

Québec

Dinosaures : nos grandes vedettes

Volume 37, numéro 9
Juin 1999, 4,35 \$



Science

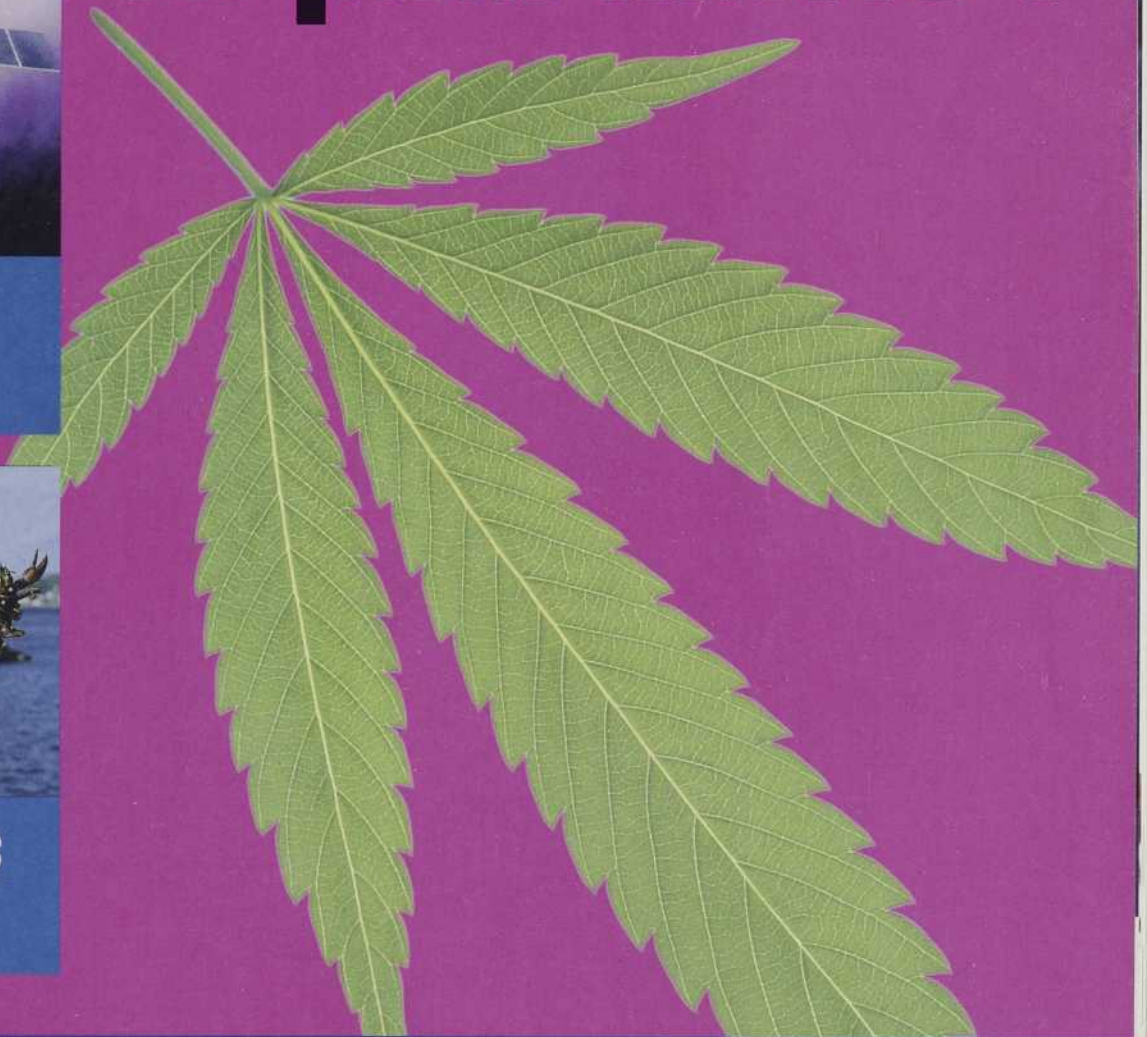
Du cannabis en pharmacie ?



