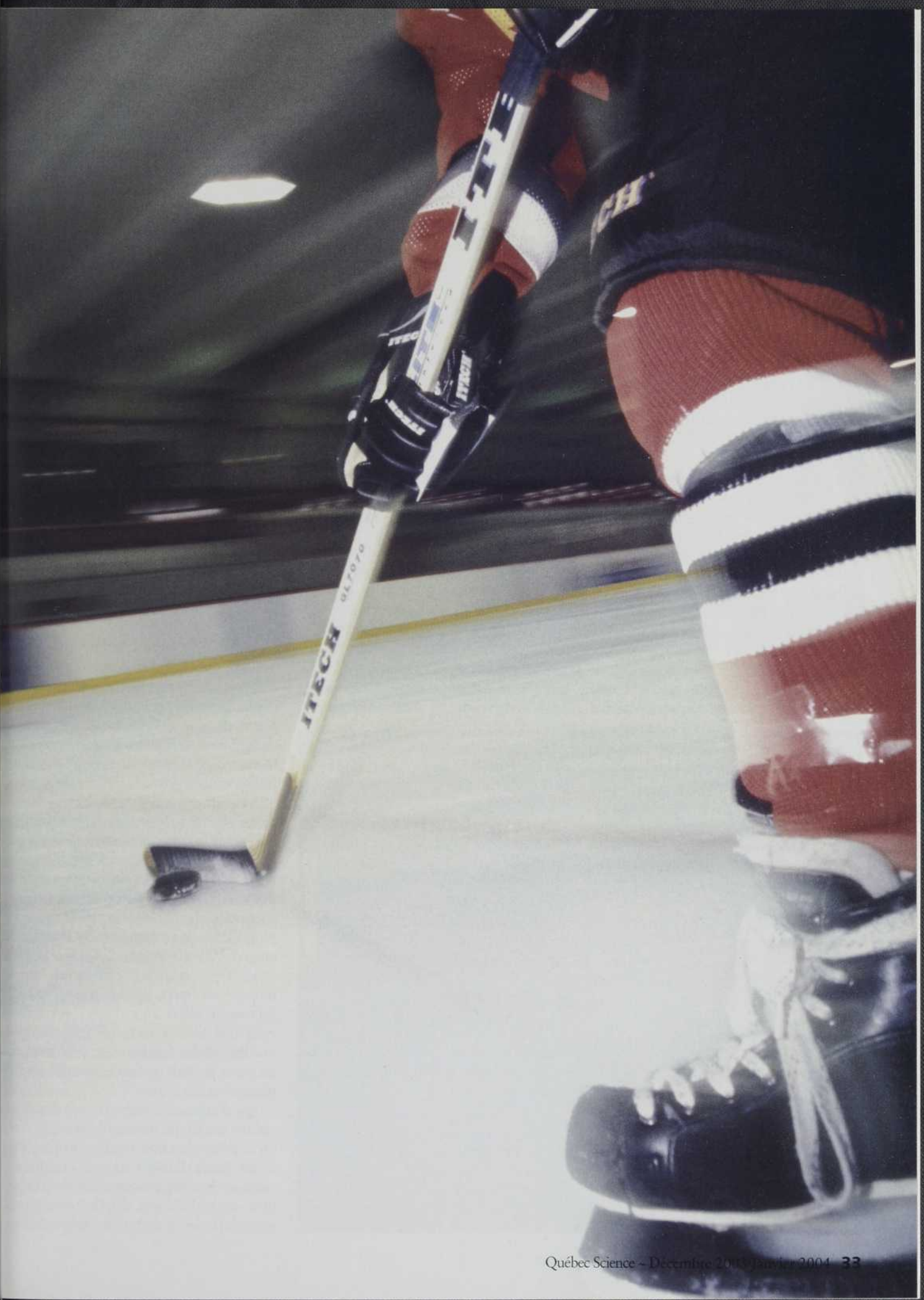
Avec les années, ils avaient délaissé la course au profit du vélo stationnaire qui développe les muscles nécessaires au patinage. « L'entraînement à intervalles au vélo permet aux joueurs d'intercaler des efforts de haute et de basse intensité, note Scott Livingston. Ils apprennent à contrôler l'acide lactique qui met les muscles hors fonction lors d'un effort intense. » Mais le vélo a aussi les défauts du patinage : il réduit la flexibilité des muscles fléchisseurs de la hanche et concentre l'entraînement sur une seule partie du corps, les jambes. Les joueurs ont donc renoué avec la course qui a l'effet contraire. Elle leur donne une flexibilité et une forme physique plus complètes, et réduit l'incidence des blessures.

La puissance développée par les muscles provient de l'énergie générée par une réaction entre l'oxygène et les réserves de sucre. Comme cette réaction prend un certain temps, lors d'un effort intense et rapide,

et un
ainsi

les jouem
sculaire et
de jambi se

tr délaissé
onnaire qu
res au par
tervalles m
rcaler des e
ensité, not
me à con
les muscl
tr immense
du patinage
s fléchisse
inement su
jambes. Le
ec la course
r donne un
te plus com
es blessures
par les mus
par une réa
res de sacré
d un certan
se et rapide



l'énergie vient à manquer. Un muscle en manque s'approvisionnera, par erreur, en acide lactique. Ce composé chimique, toxique pour les muscles, les met hors fonction. Par contre, ceux d'un athlète qui s'entraîne en haute intensité puisent de plus en plus efficacement au sein de leurs réserves énergétiques. Ils mettent plus de temps avant d'avoir recours à de l'acide lactique, et l'évacuent plus rapidement en cas de besoin.

Un peu de mécanique

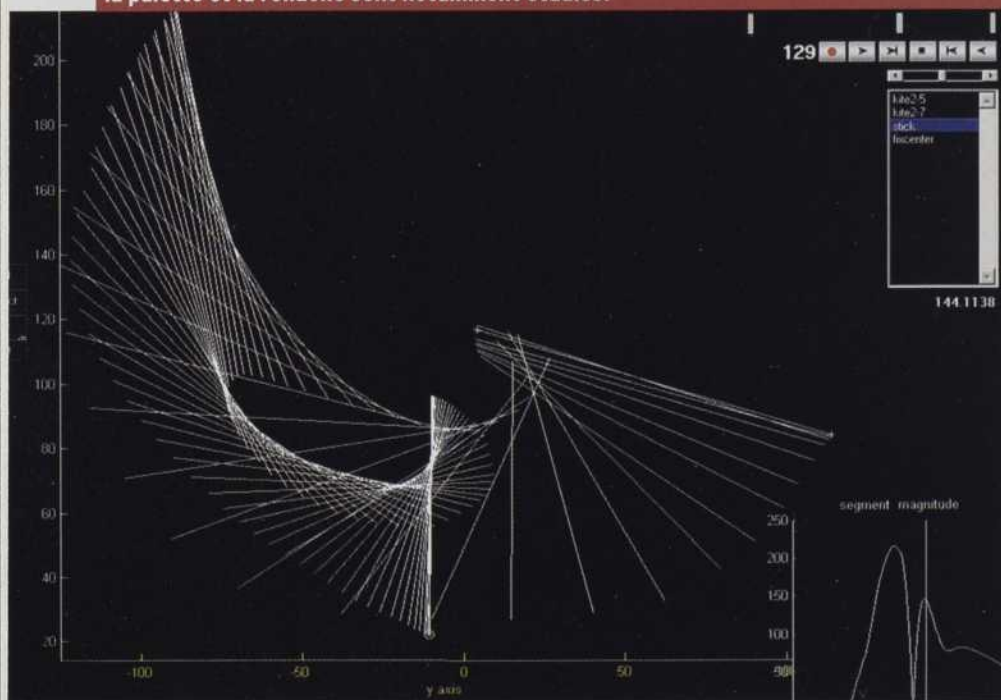
Dans la clinique de l'Université McGill, un joueur fait du sur place sur un tapis roulant. Il ne s'agit pas d'un tapis glacé : de minces lanières de plastique défilent sous les lames du hockeyeur qui glissent comme sur de la glace. Des caméras scrutent chaque mouvement du patineur qui se plaint de tensions musculaires. « Nous recherchons les asymétries dans chacun de ses mouvements », explique René Turcotte, biomécanicien physiologiste à l'Université McGill. Puis nous tentons d'en déterminer les causes. » Le biomécanicien remarque d'abord les asymétries fonctionnelles. Par exemple, des joueurs inclinent trop un de leurs patins lorsqu'ils poussent contre la glace. Les muscles de la jambe du côté trop incliné travaillent plus fort et se fatiguent plus vite. « Pour corriger une asymétrie fonctionnelle, dit René Turcotte,

le joueur patine sur le tapis roulant, entouré de miroirs. Il voit ce qui ne va pas et corrige lui-même son défaut. »

Mais parfois, l'asymétrie est anatomique. « Nous rencontrons souvent des joueurs avec une jambe plus courte que l'autre, remarque René Turcotte. Cette jambe doit supporter plus de poids, alors le hockeyeur compense en inclinant un peu plus le patin. Une prothèse résout ce problème. »

En 2001-2002, René Turcotte et son équipe ont analysé 10 parties du Canadien contre différentes équipes de la LNH. Leur objectif : caractériser la biomécanique propre à chaque position de jeu. Selon leur recherche, chaque type de joueur bouge et travaille d'une façon qui lui est personnelle. Un défenseur patinera beaucoup à reculons et se servira souvent de son bâton avec une seule main. Son arme principale : le lancer frappé de la pointe. Un ailier couvre de plus longues distances, mais en patinant vers l'avant. Il doit pouvoir se faufiler, il fait beaucoup d'arrêts brusques et de départs rapides. « Ces données permettent d'améliorer l'équipement et l'entraînement, note René Turcotte. Mais au hockey, précise-t-il, la science n'en est qu'à ses balbutiements. Les théories sur la mécanique et la biomécanique du patinage doivent encore être démontrées sur le terrain.

