

## Pour prendre en main la destinée de la planète, il faut en comprendre les éléments.

Pour interpréter des phénomènes qui influencent notre vie de tous les jours, comme les pluies acides, l'effet de serre et les bouleversements climatiques, les scientifiques d'ici et d'ailleurs partagent le plus important laboratoire de recherche en géochimie isotopique au Canada, le GEOTOP. Une fierté pour l'UQAM. Une source de connaissance et d'espoir pour la société.

Le travail des équipes de chercheurs et d'étudiants du GEOTOP – chimistes, géologues, géophysiciens et biologistes – contribue au rayonnement international de l'UQAM. Ce laboratoire fait partie des équipes canadiennes les mieux subventionnées, en équipements majeurs, du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada.



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

**UQAM** Faculté des sciences  
L'avenir est ici

L'ENTREVEU  
6 Tom H  
scientifi  
Avec ce g  
entrée de  
propos res  
  
l'évén  
MULTIMÉDI  
9 Une to  
Encore un  
le monde d  
l'ère G3 es  
ce sera l'In  
par Lauren  
  
PLANÈTE A  
11 Le san  
Un peupl  
tique estim  
génétique  
par Jean-P  
  
tech  
42 Au bo  
ils vienn  
embêter. L  
même alar  
informati  
par Philipe  
  
DIMENSION  
46 La sc  
Un foyer pr  
mètres cub  
minute. To  
par Rayna  
  
48 Jeux  
par Jean-M  
  
SCIENCE ET  
49 La Vie  
  
50 Aujourd

Québec **Science**

# SOMMAIRE

FÉVRIER 2001, VOLUME 39, NUMÉRO 5 [www.CyberSciences.com](http://www.CyberSciences.com)



L'ENTREVUE DU MOIS

## 6 Tom Hudson, personnalité scientifique 2000

Avec ce généticien, la médecine canadienne est entrée de plain-pied dans le XXI<sup>e</sup> siècle. propos recueillis par Marie-Pier Elie

## l'événement

MULTIMÉDIA

### 9 Une toile sans fil

Encore un bouleversement dans le monde de la téléphonie sans fil : l'ère G3 est commencée. Avec elle, ce sera Internet au creux de la main. par Laurent Fontaine



PLANÈTE ADN

### 11 Le sang des Nuu-chah-nulth

Un peuple amérindien de la Colombie-Britannique estime avoir été berné par un chercheur en génétique. L'affaire remonte à plus de 15 ans. par Jean-Pierre Rogel

## techno~pratique

### 42 Au bonheur des bogues

Ils viennent régulièrement nous embêter. Leur omniprésence est même alarmante, estime un informaticien. par Philippe Chartier



DIMENSION CACHÉE

### 46 La science au coin du feu

Un foyer produit jusqu'à huit mètres cubes de gaz chauds à la minute. Tout cela dans votre salon ! par Raynald Pepin

### 48 Jeux

par Jean-Marie Labrie

SCIENCE ET CULTURE

### 49 La vie à vendre ?

### 50 Aujourd'hui, le futur

SANTÉ

## 12 La grippe : on se prépare au pire

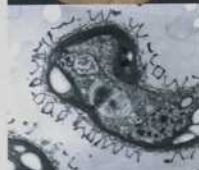
Le virus de la grippe a tué 2 000 fois au pays l'an dernier. Sournoise, la maladie nous revient toujours avec un nouveau visage. Un jour, elle pourrait bien faire d'épouvantables ravages. par Catherine Dubé



## 19 Les découvertes de l'année au Québec et dans le monde

Un grand cru scientifique, l'année 2000 ? On a cloné des taureaux, des singes et des chèvres; découvert de la vie sous la glace antarctique; repéré des dizaines d'autres planètes extrasolaires; mis au point un œil artificiel; établi une carte génétique humaine complète; compris un peu mieux le climat de la planète. La science a décidément toujours de quoi nous étonner.

par Louise Desautels, Gilles Drouin, Catherine Dubé, Normand Grondin, Raymond Lemieux et Mathilde Regnault.



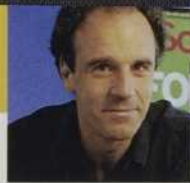
PALÉONTOLOGIE

## 38 Terre de glace



La vie a un jour brisé la glace. Et la Terre – si on peut dire – a fondu. Cet épisode mal connu de notre histoire planétaire est de mieux en mieux documenté. Il nous apprend bien des choses sur le développement de la vie.

par Sébastien Paradis



## La vie sous zéro

**V**ive le froid ! Vive la neige ! Vive la glace ! L'hiver a déjà duré des millions d'années, nous apprend la géologie. Mais aussi invraisemblable que cela puisse paraître, cette époque a été une étape capitale où la vie s'est repliée sur elle-même pour ensuite exploser littéralement.

C'est du moins ce qu'avance une récente théorie que l'on a joliment appelée « la Terre boule de neige ». Comme vous le lirez dans nos pages, la méga-ère glaciaire, que notre planète a traversée il y a bien longtemps, pourrait avoir donné un élan au développement biologique et surtout à la diversification de la vie.

Comment cette épreuve du froid a-t-elle donc servi de déclencheur à l'évolution ? Les géologues et les biologistes ne le savent pas encore très bien. Mais les réponses qu'ils proposent auront nécessairement des répercussions auprès des astronomes. Pourquoi ? Parce que cela augmenterait la probabilité que la vie soit également présente sur d'autres astres, surtout ceux en état d'hibernation, comme une des lunes de Jupiter, par exemple.

En attendant, c'est sur la Terre que nous sommes à même de constater combien la vie peut se perpétuer dans des environnements extrêmes, qu'auparavant on considérait trop hostiles. Pour alimenter ces réflexions, une équipe de scientifiques composée notamment de Québécois a fait la découverte, à plusieurs centaines de mètres sous la glace de l'Antarctique, de bactéries endormies depuis plusieurs dizaines de milliers d'années. En laboratoire, ces bactéries ont repris vie (*voir notre dossier Les 10 découvertes de l'année*). L'hiver, le froid et la glace les avaient protégées des rayons ultraviolets, de la poussière des

volcans et des prédateurs de tout acabit. Ainsi, on réalise de plus en plus que les premières preuves relatives à une éventuelle vie extraterrestre se trouveraient donc — paradoxalement — sous nos pieds. Qui l'eût cru ?

### Découvertes de l'année

Comme à notre habitude, nous vous proposons un bilan scientifique de l'année 2000, qui fait ressortir ce que nous jugeons être les bons coups de la recherche au Québec. C'est toujours, pour notre équipe, un moment privilégié que de présenter les résultats des travaux accomplis par des chercheurs de talent, surtout après qu'ils y ont consacré des années de labeur et de patience. À travers eux, c'est en même temps toute la recherche scientifique québécoise — souvent méconnue — que nous voulons saluer.

**Rédacteur en chef** RAYMOND LEMIEUX  
**Adjoint au rédacteur en chef** LAURENT FONTAINE

**Collaborateurs**  
PHILIPPE CHARTIER, CATHERINE DUBÉ, LOUISE DESAUTELS, GILLES DROUIN, MARIE-PIER ELIE, NORMAND GRONDIN, JEAN-MARIE LABRIE, JEAN-CLAUDE OLIVA, SEBASTIEN PARADIS, RAYNALD PEPIN, MATHILDE REGNAULT, JEAN-PIERRE ROGEL, VINCENT SICOTTE

**Correcteur** LUC ASSELIN  
**Directeur artistique** FRANÇOIS ÉMOND  
**Photographes/illustrateurs**  
LOUISE BILODEAU, MARC CUADRADO, CHRISTIAN FLEURY, NINON, PIERRE-PAUL PARISEAU, YVES PROVENCHER, PIERRE SAINT-JACQUES, RÉMY SIMARD

**Diffusion et promotion** HÉLÈNE CÔTÉ

**Directeur général** MICHEL GAUQUELIN  
**Directeur exécutif** MARC CÔTÉ  
**Adjointe administrative** NICOLE LÉVESQUE

**PUBLICITÉ**  
**Représentante** CAROLE MARTIN  
cmartin@quebecscience.qc.ca  
Tél. : (514) 843-6888  
Télé. : (514) 843-4897

**SITE INTERNET**  
**CYBERSCIENCES**  
La science et la technologie pour tous  
www.CyberSciences.com

**Abonnements**  
(taxes incluses) Au Canada : 1 an = 41,35 \$,  
2 ans = 71,26 \$, 3 ans = 98,87 \$.  
À l'étranger : 1 an = 54 \$, 2 ans = 95 \$, 3 ans = 139 \$.

**Pour abonnement et changement d'adresse**  
Québec Science, Service des abonnements  
525, rue Louis-Pasteur, Boucherville (Québec) J4B 8E7  
Tél. : (514) 875-4444 Téléc. : (514) 523-4444

**Abonnement par Internet**  
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** : Messageries Dynamiques

Dépôt légal : Bibliothèque nationale du Québec  
Premier trimestre 2000, ISSN-0021-6127  
Répertorié dans Repère et dans l'Index des périodiques  
canadiens.  
© Copyright 2000 – La Revue Québec Science.  
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'Audiothèque pour les personnes handicapées de l'imprimé. Téléphone : Québec (418) 627-8882, Montréal (514) 393-0103

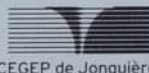
Gouvernement du Québec  
Ministère de la Culture  
et des Communications

Canada

Québec Science 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 recevons aussi l'aide financière du gouvernement du Canada, par l'entremise du Programme d'aide aux publications (PAP), pour nos dépenses d'envoi postal.

Membre de : The Audit Bureau of Circulations  
**La Revue Québec Science**  
3430, rue Saint-Denis, bureau 300  
Montréal (Québec) H2X 3L3  
Tél. : (514) 843-6888  
Télé. : (514) 843-4897  
courrier@QuebecScience.qc.ca

MAGAZINES DU QUÉBEC



CEGEP de Jonquière





## La bonne pilule

On peut être assurés de la grande vigilance de nos pharmaciens et de leur relève. Jean-Pierre Trudeau, un étudiant en pharmacie à l'Université de Montréal, a décelé une petite erreur dans la nouvelle brève *Caféine sans ordonnance* (novembre 2000). « On y mentionne que le Tylenol contient 15 mg de caféine, alors qu'il en n'est rien, écrit-il. Le Tylenol ne contient que de l'acétaminophène comme principe actif. Par contre, le Tylenol N° 1 contient effectivement 15 mg de caféine en plus de l'acétaminophène et de la codéine (8 mg). Il est important de faire la distinction entre ces deux produits puisque leurs usages et contre-indications sont complètement différents. »

## Forêt : une vieille préoccupation

Yves Hébert, historien de l'écologie et de l'environnement, dit avoir beaucoup apprécié notre dossier sur les forêts (octobre 2000). Il a tenu à nous apporter une intéressante précision sur les origines du mouvement de conservation et de préservation des forêts.

« Dès 1870, au Québec, on s'inquiète déjà du déboisement et de ses conséquences, explique-t-il. Au début de notre siècle, l'Association forestière canadienne doit composer avec les enjeux reliés au déboisement et à la colonisation. À la même époque, des sociétés de protection du gibier et des oiseaux montent aux barricades et dénoncent les coupes abusives qui sont à l'origine de la disparition du saumon dans plusieurs rivières du Québec. Malgré des tentatives isolées de certains députés à l'Assemblée nationale, il faut attendre 1880 pour assister aux origines du mouvement de conservation des forêts au Québec.

« En 1883, la première réserve forestière est créée, à l'ouest de la rivière Outaouais », rappelle-t-il en pré-

cisant qu'elle sera quelque temps plus tard abolie pour répondre aux intérêts des colons. C'est avec la mise sur pied des premiers parcs provinciaux du Québec, le parc de la Montagne tremblante et le parc des Laurentides en 1895, que l'on marque un tournant dans l'histoire de la conservation des anciennes forêts. « Il n'en reste pas moins que la prise de conscience des problèmes d'environnement s'est faite à l'intérieur d'organisations scientifiques telles que la Société Provancher d'histoire naturelle du Canada et d'organisations professionnelles telles

## Des « exploits » exagérés ?

« J'ai lu avec intérêt votre article traitant des pirates informatiques. S'il est vrai qu'ils sont de plus en plus nombreux et que leurs actions sont de plus en plus médiatisées, il ne faudrait tout de même pas amplifier les risques qu'ils représentent », signale Philippe Dubois. Selon notre lecteur, les vrais hackers, s'intéressent beaucoup plus aux gros systèmes qu'à de vulgaires PC fonctionnant sur plate-forme Windows.

« Je possède une connexion à Internet depuis maintenant quatre ans. En quatre années, le seul virus qui soit arrivé jusqu'à ma boîte électronique est HAPPY-99.EXE. Je n'ai eu connaissance de ILOVEYOU que par la télé.

« Je crois qu'il serait plus approprié d'éduquer les gens sur les règles élémentaires de la navigation sur Internet. Nos fameux pirates auraient beaucoup moins de plaisir dans le futur... du moins avec Windows ! »

que l'Association forestière canadienne, précise l'historien.

« (...) Si le naturaliste Ernst Haeckel a forgé le mot "écologie" en 1866, il aura fallu attendre les années 30 et 40 pour que cette science trouve son autonomie au Québec. Il faut tout de même conclure que cette prise de conscience des problèmes environnementaux est antérieure à 1970. »

## Ça, c'est de l'effet secondaire !

« Pourquoi crier haro sur le Zyban ? », nous demande le docteur Jean-Marie Pitre de Bonaventure en réaction à l'article *Zyban un antitabac dangereux ?* (novembre 2000).

« Admettons qu'il existerait un très bon médicament contre le tabagisme, mais qui causerait 38 307 décès par an au Canada; ce serait extraordinaire, car il réussirait quand même à sauver 50 vies canadiennes annuellement, écrit-il. Statistique Canada rapporte 38 357 décès reliés directement au tabac (...). Cancer du poumon, infarctus du myocarde, accidents cérébrovasculaires, emphysème, cancer du larynx, etc. Ça, monsieur, c'est de l'effet secondaire ! Pas mal plus que le Zyban ! C'est à se demander si l'auteur de cet article est un fumeur, car c'est connu que les fumeurs ont tendance à chercher toutes les excuses pour se donner bonne conscience. Pour ma part, j'ai aidé de très nombreuses personnes à cesser de fumer avec ce médicament. »

« C'est évident que les comprimés de Zyban, ce ne sont pas des petits pois Lesieur. Mais le Zyban n'est pas pire que l'Elavil, le Prozac, le Paxil, le Célexa, etc., qui ont guéri des millions de personnes de leur dépression majeure. Quant aux effets secondaires possibles rattachés au Zyban, la plupart sont souvent dus au sevrage nicotinique qui lui non plus n'est pas banal. (...) Le reste de l'article par contre est très intéressant. »

Notons que plusieurs autres lettres nous ont été envoyées au sujet de cet article. Elles seront publiées dans le prochain numéro. Pour le bénéfice de nos lecteurs, nous tenons à préciser que le journaliste Normand Grondin a cessé de fumer, il y a plusieurs années. **QS**

## Des commentaires ?

Vous pouvez nous faire parvenir vos commentaires et suggestions à l'adresse suivante. Québec Science, 3430 rue Saint-Denis, bureau 300, Montréal (Québec) H2X 3L3 Téléc. : (514) 843-4897 Adresse électronique courrier@QuebecScience.qc.ca

• Les lettres reçues sont susceptibles d'être publiées. La rédaction se réserve le droit d'en tirer les extraits les plus significatifs et les plus informatifs.

Il nous a fait entrer de plain-pied dans l'ère de la médecine génétique. Le directeur du Centre génomique de Montréal a été choisi comme personnalité scientifique 2000 par l'équipe des *Années-lumière* de la radio française de Radio-Canada.

par Marie-Pier Elie

## TOM HUDSON PERSONNALITÉ SCIENTIFIQUE 2000

La sonnerie du téléphone se fait insistante et interrompt l'entrevue à maintes reprises. Dans le bureau de Tom Hudson, directeur du Centre génomique de Montréal et directeur adjoint du MIT Center for Genome Research, une carte du chromosome 14 – parfaitement indéchiffrable – et quelques dessins d'enfants, parent la simplicité des lieux. *Québec Science* a rencontré l'allergologue pour mieux comprendre les enjeux du séquençage du génome humain.

**Québec Science :** L'été dernier, les États-Unis et la Grande-Bretagne ont annoncé conjointement qu'une première carte du génome humain, précise à 90 %, venait d'être déposée. Avez-vous fêté l'événement ?

**Tom Hudson :** Pour les chercheurs, cette annonce n'avait rien d'une surprise ! On savait déjà depuis quelque temps qu'on en était arrivé là. Le moment était plutôt symbolique, il ne signifiait pas grand-chose pour nous. D'ailleurs, c'était en juin ou en juillet, déjà ?

**Q.S. :** En juin, le 26, plus précisément... A-t-on surmédiatisé l'événement ?

**T.H. :** Au début, je croyais que c'était complètement inutile. Je réalise main-

tenant que l'événement a aidé le grand public à mieux comprendre la complexité des maladies génétiques. Les gens trouvent toujours que la recherche ne va pas assez vite, surtout lorsqu'un membre de leur famille souffre d'une maladie héréditaire. Maintenant, ils saisissent un peu mieux tout le travail que la découverte d'un traitement implique, à commencer par la compréhension du génome.

**Q.S. :** Et vous, trouvez-vous que la recherche va assez vite ?

**T.H. :** Je trouve que la recherche va très vite ! Jamais assez vite pour moi, mais très vite quand même... Avec la cartographie du génome, ce qui a été fait est très impressionnant : on a réussi à en décoder 90 % alors qu'on n'en avait répertorié que 20 % un an auparavant ! Reste maintenant la finition : comme dans n'importe quel travail, les 10 % manquants vont demander encore bien des efforts, entre autres raisons parce que la composition chimique de certaines sections de notre ADN est plus complexe. On prévoit qu'il faudra encore deux ans pour obtenir la carte complète du génome.

**Q.S. :** Ce petit 10 % manquant pourrait-il avoir une importance capitale ?

**T.H. :** Ça, on ne peut pas le savoir ! Il y a sûrement quelque chose de très important là-dedans, mais bien malin qui pourra dire quoi... Je compare tout ça à un immense casse-tête dont 10 % des pièces manquent. Ça ne nous empêche pas de comprendre l'illustration reconstituée, mais il peut manquer des bouts fort intéressants.

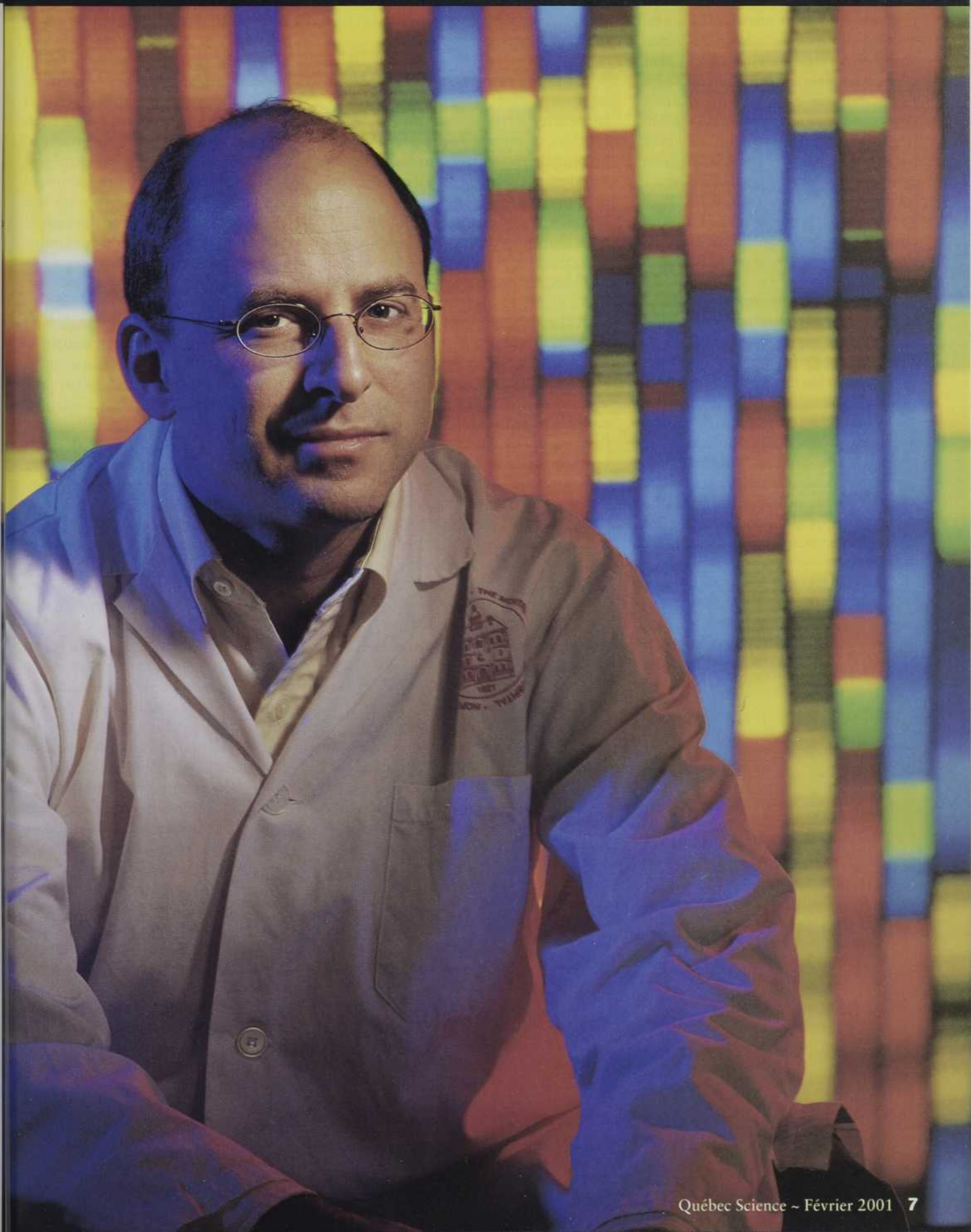
**Q.S. :** Où situez-vous l'importance de ce décryptage par rapport à d'autres percées scientifiques historiques ?

**T.H. :** L'année 2000 a été un moment extraordinaire pour l'humanité. La conquête du génome est souvent comparée avec la conquête de la Lune. Mais l'homme n'est allé qu'une demi-douzaine de fois sur la Lune, tandis que l'exploration du génome va changer la façon dont on pratique la médecine...

**Q.S. :** Avez-vous eu des surprises lors de vos recherches sur le génome humain ?

**T.H. :** Le nombre de gènes ! Seulement 28 000, avec une marge d'erreur de plus ou moins 5 000. Partout dans les maga-

explorat génome va changer la façon dont on pratique la médecine ...



quipe

00

pourrait-il ?  
voir. Il y a  
très impor-  
malin qui  
re tout ça à  
10 % des  
os empêche  
tion reconse-  
des boues

tance de ce  
tres perçes

un moment  
né. La con-  
at comparée  
une. Mais  
demi-dou-  
tandis que  
changer la  
médecine...

es lors de vos  
ain ?  
Seulement  
neur de plus  
os les magi-

zines, on écrit encore 100 000; et c'est un peu ce à quoi on s'attendait. En avril dernier, on a même fait un pari entre chercheurs : chacun d'entre nous avait gagé un dollar et avancé un chiffre. Moi, j'avais misé sur le 77 000... Les estimations variaient entre 25 000 et 300 000. Il a fallu attendre à la toute fin pour avoir la réponse, car seule la séquence quasi complète nous a permis de bien voir toutes les connexions entre les bouts de gènes. Mais tout ça n'était qu'une curiosité; le plus important n'est pas le nombre de gènes, mais ce qu'ils font.

**Q.S. :** Car il faut comprendre le rôle de chaque gène pour pouvoir les manipuler, pour prévenir ou guérir des maladies...?

**T.H. :** Dans bien des cas, manipuler des gènes restera hors de notre portée. Mais l'essentiel est ailleurs. Ce qui compte, c'est de comprendre la cause de ces maladies. On pourra peut-être identifier des gènes de prédisposition à certains cancers, puis prescrire un dépistage annuel dans le but de pouvoir s'attaquer au cancer alors qu'il est encore tout petit.

Ou même développer des médicaments plus personnalisés en regardant du côté de la pharmacogénétique...

**Q.S. :** Certains chercheurs avancent tout de même qu'en tripotant nos gènes, on pourra faire toutes sortes de choses...

**T.H. :** Oui, comme ce chercheur anglais qui prétendait récemment qu'on va vivre 1 200 ans... C'est ridicule ! Il ne suffit pas de dire « stop » à un gène étiqueté « vieillissement » pour vaincre la mort ! Il y a tellement de composantes impliquées. Mais repousser l'évolution de la maladie d'Alzheimer de 20 ans ? Ça, j'y crois !

**Q.S. :** Et empêcher le cancer ?

**T.H. :** Je ne sais pas. Mieux classifier les cancers, découvrir qu'il y a plus de formes de leucémie qu'on ne croyait, ça oui, sûrement ! Ça permettra de mieux cibler le traitement. Même chose pour l'asthme et l'hypertension, dont il existe une multitude de variantes.