À l'aide de caméras haute vitesse, de senseurs et d'autocollants réfléchissants, René Turcotte et son équipe tentent de décrire et de modéliser la mécanique du lancer frappé idéal. La force transmise au bâton, son positionnement et le moment précis du contact entre la palette et la rondelle sont notamment étudiés.



Les bâtons composites ont la cote. Ils sont plus légers et plus durables, mais ne garantissent pas de meilleurs lancers frappés.

Nous croyons, sans en avoir la preuve, que l'angle optimal entre la lame de patin et la glace oscille tout près de 45°. D'ici cinq ans, précise-t-il, nous en connaissons beaucoup plus. »

À table!

« Je me rappelle de l'époque où, vers 16 h 00, avant chaque match, les joueurs se réunissaient pour manger un bon gros steak », dit Marielle Ledoux, nutritionniste à l'Université de Montréal. Cette habitude rehaussait l'esprit d'équipe, mais les sportifs digéraient en patinant. Le raisonnement de l'époque : « Pour gagner du muscle – constitué de protéines – il faut manger du muscle. » Des nutritionnistes ont mis fin à cette fausse conception. « Pendant une partie de hockey, seulement 1 % à 2 % des besoins énergétiques des joueurs seront puisés à même les protéines, explique Marielle Ledoux, notamment spécialisée en nutrition sportive. Presque tout le reste proviendra des sucres stockés dans le foie et dans les muscles. » Pendant la journée juste avant une partie, les joueurs exemplaires accumuleront des réserves en mangeant un dernier repas copieux au plus tard à 13 h 00. Un peu de poulet, de poisson ou de viande maigre, mais surtout du liquide et des glucides : pâtes alimentaires, riz blanc, pain, légumes, jus de fruits, etc. Puis, quand la situation le permet, on leur sert une collation riche en hydrates de carbone trois heures avant le match.

Pendant la partie, ces réserves s'écouleront à un rythme de 10 à 12 calories par minute de jeu. Pour maintenir le taux de sucre dans leur sang, ils prennent alors des boissons énergétiques (*Powerade* ou *Gatorade*, par exemple). Cette consommation les protégera aussi de la déshydratation. Après la partie, aussitôt que possible, l'heure de se mettre à table sonne enfin. Le corps, qui vient de fournir un effort important, s'ouvre aux protéines. Elles se dirigeront directement vers les muscles. Ces fameuses protéines, on les retrouve dans la viande et dans les suppléments alimentaires.

La créatine en poudre reste le plus populaire des suppléments. Quelques grammes dans un lait battu et le sportif gagnera du poids d'abord en eau, ensuite en muscles. Les effets secondaires de la créatine – déshydratation, diarrhée et tensions articulaires – ne lui font pas perdre sa



Les joueurs de hockey sont plus costauds qu'avant : 90 kg et 185 cm en moyenne. Ils génèrent plus de puissance... mais leurs collisions génèrent plus de dommages corporels.

popularité. Au niveau olympique, les sportifs évitent ce genre de suppléments de peur d'être trouvés coupables de dopage. De fait, des chercheurs tels que Christiane Ayotte, qui dirige le laboratoire anti-dopage de l'INRS, notent la présence de contaminants dans 10 % à 15 % des suppléments alimentaires vendus dans le monde. Ils y trouvent des stéroïdes anabolisants et des hormones de croissance qui ne sont pas mentionnés sur l'étiquette du produit. De toute façon, dans la Ligue nationale, les joueurs ne craignent pas d'être accusés de dopage. Leur convention collective n'autorise pas à les soumettre à quelque contrôle antidopage que ce soit.

Des joueurs plus baraqués

Un mètre soixante-quinze, 75 kg : Howie Morenz, la première grande vedette du Canadien (1920-1930), n'avait pas une silhouette imposante. « C'était la moyenne dans les années 1920 », dit David Montgomery, spécialiste de la physiologie de l'exercice à l'Université McGill. Mais depuis que le bassin de recrutement des joueurs s'est élargi, des hockeyeurs plus grands et plus costauds offrent leurs services

à la Ligue nationale. En 2000, ces valeurs atteignaient 90 kg (200 lb) et 185 cm (6 pi). Des costauds !

Le supplément de poids des joueurs vient de leur taille, mais aussi de leur masse musculaire. Qui dit plus de muscles, dit plus de vitesse; or plus de vitesse entraîne plus de puissance, d'ajouter les physiiciens. La puissance générée par un corps s'exprime en multipliant sa vitesse par sa force. Et la force qu'un joueur déploie augmente avec sa masse ($F=ma$). Comme les pros gagnent en masse et en vitesse, ils génèrent beaucoup plus de puissance. Un joueur qui patinerait 5 km/h plus vite et qui pèserait 15 kg de plus générerait jusqu'à 35 % de puissance supplémentaire.

Lorsque deux joueurs entrent en collision, toute cette puissance se transforme en énergie que les corps doivent absorber. Dans un sport où les contacts physiques occupent toujours plus de place, le produit de l'équation se transforme en dommages corporels. Les résultats d'une revue des blessures chez les hockeyeurs, compilée par Yohann H. Azuelos, un étudiant gradué en kinésiologie de l'Université McGill, parlent d'eux-mêmes. Dans les années 1950, 15 % des blessures provenaient d'un contact entre deux joueurs. Durant la dernière décennie, ce

taux est passé à plus de 30 %. Les collisions sont aujourd'hui la première cause de blessure au hockey, devant celles occasionnées par les bâtons (environ 15 %) et par la bande (environ 10 %).

La légende des bâtons mous

Les joueurs vous le diront : « Un bâton dont le manche est flexible permet des lancers frappés plus puissants ! » Cette observation repose sur une théorie selon laquelle, lors d'un lancer de ce genre, un bâton flexible plie légèrement. Quand il touche la rondelle, il se redresse pour lui donner une vitesse supplémentaire, un peu à la manière d'un ressort. Si bien qu'aujourd'hui la majorité des joueurs de la ligue nationale ne jurent que par ces bâtons.

Idée préconçue, rétorque René Turcotte, professeur au département de kinésiologie de l'Université McGill. « À l'aide de caméras haute vitesse et de cinémomètres (semblables aux radars routiers), nous avons demandé à six joueurs d'éprouver quatre bâtons différents. Résultat : seules les aptitudes, la force musculaire des joueurs et la longueur du bâton ont un impact sur la puissance des lancers, pas la flexibilité du



Des patins qui patinent plus vite

Les patins des Maurice et Henri Richard, faits d'un véritable cuir de kangourou, étaient reconnus pour leur flexibilité. Aujourd'hui, les patins sont des appareils à la fine pointe de la technologie dont la rigidité demeure l'intérêt premier. « Le plastique de la coquille qui protège les orteils, du support de la cheville et du bloc soutenant la lame est moulé par injection », explique Ken Kovo, de Bauer Nike Hockey. Ce moulage consiste à injecter sous pression du nylon, du polypropylène, du polyester et du polyuréthane liquéfiés à l'intérieur d'un moule. « Les pièces recherchées, note-t-il, doivent être solides, légères et rigides. Puis on forme le reste du matériel (plastique, mousse thermoformable, etc.) à la chaleur. » Le patin présentera des caractéristiques de flexibilité ou de rigidité, selon sa fonction, en plus de permettre au pied de respirer; sans négliger de le protéger.

L'objectif: transformer un maximum de puissance musculaire en vitesse de déplacement. Pour y arriver, le patin doit pousser sur la glace vers l'arrière (ce que tout marcheur fait) et vers les côtés (mouvement spécifique du patineur). Dans l'axe latéral, la rigidité règne. Il faut à tout prix éviter que la cheville ne plie de côté. Elle absorberait alors de l'énergie qui ne se transformerait pas en vitesse. À l'opposé, les mouvements qui consistent à pointer le pied (flexion plantaire) et à le ramener vers le haut sont une source d'énergie supplémentaire. Le patin doit permettre ces mouvements et donc être plus flexible dans ce sens. Il doit toutefois continuer à protéger le pied et la cheville des rondelles qui filent au-delà de 130 km/h. René Turcotte, physiologiste à l'Université McGill, teste actuellement le dernier modèle de Bauer. Son protège-tendon, au haut et à l'arrière de la bottine, est plus flexible dans sa hauteur que dans sa largeur.