**Q.S. :** Avez-vous peur qu'on aille trop loin en perçant ainsi les secrets de la vie ?

**T.H. :** Oui. Certains pourraient proposer de tester les 30 000 gènes d'un enfant, ce qui susciterait des inquiétudes parfaitement inutiles. En pratique, on pourra un jour faire tous les tests imaginables pour détecter d'éventuelles prédispositions à telle ou telle maladie. Mais si un gène augmente une prédisposition de 50 %, ça ne veut rien dire concrètement ! Il y a tellement de facteurs qui interviennent...

Et parfois, ça ne sert à rien de savoir. S'il existait un test pour dépister les prédispositions à la schizophrénie, je ne le ferais passer à personne ! J'ai peur des dépistages génétiques sans fondement, peur que des

gens accordent trop d'importance aux gènes, jusqu'à croire que leur bonheur s'y cache...

**Q.S. :** Craignez-vous que ces découvertes provoquent de la discrimination génétique ? Par exemple, une compagnie d'assurances refusant de couvrir les individus « à risque » ?

**T.H. :** Les lois canadiennes ne protègent pas suffisamment l'individu contre ce genre de discrimination. Avec un bon système de réglementation, toutefois, on devrait pouvoir retirer le maximum de bénéfices des connaissances accumulées, avec un minimum de risques.

**Q.S. :** Et que penser de ces compagnies privées qui cherchent à breveter nos gènes ?

**T.H. :** Ce ne sont pas ces histoires de brevets qui me choquent le plus, mais le fait que des scientifiques gardent des informations secrètes durant des années, pour avoir le temps de développer un traitement. Cette attitude freine encore plus l'avancement de la science que le dépôt de brevets. Car le brevet ne s'applique qu'à une éventuelle commercialisation et il faut divulguer l'information pour protéger un procédé. Le gène BRCA 1, par exemple, relié au cancer du sein, a bel et bien été breveté, ce qui n'empêche pas des milliers de chercheurs dans le monde de faire des recherches impliquant ce gène. Pour le séquençage du génome, il y a eu quelques problèmes au début, quand des chercheurs identifiaient un bout de séquence — même pas un gène — et voulaient breveter tout ce qui venait avec : le gène, la protéine produite, tout ! Comme si quelqu'un avait découvert que l'oxygène est important, et voulait nous faire payer pour respirer...

**Q.S. :** Quel est le rôle du Canada dans le projet génome humain ?... Si nous en jouons un.

**T.H. :** En ce qui concerne le séquençage, première phase du projet génome humain, le Canada n'a presque rien fait. Des chercheurs canadiens comme moi ont participé, mais comme membres d'équipes venant d'autres pays. Par contre, le Canada est bien placé par ses expertises en génétique humaine pour être un joueur important dans la prochaine étape du projet. Celle-ci concernera la génomique fonctionnelle, à savoir : que font les gènes ? **QS**

*Pour les Amants de la Nature*




*Explorez, découvrez les richesses et la beauté du Saint-Laurent à bord de L'Écho des Mers*

**Écocroisières de 3 à 8 jours de la mi-juin à la mi-octobre**

Pour plus d'informations :  
1-888-724-8687, 418-724-6227  
ljones@globetrotter.net  
www.ecomertours.com



Tourisme plein air et aventure Lauréat National Or  
Les Grands Prix du tourisme québécois  
Grand Prix du tourisme Régional Bas-Saint-Laurent



Le dos d'un sans-fil : un écran Internet. (Nokia 3G)

# Une toile sans fil

Dans quelques années, la moitié du trafic Internet sera généré par et pour les sans-fil. Bienvenue dans la G3 !

par Laurent Fontaine

Industrie Canada vend actuellement les licences d'exploitation de quatre nouveaux blocs de fréquences dans les zones du spectre hertzien réservé aux téléphones sans fil; quatre blocs de 10 MHz chacun dans la fréquence de 2 GHz. Un dossier techniquement complexe mais dans lequel les Bell Mobilité, Microcell, Rogers-Cantel et autres Telus sont prêts à investir des millions de dollars pour décrocher leur part du gâteau.

L'enjeu n'est pas qu'économique : l'octroi de nouveaux tronçons du spectre — de nouvelles routes dans les ondes, si l'on veut — est une étape pour favoriser l'arrivée des téléphones sans fil de troisième génération, la « G3 ».

La G3, ce sera un nouveau bouleversement dans le sans-fil. Une interface mobile, utilisable partout sur la planète, et qui donnera accès 24 heures sur 24 à tout l'univers multimédia d'Internet, d'un clic, en moins de temps qu'il ne faut pour clamer le slogan de ce grand mythe de la globalité : *Anywhere, anytime...* Elle fonctionnera entièrement sous les normes d'Internet (transmission par paquets et *Internet Protocol*), transformant même la voix en données. « D'ici 2004, dit Laurent Marchand, directeur technique de Recherche Ericsson Canada, 600 millions d'utilisateurs utiliseront leur sans-fil pour surfer sur le Net. » Leur impact sera tel que la moitié des contenus

d'Internet seront conçus pour eux !

La clef de ces développements, c'est la capacité des sans-fil à transmettre beaucoup d'informations sur un espace limité : le spectre. En Europe, l'ensemble de l'industrie s'est entendu pour faire fonctionner les G3 autour de 2 GHz de fréquence. Chez nous, les choses sont moins claires : « Les décisions viendront en 2002, quand la FCC, l'autorité fédérale des communications américaines, aura décidé quels morceaux du spectre seront réservés à la G3 aux États-Unis, dit Rajiv Pancholy, président et chef de l'exploitation de Microcell Connexions. Le Canada s'alignera alors sur ces fréquences. »

Jusqu'à récemment, les sans-fil ne pouvaient recevoir de données qu'à des vitesses entre 9,6 kilobits/seconde (kbps) et 14,4 kbps. Même pour les premiers services Web en ligne (le fameux Wap), les usagers fonctionnent en dial-up : connecter, puis se retirer du réseau. Lent et long. Avec la G3, les vitesses de transmission vont grimper entre 384 kbps et 2 000 kbps, selon que le client sera à pied ou en voiture ! Une photo, qui prendrait aujourd'hui 85 secondes à entrer sur un sans-fil, arrivera en moins d'une seconde !

Au Japon, les 55 millions d'utilisateurs de sans-fil goûteront aux services G3 dès le début de cette année. En 2002, ce sera le tour de l'Europe, et chez nous



D'ici juin 2002, il y aura plus de téléphones mobiles sur la planète que de téléphones avec fil !

ERICSSON

vers 2004. L'Amérique du Nord a au moins deux ans de retard sur ces autres continents. Mais dès cette année, les fournisseurs canadiens s'équiperont de technologies intermédiaires (GPRS ou 1xRTT) pour permettre l'accès à Internet sans fil à des vitesses entre 64 kbps et 144 kbps. C'est deux à trois fois plus rapide que le modem classique de maison, et suffisant pour recevoir des courriels, des documents, de petites images ou de brancher un PC sur la route.

Pas si mal, tout de même... QS

## Que faire avec un G3 ?

– Parler, recevoir des courriels, des images et mini-vidéos sur l'appareil de poche constamment branché sur le Web.

– Relier entre eux tous nos supports électroniques, même à distance.

– Payer en ligne : la carte de crédit sera intégrée au téléphone.

– Se guider dans la circulation pour trouver le chemin le plus rapide.

– Trouver une place de stationnement grâce au système intelligent qui reliera les sans-fil aux détecteurs de présence installés sur les parcomètres.

– Choisir des boutiques et des fournisseurs grâce aux systèmes de géolocalisation capables de nous situer à quelques mètres près.

– Et bien d'autres choses !



Un sans-fil tout en rondeur. Avec caméra ! (Siemens SX45)



Communiquer, naviguer, s'organiser : tout dans la poche ! (Ericsson communicator Platform)

## Requiem pour Mir

Plus de sursis pour la station spatiale *Mir* dont on reporte d'année en année la fin. Cette fois, l'agence spatiale russe a tranché : « Nous ne pouvons plus continuer ce jeu... que j'appelle roulette russe », a dit son directeur Yuri Koptev. *Mir* sera donc « désorbitée » à la fin du mois de février et chutera dans l'océan Pacifique, à plus de 1 500 kilomètres au sud-ouest de l'Australie. Avec ses quelque 130 tonnes de métal et sa demi-douzaine de modules, la *datcha* de l'espace sera de loin le plus gros satellite à connaître une pareille fin.

Ce retour à la Terre promet d'être flamboyant, car le complexe orbital devra se disloquer et se désintégrer lors de son entrée dans l'atmosphère terrestre. Toutefois, des morceaux de quelques tonnes pourraient aboutir dans l'océan – ou sur le continent australien – comme ne l'excluent pas les responsables russes. À la vue de l'immense étoile filante artificielle, les Australiens devront peut-être se croiser les doigts. Ils pourront aussi faire un vœu.



## La bactérie du Canada



Amusant et un tantinet satirique – c'est le moins que l'on puisse dire –, ce concours lancé par l'émission *Macadam tribus* de la radio de Radio-Canada. En octobre dernier, l'équipe ouvrait une campagne pour choisir un emblème bactérien. Une manière de rendre hommage à l'infiniment petit. Pour être admissibles, les bactéries se devaient d'être actives sur le territoire canadien, de représenter une ou plusieurs valeurs de son peuple, et d'être bénéfiques à l'être humain. Le choix des votants : *Lactococcus lactis*, une bactérie que l'on retrouve en abondance dans le fromage P'tit Québec tout comme dans plusieurs produits laitiers.

## Chiffres du mois

**12 espèces végétales et 5 espèces animales**

composent l'essentiel de notre assiette (70 %), a calculé la Food and Agriculture Organisation (FAO). Nous n'avons visiblement pas ce que l'on peut appeler une alimentation diversifiée.

### CYBERSCIENCES

La science et la technologie pour tous

## Sondage

Vous avez été près de 800 à répondre à notre sondage du numéro de novembre. Un record sur *Cybersciences.com*. La question était :

« Les *hackers* se considèrent avant tout comme des marginaux. Selon vous, devraient-ils être jugés comme de véritables criminels ? »

**oui .....50,5 %**

**non .....44,5 %**

En janvier et février, bien des gens réfléchissent à leur déclaration de revenus et leurs placements ! Vous savez à quel point la recherche québécoise est dynamique... mais aussi combien son avenir dépend des subventions.

**Accepteriez-vous que les gouvernements augmentent leur aide financière à la recherche scientifique plutôt que de diminuer les impôts des particuliers ?**

Vous pourrez voter sur *Cybersciences.com* entre le 22 et le 28 janvier 2001 !

## En hausse Les Nobel du Québec, version 2000

Les plus hautes distinctions honorifiques du Québec en sciences mettent une fois de plus à l'avant-plan des chercheurs peu connus du grand public.

• Le docteur Jean Davignon a reçu le prix



Wilder-Penfield (sciences biomédicales) pour ses travaux sur les maladies reliées aux lipides et au système vasculaire, comme l'hypercholestérolémie familiale qui affecte près de 8 Québécois francophones sur 10.

• L'informaticien Gilles Brassard a obtenu le prix Marie-Victorin (sciences naturelles et génie). C'est un des créateurs de la cryptographie quantique qui pourrait révolutionner le commerce électronique.



• Le prix Lionel-Boulet (recherche et développement en milieu industriel) va à l'ingénieur chimiste Bernard Coupal pour avoir soutenu la création d'une soixantaine d'entreprises en biotechnologies, ce qui a permis la création de près de 2 300 emplois. Il préside aujourd'hui la firme de capital de risque T2C2 à Montréal.



• Le prix Armand-Frappier (promotion de la recherche) revient à l'ingénieur Jean-Guy Paquette. Son Groupe d'action pour l'avancement technologique et industriel de la région de Québec a entraîné la fondation du Centre de recherche sur la valorisation de la biomasse, le Centre francophone en informatisation des organisations, le parc technologique du Québec métropolitain et l'Institut national d'optique.



PHOTOS: YVES PROVENCHE



# Le sang des Nuu-chah-nulth

Ou comment un chercheur de Colombie-Britannique a enrôlé les Nuu-chah-nulth dans des études génétiques « à répétition » sans leur consentement !

**E**n 1984, un nommé Ryk Ward, chercheur à l'université de Colombie-Britannique, veut étudier les bases génétiques de l'arthrite. Avec une pile de formulaires de consentement sous le bras, il débarque chez

che ne nuise à des individus ou à leur réputation, il ne peut légalement rien se passer... » Autrement dit, il ne voit pas de problème tant que l'anonymat des donateurs est respecté et qu'on ne peut reconnaître leur identité par leur ADN.

les Indiens Nuu-chah-nulth de l'île de Vancouver et leur explique son projet. Leur population est assez homogène sur le plan génétique, il y a donc plus de chances de trouver les causes de cette maladie que dans la population canadienne en général. D'où la question qu'il pose au conseil de bande, puis à chaque sujet qu'il recrute : « Acceptez-vous de donner un peu de votre sang dans le cadre de cette recherche biomédicale ? » Si oui, signez ici s'il vous plaît. Il récolte 883 signatures, fait autant de prises de sang, et repart vers la grande ville.

Seize ans plus tard, le conseil de bande n'a reçu aucune nouvelle de l'étude en question, ni entendu parler d'aucune découverte fracassante sur l'arthrite. Par contre, il découvre que Ryk Ward, maintenant professeur à Oxford en Angleterre, a publié deux articles sur la diversité génétique parmi les Amérindiens. Et surprise ! le chercheur a utilisé les échantillons d'ADN qu'il a obtenus à partir de sa recherche initiale sur l'arthrite ! Ryk Ward ne leur a pas demandé la permission, et les Amérindiens sont furieux. « Nous voulons reprendre le sang que nous lui avons confié », dit le chef de bande Larry Baird. « L'information sur nos gènes nous appartient », martèlent plusieurs membres de la communauté.

Le cas illustre bien l'extraordinaire pouvoir d'information que contient l'ADN, et les délicates questions éthiques et légales que son étude soulève.

Ryk Ward, le chercheur, souligne qu'il est de pratique courante de garder les échantillons pour d'éventuelles recherches à venir. « Cependant, tous ceux qui ont donné du sang peuvent à tout moment retirer leur consentement à faire partie des recherches », dit-il. Fort bien. Encore faut-il que les donateurs soient aussi informés du but précis des autres recherches et y consentent explicitement — les éthiciens parlent de « consentement éclairé ». Là-dessus, Ryk Ward n'a rien à déclarer et retourne à ses éprouvettes. Des éthiciens de renom, comme Arthur Caplan de l'université de Pennsylvanie, volent alors à son secours : « À moins que cette démar-



Le raisonnement de l'éthicien américain me semble un peu court. Ryk Ward a obtenu le consentement écrit de sujets amérindiens pour une recherche. Mais, du même coup, il en a fait deux autres dont les buts sont différents et pour lesquelles il n'a pas obtenu de permission. Je dirais qu'il a triché, point à la ligne.

La question n'est pas de savoir si les Premières Nations sont très chatoilleuses sur les questions liées à leur identité ethnique, identité révélée par les gènes. C'est une simple question de principe : on obtient le consentement de personnes pour faire une chose précise, pas une autre. Que va devenir la confiance du public envers la science si chaque chercheur se met à faire des tours

de passe-passe avec l'ADN recueilli ? **QS**

## Les clones, c'est nous ?

Le débat sur le clonage humain est un des plus chauds qui soient. Je vous dirai un jour plus longuement mes inquiétudes à ce sujet, mais j'ai bien peur qu'il ne dérape dans la confusion la plus totale.

En attendant, je vous signale deux sites Internet étonnants. Le premier, *Clone-R-Us*, propose ni plus ni moins un catalogue de clones, avec une liste de prix. Il propose aussi la confection d'enfants « à la carte », qui permet de choisir à l'avance le sexe et certains traits physiques. Le second site, *Genochoice*, vous propose de fabriquer le « bébé de vos rêves », avec, par exemple, un QI élevé ou un surplus de muscles.

Ces sites sont des canulars. Leur but est de faire réfléchir quant aux scénarios du futur, mais ils sont tellement bien faits que j'ai peur qu'on les prenne au sérieux. Dans le cas de *Clone-R-Us*, il faut d'ailleurs trouver un texte écrit en tout petits caractères en bas des pages Web pour apprendre que le but du site est de « stimuler les pour et les contre dans le débat sur le clonage reproductif ». J'en sors troublé... J'ai peur que tout cela ajoute à la confusion ambiante, malgré les intentions des concepteurs du site. Mais peut-être ai-je tort ?

# Grippe

## On se prépare au pire

**Pas grave, la grippe ?  
Les grandes épidémies  
ont tout de  
même tué  
des millions  
de personnes. Et les  
scientifiques redoutent  
une brusque mutation  
du virus.**



par Catherine Dubé

Un million de poules, de coqs et de poussins tués, puis brûlés en 1998 : un commando spécial a liquidé la volaille de Hong Kong. Ces pauvres bêtes n'avaient commis aucun crime, sinon celui de pouvoir déclencher une épidémie de grippe dont le virus aurait été mortel pour bien des humains. L'épidémie a été contrôlée et on s'en est sorti avec 18 malades et 6 morts « seulement ».

On a tendance à l'oublier : cette maladie peut se transformer en redoutable tueuse. En 1918, la grippe espagnole décimait 20 millions de personnes; en 1957, 70 000 Nord-Américains succombaient sous les coups de la grippe asiatique; et en 1968, 34 000 autres mouraient sur notre continent de la grippe de Hong Kong. Voilà pour les pandémies récentes. Mais les historiens ont retracé plus d'une trentaine d'épidémies mortelles depuis 1580, année la plus lointaine où on a pu retrouver des écrits sur le phénomène !

Depuis 1968, plus rien. « Chaque jour qui passe est un jour de moins avant la prochaine pandémie », affirme cependant le docteur Yves Robert. L'épidémiologiste du Laboratoire de santé publique du Québec ne veut pas jouer les prophètes de malheur. Mais en tant que responsable du Comité québécois de

surveillance de l'influenza, il sait ce qui nous guette : un jour, il y aura une nouvelle épidémie, inévitablement.

Les plus pessimistes prédisent que la pandémie fera jusqu'à 50 000 morts au Canada, dont 10 000 au Québec. L'épidémie durera de 10 à 20 semaines, et les gens ne seront pas tous malades en même temps. Et tous les malades ne mourront pas, faut-il ajouter pour s'encourager...

Personne ne peut dire avec quelle force la prochaine pandémie frappera, ni où elle débutera. Sera-t-elle aussi meurtrière que la grippe espagnole de 1918, qui a touché 50 % de la population et tué un malade sur six ? Ou prendra-t-elle la forme d'une grosse épidémie comme la grippe de Hong Kong de 1968 ?

Le risque est si sérieux que l'Organisation de la sécurité civile du Québec, a réuni en octobre dernier des représentants de tous les ministères pour les sensibiliser au rôle qu'ils devront jouer en cas de crise. Car une pandémie, affecterait l'ensemble des ressources humaines. Le transport, l'émission des chèques ou l'électricité, des secteurs entiers de l'économie peuvent alors être paralysés. Et on ne pourrait compter sur l'aide d'autres régions, car elles se trouvaient dans la même situation. Même les militaires seront malades



Alerte aux poulets en 1998 à Hong Kong. Le gouvernement ordonne l'élimination de 1,3 million de volailles en trois jours. Elles étaient susceptibles de porter un virus de grippe redoutable.

CANAPRESS

comme tout le monde !

Chaque année, environ 6 millions de Canadiens attrapent la grippe, aussi appelée influenza, et 2 000 en meurent. Les maux de tête, les douleurs musculaires et la fièvre qui accompagnent cette infection des voies respiratoires forcent souvent à garder le lit, et il faut une bonne dizaine de jours avant de se remettre sur pied. Les plus touchés sont les personnes âgées ou les malades chroniques au système immunitaire déjà affaibli. Les décès sont souvent causés non par la grippe elle-même mais par une infection bactérienne, comme une pneumonie, qui profite de ces faibles défenses pour proliférer.

Plus de 110 laboratoires répartis dans 83 pays surveillent la progression du virus, identifié pour la première fois en 1933. Si une souche particulièrement coriace fait surface, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) sonne l'alarme. Outre le Canada, plusieurs pays dont le Japon, l'Australie et la France ont élaboré des plans d'urgence pour mettre en branle la fabrication et la distribution d'un vaccin.

**A**u Canada, c'est le Laboratoire de lutte contre la maladie (LLCM) qui coordonne le programme de surveillance de la grippe, *FluWatch*, et qui relaie l'information à l'OMS.

Chaque année, entre 150 et 300 médecins jouent les sentinelles. Ils envoient des milliers d'échantillons de sécrétions provenant de leurs patients semblant souffrir de la grippe. On ratisse large, pour être certain que le virus ne passe pas entre les mailles du filet.

Grâce au travail de ces vigiles, on arrive chaque année à préparer un vaccin efficace pour la saison qui suit. Car le virus de la grippe n'est jamais tout à fait le même. Avec le virus du sida, c'est d'ailleurs celui qui change le plus. S'il était stable, on attraperait la grippe une seule fois, comme la varicelle, et notre système immunitaire serait ensuite en mesure de le combattre. Mais les deux types de protéines plantées à la surface du virus de la grippe, la neuraminidase et l'hémagglutinine, se modifient d'une année à l'autre. Il suffit que la séquence d'acides aminés de ces protéines soient un peu différente pour que le système immunitaire ne reconnaisse pas le virus. Ces changements sont appelés dérives ou glissements antigéniques parce que l'hémagglutinine et la neuraminidase sont des « antigènes » qui déclenchent la production d'anticorps.

Pour compliquer encore plus la tâche du système immunitaire, il existe trois types de virus de l'influenza, classés selon les caractéristiques de leurs protéines neuraminidase (N) et hémagglutinine (H).

Le type A est de loin le plus redoutable. Il infecte aussi bien les humains que les animaux et présente toute une panoplie de protéines de surface. Les virus de type A peuvent porter l'un ou l'autre des trois types d'hémagglutinine responsables des infections chez l'humain (H1, H2 et H3), ou encore l'un des neuf autres responsables de la maladie chez les animaux. Même chose pour la neuraminidase où deux types (N1 et N2) ont été trouvés dans le virus humain, et sept autres chez les animaux.

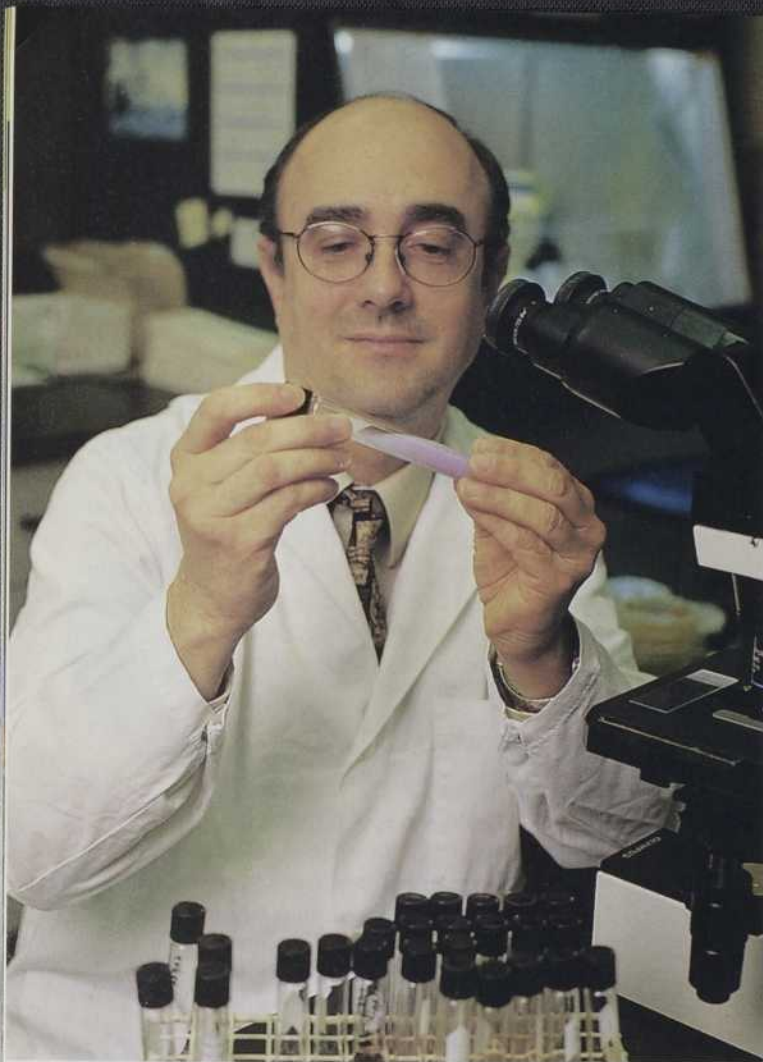
Chaque fois que la dérive antigénique accomplit son œuvre, on se retrouve avec une nouvelle souche susceptible d'infecter une partie de la population. Les scientifiques lui donnent alors le nom de l'endroit où on l'a identifiée pour la première fois, suivi de l'année : Sydney/97 ou Panama/99, par exemple, deux gripes de type A H3N2. À cause de cette forte variabilité, les virus de type A sont capables de déclencher de grandes épidémies. À eux seuls, ils sont responsables de toutes les pandémies du siècle dernier !



1918. La terrible grippe espagnole aura touché une personne sur deux. Elle fera plus de victimes que la Première Guerre mondiale.