Ça fait suer

Pendant un match de hockey, un joueur peut perdre de deux à quatre kilos, rien qu'en eau. Si ses vêtements absorbent la sueur,

le joueur traînera un lourd boulet inutilement. Si la peau reste mouillée, l'inconfort et l'irritation influenceront sur sa concentration. Les équipes de Mario Lafortune, un Québécois à la tête du Nike Sport Research Laboratory, développent donc des sous-vêtements adaptés aux sportifs. « Le polyester extrudé qui compose ces vêtements évacue efficacement la transpiration », explique-t-il. Le tissu dont il parle est hydrophobe: il repousse l'eau. De plus, la surface du vêtement en contact avec la peau est plus tendue que la surface extérieure. « Ce gradient de tension pousse la sueur vers l'extérieur, affirme Mario Lafortune, en plus de favoriser son évaporation. » La sueur fait donc mieux son travail consistant à abaisser la température corporelle. Une fonction vitale, puisqu'une température trop élevée réduit le rendement.

La collection de sous-vêtements moulants, baptisée Nike Pro Compression, soutient les muscles. Elle réduit donc les vibrations qui les fatiguent. Dès 2005, les joueurs du baseball majeur en seront munis. Mario Lafortune nourrit l'ambition de lier Nike et la LNH par un contrat semblable.

Mais si les joueurs du Canadien sont si bien encadrés, s'ils sont plus en forme que jamais, s'ils s'alimentent mieux et ont le meilleur équipement possible, pourquoi ont-ils tant de difficulté à faire les séries? Peut-être est-ce une question de talent. Dans ce domaine, la science demeure impuissante... **QS**

manche. » À preuve, au dernier match des étoiles, Al MacInnis, des Blues de Saint-Louis, remportait le concours de tirs de puissance en propulsant la rondelle à 159,2 km/h avec un bâton de bois des plus classiques.

Mais la popularité des bâtons de bois – dont le manche est fait de tremble ou de peuplier et la palette de frêne, tous deux plaqués d'un laminage de fibre de verre – s'amenuise. La cote va plutôt aux bâtons composites – alliage de fibre de verre, de carbone et de kevlar. « Ces bâtons sont plus légers (460 g par rapport à 600 g), plus solides et plus durables, explique Ken Kovo, directeur de la recherche, du design et du développement chez Bauer Nike Hockey. Ils offrent aussi plus de possibilités de design puisqu'on peut les mouler comme on le souhaite. De plus, le processus de fabrication automatisée permet de reproduire à 100 % les propriétés d'un bâton. Enfin, dit-il, la rigidité d'une palette composite l'empêche de se tordre sous le poids de la rondelle, lui transférant donc toute l'énergie voulue. » Toutefois, le prix d'un bâton composite dépasse la centaine de dollars alors qu'un bâton de bois coûte rarement plus de 30 \$.

BAUER NIKE HOCKEY

Le polyester extrudé des sous-vêtements évacue efficacement la transpiration. Exit le coton!



Pour Noël, abonnez-vous ou offrez Québec Science en cadeau



CIARA
TECHNOLOGIES

Procurez-vous le plaisir de lire, mois après mois, des articles de grande qualité traitant de médecine et de santé, de biologie, de physique, de paléontologie, d'archéologie, de mathématiques, d'astronomie, d'environnement, de génie, d'innovation et d'informatique

ET



**courez la chance de gagner
ce magnifique poste de travail**

Celui-ci comprend un ordinateur Ciara, un écran de 17 po, un clavier et une souris à défilement. Configuration de l'ordinateur : processeur Intel Pentium 4 de 2.4 MHz, mémoire vive de 512 Mo, disque dur de 40 Go, cartes réseau et de son intégrées, lecteurs de disquettes et de CD, contrôleur vidéo. **Le concours prend fin le 20 février 2004.**

1 an (10 numéros) 43,45 \$ ~ 2 ans (20 numéros) 74,85 \$ ~ 3 ans (30 numéros) 103,95 \$ Taxes incluses, tarifs valables au Canada seulement.

Coupon d'abonnement en page 42

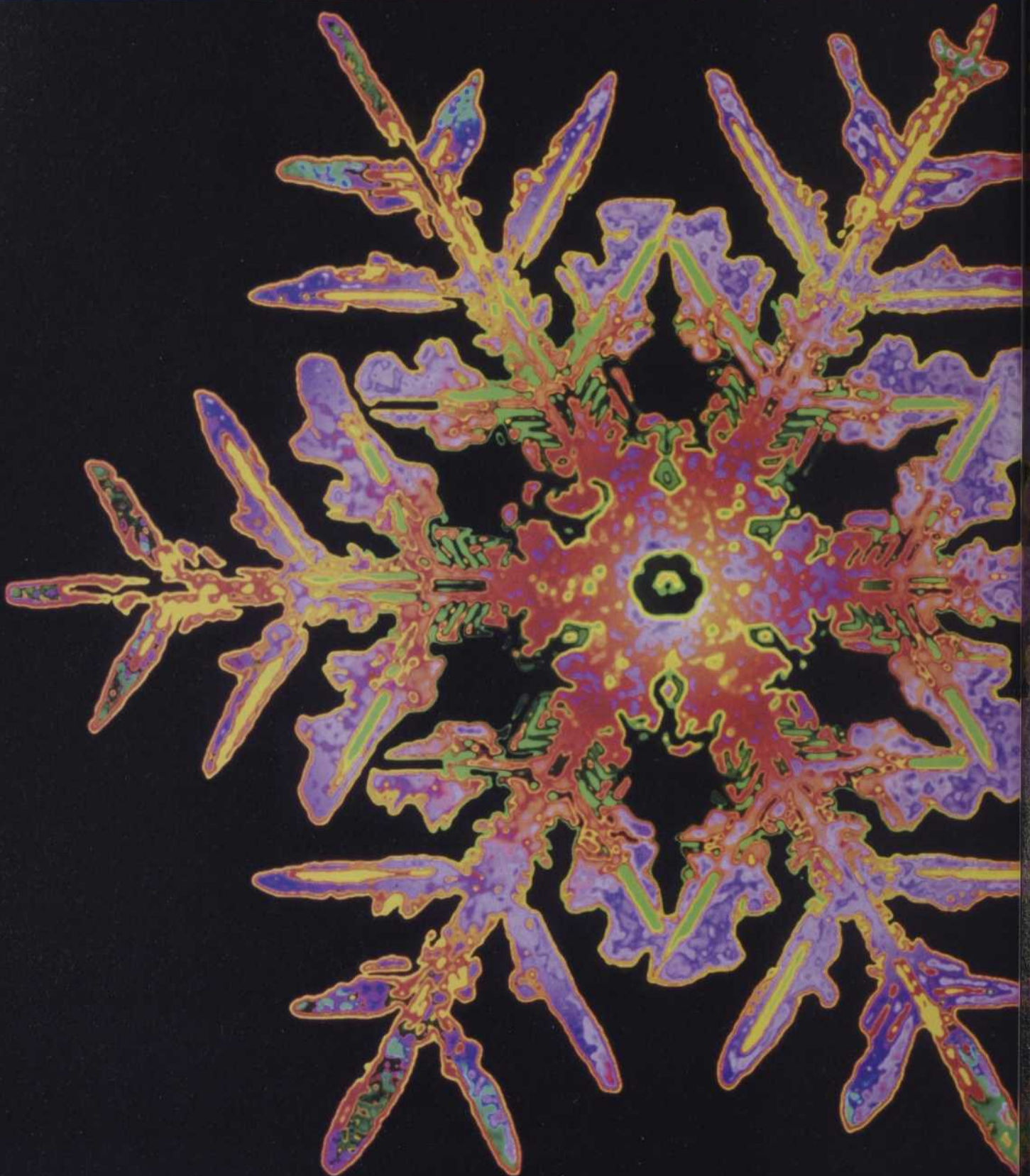
Science

Par téléphone (514) 875-4444 ou 1 800 667-4444

ou par Internet à www.cybersciences.com/abonnement

Les règlements du concours sont affichés chez Québec Science, 4388, rue Saint-Denis, bureau 300, Montréal. La valeur totale du prix est de 1 400 \$ plus taxes. La personne gagnante sera informée par téléphone et devra répondre à une question réglementaire.

La ne

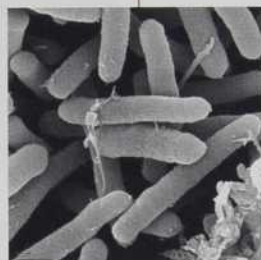


Neige BIOTECH

De belles pistes de ski bien blanches tout l'hiver : les montagnes payent peut-être un prix élevé pour réaliser le rêve des skieurs.

par **Mathieu-Robert Sauvé**
aide à la recherche : **Isabelle Masingue**

Une protéine de la bactérie *Pseudomonas syringae*, connue pour provoquer une gelée blanche à la surface des végétaux, est utilisée depuis 15 ans au Canada dans la fabrication de la neige artificielle. Commercialisée par une filiale de la multinationale York sous le nom de Snomax, cette protéine se trouve introduite dans l'eau de pompage de la plupart des centres de ski de chez nous. Pourtant, cette initiative n'a jamais fait l'objet d'études d'impacts en environnement à long terme sur le territoire québécois.



Qu'est-ce que le Snomax ? Il s'agit, techniquement, d'un « agent de nucléation » (*ice nucleation agent*) capable d'accélérer la cristallisation de l'eau. Alors qu'une goutte a besoin de plusieurs secondes avant d'atteindre l'état solide dans l'air ambiant, la protéine synthétisée dans le Snomax rend ce processus quasi instantané, même lorsque la température tourne autour du point de congélation. Bien avant de toucher le sol, la goutte d'eau devient donc glacée, au grand soulagement des propriétaires de centres de ski, qui voient parfois leur saison sauvée par cette neige « biotech ». Ce ne sera jamais comme de la « poudreuse » mais au moins, ça glisse...