NATIONAL MUSEUM OF HEALTH AND MEDICINE

Le virus de type B, qui n'infecte que les humains, ne possède pour sa part qu'une seule forme de neuraminidase et d'hémagglutinine, et ses acides aminés varient moins rapidement que ceux du type A. Comme il finit toujours par rencontrer sur son chemin des gens dont le système immunitaire est capable de le



Le docteur Yves Robert, épidémiologiste au Laboratoire de santé publique du Québec : « On voudrait que le Canada puisse fabriquer 30 millions de doses de vaccin pour la grippe par année. »

combattre, il n'est responsable que d'épidémies locales.

Quand au type C, il n'est pas du tout inquiétant puisqu'il passe le plus souvent inaperçu, sans même causer de symptômes.

Grâce à son réseau de sentinelles, l'OMS peut donc déterminer les souches du prochain vaccin. Elle inclut toujours deux souches de type A et une de type B. Le vaccin de cette année, par exemple, contient les souches A/Nouvelle-Calédonie/99 (H1N1), A/Panama/99 (H3N2) et B/Yamanashi/98.

Normalement, les personnes vaccinées à l'automne sont en mesure de résister à la petite épidémie qui survient entre novembre et mars dans l'hémisphère nord. Pour la saison 1999-2000, l'OMS avait vu juste en incluant le virus de la grippe de Sydney

dans le vaccin.

Ce que redoutent le plus les scientifiques, c'est la *cassure* antigénique. C'est-à-dire un virus qui semble sorti de nulle part, et qui porte à sa surface des protéines tellement modifiées que, vaccin ou pas, personne n'aura les anticorps nécessaires pour le combattre. Tout porte à croire que c'est ainsi que la prochaine pandémie hautement mortelle surviendra.

Seuls les virus de type A subissent des cassures antigéniques. La plupart du temps, une telle transformation survient quand deux souches se mélangent à l'intérieur d'une cellule infectée. Rien de plus facile en effet, car pour se multiplier le virus force une cellule de la personne malade à copier son matériel génétique. Il s'agit que deux virus infectent une

même cellule pour que des erreurs de fabrication surviennent et que le matériel génétique des deux virus se mélange.

Et le plus grand problème avec la grippe, c'est qu'elle n'affecte pas que les humains. Les oiseaux, les porcs et les chevaux forment de formidables incubateurs pour le virus de type A où un tas de réassortiments génétiques sont possibles. La plupart de ces virus n'infectent que les bêtes, mais certains sont capables d'infecter à la fois le porc et l'humain. Il suffit, par exemple, que les gènes d'un virus d'oiseau se mélangent avec ceux d'un porc malade et que ce dernier transmette ensuite l'infection à son propriétaire pour qu'une nouvelle épidémie soit lancée. En 1957 et 1968, lors des deux dernières pandémies, c'est exactement ce qui s'est passé.

« La promiscuité entre les animaux domestiques et les humains en Asie explique pourquoi cette région du monde est très souvent le foyer d'épidémies », note le docteur Robert Dugré, vice-président développement des affaires-vaccins pour Biochem Pharma, un important fabricant de vaccin antigrippal.

L'OMS ne doit donc pas seulement surveiller les nouvelles souches de virus chez les humains, mais aussi celles des animaux. Une vigilance qui a probablement sauvé la vie de nombreuses personnes lors de la fameuse grippe du poulet en 1998 à Hong Kong. Le virus en cause, de type H5N1, avait de quoi faire peur. L'héماغlutinine 5, commune chez les oiseaux, n'avait jamais infecté l'homme auparavant. Bien pis, c'était la première fois que le virus sautait directement la barrière des espèces entre les oiseaux et les hommes, sans l'intermédiaire du porc. Heureusement, le virus n'était pas contagieux

### Un premier remède

À la fin de 1999, Santé Canada a approuvé la commercialisation du zanamivir (Relenza) et du phosphate d'oseltamivir (Tamiflu), deux substan-



ces qui permettent d'adoucir les 10 jours d'enfer d'une grippe.

Ces produits font partie d'une classe de médicaments prometteuse. Ce sont les premiers inhibiteurs de la neuraminidase qui se montrent efficaces aussi bien contre les gripes de type A que celles de type B. Il existait bien avant un autre antigrippal, l'amantadine, mais il ne traitait que des virus de type A. Mieux encore, ces nouveaux médicaments se fixent à une partie de la neuraminidase qui demeure très stable, malgré les glissements antigéniques. Pas une souche ne devrait donc lui résister !

La neuraminidase est une enzyme qui accomplit un travail essentiel à la dispersion du virus dans l'organisme. Elle l'aide à se dépêtrer du manteau d'acide sialique, qui le recouvre quand il sort d'une cellule qu'il vient d'infecter, et lui fraie un chemin dans le mucus des voies respiratoires. Quand le site d'action de la neuraminidase est bloqué par le médicament, le virus ne peut plus avancer !

Le Relenza et le Tamiflu ne sont tout de même pas des médicaments miracles. Pour être efficaces, ils doivent être pris dans les 48 heures suivant le début de l'infection et ils ne guérissent pas sur-le-champ. Ils raccourcissent la durée des symptômes d'un à trois jours et en réduisent l'intensité. C'est mieux que rien. De plus, ces médicaments ne sont pas faits pour tout le monde. Des effets qualifiés de « graves et imprévus », dont deux décès, ont été rapportés à Santé Canada à 16 reprises depuis leur mise en marché. Pas de panique, ces deux patients souffraient d'autres affections, prenaient de nombreux autres médicaments et sont finalement peut-être morts d'autre chose.

Il n'empêche que la Food and Drug Administration américaine a émis un avis demandant aux médecins de ne pas prescrire le Relenza aux personnes asthmatiques. En juillet 2000, le fabricant GlaxoWellcome a même envoyé une lettre aux professionnels de la santé canadiens pour leur faire savoir qu'on lui avait rapporté des cas de bronchospasmes causés par le médicament chez des patients qui ne souffraient pourtant d'aucune maladie respiratoire.



différentz



>> la télé du futur.

La revanche des nerdZ lundi au jeudi 19 h  
Technofolie mardi 19 h 30  
Comment c'est fait mercredi 19 h 30

 Astral Media

entre les humains et l'abattage des volailles a suffi à enrayer la menace !

La virulence du microbe est un autre mystère. Pourquoi certaines souches tuent-elles et d'autres pas ? La question est si préoccupante que certains scientifiques ont été déterrés dans le pergélisol norvégien des corps de personnes décédées de la grippe espagnole pour analyser des morceaux de leurs poumons et en savoir un peu plus !

Un virus de la grippe ne se reproduit habituellement pas dans tous les organes du corps. Chez l'humain, il infecte seulement le système respiratoire et chez l'oiseau, seulement le système digestif, parce que ces systèmes contiennent des enzymes essentielles à la multiplication du virus. Les scientifiques croient que les virus de la grippe les plus meurtriers acquièrent, par mutations génétiques, le pouvoir de se multiplier dans tous les organes du corps humain.

Il y a plusieurs années, des chercheurs américains ont confirmé cette hypothèse. Ils étudiaient un virus de la grippe ayant tué des élevages entiers de poulets en Pennsylvanie. Ils ont découvert que l'hémagglutinine de ce virus portait une petite mutation, qui lui permettait d'infecter tous les organes et d'y laisser des lésions mortelles. Difficile de savoir pourquoi si ce phénomène peut expliquer toutes les épidémies mortelles de grippe.

**A** l'automne 1999, 5,3 millions de Canadiens se sont fait vacciner, un nombre qui augmente au fil des années. Les spécialistes de la santé appuient ces campagnes qui ont permis d'atténuer les effets de la grippe. À l'heure actuelle, il serait impossible de vacciner toute la population de manière urgente en cas de crise majeure. Le problème, c'est la production à grande échelle des vaccins. Chaque année, Biochem Pharma et Aventis Pasteur, les deux fabricants canadiens, travaillent de février à août pour pouvoir livrer les vaccins de l'hiver suivant. Sept mois pour obtenir des millions d'œufs de poule, y injecter le virus pour qu'il s'y multiplie durant environ trois jours avant d'être isolé et inactivé. Un travail à effectuer séparément pour les trois souches de virus choisies, avant de les inclure dans un même vaccin. S'il fallait fabriquer d'urgence un vaccin contenant un nouveau virus responsable d'une pandémie, le processus prendrait bien sûr moins de temps puisqu'il ne contiendrait qu'une souche, mais on se ferait du mauvais sang pendant deux mois en attendant l'ensemble des doses nécessaires pour vacciner toute la population !

« D'ici 5 ans, on voudrait que le Canada arrive à fabriquer 30 millions de doses par an », dit le docteur Yves Robert. Car il ne faudra pas trop compter sur les autres. En 1976, les États-Unis n'ont pas hésité à rapatrier toutes les doses de vaccin qu'ils avaient exportées au Canada pour protéger leur population contre la menace que représentait une grave épidémie de grippe porcine.

Pour encourager la production de vaccins, les provinces élargissent leur programme de vaccination. Cette année, par exemple, le Québec a augmenté du tiers son objectif de vaccination en le fixant à 1,2 million de personnes; la province a abaissé l'âge de la vaccination gratuite de 65 à 60 ans et l'a offerte aux

# Lauréats des prix DU QUÉBEC 2000 dans le domaine scientifique

Gilles Brassard  
*Prix Marie-Victorin*

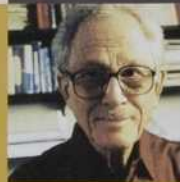


Bernard Goupal  
*Prix Lionel-Boutet*

Jean Davignon  
*Prix Wilder-Penfield*



Jean-Guy Paquet  
*Prix Armand-Frappier*



Michael Brecher  
*Prix Leon-Gérin*

Québec   
Ministère de la  
Recherche, de la Science  
et de la Technologie



REMIORZ/CANAPRESS

**Bientôt finies, les injections ? On a développé des vaccins qui pourront dorénavant être administrés par inhalation. Et ce sera plus efficace.**

proches des malades chroniques, et aux médecins. « Seulement le tiers d'entre eux se font vacciner » dit Yves Robert.

L'industrie se demande aussi comment produire plus rapidement des vaccins. Biochem Pharma finalise une

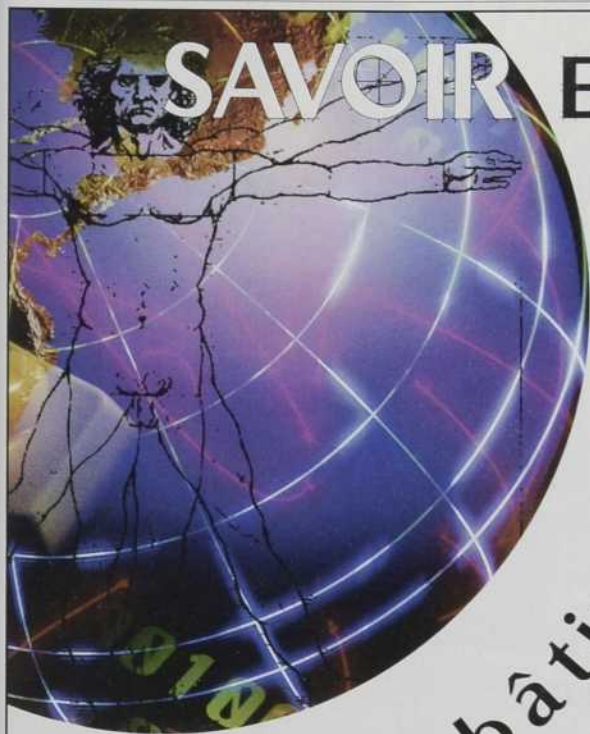
méthode pour produire en cinq semaines suffisamment de doses pour tous les Canadiens. Le fabricant utiliserait une lignée de cellules de rein de chien sensibles au virus influenza, et qui permettent à ce dernier de se répliquer vite et bien. « Nous pourrions congeler des cellules pour en disposer en grand nombre en cas de crise majeure », dit Robert Dugré.

Autre innovation, le nouveau vaccin de Biochem Pharma sera administré par inhalation plutôt que par injection. C'est plus agréable qu'une piqûre, et plus efficace. En effet, l'inhalation du vaccin permet de développer directement une immunité locale des muqueuses des voies respiratoires, en attendant que la substance pénètre le système sanguin et fournisse une immunité étendue. Une bonne nouvelle, car les vaccins actuels ne sont efficaces qu'une fois sur deux chez les personnes

âgées, celles qui en ont le plus besoin.

Ce mode d'administration est promis à un brillant avenir, et Biochem Pharma n'est pas seule sur le coup. La compagnie montréalaise Intellivax travaille aussi à un vaccin intranasal ainsi que la compagnie américaine Aviron.

Évidemment, tous les chercheurs rêvent de trouver un vaccin qui nous immunisera contre tous les variants du virus de la grippe ! Il y a loin de la coupe aux lèvres, mais un chercheur belge, Walter Fiers, a peut-être une piste. Il existe à la surface des virus de type A une petite protéine appelée M2, qui demeure stable contrairement à la neuraminidase et à l'hémagglutinine. Elle semble commander de façon moins puissante la fabrication d'anticorps qu'un vaccin contenant des fragments d'hémagglutinine ou du virus lui-même. Des tests sur des rats ont tout de même donné des résultats fort encourageants. D'ici quelques années, les laboratoires pourraient ajouter la protéine M2 dans les vaccins classiques, à défaut de développer le vaccin universel que l'on pourrait attendre encore longtemps ! **CS**



# SAVOIR ET INNOVATION

Pour bâtir l'avenir

**VALORISATION-RECHERCHE QUÉBEC**  
met en place de nouveaux programmes susceptibles de vous intéresser.

**Sachez en tirer profit !**

Visitez régulièrement notre site  
[www.vrq.qc.ca](http://www.vrq.qc.ca)

**VRQ**

Valorisation-Recherche Québec

[www.vrq.qc.ca](http://www.vrq.qc.ca)

3730, rue du Campanile, bureau 103, Sainte-Foy (Qc) G1X 4G6  
Téléphone: (418) 657-7117 • Télécopieur: (418) 657-7751

# Nos diplômés

## PRINCIPAUX DOMAINES D'ÉTUDES ET DE RECHERCHE

Administration  
Agriculture  
Aménagement  
Anthropologie  
Archéologie  
Architecture  
Arts  
Communication  
Consommation  
Droit  
Économique  
Éducation  
Études anciennes  
Foresterie  
Génie  
Géographie  
Géomatique  
Histoire  
Informatique  
Kinésiologie  
Langues et littératures  
Musique  
Nutrition  
Océanographie  
Pharmacie  
Philosophie  
Psychologie  
Relations industrielles  
Relations internationales  
Santé communautaire  
Science politique  
Sciences animales  
Sciences de l'orientation  
Sciences dentaires  
Sciences des religions  
Sciences infirmières  
Sciences médicales  
Sciences pures et appliquées  
Service social  
Sociologie  
Terminologie et traduction  
Théologie

## Bureau d'information et de promotion

2435 Pavillon Bonenfant  
Université Laval  
Québec (Québec) Canada  
G1K 7P4  
Tél. : (418) 656-2764  
Sans frais  
1 877 7ulaval poste 2764  
Courriel : [info@vrd.ulaval.ca](mailto:info@vrd.ulaval.ca)

Nos diplômés de la maîtrise et du doctorat changent le monde.  
C'est par leurs recherches et leurs découvertes qu'ils marquent l'histoire.

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



UNIVERSITÉ  
LAVAL

Aujourd'hui Québec, demain le monde.



# SOMMAIRE

# LES 10 DÉCOUVERTES DE L'ANNÉE

L'an 2000 a longtemps figuré dans notre imaginaire collectif comme une année charnière en sciences et en technologie. C'est que la série de découvertes qui s'étalent tout au long du dernier siècle avait de quoi inspirer bien des rêves.

Dès que l'on a compris la fabuleuse puissance contenue dans les atomes, on a cru détenir une source d'énergie illimitée. Dès que l'on a réussi à mettre en orbite un satellite, on a imaginé bâtir des colonies sur la Lune. Dès que l'on a pu mettre au point la pénicilline ou encore un vaccin contre la polio, on a espéré pouvoir éradiquer toutes les maladies infectieuses de la planète. Il y avait donc tout lieu de penser que nous entrions dans un temps nouveau, en suivant une vague d'inventions absolument folles dont les applications prendraient la forme d'autos volantes, de gélules pour l'alimentation et de voyages interplanétaires à portée de tous.

Si cette fiction peut sembler facile, le chemin de la science est pour sa

part ardu. C'est ce qu'on constate dans notre traditionnel dossier des découvertes de l'année. Les grands progrès sont, au fond comme ils l'ont toujours été, une addition de petits pas. Les découvertes que nous vous présentons ont été annoncées ou réalisées à l'échelle du Québec entre le 1<sup>er</sup> novembre 1999 et le 31 octobre 2000. Elles nous semblent susceptibles d'avoir des impacts importants, autant pour l'en-semble de la connaissance que pour le bien-être de la société. Mais chacun de ces faits saillants nous enseigne que la réussite en sciences est toujours associée à un engagement sans faille et une persévérance inflexible de la part de chercheurs avant tout pragmatiques. Remarquez que cela n'exclut absolument pas le rêve. Il faudra bien s'en garder pour le XXI<sup>e</sup> siècle.

*Un dossier réalisé par Emmanuelle Bergeron, Louise Desautels, Gilles Drouin, Catherine Dubé, Normand Grondin, Raymond Lemieux et Mathilde Regnault.*

## ENVIRONNEMENT

### 20 Étrange pêche sous la glace

En Antarctique, des biologistes ont ranimé des organismes endormis depuis 70 000 ans. Une révélation qui pourrait nous éclairer sur l'éventualité de la vie sur d'autres planètes.

## MÉDECINE VÉTÉRAIRE

### 22 Corrida génétique

Dans l'arène : le clone de Starbuck, le légendaire. Le dé-büt d'une dynastie ?

## GÉNÉTIQUE

### 24 L'ataxie démasquée

Au Saguenay, une personne sur 22 est porteuse du gène de l'ataxie spastique. On sait maintenant comment le dépister.

## GÉNIE BIOMÉDICAL

### 26 Le troisième œil

Une petite caméra pourrait redonner la vue aux aveugles.

## NEUROLOGIE

### 27 On a marché sur l'impossible

Des souris fortement handicapées se sont mises à marcher. Un espoir pour les paralytiques.

## BIOLOGIE

### 28 Les racines de la botanique

Des tests d'ADN l'ont confirmé, *Mesostigma viride* est l'ancêtre de toutes nos plantes.

## PHARMACEUTIQUE

### 30 Voici la sperma-ceutique...

Des protéines humaines à usage thérapeutique sont maintenant produites dans du sperme animal. En fera-t-on des pilules ?

## ÉCOLOGIE

### 32 Lac en eaux troubles

Un lac de la forêt boréale aide à comprendre comment l'amincissement de la couche d'ozone et l'effet de serre interagissent.

## SANTÉ PUBLIQUE

### 34 K.O. le streptocoque

Le dépistage d'une bactérie est une véritable course contre la montre. Les médecins viennent d'améliorer leur meilleur score de 35 heures.

## NEUROLOGIE

### 36 L'image en plus du son

Une région du cerveau habituellement réservée à l'audition peut aussi interpréter des images.

### Et quelques autres percées notables dans le monde :

Les planètes extrasolaires; un nouveau satellite pour la Terre; le retour à la vie d'une bactérie de 250 millions d'années; la lumière moins rapide qu'une tortue; un nouvel état de la matière; et une carte complète du génome humain...

# Étrange pêche sous la glace

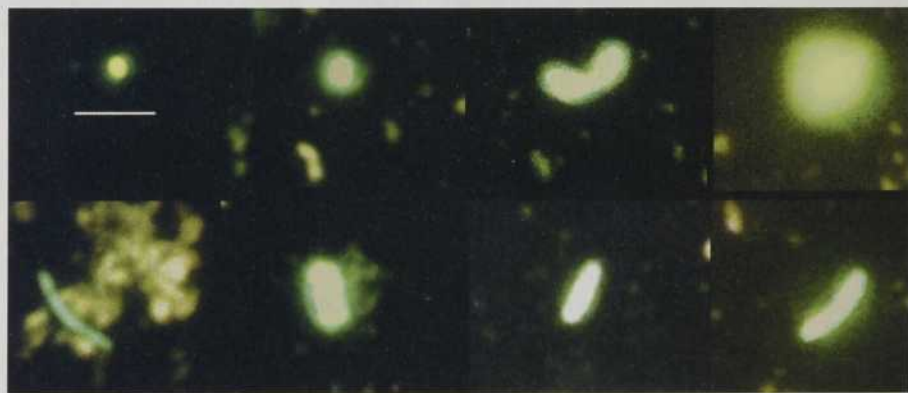
*Dans les eaux du lac Vostok en Antarctique, sans oxygène ni lumière, la vie a persisté depuis des millénaires sous 3,6 kilomètres de glace !*

par Normand Grondin

**Q**uelques centaines de bactéries découvertes dans un minuscule échantillon de glace provenant de l'Antarctique pourraient nous aider à mieux comprendre ce qui se passe sur Europa, une des lunes de Jupiter.

C'est un professeur de l'Université du Québec à Montréal (UQAM), le biologiste David Bird qui a repéré, dénombré puis catalogué selon leur forme ces fameuses bactéries. Il est membre d'une équipe américaine qui a analysé un échantillon de glace originaire du lac Vostok, une immense étendue d'eau se trouvant sous une couche de glace épaisse de 3,6 kilomètres au pôle Sud et isolée depuis un million d'années. Les résultats de leur recherche, publiés dans la revue *Science* en décembre 1999, ont rapidement fait le tour du monde. Non seulement la présence même de bactéries à cette profondeur est étonnante, mais l'équipe a aussi fait la preuve que certaines d'entre elles étaient encore vivantes et fonctionnelles après une hibernation de 70 000 ans !

« On sait que la vie peut exister dans des conditions très difficiles, par exemple près des sources hydrothermales situées au fond des mers », explique David Bird, qui enseigne au département des sciences biologiques de l'UQAM depuis 1991. Mais le chercheur rappelle que Vostok est coupé du monde extérieur, donc de l'atmosphère et de la plupart des sources potentielles d'énergie. Dans ces conditions, comment la colonie a-t-elle réussi à survivre sans lumière ni oxygène et avec aussi peu de nourriture ?



Quelques exemples de cellules bactériennes trouvées dans le lac Vostok situé sous la glace antarctique. La ligne inscrite dans la première case indique une échelle d'un micromètre (c'est-à-dire un milliardième de mètre). La diversité de taille et de forme de ces bactéries est plus grande que pour celles des lacs en surface, ce qui suggère qu'il n'y a pas de prédateurs dans le lac où elles ont été recueillies. En haut : l'échantillon de glace étudiée par l'équipe québécoise. Elle a été extraite à plus de 3,5 kilomètres sous la surface du continent, comme l'indique le schéma à la page suivante.

On compte près de 80 lacs en Antarctique. Vostok est le plus vaste d'entre eux : 280 km de longueur, 60 km de largeur. À peu près la taille du lac Ontario, mais deux fois plus profond.

D'abord repéré par un avion radar au début des années 70, Vostok a été cartographié une première fois en 1993 à l'aide d'un satellite, puis une seconde fois, définitive celle-là, en 1996. L'intérêt pour cette immense étendue d'eau a connu un essor considérable lorsqu'elle a fait l'objet, la même année, d'une couverture de la revue *Nature*.

Et pour cause ! Coupées du reste du monde par leur gigantesque couverture de glace, les eaux du lac subissent une pression de 350 atmosphères. En conséquence, l'eau n'y gèle qu'à une température de  $-4^{\circ}\text{C}$  ! La vie peut-elle exister dans ces conditions extrêmes ? Y

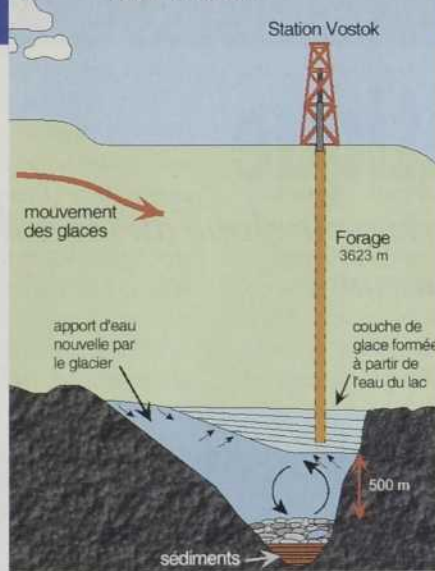
a-t-il dans les eaux pures de Vostok des formes de vie qui nous sont inconnues, et qui pourraient, entre autres choses, nous en apprendre plus sur la formation de la vie sur Terre ?

C'est pour répondre à de telles questions qu'une équipe composée de Russes, d'Américains et de Français a entrepris, en 1997, d'y forer un trou d'un diamètre équivalent à celui d'une boîte de conserve. Durant des mois, ils ont creusé dans des conditions de travail épouvantables; le record mondial de froid,  $-86,9^{\circ}\text{C}$ , a été établi à la base de recherche russe de Vostok où l'on a réalisé le forage. Finalement, les chercheurs se sont arrêtés à 120 mètres des eaux du lac et ils ont ramené à la surface des échantillons de glace.

Pourquoi ne pas avoir foré jusqu'au lac lui-même ?



## Lac Vostok



Au fil des mois, il a fallu remplir le trou de forage de dizaines de tonnes d'un mélange de fréon et de kérosène afin d'éviter que le froid ne le referme. En se déversant dans le lac, le carburant polluerait irrémédiablement ses eaux. « Les Russes n'ont pas d'argent pour vider le puits de forage, explique le biologiste, mais ils affirment que les risques de connaître des problèmes d'infiltration jusqu'au lac sont presque nuls. On peut seulement espérer qu'ils ont raison... »

En ce qui concerne l'échantillon lui-même, les chercheurs estiment qu'il n'y a pas de méprise possible : il ne peut s'agir que de l'eau gelée du lac il y a très longtemps au contact de la partie inférieure du glacier. En effet, estime David Bird : « Le glacier au-dessus de Vostok (voir l'illustration) avance d'à peine un mètre par année, et il est presque impossible que la glace de surface atteigne cette profondeur. »

Les précieuses carottes ont été envoyées à deux équipes de chercheurs américains. David Bird, qui est associé à l'équipe de l'université d'Hawaï, a reçu quant à lui un échantillon d'à peine cinq millilitres de glace. Pour le décontaminer, il a utilisé une solution très coûteuse d'eau stérilisée, et différentes techniques de lavage éprouvées. Après ce traitement, il est fort peu probable, selon cet expert de l'écologie microbienne des eaux douces et des eaux marines, que la présence de vie bactérienne qu'il a découverte dans la carotte provienne d'ailleurs que des

profondeurs abyssales de l'Antarctique.

Ces bactéries, il les a repérées une par une, au microscope électronique, en travaillant 18 heures par jour durant deux semaines. Pourquoi un tel effort ? Parce que l'autre équipe de chercheurs en possession d'une carotte de glace s'appretait à remettre son article à *Science* et qu'il fallait accélérer les travaux afin de publier dans la même édition qu'eux. « C'était une véritable course contre la montre, dit David Bird, comme on en voit dans les films de science-fiction ! »

Le biologiste a dénombré, en moyenne, 300 bactéries par millilitre de glace. « Trois cents, c'est vraiment très, très peu », constate-t-il. À titre d'exemple, si on prélevait le même volume d'eau du lac le plus pur sur Terre, on y trouverait au moins un million de bactéries par millilitre de liquide !

Selon l'analyse génétique partielle qui en a été faite, les bactéries du lac Vostok seraient des bactéries communes et inoffensives, de proches parentes de familles de bactéries que nous rencontrons fréquemment en surface. Par contre, elles ont — et c'est le moins qu'on puisse dire ! — une extraordinaire capacité à s'accrocher à la vie.

D'abord, elles doivent survivre dans un environnement où, pratiquement, la nourriture est inexistante. Selon les chercheurs, les seuls apports alimentaires possibles à de telles profondeurs proviendraient soit de sources hydrothermales souterraines, soit du glacier qui recouvre le lac.

La première hypothèse est peu probable puisque la croûte terrestre est réputée inactive dans cette partie du monde. Reste la seconde. Selon le biologiste, il

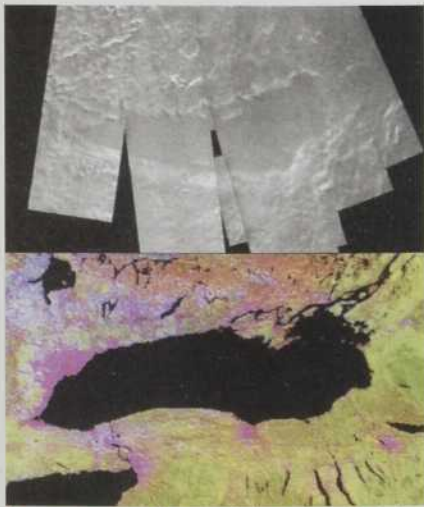
est possible que, durant sa lente progression au-dessus du lac, la couche inférieure du glacier fonde, laissant au passage dans l'eau de nombreux débris de roche sédimentaire, mais également de petites quantités de nourriture pour la colonie de bactéries.

Ce maigre repas doit suffire à combler leur appétit, ont constaté les chercheurs de l'université d'Hawaï. Ils ont également réussi à en sortir quelques-unes de leur long sommeil et à les faire travailler. Le secret de leur phénoménale résistance ? Les bactéries utilisent habituellement la moitié de leurs ressources alimentaires pour se nourrir et l'autre pour former de la biomasse. Celles du lac Vostok consacrent 95 % de leurs sources d'énergie pour survivre et seulement 5 % pour former de la biomasse. Elles y parviennent en ralentissant au strict minimum leurs activités, explique le chercheur.

Mais se nourrir n'est pas tout, il faut aussi respirer ! En raison de l'énorme pression sur le lac, l'oxygène est extrêmement rare dans l'eau. Pour brûler les sources d'énergie, les chercheurs croient que les bactéries utilisent des molécules de gaz emprisonnées dans des cristaux de glace charriés encore une fois par le glacier. « Tout indique qu'on a affaire à des organismes qui ont réussi à s'adapter parfaitement à l'un des milieux de vie les plus exigeants sur terre », dit David Bird.

Cette découverte surprenante a attiré l'attention des spécialistes de la NASA. Si la vie peut exister sur Terre, à quatre kilomètres sous la glace, pourquoi pas aussi sur Europa ? En effet, on croit maintenant qu'il existe un océan liquide sous la couche de glace qui recouvre le satellite de Jupiter sur quelques kilomètres d'épaisseur. Bien sûr, pour le vérifier, il faudrait envoyer des sondes percer la glace sur Europa et en ramener des échantillons. Mais quel meilleur champ d'entraînement que l'Antarctique et le lac Vostok pour vérifier les théories et tester les futures technologies de l'agence américaine ?

« On a découvert récemment des bactéries vivantes enfermées dans un cristal de sel vieux de 250 millions d'années, rappelle David Bird. Qui peut prédire ce qu'on trouvera dans les glaces d'Europa ou encore dans celles de la planète Mars ? » **QS**



Comme on peut le constater sur ces photos prises par satellite, le lac Vostok présente de curieuses similitudes avec le lac Ontario : même forme, même taille. Il est cependant deux fois plus profond.

# Corrida génétique

*Un nouveau venu dans l'arène : le clone du légendaire Starbuck. Le début d'une dynastie taurine ?*

par Catherine Dubé

Deux ans après sa mort, le célèbre taureau canadien Starbuck demeure une légende... vivante : son clone, Starbuck II, est né le 7 septembre 2000. La copie sera-t-elle aussi prolifique que l'original ? Il faudra attendre encore quelque temps pour le savoir, puisque le jeune taureau ne sera en mesure de fournir de semence qu'à l'âge de 11 mois.

Le Centre d'insémination artificielle du Québec (CIAQ), à Saint-Hyacinthe, préparait son coup depuis longtemps. Bien avant la naissance de la brebis Dolly en 1997, Fernand Laliberté, directeur du Centre à l'époque, envisageait déjà de cloner son taureau vedette. L'expertise nécessaire au projet se trouvait en effet à deux pas : le CIAQ entretenait des liens étroits avec L'Alliance Boviteq, un centre de recherche privé en reproduction animale, ainsi qu'avec la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal, tous deux situés à Saint-Hyacinthe. À la faculté, travaillait Lawrence C. Smith, l'homme de la situation : le professeur a décroché son doctorat à l'Institut Roslin en Écosse à la fin des années 80 sous la direction de Ian Wilmut, le père de Dolly ! En outre, c'est lui qui a per-



Voici Starbuck deuxième. Il a fallu 68 essais pour parvenir à produire ce clone selon une technique très semblable à celle qui a permis la naissance de la célèbre brebis Dolly.

fectionné la technique de transfert nucléaire que Ian Wilmut a ensuite utilisée pour cloner la brebis.

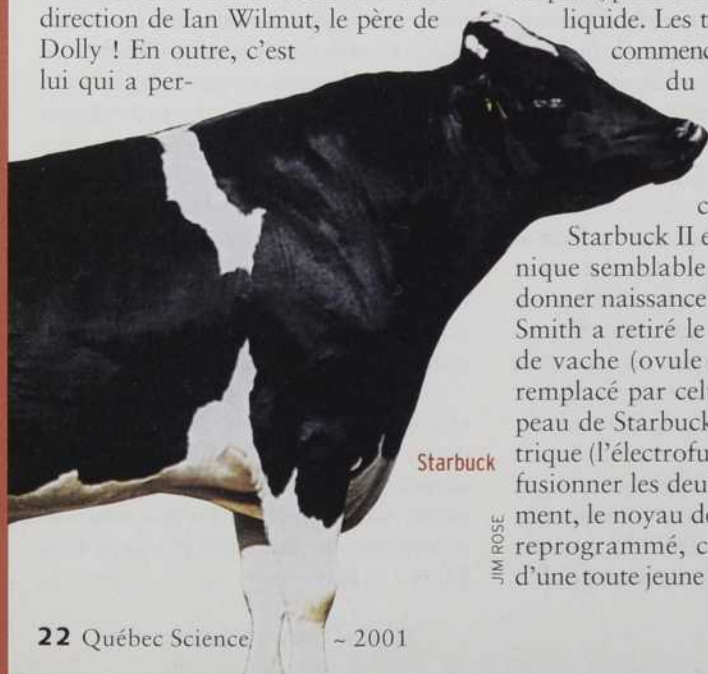
En août 1998, un mois avant la mort de Starbuck, Daniel Bousquet, directeur scientifique de L'Alliance Boviteq, prélevait sur le taureau un tout petit morceau de peau, pour le congeler dans de l'azote liquide. Les travaux de clonage ne commenceront qu'après le décès du vénéré animal, euthanasié à l'âge avancé de 19 ans en raison de sa santé déclinante.

Starbuck II est le fruit d'une technique semblable à celle utilisée pour donner naissance à Dolly. Lawrence C. Smith a retiré le noyau d'un ovocyte de vache (ovule en formation) et l'a remplacé par celui d'une cellule de la peau de Starbuck. Un petit choc électrique (l'électrofusion) a ensuite servi à fusionner les deux éléments. À ce moment, le noyau de cellule de peau s'est reprogrammé, comme s'il s'agissait d'une toute jeune cellule n'ayant jamais

eu de spécialité. Placée dans un milieu de culture, la cellule a commencé à se diviser pour donner, au bout de sept jours, un embryon qui a été inséré dans l'utérus d'une mère porteuse.

Ces délicates opérations ne fonctionnent pas toujours du premier coup, et les chercheurs ont réalisé 68 essais avant de réussir. La fusion a été un succès dans 80 % des cas, mais seulement 28 % des cellules se sont ensuite développées pour donner 19 précieux embryons, que le docteur Daniel Bousquet a transférés dans les mères porteuses. Un seul, le petit Starbuck II, a passé le cap du premier mois de gestation.

Soixante-huit essais, c'est beaucoup moins que les 277 tentatives pour fabriquer Dolly. Coup de chance ? Pas vraiment. Les chercheurs de Saint-Hyacinthe ont amélioré la technique de clonage, des changements qui expliqueraient pourquoi il a fallu moins d'essais pour Starbuck II, et pourquoi au moment de mettre sous presse le jeune veau semble en meilleure santé que d'autres animaux clonés.



Starbuck

JIM ROSE



## Pourquoi on a cloné Starbuck

Où est-ce que Starbuck avait de si exceptionnel ? Il se rapprochait du taureau parfait, rien de moins ! Son ossature lui donnait des pattes assez fines, chose rare pour un animal d'une stature aussi imposante. En plus d'être « beau » selon les critères esthétiques de l'industrie, Starbuck a transmis à ses filles des caractéristiques enviées : elles produisent un lait de qualité, contenant un taux de protéines élevé et un faible taux de gras. De plus, elles en produisent beaucoup et longtemps ! Les taureaux engendrés par Starbuck conservent quant à eux le potentiel de transmettre ces caractères en plus de lui ressembler physiquement. Ainsi, Starbuck a engendré 200 000 vaches laitières réparties dans plus de 50 pays et quelques centaines de fils devenus à leur tour des taureaux respectés.

Starbuck a été la vache à lait du CIAQ, sans jeu de mots, puisque la vente de sa semence a rapporté 25 millions de dollars. Des doses de semence achetées 75 dollars par des particuliers il y a plusieurs années se revendent aujourd'hui jusqu'à 400 dollars ! On comprend l'intérêt pour le CIAQ de vouloir perpétuer un tel patrimoine génétique.

« Habituellement, quand on obtient un nouveau taureau, il faut jusqu'à quatre ans pour déterminer s'il sera un bon spécimen reproducteur, souligne Michel-R. Saint-Pierre, actuel directeur général du CIAQ. Il faut le laisser vieillir et ensuite effectuer de nombreux tests. Dans le cas du clone de Starbuck, on sait déjà qu'il est un spécimen exceptionnel. On gagnera donc quatre ans de vie utile. »

En donnant une deuxième vie à Starbuck, faut-il craindre une trop grande concentration de gènes du super-géniteur dans la race Holstein ? Selon Michel-R. Saint-Pierre, il faut éviter de tracer un parallèle entre la diversité génétique souhaitable chez l'humain et la reproduction animale destinée à l'industrie laitière. « Le mandat du Centre est justement l'amélioration génétique de la race », note-t-il. Et comme les descendants de Starbuck ne sont pas des clones, eux, mais bien le fruit d'une reproduction sexuée, « il ne faut pas oublier qu'ils ne reçoivent de lui que la moitié de leurs gènes ».

Bien que les scientifiques ne comprennent pas encore tout à fait comment une cellule spécialisée (comme une cellule de peau) provenant d'un animal adulte arrive à produire un organisme entier, ils savent quelles conditions réunir pour y arriver. Ainsi, on doit effectuer l'électrofusion à un moment très précis du cycle de division cellulaire. On doit donc auparavant « synchroniser » les cellules qui seront utilisées pour les amener au stade voulu. Dans le cas de Dolly, les Britanniques y sont arrivés en retirant les cellules de leur milieu de culture nutritif. « Comme les cellules entrent dans un stade presque pathologique, cette technique est peut-être la cause des problèmes de santé dont souffrent souvent les animaux clonés. On note qu'ils présentent entre autres des problèmes immunitaires, des poumons immatures et des ligaments faibles », note Lawrence C. Smith.

Le chercheur a préféré utiliser une méthode qui s'avère moins dommageable pour les cellules : c'est la « confluence ». Placées dans un milieu de culture, des cellules mises en contact les unes avec les autres finissent par inhiber leur croissance et se synchronisent toutes seules au bout de quelques jours. « Cela ne fonctionne pas pour tous les types de cellules, mais pour les cellules fibroblastiques (qui se trouvent dans la peau), ça marche », dit le chercheur. Cela tombe bien, puisqu'il s'agit de tissus qu'on peut prélever facilement sans faire souffrir l'animal.

Autre innovation : le milieu de culture dans lequel se développe l'embryon avant d'être transféré dans la mère porteuse. Règle générale, on utilise un sérum de veau. Ce milieu nourrit bien les cellules. « Il contient des fac-

teurs de croissance inconnus et d'autres substances qui sont peut-être elles aussi à l'origine d'anomalies congénitales ou néonatales chez les animaux clonés », souligne Lawrence C. Smith. Le chercheur a donc mis au point sa propre recette et fabriqué un milieu de culture sur mesure, contenant des facteurs de croissance connus, des acides aminés, du glucose et d'autres nutriments. Le tout se fait dans un environnement contrôlé, dans lequel le taux d'oxygène est inférieur à celui de l'air ambiant. Cela prévient une trop grande présence de ce gaz à l'origine des radicaux libres, ces redoutables ennemis des cellules.

Ces précautions semblent avoir porté leurs fruits. Pesant 54,2 kg à la naissance, Starbuck II était certes gros – autre caractéristique des animaux clonés – mais pas de

façon anormale. Pour éviter toute complication durant la mise bas, on a pratiqué une césarienne.

« Nous avons fait analyser le profil génétique du jeune veau par un laboratoire de Saskatoon spécialisé en génétique animale, qui nous a confirmé qu'il s'agit bien d'une copie conforme de Starbuck », précise Daniel Bousquet.

Le jeune animal vient donc rejoindre les rangs des quelque 300 veaux clonés dans le monde par des laboratoires universitaires ou des entreprises de biotechnologie.

Mais la différence entre Starbuck II et tous ces clones, c'est qu'il fait partie des individus encore rares, avec Dolly, à avoir été clonés à partir de cellules adultes. Et fait encore plus rare, à partir d'un animal si âgé, si célèbre... et déjà mort. **CS**

## LE RÉSEAU DE L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC LEADER DANS 5 SECTEURS DE RECHERCHE



- SCIENCES APPLIQUÉES
- SCIENCES HUMAINES
- SCIENCES DE L'ÉDUCATION
- SCIENCES DE L'ADMINISTRATION
- LETTRES

Dans ces 5 secteurs, l'Université du Québec est arrivée en tête de toutes les universités au Québec, en termes de subventions de recherche.

 L'intelligence est partout  
**Université du Québec**  
www.uquebec.ca

# L'ataxie démasquée

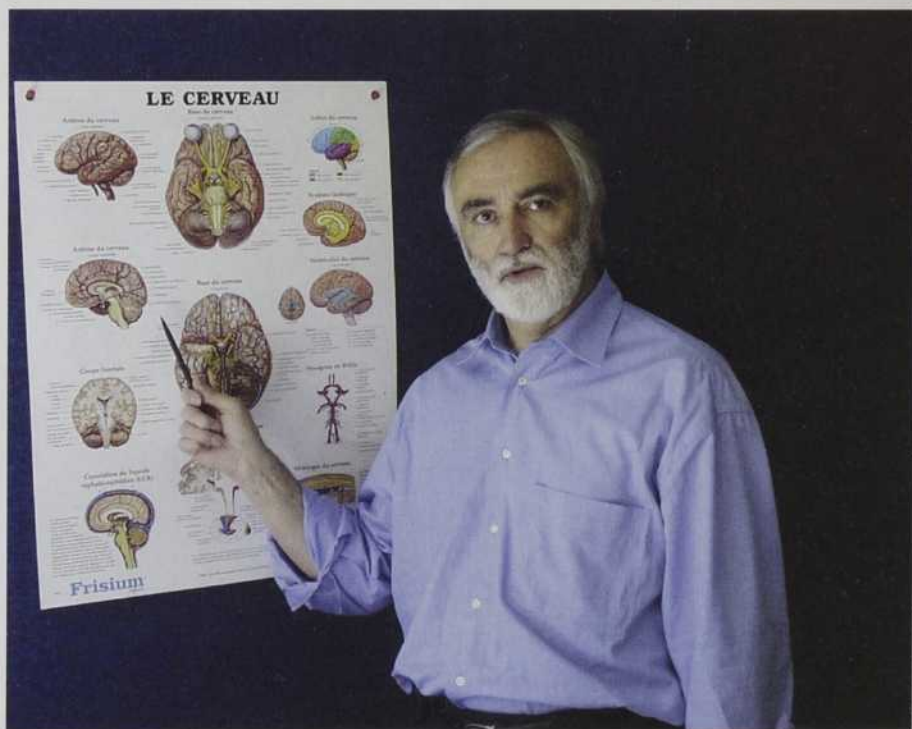
*L'identification du gène responsable de l'ataxie spastique constitue une étape cruciale pour comprendre cette maladie génétique courante dans les régions de Charlevoix et du Saguenay.*

par Emmanuelle Bergeron

**A**u XVII<sup>e</sup> siècle, moins de 600 habitants de la région de Québec ont colonisé les terres de Charlevoix. Isolées à cause des montagnes et de l'accès difficile aux rives du Saint-Laurent, les premières familles ont vécu de façon autonome. Quelques-unes, ensuite, sont parties défricher la région du Saguenay et s'y sont implantées. Le nombre restreint d'immigrants et un très haut taux de fécondité ont favorisé la propagation de gènes délétères. Ces deux populations « tricotées serrées » forment encore aujourd'hui des isolats génétiques.

Au milieu des années 70, Jean-Pierre Bouchard, chercheur en neurologie à l'hôpital de l'Enfant-Jésus de Québec, entreprend l'étude de l'ataxie de Friedreich. Il observe un fait curieux : au Québec, un petit nombre de ses patients présentent des critères différents des autres personnes atteintes de cette maladie génétique. Ils sont tous originaires de Charlevoix ou du Saguenay. En 1977, ses collègues et lui en arrivent à l'évidence qu'il s'agit d'un syndrome original et décrivent pour la première fois l'ataxie récessive spastique autosomique de Charlevoix-Saguenay (ARSACS).

« En fait, l'ataxie spastique, c'est comme trois maladies en même temps, explique Jean-Pierre Bouchard, puisqu'elle attaque trois systèmes différents ». Dès la petite enfance, les patients présentent des problèmes de démarche et d'élocution. En attaquant la moelle épinière, la maladie affecte la motricité. Puis elle s'en prend aux



Jean-Pierre Bouchard, neurologue : « L'ataxie spastique, c'est trois maladies en même temps. » Le gène de ce problème grave a enfin été décrypté.

nerfs périphériques et dérègle la sensibilité. Dans certains cas, une atrophie des mains et des pieds survient vers la fin de la vingtaine. À mesure que le patient vieillit, des anomalies au cervelet s'accroissent, limitant ainsi la coordination et l'équilibre. La plupart des personnes atteintes, près d'une sur mille dans les régions de Charlevoix et du Saguenay, peuvent vivre normalement jusqu'à l'âge de 30 ans. Cependant, comme c'est le cas de

toutes, l'état des patients se détériore avec le temps et il n'est pas rare qu'ils soient confinés à une chaise roulante dès le début de la quarantaine.

Après 25 ans de recherche, l'article publié en février dernier dans la revue *Nature Genetics* marque un point tournant dans la compréhension de cette maladie. Les chercheurs savaient depuis deux ans que le gène responsable se situait sur le treizième chromosome. Les échantillons sanguins de 24 personnes provenant de 17 familles ont per-

mis à des équipes de l'Université McGill, de l'Université de Montréal, ainsi que d'un institut de recherche américain d'identifier précisément le gène défectueux. Le succès du décryptage du génome est dû en grande partie à la justesse des diagnostics posés par Jean-Pierre Bouchard et ses collègues, les docteurs Jean Mathieu de l'hôpital de Chicoutimi et Serge Melançon de l'hôpital Sainte-Justine de Montréal.

Le gène responsable de l'ataxie spastique synthétise une protéine,



La présence accrue de fibres dites myélinisées sur la rétine est associée à l'ataxie spastique de Charlevoix-Saguenay. On voit ici ces petits filets argentés qui enrobent parfois des segments de vaisseaux sanguins.

la saccine, nommée d'après l'acronyme anglais de la maladie (*Spastic Ataxia of Charlevoix-Saguenay*). Selon les chercheurs, la saccine interviendrait dans le pliage des protéines, une opération qui détermine leur configuration tridimensionnelle. Lorsque deux mutations précises surviennent sur le gène, la protéine devient tronquée et ne peut plus remplir correctement cette fonction, ce qui amène des désordres du système nerveux et une raideur musculaire caractéristique.

Un autre aspect étonnant de cette découverte, c'est le gène muté, lié à l'expression de la maladie, qui était jusqu'alors inconnu chez l'humain. On connaissait l'existence du gène SACS chez la souris et il semble s'être bien conservé entre les deux espèces. La particularité de ce gène est qu'il n'est formé que d'une

seule séquence codante, ou « exon ». Alors que la plupart des gènes renferment une alternance d'exons et d'introns (séquences non codantes), celui-ci comprend une série ininterrompue de 12 794 paires de bases. C'est le plus gros exon identifié chez les vertébrés.

L'ataxie spastique est une maladie récessive, ce qui signifie qu'on doit posséder deux copies du gène pour être atteint. Dans la population de Charlevoix et du Saguenay, 1 personne sur 22 est porteuse d'une copie du gène. Selon Jean Mathieu, qui voit apparaître entre deux et cinq cas de cette forme d'ataxie chaque année, la découverte permet enfin de mettre au point un test de dépistage. « En connaissant les risques d'avoir un enfant atteint, il sera maintenant possible de prévenir l'apparition de la maladie », souligne-t-il. D'ailleurs, un vaste programme de dépistage de plusieurs maladies génétiques communes aux régions Charlevoix-Saguenay devrait être mis sur pied d'ici les prochaines années.

« Bien sûr, l'étape ultime serait d'arriver à traiter l'ataxie spastique et à comprendre pourquoi chaque famille atteinte présente une variation importante des symptômes caractéristiques », rappelle le docteur Jean-Pierre Bouchard. Pour l'instant, les chercheurs tentent de décrire précisément la fonction du gène et ils pensent, d'ici 10 ans, être en mesure de produire des médicaments pour contrer l'action de la protéine défectueuse.

Les populations de Charlevoix et du Saguenay sont évidemment moins isolées aujourd'hui qu'à l'époque de la colonisation. « Les échanges plus fréquents, les familles réduites des générations actuelles et la prévention finiront en quelque sorte par "diluer" le gène, croit Jean-Pierre Bouchard. Avec le temps, la maladie ne disparaîtra sans doute pas, mais le nombre de personnes atteintes devrait grandement diminuer. » OS



Des milliers d'études, des millions d'heures de travail. Et des recherches, parmi bien d'autres, qui ont été marquantes en l'an 2000.

#### ASTRONOMIE

## L'année des planètes extrasolaires

Il pleut des planètes dans la tête des astronomes. Cette année, près d'une trentaine de nouvelles planètes extrasolaires ont été ajoutées au tableau de chasse des scientifiques.