Alors que l'Allemagne interdit ce produit et que d'autres pays d'Europe (Italie et Autriche) posent plusieurs conditions à sa commercialisation, le Canada ne semble pas vouloir remettre en question le re-

cours au Snomax dont la première utilisation remonte aux Jeux olympiques de Calgary en 1988. Selon Daniel Bastien, spécialiste des nouvelles substances au ministère fédéral de l'Environnement, Parcs Canada a interdit l'usage du produit en 1990, mais cette interdiction a été levée en 1994. Bien qu'il ne soit pas autorisé à divulguer des informations concernant le Snomax, il affirme que certaines questions demeurent en suspens quant à son impact sur la santé et sur l'environnement. « Il s'agit d'un produit nouveau, donc qui n'a forcément pas subi d'études d'impacts à long terme », dit-il. Au Québec, l'enneigement artificiel est largement répandu dans les 84 sta-

Un glaçon qui passe pour un flocon

Une goutte d'eau qui gèle à la sortie d'un canon à neige et qui se dépose sur la piste après une chute de 5 m ne ressemble pas aux bons vieux flocons, formés en altitude dans les nuages à partir d'une infime poussière. Vue au microscope, la neige artificielle montre son vrai visage : un petit glaçon rond. Mais comme aurait pu dire le poète Alfred de Musset : « Qu'importe le "flocon", pourvu qu'on ait l'ivresse »...

Environnement

tions de ski. En 2002, on a dépensé 6 millions \$ dans la fabrication de la neige.

Le Snomax est produit en bioréacteur puis séché, emballé et livré sous une forme stérile dans 16 pays. La protéine parvient sous forme de granulés (*pellets*) dans des contenants de 270 g, soit l'équivalent d'un gros sac de chips... à 140 \$ pièce. Dans un seul de ces sacs, il y a suffisamment de protéine pour transformer 378 000 litres d'eau de pompage en neige. Un centre de ski typique des Laurentides pompe environ 9 000 litres d'eau par minute pour fabriquer cette neige.

Le Snomax donne son plein rendement entre -3°C et -8°C . Comme il s'agit d'un produit très coûteux, on évite de l'utiliser si des froids plus intenses gagnent nos montagnes. Les mois d'octobre, novembre et décembre sont les périodes de pointe où on l'utilise presque quotidiennement. « Nous accueillons ici 450 000 skieurs par année et près de 25 % de notre clientèle se présente durant les vacances des fêtes. Dès octobre, l'enneigement commence », explique Pierre Girard, vice-président de Saint-Sauveur International et ingénieur responsable de l'enneigement artificiel aux monts Saint-Sauveur et Avila, dans les Laurentides.

Pour *Québec Science*, il propose une visite guidée de « l'usine à neige » au pied du mont Saint-Sauveur. De puissants compresseurs acheminent à partir d'ici des milliers de litres d'eau dans les canalisations qui totalisent une quinzaine de kilomètres. Dans un coin, un frigo est rempli de Snomax. La préparation est fort simple, explique l'ingénieur. On dilue cinq sacs de granulés dans 15 litres d'eau et on remue pendant deux minutes, puis on ajoute la solution à une cuve contenant 100 litres d'eau froide. Celle-ci est distribuée dans le réseau. Et ça marche. « Il nous est arrivé de cesser trop vite l'utilisation du Snomax. En cinq minutes, on a vu une différence au bout des canons. Ce qui sortait en neige jusqu'à s'était transformé en eau », relate Pierre



Les technologies d'enneigement ont évolué rapidement. Les études d'impact n'ont pas suivi.

Girard. Le budget Snomax, ici, varie entre 50 000 \$ et 100 000 \$ par année.

À Mont-Tremblant, où les trois quarts des pistes sont pourvues d'un système d'enneigement artificiel, on a aussi recours au Snomax. « Nous l'utilisons quand la température est comprise entre -5°C et -8°C , ou quand nous voulons donner un *boost* sur une courte période. En vue d'événements spéciaux, par exemple », dit Doug Little, le responsable de l'enneigement. Le recours à la neige artificielle est de plus en plus fréquent. Ici comme ailleurs en Suisse, la proportion des pistes enneigées artificiellement est passée de 1 % à 7,6 %

en 10 ans. Aux États-Unis, cette proportion a bondi de 59 % en 1984 à 90 % en 2001.

La généralisation de cette neige biotech devrait-elle nous inquiéter ? Michel Sylvestre, microbiologiste à l'Institut Armand-Frappier (INRS), adopte un ton rassurant. « J'ai consulté le site de la compagnie produisant le Snomax. Le texte dit qu'il s'agit d'une protéine de cristallisation produite par *Pseudomonas syringae*, cultivée en laboratoire. La protéine est extraite des cultures et les bactéries sont tuées par irradiation avant la livraison. Donc, la bactérie n'est pas répandue dans l'environnement. De plus, la protéine n'est pas produite par une bactérie modifiée génétiquement, mais par la bactérie de type sauvage. Si ces informations sont exactes, il est peu probable que le produit présente un danger pour l'environnement. Les protéines sont très facilement biodégradables et disparaissent rapidement après la fonte des neiges. »

De son côté, le directeur de York Snow, Richard Brown, soutient que le Snomax a

L'air et l'eau

En plus de l'eau, un autre élément est essentiel à la fabrication de la neige artificielle : l'air. Le long des pistes de ski, on trouve, parallèlement à la canalisation d'eau, un tuyau réservé à l'air comprimé. Cet air est projeté avec force près des buses d'évacuation afin d'atomiser la goutte. Au bout du canon à neige, les gouttes d'eau ne mesurent plus que 200 microns, ce qui facilite leur cristallisation.



SYLVAIN MAJEAU

De la neige artificielle ? Non merci !

Pas de Snomax au mont Sutton. Selon Luc Boulanger, directeur des opérations de cette importante station de l'Estrie, le coût du produit est trop élevé par rapport aux avantages qu'il procure. « Ça ne vaut pas la peine », estime-t-il.

Jean Bouchard, le directeur des services d'entretien et de l'aménagement du mont Sainte-Anne, près de Québec, est du même avis. Cette station produit de la neige artificielle à plein régime du 1^{er} novembre jusqu'à Noël sur 75 % de ses pistes. « Nous l'utilisons jusqu'en 1993, mais les résultats n'étaient pas très concluants, explique l'ingénieur. Nous avons fait un nouvel essai, il y a trois ans, mais sans plus de succès. Le Snomax nous coûte trop cher. »

Charles Turcotte, directeur des opérations montagne à Stoneham - aussi dans la région de Québec - croit le contraire. « Nous utilisons le Snomax, surtout au début de l'hiver, car il est très performant entre -3 °C et -8 °C », dit-il. À Stoneham, où 25 pistes sur 32 sont enneigées artificiellement, on a renoncé pendant quelques années à l'utilisation du produit, mais on a recommencé depuis 1998.

Pour sa part, Jean-Philippe Gauthier, responsable de la division neige au mont Saint-Bruno, en Montérégie, tente de limiter le plus possible l'utilisation du Snomax. Il évalue sa consommation à une trentaine de sacs par saison.

subi avec succès tous les tests d'innocuité, même au Canada, et que son produit se dégrade rapidement après sa vie utile. « En 15 ans d'utilisation au Canada, et ailleurs dans le monde, aucun effet néfaste sur l'environnement ne lui a été attribué », affirme-t-il. Il dit avoir quelque 700 pages de documents, qui ne peuvent être divulgués au public, pour le démontrer. Certaines études sur le Snomax ont été menées dans les Rocheuses canadiennes, un écosystème bien différent des Appalaches ou des Montérégiennes.

Pour Christian Rixen, chercheur suisse rattaché à l'université de Zurich, la propagation d'un tel produit biotechnologique mérite d'être questionnée. « Elle soulève certainement des inquiétudes, dit-il. Notre équipe a noté des effets sur la croissance de certaines plantes, et des chercheurs ont établi qu'une partie non négligeable du produit demeurait active après l'usage.

Mais je dois vous dire que nous faisons face, actuellement, à un sérieux manque de données scientifiques sur le Snomax. »

Joint par téléphone à Fairbanks, en Alaska, où il poursuit des études postdoctorales, ce botaniste est actuellement l'un des seuls chercheurs indépendants au monde à mener des travaux à long terme sur l'enneigement artificiel. En 1999, le gouvernement helvète (l'Institut des sciences environnementales et le Federal Institute for Snow and Avalanche Research) lui accordait un financement pour étudier, sur une longue période, les effets de la fabrication de neige. Plus de 80 sites alpins sont suivis par lui ou par des membres de son équipe. Ces études débordent largement l'utilisation d'additifs : on calcule la conductivité et la dureté de la neige sur les pistes de ski, la composition chimique des sols, l'érosion provoquée par l'enneigement, etc.