L'annonce de la découverte d'une première exoplanète, en 1995, avait fait couler beaucoup d'encre. Depuis, ça n'a pas arrêté. Pour l'an 2000, c'est carrément une pluie de planètes extrasolaires qui enrichit notre connaissance du ciel.

On en a repéré une trentaine de plus. Par exemple, on en a trouvé autour de l'étoile nommée (« immatriculée » serait plus juste) BD-10 3166. Il s'agit d'une planète deux fois moins massive que Jupiter (ce qui est très respectable tout de même) et qui fait un tour d'étoile en 3,487 jours. Ce sont d'ailleurs ces comportements phénoménaux qui permettent aux astronomes de les remarquer au bout de leur lorgnette, car l'effet gravitationnel fait sensiblement osciller leur soleil. ▼

### » CyberRessources

Un répertoire des planètes constamment mis à jour. Une référence.

[www.harvard.edu/planets/catalog](http://www.harvard.edu/planets/catalog)

Fabuleux livre d'images des nouveaux mondes. [www.jtwinc.com/extrasolar](http://www.jtwinc.com/extrasolar)

# Le troisième œil

Une équipe de l'École polytechnique de Montréal met au point un œil électronique qui n'a besoin ni de la rétine ni du nerf optique.

par Mathilde Regnault

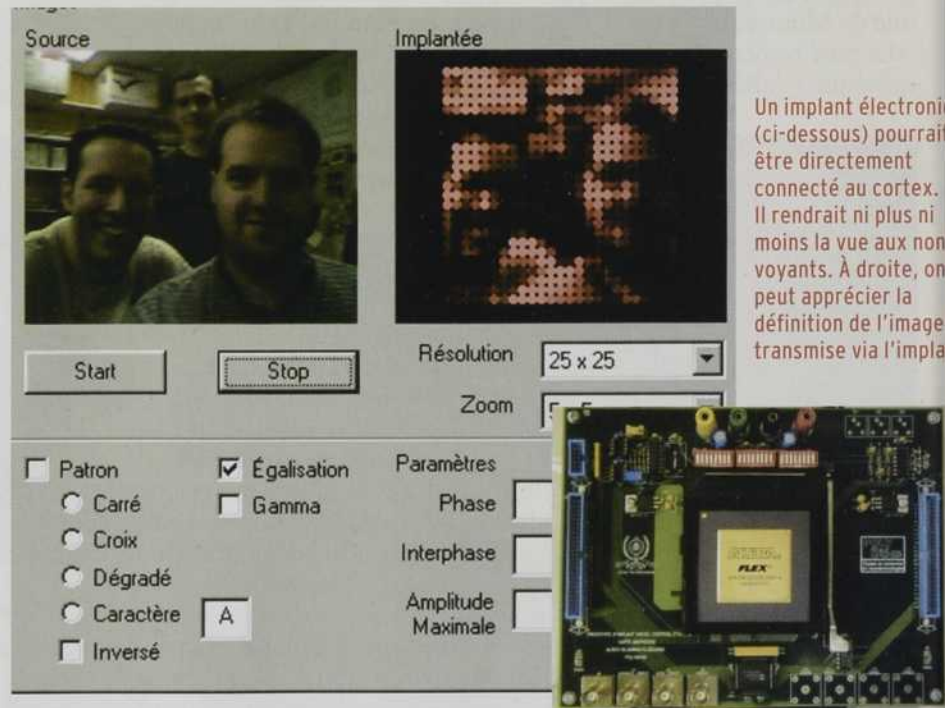
S'adresser directement au cortex visuel, en ignorant la rétine et le nerf optique, telle est l'idée de Mohamad Sawan, professeur à l'École polytechnique de Montréal, pour rendre la vue aux personnes souffrant de cécité. Son équipe, qui a commencé ses travaux en 1994, achève la mise au point d'un œil électronique.

« Le principe d'un œil électronique est relativement simple, explique Mohamad Sawan dans son laboratoire exigu bourré de composants électroniques. On connaît aujourd'hui la zone du cerveau qui analyse les données transmises par les yeux pour en faire des images. Il suffit de remplacer l'œil déficient par une caméra, et de ne pas tenir compte du nerf optique pour apporter les informations au cortex visuel. » La puce s'adresse directement aux neurones, en leur fournissant les signaux qu'ils reçoivent en temps normal grâce au nerf optique.

La caméra qui remplace l'œil humain est reliée à une plaque couverte d'électrodes, qui s'allument et s'éteignent en fonction des données reçues. Sur l'écran de l'ordinateur de contrôle, deux images : la vraie, et celle que pourrait voir un aveugle muni de cet équipement. Le dessin est plus grossier et les couleurs n'apparaissent pas, mais l'image est bien là.

En juillet dernier, une équipe de chercheurs américains avait elle aussi présenté un premier modèle « d'œil électronique », un système de caméra relié directement au cerveau par des câbles électriques. Le prototype américain avait permis à un aveugle de retrouver une partie de la vue.

Mais le prototype de Mohamad Sawan va plus loin. D'abord, l'image est plus précise : la puce, implantée directement dans le cortex, comporte quelques 625 points lumineux, répartis



Un implant électronique (ci-dessous) pourrait être directement connecté au cortex. Il rendrait ni plus ni moins la vue aux non-voyants. À droite, on peut apprécier la définition de l'image transmise via l'implant.

sur un cm<sup>2</sup>. Ensuite, l'équipe mont-réalaise a trouvé comment se passer des fils visibles qui assurent la communication entre la caméra (l'œil) et la puce électronique qui transmet les informations au cortex. La clef : les ondes électromagnétiques.

Trois approches différentes ont motivé le développement d'un œil artificiel. Alors que certains chercheurs travaillent sur le nerf optique, d'autres tentent de reproduire des rétines pour rendre la vue. Dans ces deux cas, il faut que le nerf optique soit en état de fonctionner. Or, on estime qu'après six ans d'inactivité, ce dernier est complètement mort. Ces techniques intéressent donc uniquement les patients dont les organes sont encore en état de fonctionner, et qui ont perdu la vue il y a peu de temps. La troisième approche tente de relier directement le cerveau au système de vision artificielle, en court-circuitant

le nerf optique en quelque sorte.

« L'intérêt de notre technique, dit Mohamad Sawan, c'est qu'elle peut servir à tous les non-voyants, même aux aveugles de naissance. »

Son équipe vient de s'associer à l'Institut neurologique de Montréal, à l'Université McGill, pour passer à la phase d'essais cliniques. Pour effectuer les premiers tests, elle utilisera des singes auxquels on aura bandé les yeux (pas besoin d'en trouver des aveugles !). « Le singe est un animal intelligent, explique Mohamad Sawan. En lui apprenant à réagir à la vue de certaines formes, il sera facile de vérifier s'il voit ou non. »

Il restera ensuite à miniaturiser le système et d'ici une dizaine d'années au plus tard, pense le professeur, il sera possible de rendre la vue aux aveugles. Une perspective qui en réjouit plus d'un : on estime à 20 000 le nombre de non-voyants au Québec. Ils sont 500 000 en Amérique du Nord. **CS**

# On a marché sur l'impossible

*Une découverte qui fait faire un autre pas important à la recherche sur la régénération de la moelle épinière.*

par Normand Grondin

**D**ans le laboratoire du docteur Serge Rossignol, directeur du Centre de recherche en sciences neurologiques de l'Université de Montréal, des rats et des chats dont la moelle épinière a été complètement sectionnée réussissent avec de l'aide à effectuer plusieurs pas sur un tapis roulant. Pourtant, ils ne sont pas guéris. Ni même en voie de l'être. Mais leurs pattes effectuent bel et bien les mouvements caractéristiques de la marche.

Étonnant ? On a démontré depuis quelques années déjà que, chez les mammifères et presque certainement chez l'homme, l'action de marcher n'est pas complètement contrôlée par notre cerveau. « La moelle épinière n'est pas seulement un tube homogène, un bête centre réflexe qui se contente d'appliquer les commandes du cerveau, explique Serge Rossignol. Non seulement elle commande une partie des fonctions de la marche, mais on croit de plus en plus qu'elle est douée d'une certaine plasticité. C'est-à-dire que, comme le cerveau, elle peut apprendre et se modifier afin de s'adapter à de nouvelles situations. »

Serge Rossignol a signé, avec plusieurs chercheurs français, un article dans le numéro de juillet 2000 de *The Journal of Neuroscience*, une revue majeure dans ce champ d'activité. On y fait état des résultats obtenus sur des rats paralysés chez lesquels on a greffé des cellules provenant du cerveau embryonnaire de l'animal.

Implantées sur la portion antérieure de la colonne vertébrale, en dessous de l'endroit où se trouve la blessure, les cellules fournissent à la moelle endommagée une dose régulière de sérotonine, une des principales substances responsables du déclenchement de la marche.

« Le greffon, dit le docteur Rossignol, agit en quelque sorte comme une "pompe biologique à neurotransmetteurs". »

Ainsi, même si le contact est complètement coupé entre le cerveau et les pattes, l'animal peut effectuer des pas réguliers sur un tapis roulant, alors qu'avant la greffe il en était incapable. Cela signifie qu'une partie des réflexes moteurs de la marche est contrôlée par ce qu'on appelle le « générateur central de patron ». Ce centre de contrôle indépendant du cerveau est donc responsable durant la marche de l'information concernant la surface du sol, la position du pied, la coordination des muscles, etc. Le cerveau, lui, commande plutôt aux pattes de rester debout, de marcher, et leur indique dans quelle direction se déplacer.

Bien sûr, même après la greffe, la marche de l'animal n'est pas parfaite et son arrière-train doit être soutenu pour qu'il puisse se déplacer sur le tapis roulant. Mais la rythmicité et les mouvements des petits cobayes ne trompent pas : la « mémoire » de la marche est intacte dans les cellules.

Le docteur Rossignol et son équipe sont associés depuis plusieurs années aux chercheurs français Minervat Gimenez y Ribotta, Alain Privat et Didier Orsal. Les Français travaillent à partir de Paris et Montpellier à différents projets de reconstruction de la moelle épinière, surtout à l'aide de greffes.

L'équipe de Montréal, vérifie, à l'aide de différents appareils de mesure de l'activité musculaire et neurologique, l'étendue des progrès que les animaux greffés ont réalisés. Les conclusions publiées en juillet dernier confirment ce que les chercheurs montréalais soupçonnaient déjà : le générateur de pa-



YVES PROVENCHER

Pour le docteur Serge Rossignol, la moelle épinière aurait une certaine plasticité. Elle peut se modifier et s'adapter à de nouvelles situations. C'est pourquoi on peut espérer pouvoir redonner la faculté de marcher à des personnes paralysées.

tron se trouve quelque part dans les segments les plus bas de la colonne des rats. C'est probablement le cas chez les chats et aussi chez les humains.

« Ce type de percée, explique Serge Rossignol, laisse croire qu'il ne suffira pas de régénérer la moelle épinière pour améliorer le sort, voire guérir, des blessés de la colonne vertébrale. » Il est probable que, pour obtenir des améliorations substantielles, il faudra aussi permettre aux patrons de marche autonomes de s'exprimer à l'aide de substances comme la sérotonine. On songe donc à utiliser des approches combinées : greffes de fibres nerveuses, réactivation du générateur central, rééducation des membres à la marche.

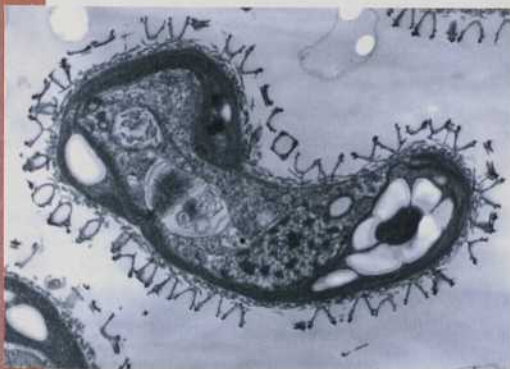
Récipiendaire l'an dernier du premier prix « Christopher Reeves », qui récompense l'excellence dans ce domaine scientifique en plein essor, le docteur Rossignol demeure réaliste. « Chaque petite découverte est un gain qu'on fait sur la maladie, dit-il. Mais on ne court pas après les miracles; on établit plutôt des bases solides qui vont nous conduire, à moyen terme, à de véritables percées pour améliorer substantiellement le sort des blessés médullaires. » **OS**

# Les racines de la botanique

Une petite algue unicellulaire bouleverse l'arbre généalogique des végétaux. Serait-elle la première de toutes les plantes ?

par Emmanuelle Bergeron

**M**esostigma viride est une minuscule algue d'eau douce soudainement devenue très célèbre. Jusqu'alors, sa seule particularité était d'appartenir à la classe des prasino-phytes, les plantes les plus primitives connues à ce jour des phycologistes (les spécialistes des algues). Décrite pour la première fois en 1899, *Mesostigma*

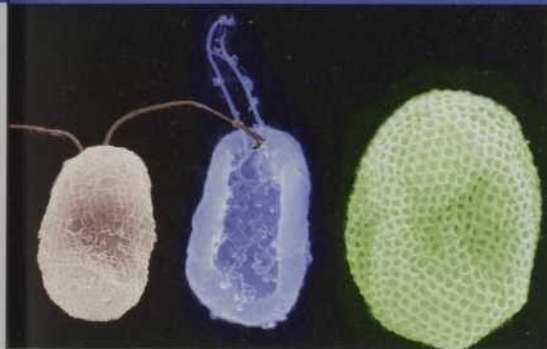


*viride* a retrouvé les feux de la rampe depuis que des chercheurs du département de biochimie et de microbiologie de l'Université Laval lui ont accordé le titre pompeux d'ancêtre de toutes les plantes vertes de la planète. Une Ève verte, en quelque sorte !

Claude Lemieux, Monique Turmel et Christian Otis ont pu reconstituer ce lien de parenté grâce à une technique inhabituelle. Ils ont analysé l'ADN chloroplastique de cette plante. Les chloroplastes sont des organites uniques

En haut : *Mesostigma viride*, cette algue unicellulaire serait en quelque sorte un fossile vivant. Elle a commencé à se développer en eau douce il y a 800 millions d'années. Ci-contre : l'équipe de Claude Lemieux (à droite), Monique Turmel et Christian Otis en compagnie de quelques-uns des descendants de l'algue vedette.





Microscopique, l'algue est recouverte de minuscules écailles et possède deux flagelles. Semblables à des antennes, ces flagelles lui permettent de s'orienter pour mieux capter la lumière.

aux cellules végétales responsables de la photosynthèse. Ils sont dotés de leur propre ADN, qui fonctionne indépendamment du noyau de la cellule. Lorsque des mutations surviennent sur ce brin d'ADN, elles se conservent au cours des générations suivantes. Ainsi, en comparant différents groupes de plantes, on peut retracer ces mutations. Plus leur génome est différent, plus la séparation de leur lignée est ancienne.

Dans le cas de *Mesostigma*, son génome s'est avéré trop différent pour faire partie des deux grands groupes à la base de toutes les plantes vertes. Cette algue se serait donc formée avant même que les streptophytes, comprenant les algues vertes, et les chlorophytes, rassemblant les plantes terrestres et un groupe d'algues vertes apparentées, ne se soient elles-mêmes individualisées.

Cette découverte n'est pas une véritable surprise, puisque l'équipe Lemieux-Turmel-Otis scrutait depuis plusieurs années l'architecture du génome chloroplastique de diverses plantes. L'originalité de leur travail, c'est d'avoir examiné le génome complet de *Mesostigma viride*. La plupart des études génétiques se concentrent sur un ou quelques gènes pour déterminer les différences entre les espèces. Cette fois, ce sont 53 gènes de l'ADN de *Mesostigma* qui ont été comparés à ceux de trois plantes terrestres, trois algues vertes et une algue de référence. « C'était la seule façon de retracer

suffisamment de marqueurs pour comprendre les événements de l'évolution, surtout dans le cas d'une algue vieille de plus de 800 millions d'années », explique Claude Lemieux.

De quoi avaient l'air les premières plantes vertes, lors de leur apparition sur terre ? *Mesostigma viride* serait en quelque sorte un fossile vivant. Subsistant dans le fond des étangs, cette algue microscopique (à peine 10 microns) est recouverte d'écailles et possède deux flagelles, ses organes de locomotion, qui lui permettent de s'orienter vers la lumière pour mieux effectuer la photosynthèse.

L'article des chercheurs de l'Université Laval publié dans la revue britannique *Nature* constitue une découverte majeure pour la compréhension de l'évolution du monde végétal. Jusqu'à présent, on soutenait que les plantes avaient conquis la terre ferme à partir des océans. Mais *Mesostigma viride* est une algue d'eau douce. Y a-t-il là de quoi remettre en question cette hypothèse ? Claude Lemieux prend bien garde de tirer des conclusions trop hâtives : « Des variations d'habitat chez les plantes peuvent survenir en quelques millions d'années seulement. Mais nos résultats permettent à tout le moins de douter de l'origine marine des végétaux terrestres. »

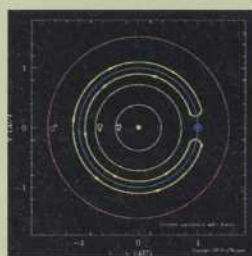
« Nous ne connaissons pas exactement l'habitat ni l'écologie des algues que nous avons utilisées pour notre étude, précise Claude Lemieux. Elles provenaient de collections d'unicellulaires d'eau douce communs à divers pays. » Chose certaine, cette technique de séquençage du génome chloroplastique ouvre la voie à des analyses encore plus fines de la généalogie des plantes. Qui sait, on découvrira peut-être bientôt la grand-mère de *Mesostigma viride* dans des étangs du Québec ! **QS**



dans le monde

## ASTRONOMIE

### Un autre compagnon pour la Terre



Manège cosmique : la trajectoire (en jaune) de 3753 Cruithne autour de la Terre (en bleu).

Il fait cinq kilomètres de diamètre. L'astéroïde 3753 Cruithne, découvert en 1997, s'est révélé être un satellite de notre planète, a annoncé *Physical Review Letters*. L'astéroïde a toujours un comportement beaucoup plus complexe que notre bonne vieille Lune. Il s'approche à 15 millions de kilomètres de la Terre et suit une orbite elliptique.

### De l'eau salée dans les veines

Les sourciers de l'espace ne chôment pas. La revue *Nature* du 30 juin a révélé l'existence de traces d'eau sur Mars. Elle se cachait sous le sol à des profondeurs où la pression est suffisante pour qu'elle reste liquide. L'eau suinterait occasionnellement à travers la surface martienne laissant ainsi des empreintes comme celles que la



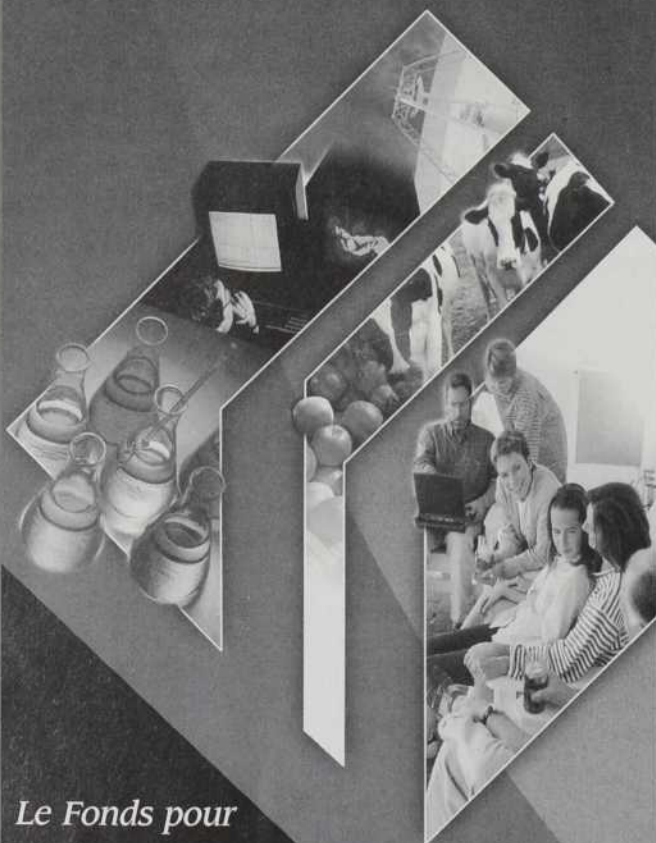
Traces d'eau sur la planète rouge.



Europa, la désormais célèbre lune de Jupiter, vue sous tous ses angles.


sonde *Global Surveyor* a photographiées sur la planète rouge. Plus tôt, les astronomes avaient annoncé la présence d'un océan liquide sous la surface d'Europa, une des lunes de Jupiter. Mieux encore, les instruments de la sonde *Galileo* ont signalé des changements brusques de champ magnétique, ce qui indique la présence d'un conducteur d'électricité. Ce serait l'effet du sel dissout dans cet océan caché sous la glace. ▼

UNE CONTRIBUTION SOUTENUE  
À L'ESSOR DES CONNAISSANCES  
DEPUIS PRÈS DE 20 ANS!



*Le Fonds pour  
la Formation de  
chercheurs et l'aide  
à la recherche est un  
organisme qui relève du  
Ministre de la Recherche,  
de la Science et de la Technologie.  
Il participe au financement des activités  
de recherche de près de 2500 chercheurs  
et de plus de 2000 étudiants.*

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

**Québec** 

LES 10 DÉCOUVERTES DE L'

PHARMACOLOGIE

## Voici la *spermaceutique*

*Une nouvelle façon de produire  
certains médicaments à bon compte.*

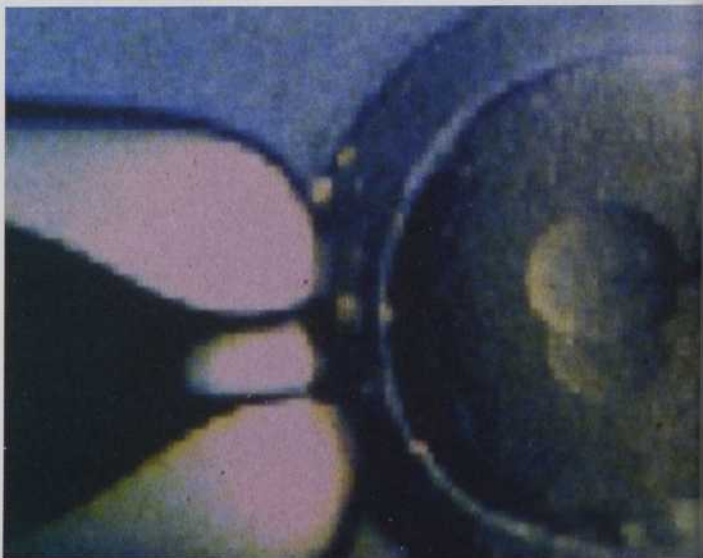
par Louise Desautels

« **Q**uand j'ai appris qu'un porc pouvait donner chaque jour un demi-litre de sperme, ça m'a beaucoup impressionné », avoue en riant François Pothier, biologiste moléculaire au Centre de recherche sur la biologie de la reproduction (CRBR) de l'Université Laval. Il a tout de suite pensé à l'usage que l'on pourrait faire de pareilles sécrétions : produire de bonnes quantités de protéines humaines, comme on le fait déjà avec les glandes mammaires de chèvres et de vaches transgéniques.

Après plusieurs mois de travail, François Pothier a confirmé une partie de son hypothèse en recueillant les premières protéines humaines à usage thérapeutique dans le sperme de deux souris transgéniques. La nouvelle, publiée dans *Nature Biotechnology*, a fait le tour du monde. L'idée d'avaler un jour un médicament issu du sperme animal venait d'être lancée !

C'est avec la souris que François Pothier et son équipe ont d'abord éprouvé leur méthode. Il s'agit d'introduire une portion de gène humain dans le code génétique d'embryons de souris afin que, une fois à maturité, les mâles secrètent dans leur sperme la protéine recherchée, en l'occurrence l'hormone de croissance humaine choisie parce qu'elle est facile à détecter.

« Nous connaissons déjà le gène de souris nommé P12, qui contrôle la production d'une protéine particulière du liquide séminal », explique François Pothier. Ce gène comporte deux sections, l'une qui contient la recette de la protéine et l'autre qui déclenche sa production. Les chercheurs ont donc remplacé la première section de P12 par le bout de gène humain qui contient la recette de l'hormone de croissance. « Nous avons sim-





**PALÉONTOLOGIE**

**L'homme du Néanderthal tombe de l'arbre**

La génétique a parlé : l'homme du Néanderthal que l'on a cru être notre cousin, n'est pas du tout un ancêtre de l'*homo sapiens sapiens*. Il résulte

tout au plus d'une spéciation survenue il y a plus de 300 000 ans, voire peut-être 700 000. Cela dit, de nombreuses preuves existent montrant que les deux espèces ont cohabité en Europe pendant plusieurs milliers d'années. Mais il n'y a pas eu de métissage. L'étude publiée dans la revue *Nature* examine l'ADN prélevé sur des squelettes de Néanderthaliens en les comparant avec l'ADN de l'homme d'aujourd'hui. Plus de 6,5 % de notre

code génétique se distingue de l'homme du Néanderthal, ce qui est beaucoup plus qu'une différence génétique normale au sein d'une même espèce.

Il reste encore à découvrir pourquoi l'homme du Néanderthal a disparu. L'énigme reste entière.

**\* Pour en savoir plus**

*Les hommes du Néanderthal*, de Erik Trinkaus et Pat Shipman, Éditions du Seuil, 1996.