En janvier 2003, le professeur Rixen signait dans une revue allemande, *Perspectives in Plant Ecology*, un résumé des



connaissances dans le domaine. En bref, il note que les technologies d'enneigement ont évolué beaucoup plus vite que les études sur leurs impacts. « Certaines régions tempérées sont en train de se transformer sous l'effet des masses de neige artificielle », dit-il. Des recherches ont révélé que des plantes printanières disparaissent. Elles ne peuvent plus fleurir, car elles sont enfouies sous la neige durant la saison de floraison.

Quand la neige finit par fondre, la végétation estivale est installée. Dans les Alpes, plusieurs plantes indigènes ont ainsi disparu ou ont migré.

L'an dernier, les chercheurs apprenaient que le Snomax avait un effet pathogène sur une espèce végétale alpine, *Trifolium repens* (trèfle). Christian Rixen est formel : la biodiversité est affectée là où l'enneigement artificiel est important. « Les plantes peuvent souffrir des dommages causés par le

gel et le déficit en oxygène provoqués par la neige artificielle. Des retards de croissance dans les tissus sont observés », écrit-il.

« Les conséquences de l'enneigement artificiel sur la flore des domaines skiables peuvent paraître bien minimes à première vue. Mais à long terme, on pourrait se retrouver avec des pentes de ski qui seraient des déserts biologiques, dit l'écologiste Daniel Green, président de la Société pour vaincre la pollution. Des écosystèmes où plus rien ne pousse. Ce serait alors moins drôle. »

La réaction des autorités canadiennes face au Snomax n'étonne pas ce militant qui a été de tous les grands dossiers de pollution industrielle depuis 20 ans. « Les études d'impacts sont parfois exigées dans le cas de produits utilisés depuis longtemps. » Aux États-Unis, on ne donne pas l'absolution inconditionnelle au Snomax. En tout cas, les arguments en faveur de son innocuité n'ont pas convaincu les citoyens de Salt Lake City, hôte des Jeux olympiques d'hiver de 2002. Ils ont fait parvenir à Richard Brown une lettre lui demandant de procéder à une étude sur les risques de contamination des aquifères et des eaux de surface de la région. Dans cette lettre datée du 8 septembre 1999, le conseil municipal souligne l'inquiétude des électeurs à ce sujet. « Comme vous le savez, l'usage des additifs quant à la production de neige dans le canyon est contestée dans la communauté », peut-on lire. Le conseil avait approuvé la veille une recommandation : l'élimination des additifs s'ils s'avèrent néfastes pour la qualité de l'eau. La ville donnait trois ans à l'entreprise pour financer une étude en profondeur sur cette question.

Que s'est-il passé depuis ? « York Snow a jugé que cela n'en valait pas la peine compte tenu de la quantité de produit achetée par nos centres de ski », indique Florence Reynolds, responsable de la qualité des eaux (Water Quality and Treatment Administrator) pour la ville de Salt Lake. En conséquence, le Snomax n'est pas autorisé dans les stations Alta, Snowbird, Brighton et Solitude dont les eaux se déversent dans le canyon. »

C'est en quelque sorte le syndrome du « pas dans ma cour » appliqué à la neige biotech. Mais – qui sait ? – La mode sera peut-être, dans quelques années, aux stations de ski « vertes », « 100 % naturelles », « tournées vers le développement durable ». « Tout est question de marketing », dit Daniel Green en riant. **QS**

Osez vous serez étonnés!

Offrez-vous Le Devoir du samedi

Actualités Le monde Perspectives Éditorial Idées Science Éducation Économie Culture Sports
CAHIER SAMEDI CAHIER CULTURE CAHIER LIVRES CAHIERS SPÉCIAUX L'AGENDA

LE DEVOIR

Un journal indépendant

Abonnements : 514.985.3355 ou 1 800 463.7559

www.ledevoir.com



Les « dommages collatéraux »

La fabrication de la neige artificielle n'est pas si écologique qu'on pourrait le penser. En plus des fuites d'huile provenant des compresseurs et de la machinerie lourde, qui ne sont pas toujours en parfait état, les pistes de ski deviennent parfois des sites contaminés par la pollution des eaux de surface. En effet, les centres de ski puisent leur eau à partir d'une source des environs (le mont Saint-Bruno, par exemple, utilise 110 millions de litres par année), et cette source peut être polluée. Ce qui revient à épandre de la pollution au sommet de nos montagnes.

« Je dois avouer que nous ne nous attardons pas à la question de la qualité des eaux de pompage destinées à l'enneigement artificiel, reconnaît Serge Assel, directeur adjoint de la Direction régionale des Laurentides au ministère de l'Environnement du Québec. Nous n'avons pas

de normes à suivre, par exemple sur le nombre de coliformes fécaux. »

Ce qui préoccupe surtout le Ministère, c'est l'état du plan d'eau où les stations s'alimentent. Il fixe donc un débit minimum basé sur un calcul établi par le Centre d'expertise hydrique du Québec. Lorsque Intra-west a développé le versant nord du mont Tremblant, il y a quelques années, le Ministère a fixé le pompage maximum à 2,8 m³ par seconde. Grâce aux systèmes de mesure du débit, les pompes cessent automatiquement aux périodes d'étiage.

Les méthodes de calcul du Ministère ne convainquent pas l'écologiste Daniel Green. « Ce sont des calculs d'ingénieurs destinés à d'autres ingénieurs. Ils traitent la rivière comme s'il s'agissait d'un grand tuyau, non comme un écosystème. Le débit autorisé respecte-t-il le régime écologique du cours d'eau? En plein hiver, une rivière n'est pas faite pour subir des ponctions d'eau. »

CONNAISSANCE + INNOVATION = SUCCÈS

Si vous croyez en cette formule gagnante, le *Programme des chercheurs-boursiers en milieu industriel* du **CRSNG** (Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada) vous intéressera sûrement.

Ce programme offre un appui aux récents diplômés doctoraux et aux entreprises canadiennes qui effectuent de la recherche industrielle. En apportant une importante contribution au salaire du stagiaire pendant deux ans, le programme aide votre entreprise à accroître ses activités de R et D dans des domaines clés, et ce, à peu de frais. En même temps, le stagiaire acquiert des connaissances et de l'expérience et reçoit une formation dans un milieu industriel dynamique.

En appuyant les diplômés et l'industrie, le **CRSNG** vous aide à mettre le succès à votre portée.



*Investir dans les gens, la découverte et l'innovation
Investing in people, discovery and innovation*



Les entreprises et les diplômés qui désirent s'inscrire au programme peuvent obtenir de plus amples renseignements en communiquant avec la :

Division des programmes de bourses
CRSNG
350, rue Albert
Ottawa (Ontario) K1A 1H5

Téléphone : (613) 995-5521

Télocopieur : (613) 996-2589

Consultez notre site Web : www.crsng.ca

Canada



La spirale infernale

Sans le savoir, vous êtes peut-être un vilain « spammeur » ...

Malgré tous les efforts pour les enrayer, non seulement les virus informatiques et les pourriels – alias *spam* (voir « La guerre des pourriels », *Québec Science*, octobre 2002) – continuent-ils de pleuvoir sur nos têtes comme des nuées de sauterelles, mais leurs créateurs ont mis leurs forces en commun pour nous pourrir la vie... et tenter de s'enrichir à nos dépens.

De leur union est né un nouveau et terrible mutant : le « virus-pourriel » ! Et, comble de tout, il utilise – peut-être en ce moment même – votre ordinateur pour commettre ses méfaits. Comment une pareille abomination a-t-elle pu voir le jour ? En suivant une implacable logique.

Auparavant, les auteurs de virus étaient – pour caricaturer – de pauvres types en quête de célébrité. Leur moyen d'y parvenir ? Créer des virus informatiques – ou des vers ou des chevaux de Troie, etc. –, les lâcher sur le Net et savourer en secret la joie de voir leurs créations prospérer.

Dans un autre coin du Web, il y avait les « spammeurs », avec un but nettement plus lucratif : faire du fric en escroquant son prochain grâce à des messages bidons envoyés en grand nombre. Sauf que, depuis quelque temps, l'industrie du pourriel perd de son lustre. Aujourd'hui plus avisés, les récipiendaires sont moins nombreux à lire les pourriels qu'on leur adresse et, pis encore, de moins en moins d'internautes tombent dans le panneau. Des logiciels spécialisés sont aussi apparus pour filtrer les pourriels, sans compter les manœuvres des fournisseurs d'accès Internet pour juguler leur flot. Résultat : pour augmenter les chances d'atteindre le consommateur, les spammeurs se voient forcés d'envoyer beaucoup plus de pourriels pour espérer parvenir aux mêmes résultats qu'autrefois.



Pendant ce temps, les concepteurs de virus ont acquis de la maturité et leurs créations, de la sophistication. Alors que les anciens virus se propageaient au petit bonheur la chance, par le transfert main à main d'une disquette infectée par exemple, les virus modernes disposent d'un réel arsenal. Ils prennent le contrôle des carnets d'adresses, téléchargent sur l'ordinateur infecté des programmes – c'est-à-dire des chevaux de Troie – afin de mieux contrôler celui-ci et expédient des centaines de copies d'eux-mêmes, via les logiciels de courriel, de *chat* (IRC) ou de réseaux *peer-to-peer*, en ayant l'air de messages légitimes

provenant d'un expéditeur connu du récipiendaire.