**Résurrection**

Son nom de code : Bacillus 2-9-3. La bactérie dormait depuis 250 millions d'années, sans boire ni manger. Elle aurait survécu incrustée dans un cristal de sel à 570 mètres sous la terre, et ramené à la surface au Nouveau-Mexique. Les chercheurs l'ont extraite de sa

cachette et l'ont vue, à leur grande surprise, croître et se multiplier en laboratoire. Elle a révélé une forme ancestrale pas si différente des microbes d'aujourd'hui. D'autres échantillons microbiens gisent dans le même

cristal de sel, ce qui ouvre la porte à nombre d'expériences afin de mieux connaître la vie microbienne ancienne. Les chercheurs doivent cependant prendre de grandes précautions pour empêcher que Bacillus 2-9-3 ne soit contaminée par des microbes contemporains. ▼

plement collé deux moitiés qui n'allaient pas ensemble au départ », dit-il. Ainsi, à chaque fois que les circonstances sont réunies pour que la protéine du sperme soit sécrétée, c'est plutôt l'hormone de croissance humaine qui se forme. C'est ce que l'on a constaté en faisant l'expérience sur une souris transgénique et deux de ses quatre descendants. Elles ont produit en moyenne 0,5 mg d'hormone de croissance pour chaque millilitre de sperme.

Des quantités évidemment négligeables si on les compare avec les protéines produites depuis une décennie dans le lait des vaches transgéniques. « Notre intention, avec les souris, était de prouver qu'on peut utiliser les glandes séminales et la prostate des animaux à cette fin », explique François Pothier. Dès que son approche a été validée et brevetée, l'équipe de l'Université Laval l'a transposée au porc, qui pourrait fournir jusqu'à 15 grammes d'une protéine humaine à chaque éjaculation.

Quel genre de protéines humaines veut-on ainsi produire ? Celles qui sont essentielles à certains malades. Par exemple, les diabétiques, qui ne produisent pas assez d'insuline, ou les hémophiles, dont le sang manque d'agents coagulants. Plusieurs de ces protéines, comme l'insuline ou l'hormone de croissance, sont aujourd'hui produites par des bactéries dans lesquelles on a introduit un gène humain complet. Mais parfois, la protéine recherchée est trop complexe pour que la tâche soit confiée aux bac-

téries. Une solution de remplacement s'offre alors : la production grâce à des cellules humaines placées dans un bioréacteur. « Le coût du médicament est cependant très élevé, rapporte François Pothier. Pour le facteur de coagulation destiné aux hémophiles, on parle de 1 000 à 3 000 dollars le gramme. » L'autre option, plus économique, est de produire la protéine dans du lait d'animaux domestiques, comme des glandes mammaires de brebis transgéniques.

François Pothier croit que, pour certains médicaments, on peut encore abaisser les coûts de revient en utilisant les glandes séminales du porc. En novembre 2000, lui et Marc-André Sirard, directeur du CRBR, ont d'ailleurs annoncé qu'ils se lançaient dans la production de trois protéines humaines grâce au porc transgénique. Quelles protéines ? Pas question de le révéler pour l'instant. Mais le chercheur assure que les médicaments seraient au point dans le courant de l'année 2002.

« Entre le moment où nous introduisons le morceau de gène humain dans un embryon de porc et où l'animal commence à produire le médicament, il faut à peine un an et demi, dit François Pothier, parce que la gestation du porc est courte et que sa maturité sexuelle survient rapidement. » Pour la vache, ce délai est doublé. L'étanchéité est un autre avantage des glandes séminales sur les glandes mammaires. Dans l'expérience avec la souris, aucune hormone de croissance humaine n'a migré du système reproducteur au système sanguin. Cette caractéristique a son importance quand on pense à produire un agent coagulant, par exemple.

Il reste à se faire à l'idée de se soigner grâce à du sperme de cochon... Mais après tout, bien des vies ont été sauvées grâce à la pénicilline recueillie, entre autres... dans l'urine de cheval ! **OS**



Crâne de Néanderthalien.



Bacillus 2-9-3 : un retour à la vie.

**Microinjection dans un embryon de porc. Le liquide séminal de porc permettrait de produire de grandes quantités de protéines humaines pour un usage pharmacologique. La méthode développée à l'Université Laval semble maintenant éprouvée : les chercheurs ont obtenu un beau succès cette année en produisant des protéines dans du sperme de souris transgéniques...**

# Un lac en eaux troubles

Réchauffement climatique à la surface du globe, amincissement de la couche d'ozone en haute atmosphère : voici comment ces deux phénomènes affectent la vie d'un lac.

par Gilles Drouin

« Pour la première fois, les effets du réchauffement et de la diminution de la couche d'ozone, deux facettes importantes des changements climatiques, sont mesurés pour un même écosystème », dit Reinhard Pienitz, un géographe qui, avec le biologiste Warwick Vincent, travaille au Centre d'études nordiques de l'Université Laval (CEN). Les recherches de ces deux spécialistes laissent penser que le réchauffement des températures moyennes aurait 100 fois plus d'effet sur la planète que l'augmentation du rayonnement ultraviolet causée par un amincissement de 30 % de la couche d'ozone.

Ce n'est pas rien : selon leurs travaux, des températures plus clémentes favoriseraient la croissance de la végétation qui, à son tour, apporterait une plus grande quantité de matière organique dans les lacs. Dissoute et en suspension dans les eaux, cette matière organique créerait un écran solaire naturel dans le lac, contrant ainsi, du moins partiellement, les effets néfastes d'un rayonnement ultraviolet trop puissant. Cependant, cette matière en suspension compliquerait aussi la vie des organismes qui dépendent de la photosynthèse en modifiant considérablement les conditions lumineuses dans l'eau.

Pour parvenir à cette conclusion, l'équipe du CEN a d'abord élaboré une approche qui permet de quantifier le changement des conditions lumineuses dans un écosystème, c'est-à-dire la quantité de lumière que les micro-organismes aquatiques peuvent capter pour alimenter la photosynthèse. Ils ont aussi employé un modèle mathématique pour évaluer les effets d'un amincissement de la couche d'ozone. Les chercheurs ont ensuite appliqué cette méthode au lac Queen's, situé à environ 200 kilomètres au nord-est de Yellowknife, dans les Ter-



Paysage du nord québécois : des milliers de lacs qui n'ont pas encore tout révélé aux chercheurs.

PHOTOS : REINHARD PIENITZ



## Collège André-Grasset

**Journée  
portes ouvertes**

**Mardi 6 février 2001  
de 16 h à 21 h (visite, évaluation du  
dossier scolaire et admission sur place)**

1001, boul. Crémazie Est, Montréal (Qc) H2M 1M3  
Téléphone : (514) 381-4293  
Télécopieur : (514) 381-7421  
Courriel : [inform@grasset.qc.ca](mailto:inform@grasset.qc.ca)  
Site Internet : <http://www.grasset.qc.ca>



### Programmes préuniversitaires

Session d'accueil et d'intégration  
Sciences de la nature

- Sciences de la santé et de la vie
  - Sciences pures et appliquées
- DEC<sup>Plus</sup> en Sciences de la nature
- Sciences de la santé et de la vie
  - Sciences pures et appliquées

Sciences humaines

- Le monde des affaires et l'administration
- La connaissance de soi : l'individu et la société
- L'international : le monde contemporain

Arts et Lettres

- Cinéma et communication
- Programme intégré en Sciences, Lettres et Arts





PHYSIQUE

## La lumière plus lente qu'une tortue

La vitesse de la lumière est connue depuis longtemps : 299 792 kilomètres à la seconde. C'est donc tout un exploit que d'avoir pu la ralentir à 1,5 kilomètre à l'heure !

Les physiciens savent que la vitesse de la lumière peut varier selon le milieu qu'elle traverse. Dans l'eau, elle voyage à plus de 225 000 kilomètres à la seconde (km/s) et, dans le diamant, à environ 125 000 km/s.

Des physiciens de l'université Harvard aux États-Unis ont même réussi l'exploit de ralentir les photons à 0,4 mètre à la seconde. Une lumière 750 000 fois plus lente que dans le vide cosmique. Le résultat a été obtenu en faisant passer le faisceau lumineux dans un groupe d'atomes soumis à une température de près de 450 degrés sous zéro.

Si ralentir la lumière est faisable, les physiciens persistent à penser que l'accélérer est impossible. Pourtant, une équipe italienne a annoncé avoir réussi cet exploit, selon un article publié dans le *Physical Review Letters*, en faisant passer la lumière à la vitesse suprême de 600 000 km/s. Canular ? Des chercheurs de Princeton en ont remis quelques semaines plus tard en affirmant avoir chronométré un signal lumineux voyageant à 9 900 000 000 000 mètres à la seconde. Ce résultat a, quant à lui, fait l'objet d'un article de la revue *Nature* en juillet. Le *Washington Post* et le *Sunday Times* de Londres en ont fait leurs manchettes. De la physique en première page de grands quotidiens ? C'est du sérieux ! Il aurait fallu mieux comprendre, car les chercheurs italiens et américains ont aussi précisé que le phénomène était une illusion. Compliquée à expliquer, mais illusion quand même. Il faudra bientôt un Einstein comme journaliste. ▼



MARVANN NILSSON

Lene Hau, Zachary Dutton et Chris Behroozi : ils ont ralenti la lumière à 0,4 mètre à la seconde.



Prélèvement de sédiments lacustres, près de Kuujuarapik-Whapmagoostui. En bas : une diatomée d'eau douce du genre *Stauroneis*.

ritoires du Nord-Ouest.

Juste au-dessus du 64<sup>e</sup> parallèle, où se trouve le lac Queen's, la forêt boréale se fait clairsemée et la toundra est de plus en plus dominante. En fouillant dans les sédiments du lac, l'équipe du CEN a démontré que l'environnement a changé au cours des années. « En calculant les variétés de diatomées ainsi que leur répartition, explique Reinhard Pienitz, nous avons constaté un changement très rapide coïncidant avec un réchauffement climatique qui s'est déroulé il y a plusieurs milliers d'années. »

Les diatomées sont des organismes unicellulaires enrobés d'une coquille de silice dont la forme caractérise chaque espèce. Une cuillère à thé peut en contenir quelque 25 millions. Les diatomées se répartissent en deux principales catégories : les planctoniques, qui vivent en suspension dans l'eau, et les périphytes, qui se trouvent sur le fond en eau peu profonde. En calculant la concentration et la variété des diatomées fossiles, il est possible d'obtenir un portrait révélateur de l'activité biologique passée d'un lac.

En bref, entre 5 000 ans et

3 000 ans avant aujourd'hui, les chercheurs ont noté une hausse du nombre total de diatomées qui correspond à une augmentation de la matière organique dissoute. « Toutefois, précise Reinhard Pienitz, la proportion des diatomées planctoniques a diminué au profit des diatomées périphytes, probablement parce que ces dernières, qui vivent en eau peu profonde, sont moins affectées par la quantité réduite de lumière. »



Étant donné que les diatomées se trouvent à la base de la chaîne alimentaire, les chercheurs pensent que l'activité biologique augmente quand elles sont plus nombreuses dans l'eau. « Il s'agit peut-être d'une bonne nouvelle, remarque Reinhard Pienitz, mais il ne faut pas sauter trop vite à cette conclusion. Nos résultats montrent que les changements sont survenus très rapidement, sur une période de 100 à 150 ans. Il n'est pas certain que l'environnement s'adapte facilement aux changements provoqués par le réchauffement, d'autant moins que d'autres facteurs, comme la recrudescence des feux de forêt, peuvent modifier considérablement le couvert végétal. » QS

# K.O. le streptocoque

*Un kit de dépistage de bactérie qui permet de faire en une heure ce qui, auparavant, exigeait une journée entière.*

par Louise Desautels

À l'heure actuelle, quand un patient souffre d'une infection, le médecin prescrit un antibiotique avant même de connaître les résultats de la culture bactérienne. Il ne peut se permettre d'attendre un jour ou deux pour recevoir les résultats du laboratoire !

Michel G. Bergeron et son équipe du Centre de recherche en infectiologie (CRI) de l'Université Laval, proposent de réduire ce délai à moins d'une heure. Son équipe a mis au point un test capable d'identifier rapidement les gènes du streptocoque du groupe B. De plus, leur

méthode de reconnaissance pourrait bien s'appliquer à d'autres bactéries.

« Dans quelques années, prédit Michel Bergeron, tous les médecins disposeront de nouvelles trousse de diagnostic. » En 45 minutes au plus, l'équipe médicale saura alors quelle bactérie a infecté un malade, et si cette souche particulière a développé une résistance à l'un ou l'autre médicament. « À moyen terme, nous pourrions freiner la résistance des bactéries aux antibiotiques, réduire les frais d'hospitalisation et diminuer le coût des traitements », estime le chercheur.



Christian Ménard du Centre de recherche en infectiologie tient un tube employé pour prélever et analyser les bactéries redoutées.

Le streptocoque du groupe B, la première cible de l'équipe de recherche, fait souvent partie de notre flore bactérienne. En général, il ne cause pas de dommages. Toutefois, lors d'un accouchement, sa présence dans le vagin présente un risque pour le nouveau-né. Quatre-vingt pour cent des infections recensées chez les nourrissons sont at-

**McGill**  
www.mcgill.ca

845, rue Sherbrooke o.  
Montréal, Québec  
H3A 2T5

Concours de journalisme scientifique

**Bourse Fernand-Seguin**  
2001

Radio-Canada  
Télévision  
première chaîne  
Radio-Canada

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

Date de clôture :  
jeudi 12 avril 2001 - 17 heures

Pour obtenir le dépliant  
veuillez vous adresser à :

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

Avec la collaboration de :

Québec  
Ministère de la Culture  
et des Communications

MERCK FROSST Science

La Presse LE SOLEIL

tribuable à cette bactérie, qui aurait entraîné la mort de plus d'une centaine d'enfants nord-américains en 1998.

Pour éviter la contamination des nouveau-nés, les hôpitaux nord-américains administrent des antibiotiques aux femmes enceintes chez lesquelles on a identifié la présence de la bactérie. « Cette méthode n'est efficace qu'à 85 %, explique Christian Ménard, membre du CRI. Les mères peuvent être colonisées par la bactérie dans les semaines qui suivent. » Au cours des essais réalisés au Centre hospitalier de l'Université Laval avec le kit de Michel Bergeron, 112 femmes ont fourni un échantillon de mucus au laboratoire quelques heures avant l'accouchement. Une heure après le test, 32 d'entre elles recevaient une injection d'antibiotique parce qu'elles étaient porteuses du streptocoque.

Le test conventionnel pour détecter la bactérie consiste à plonger l'échantillon dans un liquide qui favorise la multiplication du streptocoque au détriment des autres micro-organismes. Si elle est

présente au départ, la bactérie forme graduellement de petits amas, détectables au microscope après au moins 36 heures. Le test développé par l'équipe du CRI emprunte un tout autre chemin. Il cherche la signature génétique particulière du streptocoque, parmi des milliards de bactéries de diverses espèces.

Après avoir dilué un échantillon, le technicien en prélève une gouttelette (50 microlitres). Il fait éclater les parois de toutes les cellules présentes, ce qui transforme la gouttelette en une soupe où les brins d'ADN flottent librement. Une portion de cette soupe — de l'ordre du nanolitre ! — est transférée dans une éprouvette miniature. Celle-ci contient un mélange dans lequel de très courtes chaînes d'ADN vont repérer les brins d'ADN des streptocoques du groupe B (et non ceux des autres bactéries); elles vont s'y fixer et provoquer leur multiplication. Après quelques minutes, on introduit dans la solution d'autres chaînes d'ADN, cette fois-ci marquées avec une substance qui rendra fluorescents les brins d'ADN des

streptocoques maintenant en surnombre. Si la bactérie était présente au départ, le senseur détecte une fluorescence, signe que la mère doit recevoir des antibiotiques.

« Dans ce test, tout est nouveau », assure Michel Bergeron : le matériel génétique chargé de repérer les portions d'ADN de la bactérie, et celui qui provoque la fluorescence, de même que le mode d'accès rapide à cet ADN par l'éclatement des parois de cellules. Comparés avec des tests conventionnels, ceux réalisés sur les 112 femmes se sont révélés sensibles à 97 %.

La trousse diagnostique du streptocoque du groupe B fait l'objet d'études cliniques dans plusieurs hôpitaux canadiens et américains, pour rencontrer les critères des organismes d'homologation. « Le premier test sera commercialisé en 2001 », espère Michel Bergeron. Infectio Diagnostic, la compagnie formée pour mettre en marché les produits développés au CRI, s'est déjà mise au travail pour créer des kits capables de détecter d'autres bactéries. **CS**

Le magazine  
scientifique  
de l'heure

Animé par  
Frédéric Loiselle

Télé-Québec

zone

JEUDI 19 H 30

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

# L'image en plus du son

Voir grâce à la partie du cerveau qui sert habituellement à entendre ?

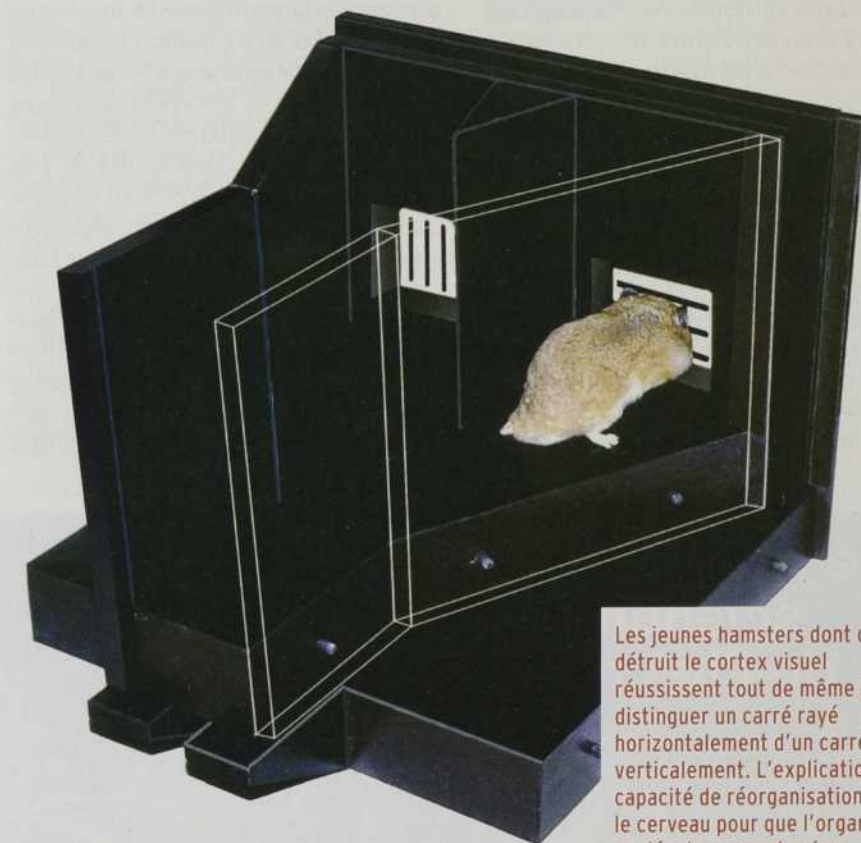
par Mathilde Regnault

On soupçonnait déjà que le cerveau est capable de se reconfigurer en cas de lésion. Le docteur Maurice Ptito, professeur au département de neuropsychologie et à l'école d'optométrie de l'Université de Montréal, et son collègue de l'université du Maryland, le docteur Douglas Frost, viennent d'en apporter la preuve grâce à leurs expérimentations sur le cerveau de hamsters.

À la naissance des animaux, les chercheurs ont détruit la partie du cerveau des hamsters qui sert habituellement à analyser les informations en provenance des yeux : le cortex visuel. « Quelques jours plus tard, nous avons constaté, grâce à diverses expériences, que les petits hamsters sont capables de se diriger et de distinguer différentes figures », explique Maurice Ptito. Ils ont alors subi une batterie de tests, auxquels on a également soumis des hamsters intacts.

Dans une cage, par exemple, les jeunes animaux ont le choix entre deux dessins. S'ils se dirigent vers l'un d'entre eux, ils sont récompensés. Les dessins changent régulièrement de place et les hamsters, même ceux qui ont été blessés, se dirigent invariablement vers celui qui leur procurera une récompense. La conclusion est évidente : ils voient suffisamment pour distinguer, par exemple, un carré rayé horizontalement d'un carré rayé verticalement.

« Un liquide, injecté dans le cerveau, nous a permis de retracer le chemin suivi par l'image, poursuit le docteur Ptito. De l'œil, l'information est transmise aux neurones, qui se dirigent habituellement vers le thalamus visuel, une sorte d'interface entre l'œil et le cortex. « Dans le cas présent, les informations se dirigent naturellement vers le thalamus auditif, et arrivent vers les



Les jeunes hamsters dont on a détruit le cortex visuel réussissent tout de même à distinguer un carré rayé horizontalement d'un carré rayé verticalement. L'explication : la capacité de réorganisation qu'a le cerveau pour que l'organisme en développement puisse conserver ses cinq sens.

cellules du cortex auditif. »

Étrangement, ces cellules s'avèrent tout à fait capables de traiter les informations. « Il semble qu'il y ait une "reconfiguration" des cellules. Certaines deviennent des cellules visuelles, d'autres restent auditives, et nous avons découvert qu'une catégorie d'entre elles possède les deux fonctions : elles sont bimodales. » Les hamsters conservent donc leurs cinq sens, même si leur vue n'est pas aussi précise que celle des animaux intacts. « Ils ont moins de cellules neuronales à leur disposition pour transmettre les influx nerveux, car certaines sont mortes. L'information est donc analysée de

façon moins détaillée. »

Les professeurs Ptito et Frost voudraient vérifier si le phénomène se reproduit chez d'autres animaux comme le singe ou le chat. Si tel est le cas, on pourrait peut-être songer à des applications pour l'être humain... même si on en est encore très loin ! Avec un bémol tout de même : les hamsters testés ont ceci de particulier qu'ils sont encore au stade embryonnaire quand ils naissent. Pour que les cellules neuronales soient réacheminées et qu'elles s'adaptent à une nouvelle fonction, la destruction du cortex doit se produire dans les premiers jours de la vie. À la naissance, ce pourrait être trop tard. **OS**

PHYSIQUE

## Des nuages pleins de vie

Résistantes aux températures les plus glaciales, à la rareté de la nourriture et à des rayons ultraviolets, des bactéries réussissent à s'accrocher aux nuages. Des chercheurs autrichiens ont calculé que l'équivalent de chaque millimètre cube d'eau dans les nuages contient 1 500 bactéries, rapporte la revue *New Scientist*. Saura-t-on un jour si elles jouent un rôle dans la déclenchement des averses ?

GÉNÉTIQUE

## Le livre de l'homme

C'est une entreprise privée des États-Unis, Celera Genomics, qui s'enorgueillit d'avoir réalisé le séquençage de l'ensemble du génome humain.

« La découverte ne peut pas atten-

l'alphabet génétique (A,T,C et G). Ces caractères s'alignent sur ce fil comme une succession apparemment aléatoire (ATGCCTAATCG-GCTAC, par exemple), et s'étirent sur l'équivalent de milliers de pages.

Il s'agit bien évidemment d'une masse d'information tellement énorme que l'on ne pouvait la décoder – autrement dit repérer l'ensemble des gènes – qu'à la condition de segmenter un peu ce long fil. Celera Genomics a annoncé avoir fait l'ensemble de ce découpage. Ce qui permet d'établir des balises pour repérer les dizaines de milliers de gènes qui s'y trouvent, et de pouvoir enfin décoder adéquatement le génome.

C'est comme si on avait paginé les feuilles éparpillées d'un dictionnaire et que l'on pouvait enfin les regrouper. L'assemblage du génome devrait pouvoir être terminé en 2003.

Celera avait déjà réussi à produire

la carte complète du génome de la mouche drosophile.

Cela n'indique toutefois pas le rôle que joue chacun des gènes.

### ✿ Pour en savoir plus

*La barque de Delphes, ce que révèle le texte des génomes*, par Antoine Danchin. Publié aux Éditions Odile Jacob, 1998.

## Soins intensifs

Le patient de 72 ans avait déjà subi quatre infarctus. Il était prêt à tenter n'importe quel traitement pour améliorer son état. Des médecins parisiens lui ont proposé de greffer quelques cellules du muscle de sa cuisse sur son cœur. Une

première médicale : des cellules en bonne santé ont ainsi remplacé les cellules cardiaques nécrosées. L'opération a été effectuée le 30 juin 2000. La greffe a réussi, et le patient était toujours en vie au moment de mettre sous presse.

## Double macaque

On connaît la brebis Dolly. Il faudra aussi parler du macaque **Tetra**, le



premier primate cloné. L'annonce a été faite au début de l'année. Bientôt l'homme ? Pas question, disent les chercheurs de l'université de l'Oregon responsables de ce nouveau clonage. C'est seulement, ont-ils

expliqué, que les singes clonés pourront remplacer plus adéquatement les souris pour les recherches médicales.

## Bébé sur commande

Molly était atteinte d'une grave maladie héréditaire affectant sa moelle épinière. Elle avait six ans. On ne lui donnait qu'un an de plus à vivre. À moins qu'elle ne bénéficie du seul traitement adéquat : une transplantation de cellules compatibles. Elles sont habituellement prélevées chez des frères ou des sœurs. Mais Molly était une enfant unique. Les parents ont donc accepté de participer à la conception d'un embryon *in vitro* qui a ensuite été implanté dans l'utérus de la mère. Ce bébé très particulier est né le 29 avril et s'appelle Adam. Dès sa naissance, on a transplanté les cellules de son cordon ombilical sur Molly. Elle a maintenant 9 chances sur 10 de s'en sortir. Et elle a gagné un petit frère en prime ! **CS**

ATCCGCGAATACAGGCTC

dre », proclame un slogan publicitaire de la compagnie américaine Celera. Il faut probablement la croire sur parole, surtout qu'elle a annoncé avoir complété le séquençage du génome humain.

Le séquençage, c'est l'ensemble de l'information génétique de l'homme qui court sur un très long fil d'ADN. Ce dernier porte environ trois milliards de caractères, représentés par les nucléotides d'adénine, de thymine, de cytosine et de guanine. Cela représente, a-t-on coutume de dire, les bases de



# Virus informatiques

## la trousse d'urgence

Une mine de conseils et d'astuces.

Actuellement en kiosque

# TERRE DE

Il y a 700 millions d'années, la Terre a connu sa plus impressionnante glaciati

par Sébastien Paradis



Zoom in sur un tapis microbien d

**U**ne boule de neige et de glace flottant dans l'espace. Voilà à quoi ressemblait la Terre il y a 700 millions d'années. Une température de  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , même sous les tropiques. Une couche de glace épaisse d'un kilomètre sur le globe. Et la vie dans tout ça ? Elle s'est maintenue. Cette grande crise glaciaire a même ouvert la voie à l'épisode de diversification le plus important de l'histoire du vivant. Cette fantastique époque fait cependant l'objet d'une controverse : comment la vie a-t-elle pu résister à un tel événement ?

En 1964, Brian Harland, un géologue de l'université Cambridge, rend compte de la découverte de tillites dans des roches datant de 700 millions d'années, une période que l'on appelle le

néoprotérozoïque. Les tillites ressemblent à une farine de roches qui s'est formée lors des glaciations. Jusque-là, rien de bien impressionnant. La Terre a connu de nombreuses glaciations polaires et les tillites qui y sont associées sont des découvertes courantes. Les tillites de Harland ont néanmoins quelque chose de particulier : on en a retrouvé partout sur la Terre, y compris dans des strates rocheuses qui, au néoprotérozoïque, correspondent à une altitude proche de celle du niveau de la mer et à une latitude équatoriale. C'est l'équivalent de trouver un glacier sur une plage de l'Indonésie. Il n'en faut pas plus pour que Brian Harland avance la théorie d'une gigantesque glaciation globale.

En 1992, Joseph Kirschvink, un géobiologiste de l'Institut de technologie

de Californie, relance l'idée de cette grande glaciation. L'Américain remarque dans les strates géologiques du néoprotérozoïque des formations ferreuses tout à fait étonnantes, qui ne se constituent qu'en l'absence d'oxygène. Ce n'est pas banal, car ce type de formation est généralement associé aux strates rocheuses les plus anciennes de la Terre, au moment où l'atmosphère était justement très pauvre en oxygène. Or, l'atmosphère du néoprotérozoïque était très riche en oxygène. Il s'est donc produit un événement extraordinaire : les océans ont dû être recouverts d'une telle couche de glace que les échanges gazeux entre l'eau et l'atmosphère ont été empêchés.

Les roches ont enregistré d'autres indices d'une grande glaciation globale.

# DE GLACE

épisode qui coïncide avec une des grandes crises de l'histoire de la vie.



de l'Arctique canadien. La vie serait plus coriace et diversifiée qu'on l'imagine. Ci-dessus, des échantillons de micro-organismes récoltés par les chercheurs.

Lors d'une expédition sur la côte des Squelettes en Namibie, Paul Hoffman, un géologue à l'université de Harvard, a découvert que la composition des roches du néoprotérozoïque présente une anomalie dans la proportion d'isotopes de carbone, un indice de plus attestant un ralentissement très marqué de l'activité organique à cette époque.

Et ce n'est pas tout ! Paul Hoffman a aussi mis au jour d'imposants dépôts de roches calcaires qui ne peuvent se former qu'en présence d'une grande quantité de gaz carbonique, et à de hautes températures. Ils témoignent de la fin abrupte de l'épisode glaciaire. Comme si, presque instantanément, la Terre était passée d'un paysage polaire à un monde chaud et humide, caractérisé par une grande concentration de  $\text{CO}_2$ .

Comment la vie microbienne a-t-elle pu traverser cette épreuve ? On a d'abord pensé que ces microbes ancestraux avaient trouvé refuge dans le voisinage des seules sources de chaleur disponibles sous l'épaisse couche de glace : les sources hydrothermales, situées à plus de 2 500 mètres au fond des océans, et d'où s'échappent des jets d'eau chauffée par l'énergie provenant du centre de la Terre. La température de ces jets d'eau varie entre  $2^\circ\text{C}$  et  $30^\circ\text{C}$ , et peut même atteindre  $350^\circ\text{C}$ . La lumière n'atteint pas les profondeurs où se trouvent ces îlots hydrothermaux. Le premier maillon de la chaîne alimentaire des groupes d'organismes qui y vivent ne peut donc pas se baser sur la photosynthèse, comme en surface. Ils vivent plutôt grâce à la chimiosynthèse,

en utilisant le soufre plutôt que la lumière comme source d'énergie.

Mais cette explication est jugée insuffisante, car on sait maintenant que de nombreux types d'algues photosynthétiques ont survécu à la glaciation. « Il y a d'autres réponses », dit Warwick Vincent du Centre d'études nordiques à l'Université Laval. Ses recherches ont démontré que la glace est un environnement tout à fait apte à accueillir de nombreuses formes de vie. « Une Terre boule de neige ne constitue pas un milieu si hostile, dit-il. Les commentaires doutant d'une éventuelle survie de certains organismes sur une Terre sous l'emprise de la glace viennent de chercheurs qui n'ont jamais visité le pôle Nord ni le pôle Sud. On y voit pourtant se développer une vie microbienne très

# Le fil des événements



Sur une plate-forme de glace dans le Nord du Canada.

## Le scénario

La fabuleuse histoire de la Terre boule de neige est un enchaînement d'événements aussi rares que complexes.

## Le décor

Il y a 750 millions d'années, au néoprotérozoïque, la grande valse de la tectonique des plaques rassemble toutes les terres émergées en un immense super-continent, appelé Rodinia. Il est situé au niveau de l'équateur, laissant les latitudes polaires à l'eau et aux glaciers. Au moment du déclenchement du processus de glaciation planétaire, Rodinia est sur le point de se fragmenter. Cet élément de décor jouera un rôle majeur.

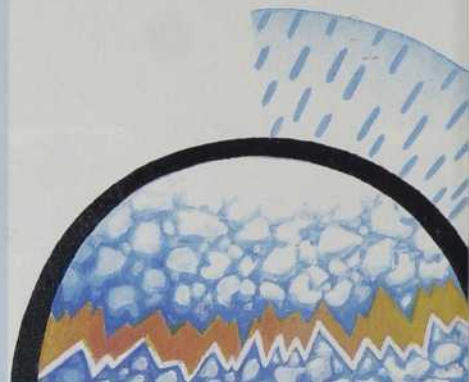
## Les figurants

Leur nombre est limité. À l'époque de ce scénario, la vie présente sur Terre est encore assez simple : des bactéries et des algues unicellulaires. Les organismes multicellulaires « modernes » n'entreront en scène que quelques millions d'années plus tard.

## La vedette

Le phénomène vedette de notre histoire s'appelle l'albédo. Il décrit la façon dont la surface d'un sol réfléchit ou absorbe l'énergie solaire qu'elle reçoit. La glace, qui renvoie une grande portion de l'énergie, a un albédo très élevé. Elle tend ainsi à refroidir la température planétaire. Au contraire, les surfaces océaniques ont un albédo très faible, car elles absorbent une grande part de l'énergie solaire. Elles contribuent à réchauffer le globe. Le climat mondial est donc en partie déterminé par un équilibre entre la chaleur absorbée par l'océan et le froid maintenu par les glaciers.

## Maintenant, action !



## ACTE 1 Emballlement de l'albédo planétaire

Le super-continent Rodinia joue un rôle crucial dans le déclenchement de la glaciation, et ce, de deux façons. D'abord, sa position équatoriale est déterminante. En effet, les précipitations sont plus importantes au niveau des tropiques. Or, l'érosion causée par les pluies emporte une grande quantité des nutriments du sol vers les océans, de quoi produire une abondance de matière organique. L'accroissement de l'activité biologique augmente donc considérablement la consommation de CO<sub>2</sub>. L'activité organique se concentre donc près des continents.

De plus, à cette époque, Rodinia est en train de se fragmenter et provoque la formation de plusieurs marges continentales. Ces nouveaux

**Petite surprise ! Long-temps avant le néoprotérozoïque, un autre événement glaciaire aurait été responsable de l'innovation la plus fondamentale de l'histoire de la vie : la cellule complexe !** Plusieurs chercheurs commencent en effet à relier l'apparition des eucaryotes à une grande glaciation globale. Les eucaryotes, ces organismes unicellulaires beaucoup plus complexes que leurs ancêtres procaryotes à cause de l'isolement de leur matériel génétique dans un noyau, représentent une étape essentielle vers le développement de la vie multicellulaire telle que nous la connaissons. Les Terres boule de neige, loin d'être des tombeaux de glace, seraient ainsi plutôt responsables des plus belles innovations de la vie.

diversifiée qui présente beaucoup de similarités avec celle du néoprotérozoïque. »

Sur les plates-formes de glace de McMurdo en Antarctique et de Ward Hunt dans l'Arctique canadien, des communautés bactériennes extrêmement diversifiées vivent sur plusieurs dizaines de mètres carrés de glace. « Ces tapis de microbes demeurent gelés pendant la plus grande partie de l'année, dit Warwick Vincent. Ils ne s'éveillent que vers la fin de l'été, quand de petits étangs de glace fondue se forment. Ils profitent alors de très brèves périodes d'activité photosynthétique qui ne durent que quelques jours ou quelques semaines. » Ces tapis microbiens forment des micro-habitats pour des virus, des bactéries et même

des organismes beaucoup plus complexes. Cette communauté survit grâce aux nutriments apportés par le vent ou emprisonnés dans la glace. En leur offrant une protection contre les ultraviolets et le gel, ces tapis ont peut-être permis à plusieurs types d'organismes de traverser la grande glaciation néoprotérozoïque.

William T. Hyde n'a pas besoin de supposer l'existence de bactéries qui survivraient dans la glace. Ce chercheur du département d'océanographie de l'université du Texas croit plutôt en une version plus « douce » de la Terre boule de glace. Dans son modèle, basé sur des simulations climatiques, il avance l'hypothèse d'une bande équatoriale épargnée par les grands froids. Cette ceinture d'eau libre

aurait servi de refuge à de nombreux organismes et aurait grandement facilité leur survie. Les traces de glaciers découvertes au niveau de l'équateur peuvent aussi « coller » à ce modèle, car la bande d'eau libre aurait probablement été discontinue, présentant plusieurs zones glacées. « Les données géologiques sont beaucoup plus faciles à interpréter si on considère un océan entièrement couvert de glace », constate cependant Paul Hoffman.

Christopher McKay, de la Space Science Division à la NASA, pense que l'on a surestimé tout simplement l'épaisseur de la couche de glace au niveau des tropiques. « Si l'épaisseur de la glace ne dépendait que de la chaleur émanant du centre de la Terre, la glace serait

milieux propices à la vie augmentent l'activité organique et contribuent à capter davantage de CO<sub>2</sub>. L'éclatement de Rodinia, jumelé à sa position équatoriale, provoque donc une importante diminution de la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, puis une diminution radicale de l'effet de serre, le CO<sub>2</sub> en étant le principal responsable. Résultat : la température du globe s'abaisse, les glaces polaires s'étendent, contribuant à augmenter l'albédo de la planète, ce qui amplifie le refroidissement global, lequel s'emballe alors.

## ACTE 2

### La Terre boule de neige

Une température moyenne de l'ordre de



-50 °C, une couche de glace d'un kilomètre sur les océans, le cycle de l'eau est désormais bloqué. Il n'y a plus d'évaporation, ni de précipitations, et encore moins d'érosion. Le CO<sub>2</sub> est donc de moins en moins capté. Cependant, les volcans, qui sont toujours actifs pendant la glaciation, continuent d'éjecter du CO<sub>2</sub>, qui s'accumule dans l'atmosphère durant près de 10 millions d'années.

## ACTE 3

### Effet de serre monstre

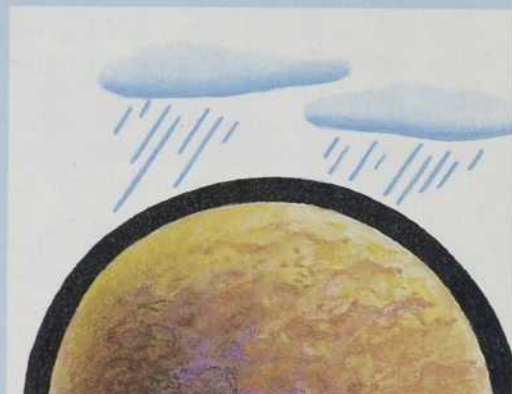
La concentration de CO<sub>2</sub> devient 1 000 fois plus élevée qu'avant la glaciation. Il en résulte un effet de serre monstre. La glaciation s'arrête presque instantanément. Les glaces fondent, la vapeur d'eau s'élève dans l'atmosphère, amplifiant ainsi l'effet de serre.

Avec le retrait des glaces, l'albédo diminue et la température grimpe rapidement. Tout cela se produit en l'espace de quelques siècles, c'est-à-dire instantanément à l'échelle géologique.

## FINALE

### Un monde chaud et humide

Au dénouement, on se croirait sur une autre planète : nous sommes passés d'une boule de neige à un monde chaud et humide. Avec la reprise du cycle de l'eau, les nutriments redeviennent disponibles et la consommation de gaz carbonique repart de plus belle. Le climat, sur quelques milliers d'années, revient progressivement à la normale.



très épaisse, de l'ordre d'un kilomètre ou plus. Cependant, d'autres facteurs déterminent aussi l'épaisseur de la glace », dit-il. Les recherches qu'il a menées dans les vallées sèches (*dry valleys*) de l'Antarctique lui ont permis de développer un modèle des transferts de chaleur dans une couche de glace pénétrée par les rayons solaires. Il se crée un équilibre où la glace qui se forme est exactement compensée par celle qui fond. En adaptant son modèle aux conditions du néoprotérozoïque, Christopher McKay constate que, sous les tropiques, la couche de glace ne devait pas dépasser 10 mètres. Or, une part relativement grande de la lu-

mière peut traverser une couche de glace de cette épaisseur. La photosynthèse était donc possible, du moins autour de l'équateur.

Et après la glaciation ? C'est le big-bang du vivant ! Un big-bang qui prend tout de même quelques millions d'années, mais qui est extrêmement rapide à l'échelle de l'évolution ! Le retour soudain à un monde chaud et humide aurait déclenché l'événement, il y a 550 millions d'années. On passe alors de quelques types d'organismes simples à une diversité jamais égalée. C'est dans cette période — le cambrien — qu'apparaissent tous les

grands groupes de vie actuels et même davantage, puisque plusieurs se sont éteints depuis. L'épisode glaciaire a peut-être contribué directement à ce big-bang : « Le milieu glaciaire favorise l'isolement géographique de certaines populations et maintient une grande concentration d'organismes dans des endroits précis, explique Warwick Vincent. De nombreux types d'organismes vivent en juxtaposition, et les transferts de gènes, notamment par des virus, y sont possibles. Peut-être est-ce cela qui a encouragé le développement de plusieurs nouveaux types d'organismes. » **QS**

**CYBERSCIENCES**  
La science et la technologie pour tous

[www.CyberSciences.com](http://www.CyberSciences.com)  
2 000 nouvelles scientifiques en 3 ans !



# Au bonheur des bogues

Les bogues sont aussi vieux que les premiers ordinateurs. Pourra-t-on un jour s'en débarrasser ?

**V**ous travaillez tranquillement sur votre ordinateur et, soudain, une fenêtre s'ouvre : dans un langage sibyllin à souhait, votre système vous signale qu'il est en mauvaise posture. Mieux encore, l'écran se fige, ni clavier ni souris ne répondent à vos supplications. Étouffant un juron, vous redémarrez votre ordinateur. Un bogue a encore frappé...

Le terme « bogue » vient de l'anglais *bug*, insecte. Thomas Edison l'utilisait déjà pour excuser une défaillance technique. Pour l'ère informatique, c'est à Grace Murray Hopper, vice-amirale de la marine américaine et informaticienne de renom, qu'on attribue l'expression. Le 9 septembre 1945, lors d'une panne du Mark II, l'un des premiers ordinateurs électromécaniques, Grace Hopper et son équipe eurent la surprise de découvrir qu'un papillon de nuit s'était coincé dans un relais électrique. Elle conserva l'insecte collé dans le journal de bord. Par la suite, lorsque le système était en panne, l'équipe s'excusait en expliquant qu'il était occupé au débogage (*debugging*).

Soixante-cinq ans plus tard, toujours aussi insaisissables et sournois, les bogues continuent de ternir la réputation de l'industrie informatique. Selon une étude du Standish Group (1) sur 8 000 projets informatiques, pas plus de 16,2 % respectent les délais et les budgets. Le reste : saboté par les bogues ! Dans un cas sur deux, la facture des projets double en cours de route, et le délai de livraison est dépassé, en moyenne, de... 222 % !

Bien entendu, plus le projet est imposant, plus les risques d'échec sont



élevés. Vingt pour cent des grands projets — ceux qui comptent plus d'un million de lignes de codes — n'aboutissent jamais.

Bref, cela ne va pas tout seul, au point que certains spécialistes de l'informatique font référence à la « crise du logiciel » pour décrire la situation.

« Depuis 50 ans, nos connaissances techniques se sont nettement améliorées, explique Ettore Merlo, professeur au département de génie électrique et génie logiciel à l'École polytechnique de Montréal (2). Par contre, la complexité des programmes est aussi en constante croissance ! Nous nous attaquons à des problèmes que nous n'osions même pas approcher il y a quelques années. »

Entre-temps, ce ne sont pourtant pas les idées qui ont manqué pour

faire la chasse aux bogues.

Traditionnellement, les programmeurs se fient à la bonne vieille méthode des tests. On soumet le logiciel à rude épreuve pour révéler ses points faibles. Lorsqu'on détecte un bogue, on corrige et on teste à nouveau pour s'assurer que d'autres bogues n'ont pas été introduits. Bref, tester, corriger, et tester encore...

Une autre technique est l'inspection du code : chaque ligne est examinée, selon un protocole bien défini, afin de détecter les anomalies. Malheureusement, ces deux méthodes arrivent rarement à tout détecter. En situation réelle, il survient pratiquement toujours une défaillance imprévue.

Dans les années 80, les informaticiens ont espéré mieux s'en sortir avec les méthodes formelles. Il s'agit, en

# Journée portes ouvertes

Vendredi 16 février 2001  
de 10 h à 20 h

## Études supérieures en génie

Maîtrise en génie de la construction

Maîtrise en génie de la production automatisée

Maîtrise en génie électrique

Maîtrise en génie logiciel

Maîtrise en génie mécanique

Maîtrise en technologie des systèmes

Maîtrise ès sciences (technologie de l'information)

Doctorat en génie

L'École de technologie supérieure propose plusieurs programmes de deuxième et troisième cycles branchés sur l'industrie qui :

- forment des spécialistes qui sont au cœur du développement et du transfert technologiques ;
- profitent de l'expérience industrielle et de l'expertise de plus de 80 professeurs actifs en R & D ;
- privilégient les projets d'application, les mémoires et les thèses en collaboration avec l'industrie ;
- permettent aux étudiants de bénéficier d'un programme exceptionnel de soutien financier.

École de technologie supérieure  
1100, rue Notre-Dame Ouest  
Montréal (Québec) H3C 1K3  
Téléphone : (514) 396-8888  
admission@etsmtl.ca  
www.etsmtl.ca

Université du Québec  
École  
de technologie  
supérieure





se basant sur des déductions mathématiques, de prouver qu'un logiciel est logiquement correct. « Ces techniques déplacent le niveau où les erreurs peuvent se produire, explique Ettore Merlo. Au lieu du programme lui-même, c'est la preuve mathématique qui peut contenir des erreurs ! On peut aussi obtenir la preuve que le programme correspond parfaitement à ses spécifications, mais cela ne garantit pas qu'il réponde aux besoins ! »

Le monde informatique a aussi cherché son salut en inventant de meilleurs langages informatiques ou systèmes d'exploitation. Mais, là encore, ce n'est pas suffisant. « Même s'il y a des ceintures de sécurité dans les voitures, cela ne veut pas dire qu'elles sont nécessairement utilisées ! remarque Ettore Merlo. La qualité des concepteurs et le contexte de développement demeurent plus importants que la qualité du langage. Un mauvais programmeur fera de mauvais logiciels, même avec un bon langage. »

Bref, à l'heure actuelle, il n'existe pas de solution magique. L'approche la plus efficace consiste à cultiver une vue d'ensemble du processus de développement d'un système pour tenter d'identifier toutes les possibilités d'introduction d'erreur, y compris l'environnement de travail. C'est ce genre d'approche globale qu'encouragent des organismes comme le réseau SPIN (Software Process Improvement Network). Parrainé par le Soft-

ware Engineering Institute (3), ce réseau international compte plusieurs dizaines de milliers de membres dans le monde, et tente d'enseigner de meilleures méthodes de programmation.

« Malgré les récents progrès techniques, la situation est encore alarmante, considère Richard Basque, président de SPIN Montréal (4). Il y a beaucoup trop de laisser-aller. On peut améliorer la situation, mais à condition de se discipliner. Il faut espérer que les gens vont réaliser le rôle critique que jouent certains logiciels dans leur vie et devenir plus exigeants. Ainsi, avant d'acheter une voiture équipée de freins contrôlés par ordinateur, il serait peut-être légitime de se demander qui peut assurer que le logiciel de freinage va bien fonctionner, et si ses concepteurs ont reçu une certification particulière. »

Mais peut-on imaginer des systèmes totalement fiables ? « Il est utopique de penser qu'un jour il n'y aura plus de bogues, croit Richard Basque, puisque la conception de systèmes informatiques est essentiellement une activité humaine. On peut tout de même obtenir un bon niveau de fiabilité, mais c'est une question de compromis. En appliquant les techniques de pointe, on pourrait créer un traitement de texte très fiable, avec un minimum de bogues. Mais il risque de coûter 200 000 dollars au lieu de 200. »

Ettore Merlo est du même avis :

comme la redondance et la robustesse. Contre les pannes d'équipement, on peut par exemple doubler ou tripler les composantes d'un ordinateur (disque dur, microprocesseur, etc.). Au niveau du logiciel, on peut faire la même chose, en faisant réaliser les modules importants en plusieurs exemplaires par différentes équipes. Évidemment, cela suppose des coûts supplémentaires.

À moins d'être prêt à investir dans un système digne de figurer dans une centrale nucléaire, un avion de ligne ou une sonde spatiale, il ne faudra donc pas s'étonner des sautes d'humeur de notre ordinateur. On peut toujours se consoler en se rappelant l'âge héroïque de l'informatique où les systèmes étaient en panne le tiers du temps... **OS**

## » CyberRessources

- (1) Standish Group  
[www.standishgroup.com](http://www.standishgroup.com)
- (2) École polytechnique de Montréal  
[www.geqi.polymtl.ca](http://www.geqi.polymtl.ca)
- (3) Software Engineering Institute  
[www.sei.cmu.edu](http://www.sei.cmu.edu)
- (4) SPIN  
[fr.egroups.ca/group/SPIN-Montreal](http://fr.egroups.ca/group/SPIN-Montreal)  
[www.sei.cmu.edu/collaborating/spins/spins.tart.html](http://www.sei.cmu.edu/collaborating/spins/spins.tart.html)

# Les bogues célèbres

## 1981 : Mayday ! Mayday !

L'agence américaine du transport aérien, la Federal Aviation Administration (FAA), décide de revamp totalement son système de contrôle du trafic aérien, devenu dangereusement désuet, en construisant son ambitieux Advanced Automation System. Après plus de 10 ans d'efforts et un budget qui est passé de 2,5 à 7,6 milliards de dollars US, la FAA se voit forcée, en juin 1994, d'abandonner. Elle doit se contenter d'un plan de modernisation à petites doses, qui n'est d'ailleurs toujours pas achevé.

## 1985 : Attention, radioactif !

Le Therac-25, un appareil de

radiothérapie construit par Énergie Atomique du Canada, administre à plusieurs patients traités pour cancer des surdoses massives de radiations. Quatre patients mourront des suites directes de ce grave problème. L'enquête révélera de nombreuses défaillances du logiciel de contrôle de l'appareil.

## 1990 : Allô ? Allô ?

Le 10 janvier 1990, le réseau téléphonique de AT&T est sérieusement perturbé. Les ordinateurs chargés de gérer les appels défilent en cascade. La panne durera neuf heures et bloquera 20 millions de lignes. Les ingénieurs finiront par remonter jusqu'à la cause : une petite erreur dans une

seule ligne de programmation.