On l'a encore vu l'été dernier, avec les épidémies *Blaster*, *BugBear* et *Sobig*, les virus sont des moyens hors pair pour atteindre un vaste public... ce qui est exactement le but recherché des spammeurs. Ce n'était donc qu'une question de temps avant qu'un créateur de virus n'offre ses services à un spammeur ou que ce dernier pense à embaucher des concepteurs de virus pour faire sa besogne.

Concrètement, voici comment cela fonctionne. Un virus – disons *Sobig* (1) – con-

tamine votre ordinateur. Dès qu'il en a la chance, il se branche sur le Net et télécharge un cheval de Troie, c'est-à-dire un petit logiciel qui ouvre une porte secrète (ou *backdoor*) permettant d'accéder à votre ordinateur et de le contrôler à distance. Dès lors, le créateur du virus est maître de votre machine. Le cheval de Troie élimine toute trace du virus *Sobig*, puis télécharge et installe un autre programme appelé *Wingate* (2). Il s'agit d'un logiciel commercial parfaitement en règle servant à transformer votre ordinateur en « serveur proxy ». Comme le logiciel *Wingate* n'est pas considéré comme un virus par les logiciels antivirus, votre micro-ordinateur est libre d'expédier tranquillement des pourriels infectés à tous les heureux élus de votre carnet d'adresses. Pour le spammeur, c'est tout bénéfice : il accroît son volume de pourriels tandis que l'expédition se fait toute seule et gratuitement par l'intermédiaire de son réseau de machines infectées. Vous avez sous vos yeux une toute nouvelle forme de « marketing viral » ...

Mais ce n'est pas tout ! Non seulement votre ordinateur vomit des pourriels à la louche, mais, selon les experts, il pourrait bientôt héberger le site Web d'un spammeur ! Car rappelons qu'un pourriel n'est en somme qu'un prospectus virtuel. Pour accroître sa trésorerie et espérer une retraite dorée sous le soleil des Bahamas, le spammeur doit tout de même attirer ses « clients » sur un site où ceux-ci achètent ses « produits » – aphrodisiaques tibétains, diplômes universitaires en vrac, pilules pour faire grossir l'anatomie masculine ou féminine, etc. Or, avec le risque de se faire épingler par la justice qui plane au-dessus de leurs têtes, les spammeurs sont généralement peu enclins à ouvrir un site Web officiel.

La solution ? Utiliser votre ordinateur comme vitrine sur le Net. Les pourriels envoyés par celui-ci pourraient contenir une

adresse Internet pointant vers votre ordinateur... car celui-ci, grâce au logiciel *Wingate* et quelques autres ajouts, pourrait faire office de mini-serveur Web bourré de pages HTML vantant les vertus de produits fabuleux. Bref, la prochaine fois que vous recevrez un pourriel, ne soyez pas trop prompt à vouer son expéditeur aux gémonies, car vous êtes peut-être vous-même un spammeur « à l'insu de votre plein gré » ...

Le phénomène du virus-pourriel a fait son apparition au cours de l'année 2002 et est déjà promis à un bel avenir. Selon MessageLabs (3), société spécialisée dans le filtrage du courrier électronique, entre 60 % et 70 % des pourriels sont envoyés par des serveurs proxy. Les trois quarts de ces serveurs ont été infectés par des virus qui permettent de les contrôler à distance et près de 40 % du lot, estime-t-on, seraient des ordinateurs personnels. Le phénomène profite, évidemment, de la croissance du nombre de connexions Internet haute vitesse – via ADSL ou le câble – dans les foyers. Compte tenu de l'imprudence et de la naïveté dont font encore preuve nombre d'internautes, il ne peut que s'amplifier dans les mois et années à venir.

Comment combattre ? Comme nous l'expliquions l'an dernier dans cette même chronique, il n'y a pas de panacée. Seule « solution » : appliquer avec une vigilance de tous les instants les règles élémentaires pour éviter la prolifération des virus et des pourriels (voir l'encadré).

Pour les optimistes, on peut tout de même trouver matière à consolation dans l'apparition des virus-pourriels. Si ces nouveaux hybrides venaient à submerger les autres types de virus existants, on pourrait espérer à terme des virus moins destructeurs. En effet, dans la nature, un « bon » virus est un virus qui ne tue pas son hôte – enfin pas trop vite –, car sinon il gêne sa propre propagation. Dans la même logique, les virus-pourriels n'ont pas intérêt à paralyser votre ordinateur, en effaçant votre disque dur par exemple, car celui-ci perd alors toute son utilité pour la diffusion massive des virus-pourriels et l'hébergement de mini-sites Web de spammeurs.

On peut donc supposer que le virus-pourriel le plus efficace aura tendance à être le plus inoffensif et le moins visible possible afin d'éviter sa détection et son éradication. Les auteurs de virus en tireront certes moins de gloire, mais beaucoup

plus de dividendes en espèces sonnantes et trébuchantes. Assisterons-nous à ce délicieux paradoxe : les pourriels apprenant aux virus à être (un peu) plus civilisés ? On se réjouit comme on peut !... **CS**

Guide de survie

- > **Ne jamais ouvrir un fichier joint inconnu.**
- > **Mettez votre système et vos applications à jour.**
- > **Évitez de divulguer votre adresse, que ce soit dans un forum de discussion ou sur votre site Web. Si nécessaire, utilisez une adresse temporaire que vous détruirez par la suite.**
- > **Ne répondez jamais à un spammeur, surtout pas pour demander d'être retiré de sa liste d'envoi. Vous confirmerez ainsi que votre adresse est valide... et accroîtrez la quantité de pourriels à venir.**
- > **Équipez-vous de logiciels antivirus et antispam. Certains éditeurs, comme Symantec et McAfee, intègrent désormais des modules de filtrage de pourriels dans leurs « suites » de sécurité Internet. Mettez à jour fréquemment vos logiciels antivirus et antispam afin d'éliminer les nouvelles souches dès qu'elles apparaissent.**
- > **Si possible, configurez votre logiciel de courriel pour qu'il n'affiche pas automatiquement les images intégrées dans les messages reçus. Pour les afficher, votre logiciel de courriel doit les télécharger à partir du serveur du spammeur. Bingo ! Ce dernier sait que vous avez lu son pourriel... et peut vous en envoyer quantités d'autres.**
- > **Le duo Internet Explorer/Outlook Express est particulièrement ciblé par les virus. Étudiez la possibilité de changer de logiciel. Le logiciel de courriel Mozilla (la version « libre » de Netscape), par exemple, intègre même un module antispam gratuit. Si vous êtes vraiment excédé, pourquoi ne pas songer à changer carrément de système d'exploitation... en optant pour MacOS ou Linux ?**

» CyberRessources

(1) Sobig.a and the Spam You Received Today (LURHQ)
www.lurhq.com/sobig.html

(2) Wingate (Deerfield)
www.deerfield.com/products/wingate/

(3) The convergence of viruses and spam (MessageLabs)
www.messagelabs.com/microsites/MessageLabs/

écho < sciences >

Québec Science à l'index !

À surveiller. Québec Science procédera à la mise en ligne de son index thématique du magazine sur *Cybersciences.com*. D'ici quelques semaines, nos abonnés pourront donc consulter la liste des sujets publiés annuellement.

Prix canadiens de l'environnement 2004



Période de mises en candidature

Les Prix canadiens de l'environnement, un hommage aux réalisations communautaires, en sont à

leur troisième édition. Le public est invité à proposer des candidats ou des groupes qui apportent une contribution exceptionnelle à la protection, à la restauration et à la préservation de l'environnement au Canada. Les Prix canadiens de l'environnement comportent trois volets : les Prix d'action communautaire; le Grand Prix du Circuit vert (volet jeunesse) et le Prix Hommage. Pour plus de détails, consultez *cybersciences.com*.

NOUVEAU !

Guide pratique pour être bien dans sa peau et dans sa tête à l'approche de la cinquantaine. Des exemplaires sont offerts aux associations à tarifs de groupe.

Pour information :
(514) 843-6888.



Pour Noël, abonnez-vous ou offrez Québec Science en cadeau !
(514) 875-4444 ou 1 800 667-4444

par Jean-Marie Labrie

Jeux

★ 155 Une expression remarquable

Pour $n = 50$, quelle est la valeur de l'expression suivante ?

$$\frac{1 + 3 + 5 + \dots + (2n + 1)}{(2n + 3) + (2n + 5) + \dots + (2n + 103)}$$

■ 156 Ce n'est pas toujours dimanche

Dans un mois de 30 jours, trois dimanches étaient des dates impaires. Quel jour était alors le 19 de ce mois-là ?

★ 157 Cryptogramme à déchiffrer

Résoudre le cryptogramme suivant (envoyé par un lecteur) :

BON + BON + BON = DÉFI + DÉFI
Il y a au moins trois solutions.

Solutions

■ 154 Trois nombres de Pythagore particuliers

Je fais d'abord remarquer qu'il existe trois nombres de Pythagore inférieurs à 100 qui vérifient la condition; ce sont les nombres 11, 60 et 61. Les deux nombres premiers sont 11 et 61, et le troisième nombre est 60; les nombres 11, 60 et 61 vérifient la relation de Pythagore dans un triangle rectangle : $11^2 + 60^2 = 61^2$.

Pour des nombres premiers entre 100 et 440, il existe, après recherche, les nombres premiers 299 et 349; le troisième nombre recherché est 180. Ces trois nombres vérifient la relation de Pythagore : $180^2 + 299^2 = 349^2$.

$$32\ 400 + 89\ 401 = 121\ 801$$

Question : Y a-t-il un nombre fini ou infini de ces triplets de Pythagore ?
C'est un problème ouvert; je ne connais pas la réponse.

Niveaux

■ débutant ★ intermédiaire ⚙ expert



L'humour de la lessiveuse

Certains parlent à leurs plantes, d'autres à leurs animaux domestiques. Pourquoi pas à ses électroménagers ? La compagnie allemande Speech Expert a conçu une lessiveuse à commandes vocales. *Hermine* - c'est son nom - exécute vos ordres, mais ne décharge pas le linge à votre place. Elle vous prévient tout de même de ne pas mélanger le blanc et les couleurs. Et s'il faut laver une chemise tachée par du vin rouge, elle peut suggérer de prendre de la bière la prochaine fois. Elle a de l'humour en plus...

www.speech-experts.com



Coup d'air

AirZooka est inoffensive. Que projette cette arme qui a l'apparence d'un petit bazooka ? De l'air, tout simplement. Lorsque la membrane de plastique est relâchée dans le tuyau, une onde de choc est projetée vers l'avant à la vitesse de 100 km/h. Dans son sillage, un vortex est suivi de ce que les ingénieurs qui l'ont conçue appellent « une boule d'air ». De quoi dépeigner votre cible, même à plus de 5 m. À 40 \$ la paire, tous les éléments sont rassemblés pour se livrer à des duels mémorables.

www.airzooka.net

Vibro-matelas

L'expérience totale pour ceux qui jouent à des jeux vidéo : le PM 300 est un matelas vibrant équipé avec des haut-parleurs qui amplifient les très basses fréquences. Le coussin fait vibrer le joueur pour qu'il sente dans son corps les coups, les crashes et les agressions. Appétissant... Le prix s'approche de celui d'une console vidéo - plus de 200 \$. Pour accros seulement.

www.pyramat.com



Lectures d'hiver

Comprendre le monde au coin du feu...

Le père de nos pères...

Un livre de Pascal Picq est un plat de choucroute : nourrissant, mais il faut bien mâcher. Voici toutefois une excellente synthèse des recherches actuelles en paléanthropologie (étude de l'évolution biologique de l'homme). Dans un style académique, clairement structuré, Picq présente nos ancêtres : environ 20 espèces, dont la moitié ont été découvertes dans la dernière décennie. L'aîné, Toumaï, fut « baptisé » en 2002, à l'âge de six ou sept millions d'années. Ces découvertes obligent à repenser notre histoire évolutive, d'une richesse insoupçonnée. Oubliez la belle chaîne droite reliant le chimpanzé à l'humain. Au long de l'histoire, plusieurs espèces d'hominidés ont cohabité; il est même aberrant, dit Picq, que toute l'humanité actuelle appartienne à la même.

PICQ, Pascal. *Au commencement était l'homme : de Toumaï à Cro-Magnon*, Odile Jacob, 2003.

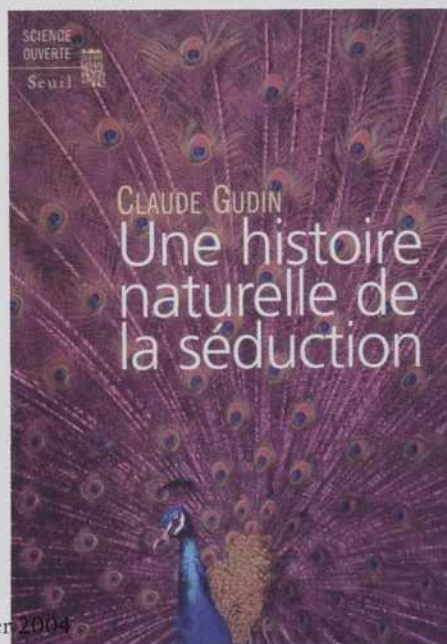
Pascal Picq
Au commencement
était l'homme
De Toumaï à Cro-Magnon



Odile
Jacob

Un monde à séduire

« Quelle différence entre le flamant qui déclare sa flamme en rose à la femelle et l'amoureux transi qui offre un bouquet de fleurs (une gerbe de sexes en rut) à la dame qu'il convoite? » Sacré Claude Gudin! Ce poète-jardinier et docteur en biologie végétale nous explique mille façons de charmer, depuis celles des algues unicellulaires – c'est le végétal qui a inventé la séduction, jure-t-il – jusqu'aux nôtres. Envoûtement du regard, de l'odorat, de l'ouïe : tout est bon pour capturer sa proie. Il y a l'érotisme gluant des limaces, hermaphrodites qui copulent à deux, par



quatre sexes. Ou l'attraction fatale de l'insecte pour la plante carnivore. Les phénomènes biochimiques en jeu sont approfondis en annexe. Mais n'y cherchez pas de trucs pour draguer. « Séduire, du rotifère à l'homme d'affaires, n'est pas une mince affaire! » Passionnant.

GUDIN, Claude. *Une histoire naturelle de la séduction*, Seuil, 2003.

À la recherche du Continent X

Olivier Dyens, poète et artiste multimédia, écrit avec goût. Ce « conte philosophique » émaillé de citations – qui évoque *Le monde de Sophie*, populaire récit initiatique de Jostein Gaarder –, nous fait appareiller à la découverte du « Continent X », un endroit que nul ne connaît, mais où tout le monde va. C'est « l'émergence d'une nouvelle façon d'exister », portée par les jeunes, déterminée par les nouvelles technologies, qui annihile le concept d'individu au profit des communautés (p. ex : les réseaux d'internautes) attachées à la survie du groupe, comme les abeilles ou les fourmis. On y parle environnement, mondialisation, et « mêmes », idées-virus qui contaminent les cerveaux pour leur propre survie. Un voyage aux confins de notre monde, terrifiant... et merveilleux, clame Olivier Dyens, dont l'étrange confiance en l'avenir procure un curieux apaisement.

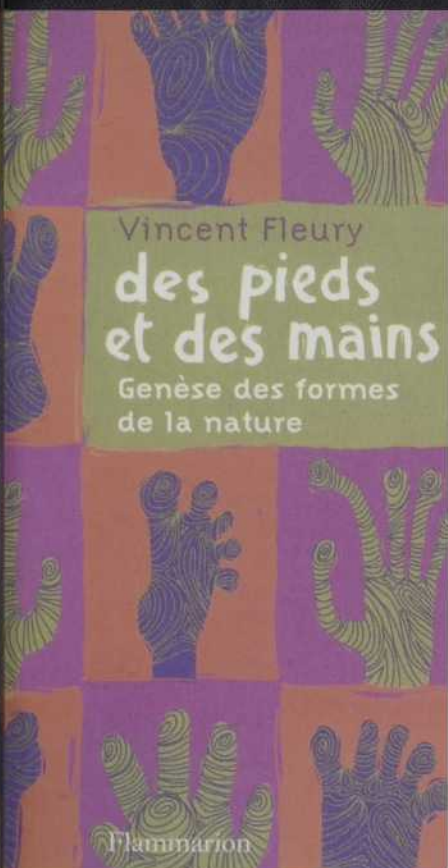
DYENS, Olivier. *Continent X: vertige du nouvel Occident*, VLB éditeur, 2003.



Révolte dans l'espace

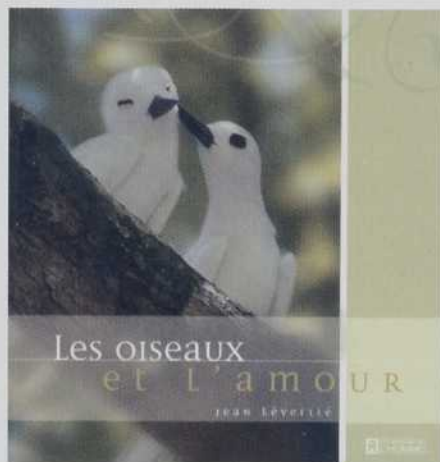
L'explosion de la navette *Columbia*, en février, aurait dû inciter les agences spatiales à réviser leurs plans d'avenir, affirme Patrick Baudry. L'ex-astronaute français a touché les étoiles à bord





gie, à la physique, aux mathématiques et à l'informatique pour expliquer comment naissent les formes dans la nature. Comment se créent, par exemple, les empreintes digitales ? Le sujet est aride, mais comptez sur Vincent Fleury, jeune et fougueux chercheur en « physique de la matière condensée », pour vous le faire savourer. Avec une simplicité souveraine, comme s'il était assis à votre table de cuisine, il explique pourquoi les chiens sharpei sont « en forme de lit défait », pourquoi les chips ont toutes une courbe semblable... et ce qui arrive quand la forme se déforme (cancer ou anomalie de l'embryon). Tout ça en citant Boris Vian et Antoine de Saint-Exupéry, s'il vous plaît !

FLEURY, Vincent. *Des pieds et des mains : genèse de formes de la nature*, Flammarion, 2003.