## 1995 : Y a-t-il un pilote dans l'aéroport ?

Le nouvel aéroport international de Denver devait être un modèle en son genre. Son joyau : un système de transfert de bagages entièrement automatisé. Criblé de bogues, le système aura malheureusement la fâcheuse tendance à égarer, voire même détruire, les bagages ! Après 16 mois de retard et un budget dépassé de 5 milliards de dollars, l'aéroport ouvrira finalement ses portes... avec un système de transfert de bagages semi-manuel !

## 1999 : Les Martiens en rien encore

La sonde Mars Climate Orbiter

rate sa mise en orbite et brûle dans l'atmosphère martienne. La cause : une banale erreur de conversion. Une équipe d'ingénieurs a écrit son bout de programme en utilisant les unités anglo-saxonnes alors qu'une autre calculait en métrique...

## 2000 : Le Grand Bogue

Coupures d'électricité. Téléphones aphones. Pluie de satellites. Guichets automatiques jouant les avarés. Paralysie de l'économie. Bref, un chaos monstre. Le Bogue de l'an 2000, alias Y2K, ne devait épargner personne. Pour éviter le pire, des milliards de dollars seront investis dans ce qui deviendra le plus grand chantier informatique de

l'histoire. Finalement, les conséquences du Bogue seront minimes. Opération réussie ou vaste supercherie ?

## Pour tout savoir sur les bogues et leurs dangers :

Notre trousse d'urgence : *Virus informatiques : comment se protéger, Québec Science - guide pratique*, novembre 2000, 32 p. 2,35\$

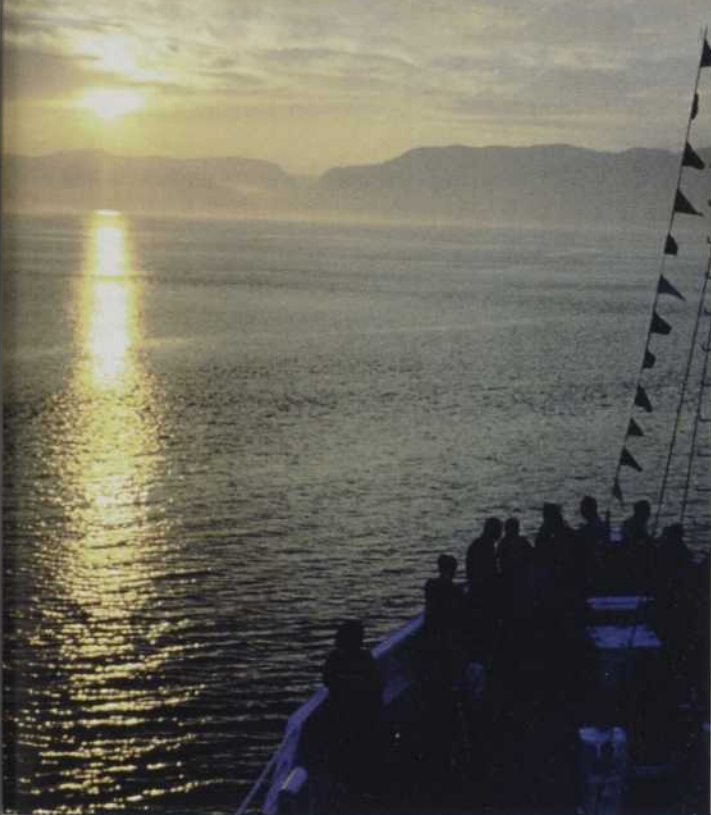


BugNet  
[www.bugnet.com](http://www.bugnet.com)  
Risk Digest  
[catless.ncl.ac.uk/Risks/](http://catless.ncl.ac.uk/Risks/)

*Fatal Detect : Chasing Killer Computer Bugs*, Ivars Peterson. New York : Vintage Books, 1996.

# Gagnez une éco-croisière sur le Saint-Laurent jusqu'au Labrador !

**D'une valeur de 4 768 \$**



**Dépayement assuré !** En vous abonnant à **Québec Science** vous aurez une chance de gagner une magnifique éco-croisière de 8 jours pour 2 personnes sur l'Écho des Mers. Vous y découvrirez les richesses de l'île d'Anticosti, des îles Mingan, de la Basse Côte-Nord jusqu'au Labrador tout en vivant au rythme du fleuve parmi les nombreux mammifères et oiseaux marins.

### Le forfait inclut :

- l'hébergement en cabine avec toilette et douche privées
- des guides biologistes et animateurs expérimentés



- 7 escales, excursions et interprétation à Havre Saint-Pierre, Harrington Harbour, Blanc-Sablon, Tête-à-la-Baleine, Rivière

aux saumons (Île d'Anticosti), l'île Quarry (Archipel de Mingan) et Red Bay (Labrador)

- tous les repas, incluant casse-croûte lors des escales

• cuisine régionale raffinée, produits de la mer

- > **Départ de Rimouski le 25 juin 2001**
- > **Retour à Rimouski le 2 juillet 2001**

**Le tirage aura lieu le 30 avril 2001.**



Écomertours Nord-Sud inc.  
www.ecomertours.com



Association touristique régionale de Duplessis



### Concours croisière Écomertours

Je m'abonne à Québec Science et j'ai une chance de gagner.

Nom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

ville \_\_\_\_\_ code postal \_\_\_\_\_

telephone \_\_\_\_\_ courriel \_\_\_\_\_

Chèque  Visa  MasterCard  
Chèque à l'ordre de Québec Science

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

Signature \_\_\_\_\_

Toutes les demandes d'abonnement et de réabonnement au magazine Québec Science reçues entre le 12 janvier et le 27 avril 2001, 17 heures, seront automatiquement inscrites au concours. Si le gagnant ou la gagnante est âgé de moins de 18 ans, il devra être accompagné d'un adulte. Les règlements du concours sont affichés à Québec Science, 3430 rue Saint-Denis, bureau 300. La valeur totale du prix est de 4 768 \$ plus taxes. Le tirage au sort aura lieu le lundi 30 avril 2001. La personne gagnante sera informée par téléphone et devra répondre à une question règlementaire.



1 an (10 n<sup>os</sup>) 41,35 \$

2 ans (20 n<sup>os</sup>) 71,25 \$

3 ans (30 n<sup>os</sup>) 98,87 \$

Taxes incluses  
Offre valable au Canada seulement jusqu'au 27 avril 2001

### Détachez et expédiez à Québec Science

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

ou téléphonez au :  
**(514) 875-4444 ou 1 800 667-4444**

ou télécopiez au :  
**(514) 523-4444**

ou par Internet :  
[www.CyberSciences.com/abonnement](http://www.CyberSciences.com/abonnement)

**Québec Science**



# Du feu dans la cheminée

Le feu fascine. Pour sa beauté, sa chaleur... et sa complexité !



**L**e froid et la nuit règnent à l'extérieur. Quoi de mieux alors qu'une bonne flambée ? Le feu réchauffe le corps, caramélise les guimauves, rapproche les amoureux transis.

Comment fait-on pour allumer un feu ? Pourquoi le bois sec brûle-t-il mieux que le bois vert ? Pourquoi le feu laisse-t-il des cendres ? Pendant que l'ambiance se réchauffe, c'est le temps de méditer, tout en se laissant prendre par la magie des flammes.

Ordinairement, pour allumer un feu, on empile un peu de papier journal (ce

qui est déconseillé à cause des produits de combustion de l'encre qui vont se dégager) et du petit bois placé pêle-mêle. Puis on approche une allumette ou un briquet du papier.

Un carburant, de l'oxygène et de la chaleur : en rassemblant le bois, le papier et une première flamme, on réunit ainsi les conditions nécessaires. Le matériau à brûler doit être chauffé suffisamment pour atteindre sa température d'ignition et s'enflammer. Le feu prend quand les réactions chimiques, associées à la flamme naissante, dégagent assez d'énergie pour que la zone enflammée reste

suffisamment chaude, malgré la diffusion de la chaleur dans l'espace environnant.

Pourquoi utiliser du papier ? Parce qu'il est mince : il ne faut pas beaucoup de chaleur pour l'amener à sa température d'ignition. De plus, cette température — environ 230 °C; soit 451 °F, d'où le titre du film de François Truffaut, *Fahrenheit 451* — est plus faible que celle du bois, qui se situe entre 260 °C et 480 °C, selon l'essence d'arbre et la dimension des bûches.

Pour allumer une flambée, notre tâche est plus simple que celle de nos ancêtres. Nous n'avons pas à frapper un objet de métal (briquet) sur une « pierre à fusil » pour en faire jaillir avec peine des étincelles, qui devaient tout aussi difficilement enflammer l'amadou constitué de champignon séché ou de chiffons. Nous ne courons pas le risque de brûlures comme nos aïeux du XIX<sup>e</sup> siècle. À cette époque, on trempait dans de l'acide sulfurique des allumettes dont le bout était enduit de chlorate de potassium (KClO<sub>3</sub>), de quoi les enflammer au contact de l'acide — une réaction qui constitue encore aujourd'hui le fondement des cocktails Molotov.

Nous disposons maintenant d'allumettes « de sûreté ». La composition exacte de celles-ci diffère d'un fabricant à l'autre, mais généralement les têtes sont recouvertes d'un mélange qui contient plusieurs produits chimiques, comme du sulfure d'antimoine (Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>), du chlorate de potassium, du dichromate de potassium (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>), de l'oxyde de zinc (ZnO), des composés de chrome, etc. Ces substances sont mélangées à de la colle, un pigment et un agent épaississant comme l'amidon. Le

frottoir du paquet est formé d'une surface rugueuse comprenant un abrasif et du phosphore rouge. Quand on y frotte l'allumette, le mélange situé sur la tête s'échauffe puis s'enflamme, certains composés réagissant entre eux ou avec l'oxygène de l'air.

Le briquet jetable remplace parfois l'allumette. Son réservoir contient un mélange d'hydrocarbures sous pression. Quand on appuie sur le bouton, on ouvre une valve qui laisse passer le combustible sous forme gazeuse. Simultanément, on met en mouvement une roue d'acier abrasive qui frotte sur la pierre à briquet, un alliage de cérium et de fer. Le frottement de la roue chauffe et éjecte des particules de métal; celles-ci s'oxydent rapidement au contact de l'air en dégageant de l'énergie, ce qui les rend incandescentes. Ces étincelles enflamment le gaz.

L'homme des cavernes et sa dulcinée se seraient sûrement émerveillés devant ces petits joujoux qui leur auraient économisé bien du temps ! Par contre, ils trouveraient banal notre feu de bois. À tort, car hier comme aujourd'hui, il se passe bien des choses dans l'âtre ou le poêle !

La combustion comprend de très nombreuses réactions chimiques. Première surprise : ce n'est pas le bois lui-même qui brûle mais ses sous-produits gazeux. Tout commence par la pyrolyse, la décomposition du bois sous l'effet de la chaleur apportée par l'allumette ou le papier enflammé. « À des températures assez élevées, les macromolécules du bois — cellulose, hémicellulose et lignine — se fractionnent en petites molécules et en radicaux libres », explique François Dubé, ingénieur du Groupe Pyrovac. Par exemple, la pyrolyse engendre de l'acide acétique (un constituant du vinaigre), du méthane ( $\text{CH}_4$ ), de l'éthane ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ), du méthanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ), de l'oxyde de carbone ( $\text{CO}$ ), ainsi que des radicaux chimiques plus petits ( $\text{H}$ ,  $\text{OH}$ ,  $\text{CH}$ ). « La plupart de ces composés réagissent ensuite entre eux et avec l'oxygène de l'air, et produisent du gaz carbonique ( $\text{CO}_2$ ) et de l'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ) », explique-t-il.

Le bois vert, qui peut contenir plus de 50 % d'eau, brûle plus difficilement que du bois sec. Et pour cause ! L'eau améliore quelque peu la conduction de la chaleur dans le bois. Mais augmenter d'un degré la température d'un gramme

d'eau requiert presque quatre fois plus d'énergie que pour un gramme de bois sec. L'humidité empêche ainsi la température du bois de grimper autant que nécessaire. La pyrolyse et la combustion du bois vert sont donc moins efficaces. D'où l'importance d'acheter le bois à l'avance et de le faire bien sécher.

L'oxygène, essentiel au feu, est bien sûr présent dans l'air, mais on peut augmenter sa disponibilité grâce à une cheminée ! Celle-ci ne sert pas qu'à conduire la fumée à l'extérieur : elle attire aussi l'oxygène vers le feu. L'air dans la cheminée est chaud et donc moins dense. Comme il monte, l'air froid de la salle s'engouffre dans le foyer, apportant de l'oxygène qui stimule la combustion. Autre avantage, les turbulences de l'air font trembloter les flammes, ce qui fait qu'on peut rester des heures devant ce spectacle sans se lasser !

Un foyer typique envoie à l'extérieur entre six et huit mètres cubes de gaz chauds (surtout de l'air) par minute. L'efficacité réduite des foyers résulte de cette déperdition massive : un foyer ne fournit à une maison qu'au plus 20 % de l'énergie contenue dans le bois sous forme de chaleur.

Le rendement des poêles à bois peut atteindre 70 %. Les meilleurs sont conçus pour que les gaz chauds séjournent un peu dans le poêle au lieu de s'engouffrer tout de suite dans la cheminée. Les parois du four atteignent ainsi une plus haute température et irradient davantage de chaleur dans la salle.

Les guimauves sont mangées, les flammes éteintes et tout est consommé. En fin de soirée, il ne reste dans l'âtre que des braises rougeoyantes. Demain, il faudra en sortir les cendres. « Ce sont les sels et les oxydes des minéraux présents dans le bois, comme le calcium », dit François Dubé. Et la suie ? « Quand le bois brûle, les gaz qui se dégagent entraînent des particules qui ne brûlent pas complètement parce qu'elles échappent à la chaleur intense au cœur du foyer. Ces particules forment la suie. »

Les particules et les gaz éjectés hors de la maison en grande quantité font que les feux de foyer sont très polluants. Le chauffage au bois si rustique, et qui connaît un engouement certain depuis quelques années, ne fait rien pour améliorer la qualité de l'air. Même s'il est si agréable à contempler. **QS**

## À lire en mars

### Enquête sur les univers parallèles



Notre cosmos n'est peut-être pas unique. C'est du moins ce que prétendent aujourd'hui des astrophysiciens. Y aurait-il donc eu plusieurs big-bangs ? Les autres univers répondraient-ils aux mêmes lois de la physique ?  
par Vincent Sicotte

### Broue, une histoire vieille de 340 ans

Premier épisode de notre nouvelle série sur le patrimoine industriel. Nous suivons le parcours d'une des plus vieilles industries biotechnologiques du monde : celle de la bière et des brasseries.  
par Raymond Lemieux

### + Un guide pratique sur la santé des enfants de 12 ans et moins, en collaboration avec le docteur Jean-François Chicoine

À quel moment une fièvre est-elle le symptôme d'un grave problème ? Faut-il vacciner ? Quels sont les signes qui révèlent des problèmes de croissance ? Quand doit-on consulter le médecin ? Une panoplie de trucs et de conseils indispensables qui aideront les parents à comprendre la santé de leurs enfants.  
par Catherine Dubé



Un rendez-vous avec votre  
**MONDE**



**LE DEVOIR**

www.ledavoir.com

Abonnez-vous dès maintenant!

(514) 985-3355

1 800 463-7559

par Jean-Marie Labrie



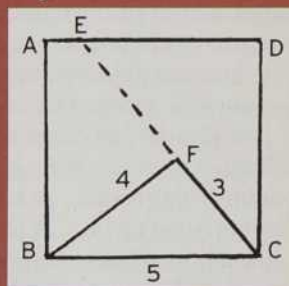
# Jeux

## ★101 Construire plus de ponts que de murs!

Vous devez construire un petit mur 5 sur 6 à partir de briques 1 sur 2. Trouvez au moins deux façons différentes de le bâtir.

## ★102 Encore le fameux théorème de Pythagore!

Dans un carré ABCD 5 sur 5, on construit un triangle rectangle BCF 3, 4 et 5. Quelle est la longueur du côté ED? ( Voir la figure ci-contre. )



## Solutions

### #99 Rappel d'un vieux problème de Sam Loyd

La solution se base sur la convention du trait horizontal pour les nombres périodiques.

$1/3 = 0,333\dots$  s'écrit  $0,\bar{3}$

Avec cette convention, on peut écrire :

$80,\bar{5} + 0,\bar{97} + 0,\bar{46}$  qui donne exactement 82.

Autrement dit :  $80 \frac{5}{9} + 97/99 + 46/99$

$$\frac{725}{9} + \frac{97}{99} + \frac{46}{99}$$

$$\text{Ou bien : } \frac{725 \times 11 + 97 + 46}{99} \text{ ou } \frac{8118}{99} \text{ ou } 82$$

### #100 Vive le quotidien!

Solution suggérée :

Il y a au moins deux solutions que voici :

35014	19062
3181	1676
+ 7912	+ 3865
46107	24603

### Niveaux

■ débutant ★ intermédiaire ☉ expert

# La vie à vendre ?

par Jean-Claude Oliva

Les sciences s'ouvrent-elles davantage aux débats ? En tout cas, les discussions « transversales », entre spécialistes de différentes disciplines, fleurissent. En particulier sur les découvertes ou les nouvelles techniques qui touchent directement à l'être humain. Deux ouvrages récents en témoignent.

**L'**humain est-il expérimentable ? est le compte rendu d'une séance du Forum Diderot qui réunit régulièrement philosophes, scientifiques et juristes pour débattre de leurs travaux, et de leurs interrogations, dans le domaine des sciences du vivant, lequel est présentement en profond bouleversement. Chacune de ces rencontres, qui se déroulent en France, donne lieu à une courte publication située au cœur des enjeux actuels.

« L'encadrement de ces travaux serait-il suffisant pour préserver l'humain de l'expérimentation ? » se demande Denise Paulin, biologiste moléculaire et coauteure de l'ouvrage. La chercheuse note la similarité des techniques de clonage, même si elles poursuivent des objectifs différents. Elle s'inquiète des dérives commerciales que cela peut représenter. Un directeur d'une société de biotechnologie ne lui a-t-il d'ailleurs pas dit : « Demain nous revendrons ses propres cellules à un patient » ?

Interviennent également

dans cet ouvrage Odile Bourguignon, psychanalyste, Pascal Nouvel, philosophe venu de la biologie, Jean-François Mattéi, philosophe « de souche », Dominique Thouvenin, juriste, et Didier Sicard, médecin et président du comité d'éthique.

Un autre livre, publié aux Éditions du Seuil, aidera certainement les lecteurs à comprendre les controverses qui secouent le monde scientifique. *Le clonage humain* réunit une brochette de penseurs dont Henri Atlan qui explique d'emblée l'importante distinction à faire entre le clonage visant à produire des cellules ou des tissus — *a priori* acceptable — et le clonage dont l'objectif est de produire un embryon.

Une fois ces bases établies, l'essentiel du contenu porte sur l'acceptabilité sociale qui seule détermine, en fin de compte, le choix de produire ou non des clones humains. Au lieu de s'accaparer la décision au nom de la connaissance, les experts la remettent entre les mains des citoyens. Fait nouveau et remarquable dont on prend

conscience à la lecture de cet ouvrage : le débat sur le clonage reproductif humain a lieu avant que les techniques soient au point. Jusqu'à présent, la réflexion éthique, arrivant après coup, demeurait souvent lettre morte. Cette fois, l'avancée technique et la discussion portant sur la société à venir (avec ou sans clones humains) se déroulent en parallèle. Passionnant.



Henri Atlan  
Marc Augé  
Mireille Delmas-Marty  
Roger-Pol Droit  
Nadine Fresco

## LE CLONAGE HUMAIN



SEUIL

✿ *L'humain est-il expérimentable ?* Forum Diderot, Presses universitaires de France, 98 p.

*Le clonage humain*, Éditions du Seuil, 210 p.

## Iconoclaste d'Internet

Un des meilleurs spécialistes français de la communication, le sociologue Philippe Breton, s'en prend de façon particulièrement vigoureuse au culte d'Internet et à ses fondamentalistes. Dans notre monde troublé, Internet est souvent présenté comme la promesse d'un avenir meilleur, une sorte de vision idéale.

Avec une approche originale, le sociologue insiste sur la mise en cause du lien social, qui constituerait l'essence du culte d'Internet. Depuis l'idéal de vie du fondateur de l'informatique Alan

Turing, qui consistait à « rester tout seul enfermé dans une pièce et à traiter avec l'extérieur sur des bases uniquement rationnelles », jusqu'au « pouvoir tout faire de chez soi », promu par Bill Gates, il remet tout en question. S'il prévient contre les dangers que cela représente, Philippe Breton récuse l'opposition entre technophobes et technophiles, et plaide pour un usage raisonné d'Internet.

✿ *Le culte de l'Internet. Une menace pour le lien social ?* Philippe Breton, Éditions La Découverte, 130 p.



# aujourd'hui le futur

## Ingénieurs de demain

Ils ont été amplement inspirés, les étudiants de génie mécanique de l'Université de Sherbrooke. Voici quatre innovations parmi la vingtaine qu'ils ont conçues et réalisées l'an dernier. Elles ont été présentées en décembre lors de leur événement annuel appelé Expo méca génial.



### La fusée icAre

Mettre des satellites en orbite, n'est pas à la portée de toutes les bourses. Mais s'ils étaient plus petits, cela coûterait moins cher, et nous n'aurions pas besoin d'une navette spatiale ou d'une fusée Ariane pour les larguer dans l'espace. Voici le prototype de fusée qui pourrait convenir : *icAre*, qui fait un modeste, mais appréciable, sept mètres de long. Lors des essais, elle a atteint une altitude de 50 kilomètres.

### Un sous-marin de plus pour Neptune



Y a-t-il un monstre ou non dans le lac Memphrémagog ? On devrait le savoir bientôt : le sous-marin d'exploration *Neptune* a une autonomie de deux heures. Ce qui laisse bien du temps aux chasseurs pour repérer la bête. Mais il a

des limites : il ne peut pas descendre en deçà de 11 mètres. N'empêche que ce véhicule monoplace en acier inoxydable pourrait constituer un loisir plus écologique que la motomarine. C'est une entreprise qui se spécialise dans la fabrication de matériel pour les usines de pâtes et papier, Tamis CAE, qui a réalisé et assemblé la coque.

PHOTOS : GILLES PELLOILLE



### Le rap à Billy

La compagnie Sony a fait un tabac avec son petit chien robot. Il faut comprendre que dans l'arbre techno de l'évolution, les insectes viennent après les amis canins. Voici maintenant le robot à six pattes que les étudiants ont nommé Billy. Gros rap en perspective. Pour le moment, il peut franchir des obstacles sans perdre l'équilibre.

### Une aide à la médecine d'urgence

On manque de personnel dans les hôpitaux ? La solution pourrait se trouver dans la conception de nouveaux équipements. À preuve, cette civière Traumax qui facilite, disent ses inventeurs, les examens, les radiographies et les traitements, surtout en ce qui concerne le dos des blessés. En plus, le dispositif permet de déplacer de manière beaucoup plus sûre, et avec moins de personnel, les polytraumatisés. Le Centre universitaire de santé de l'Estrie a collaboré à la conception de Traumax.



## Entrevue avec la personnalité scientifique 2000

### Tom Hudson

directeur du Centre génomique de Montréal et directeur adjoint du MIT Center for Genome Research

### Les années-lumière

21 janvier 2001

première chaîne

Radio-Canada

radio



*Sociétés  
d'investissement  
**Innovatech** :  
les spécialistes  
du financement  
en haute technologie*

**CAPITAL :**  
525 000 000 \$

**PORTEFEUILLE :**  
170 ENTREPRISES  
PROMETTEUSES

Dans le milieu du capital de risque depuis 1992, les sociétés Innovatech, avec un fonds de 525 millions de dollars, comptent 170 entreprises dans leurs portefeuilles combinés.

Couvrant tout le Québec, les sociétés Innovatech investissent dans une variété de projets à contenu technologique avec une préférence pour les investissements dans le domaine de l'innovation et du transfert technologique et les premières ou deuxièmes rondes de financement.

Pour des renseignements  
au sujet d'un partenariat fructueux :

**MONTRÉAL**  
2020, rue University  
Bureau 1527  
Montréal H3A 2A5  
(514) 864-2929

**QUÉBEC**  
10, rue Pierre-Olivier-Chauveau  
Québec G1R 4J3  
(418) 528-9770

**SHERBROOKE**  
455, rue King Ouest  
Bureau 305  
Sherbrooke J1H 6E9  
(819) 820-3305

**RÉGIONS RESSOURCES**  
1305, chemin Ste-Foy  
Bureau 101  
Québec G1S 4N5  
(418) 528-0315



**Innovatech**  
Sociétés d'investissement

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



# Une grande université à dimension humaine

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

- Travailler**
- Des programmes axés sur la formation pratique
  - Un taux de placement exceptionnellement élevé pour les stages en entreprise
  - Une masse salariale annuelle de 27 M\$ versés aux stagiaires

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



UNIVERSITÉ DE  
**SHERBROOKE**

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

## Programmes de maîtrise

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

## Programmes de doctorat

Administration  
Biochimie  
Biologie  
Biologie cellulaire  
Chimie  
Éducation  
Études françaises  
Génie chimique  
Génie civil  
Génie électrique  
Génie mécanique  
Immunologie  
Littérature comparée  
Mathématiques  
Microbiologie  
Pharmacologie  
Philosophie  
Physiologie  
Physique  
Radiobiologie  
Sciences cliniques  
Télé-détection  
Théologie