D'amour et de cigognes

Médecin et photographe fou des oiseaux, Jean Léveillé a parcouru le monde pour croquer ces « objets volants bien identifiés ». Son bouquin en présente 30 dans leur milieu naturel. Splendidement sen-

suelles, rehaussées d'un graphisme impeccable, ses photos sont accompagnées de légendes – au style un peu précieux, mais bon... – décrivant avec humour les mœurs sexuelles de ces volatiles. La cigogne, symbole du bonheur conjugal, est une fiéffée libidineuse. Et la talève sultane fait garder ses petits pour s'adonner à l'orgie ! Mais il y a le cygne, prince de l'amour éternel, qui, à l'heure dernière, dédie à sa compagne le merveilleux « chant du cygne »...

LÉVEILLÉ, Jean. *Les oiseaux et l'amour*, Les Éditions de l'Homme, 2003.

Débrouiller les enfants

Enfant, j'étais folle d'une expérience des Débrouillards, qui faisait danser des morceaux de naphtaline dans une solution pétillante de vinaigre et de bicarbonate de soude (les bulles collaient aux morceaux, les hissant à la surface, où les bulles éclataient, ce qui les faisait s'enfoncer). Plus de 20 ans après ce premier best-seller – 60 000 exemplaires vendus ! –, les Débrouillards publient 40 nouvelles expériences illustrant des principes de base en physique, chimie et électromagnétisme. Construisez un volcan qui crache de la grenadine; une fibre optique en gélatine; un aéroglisseur avec un ballon gonflable et un CD. C'est bien expliqué. En passant, il y a une version actualisée du truc aux « boules à mites »...

PERREAULT, Sarah, Yannick BERGERON et Marc GINGRAS. *Les expériences des Débrouillards*, Bayard Jeunesse, 2003. **CS**



de Discovery, en 1985. « La grande conquête a pris un chemin de traverse », clame-t-il aujourd'hui. Il en a contre la Station spatiale internationale (ISS: « Inutilement Spatiale et Sans but », persifle-t-il), un programme « insignifiant » qui ne nous apprendra rien. Lui voudrait la lune: une base lunaire. Il attend le salut de l'entreprise privée, qui, à l'en croire, ne rêve que de construire des hôtels avec vue sur la Terre. Ce vrai personnage – on l'a soupçonné d'espionnage – a des idées bien tranchées qui sentent parfois l'arrogance, parfois une certaine naïveté. Mais il connaît l'espace, et son livre, agrémenté d'un bon glossaire des engins du cosmos, instruit.

BAUDRY, Patrick. *Conquête spatiale: la déroute*, Éditions Michel Lafon, 2003.

In-formé

La morphogenèse emprunte à la biolo-

Les découvertes de l'année

Notre rendez-vous avec la grande recherche du Québec. Notre équipe de journalistes a effectué sa tournée annuelle des laboratoires. Elle vous présente sa sélection des 10 bons coups de nos scientifiques.

À lire le mois prochain

Hubert l'enchanteur, Hubert l'engagé

S'il est de toutes les tribunes, c'est que Hubert Reeves ne se lasse pas de partager sa passion pour les étoiles et sa fascination pour la vie. Nous l'avons rencontré.

L'effet lumière

La lumière artificielle n'est pas sans poser quelques problèmes physiologiques chez les espèces diurnes comme... l'*Homo sapiens*.

Redonnez-moi mes trésors

L'Égypte demande à l'Angleterre de lui restituer ses trésors et les peuples amérindiens veulent récupérer leurs œuvres aujourd'hui dispersées aux quatre coins du monde... À qui appartient donc le patrimoine mondial? Un sujet qui remet aussi en question la nature des musées.



In labo veritas

De la religion à la science, aurions-nous seulement changé de credo ?

Bernard Arcand : Il n'y a pas si longtemps, la science suscitait encore beaucoup de méfiance. L'observation minutieuse du monde et la poursuite des lois de la nature risquaient de contrarier les enseignements anciens de l'immuable dogme religieux. À un point tel que les hommes de science prenaient souvent l'allure d'inquiétants magiciens et se voyaient même quelquefois soupçonnés d'entretenir une relation avec le diable. Néanmoins, malgré les risques de persécution, l'esprit scientifique poursuivait l'étude des faits dans l'espoir d'atteindre un type nouveau de certitude, fondé moins sur la foi en Dieu que sur l'exercice rigoureux de l'intelligence humaine.

La route fut longue et le combat ardu, mais la conviction religieuse ne se présente plus comme la vérité hautaine de l'Ancien Régime. De nos jours, les gens font davantage confiance à la science. Aveuglement, parfois. Plusieurs semblent profondément convaincus que la science devrait avoir réponse à toutes les questions et qu'en lui laissant le temps, et en lui fournissant les moyens, elle progressera inlassablement vers l'explication universelle. Si l'on espère vaincre le cancer et la pollution, on peut lui faire confiance car, tôt ou tard, la science en découvrira les antidotes. Il n'y a pas d'autre solution ni de doute possible.

Autrement dit, la foi s'est déplacée.

Or, les historiens nous disent que cette profession de foi moderne est apparue au moment précis où la science admettait son imperfection et ses limites. La coïncidence est notoire. Lorsque la science s'est convaincue qu'elle devrait désormais naviguer dans le doute permanent et l'incertitude générale, du coup, elle parut sur la place publique comme l'entreprise crédible par excellence, celle qui doit inspirer la plus grande confiance. C'est dire combien les voies de la religion demeurent insondables.



MICHEL LAROSE

Brigitte Gemme : Je m'en confesse : je préfère quand même que les gens croient en la science plutôt qu'en autre chose. D'ailleurs, les scientifiques n'ont pas à se plaindre de leur succès dans les cœurs, même s'ils préféreraient conquérir les cerveaux : les plus illustres représentants de leur communauté ont depuis toujours cherché à remplacer les astrologues qui conseillaient les princes. On peut aujourd'hui dire qu'ils ont gagné la partie. Honte aux chefs d'État qui font appel aux diseuses de bonne aventure plutôt qu'aux savants conseils des experts ! Mais est-ce vraiment gage de certitude accrue ? Chacun sait que nul n'est aussi bien placé qu'un expert pour en faire mentir un autre. Mais, malgré ce risque, il demeure plus simple, pour

résoudre nos problèmes, de nous en remettre aux solutions élaborées par d'autres, qu'ils s'agisse de miracles ou de machines. Quitte à attendre que nos prières soient exaucées...

Au fond, c'est justement l'incertitude de l'entreprise scientifique qui lui donne sa crédibilité. Ne dit-on pas qu'il faut s'associer à ceux qui cherchent la vérité et se tenir loin de ceux qui affirment l'avoir trouvée ? C'est quand des scientifiques prennent un air doctrinaire pour déclarer avoir résolu un des grands problèmes de l'humanité que je comprends les infidèles qui jettent leur dévolu sur les marchands de réconfort rejetant les acquis, même temporaires, de la science. Qui sommes-nous ? Où va la vie ? D'où vient l'amour ? La science contribue chaque jour, même si parfois il faut de l'imagination pour s'en rendre compte, à formuler des ébauches de réponse à ces grandes questions. Mais il ne lui appartient pas de les résoudre. Les chercheurs doivent avoir la modestie de reconnaître que, malgré les occasionnelles trouvailles qui leur donnent le goût de continuer à chercher, leur œuvre ne sera jamais plus que cela : une recherche. **CS**

Bernard Arcand ne jure de rien.

Brigitte Gemme doute de plus en plus de ce qu'elle croyait savoir.

Elle nous aide à comprendre ce qui nous entoure.

Elle contribue à notre mieux-être.

Elle améliore notre qualité de vie.

Dans tous les domaines du savoir,

elle nous aide à bâtir un monde meilleur.

Elle façonne notre présent.

Elle crée notre avenir.

La Recherche

ELLE A CHANGÉ, CHANGE ET CHANGERA NOTRE VIE.

Depuis 25 ans, la recherche appuyée par le CRSNG

a un impact profond sur tous les aspects de notre évolution.

En ce début de millénaire, elle ouvre des horizons bien au-delà

de tout ce que pourrait créer

la plus fertile imagination.

Conseil de recherches en sciences
naturelles et en génie du Canada

Natural Sciences and Engineering
Research Council of Canada



CRSNG
NSERC

Canada 

Investir dans les gens, la découverte et l'innovation www.crsng.gc.ca



AUX GRANDS MOTS LES GRANDS MOYENS!

Dans les locaux de la Faculté des lettres et sciences humaines de l'Université de Sherbrooke, une trentaine de personnes travaillent à l'élaboration de ce qui sera le tout premier dictionnaire de français standard en usage au Québec. Un projet qui a nécessité des années de préparation pour fournir à la société québécoise un outil reflétant vraiment ses réalités.

Le projet de près de 10 M\$ suscite l'enthousiasme de toute la communauté linguistique et rassemble des spécialistes de plusieurs disciplines. Le dictionnaire de 60 000 entrées sera disponible en version imprimée et sur cédérom. En 2006, lorsque le dictionnaire fera son apparition sur les tablettes de librairies et sur Internet, ce sont toutes les Québécoises et tous les Québécois qui en bénéficieront!



UNIVERSITÉ DE
SHERBROOKE

La recherche à l'Université de Sherbrooke, c'est bien plus que 90 M\$/an en subventions. C'est aussi :

- des collaborations fructueuses entre les disciplines
- des découvertes qui changent le monde
- des ressources efficaces de soutien au travail scientifique

www.USherbrooke.ca/audace/mots