**L'espace
aux rayons X**

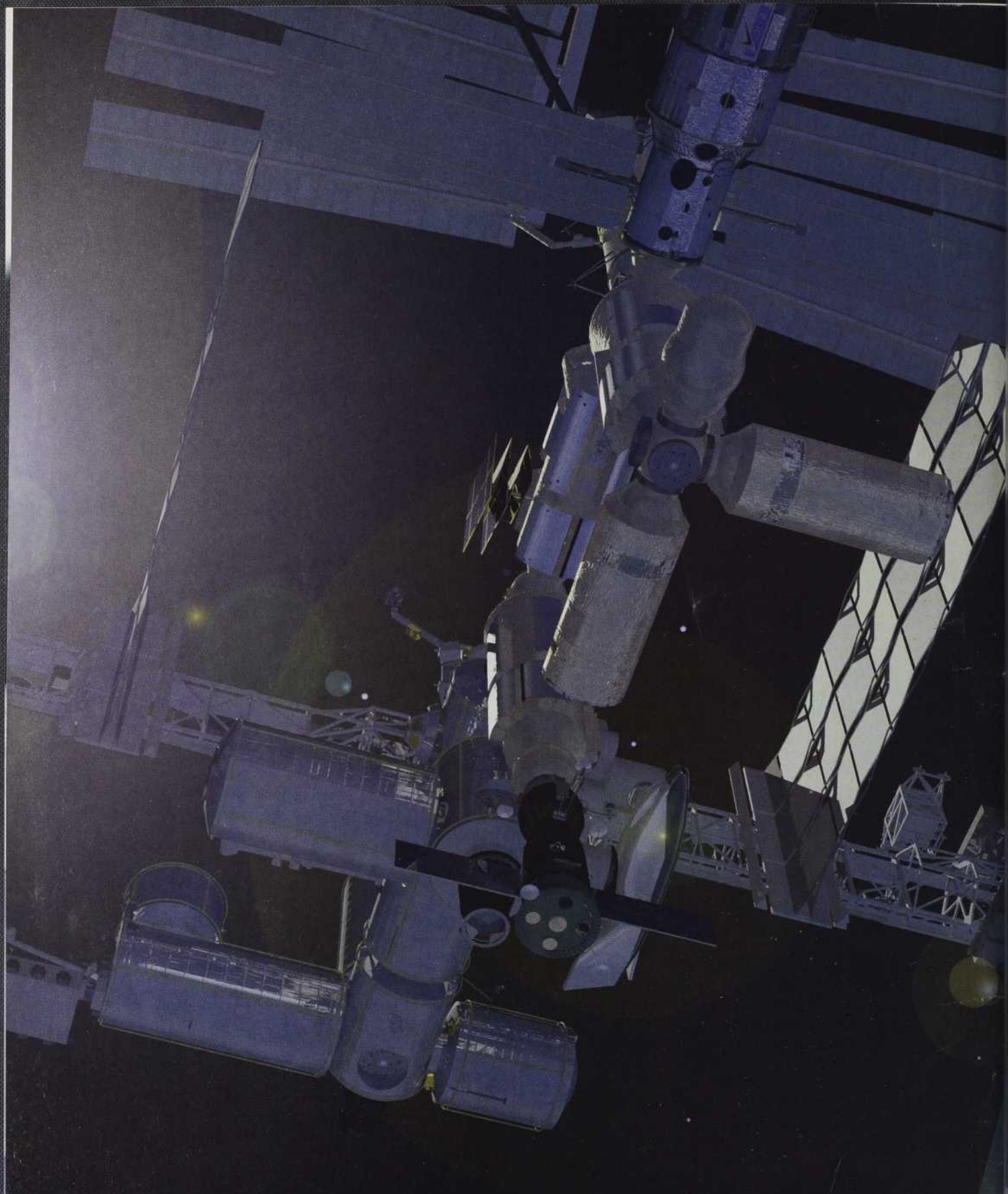


**Le homard dans
l'eau bouillante**



100 ans de science **ADN, laser, stress
et TV Dinner**

www.cybersciences.com



www.cybersciences.com

L'actualité quotidienne de la mission STS-96

Nous avons l'énergie pour défier l'imagination.

Nous recherchons
et nous développons
pour nous maintenir
à la fine pointe de
la technologie, pour
assurer la pérennité
de notre savoir, pour
créer des emplois et
stimuler l'économie.

Nous recherchons
pour trouver et nous
développons pour
grandir parce que nous
sommes animés par une
énergie nouvelle qui
n'a pas peur de plonger
dans l'inconnu pour
y trouver du nouveau.

www.hydroquebec.com

IREQ

Institut de recherche d'Hydro-Québec
<http://www.ireq.ca>



Une énergie nouvelle

Le « pot », un médicament ?

D'ici à la fin du mois, la Chambre des communes sera appelée à se prononcer sur une motion proposant de « légaliser l'usage thérapeutique et médical de la marijuana ». Présentée par un député de l'opposition, cette motion a peu de chances d'obtenir l'assentiment du gouvernement. N'empêche que l'opinion publique ne semble pas du tout réticente à cette idée. Selon un récent sondage Angus Reid, près de 83 % des Canadiens accepteraient, pour le bénéfice des malades, de lever l'interdit qui frappe cette herbe.



Le cannabis, un médicament ? Il faut rappeler que la prescription d'une drogue illégale n'est pas une nouveauté. Il en existe déjà toute une panoplie : morphine, héroïne synthétique, cocaïne, sans compter tous les barbituriques et les antidépresseurs de la pharmacie des psychiatres. Les défenseurs de la mari en pharma-

cie avance que le cannabis atténuerait la douleur, les nausées et les spasmes; soignerait le cancer, la sclérose en plaques et l'arthrite; et redonnerait de l'appétit aux sidéens ! Bref, un remède sur mesure pour les *baby-boomers* qui ont vu filer les années entre deux joints, mais qui sont maintenant gagnés par l'âge et les maux qui viennent avec.

Mais n'allons-nous pas un peu vite en affaire en attribuant autant de vertus au « pot » ? La National Academy of Sciences des États-Unis suggérait récemment d'entamer des recherches pour en connaître la réelle valeur pharmacologique, comme le rappelle le reportage que nous vous présentons à la page 14. Force est de reconnaître que bien peu de recherches ont été effectuées pour connaître le potentiel médicinal du cannabis et des 500 substances qui le composent. On peut alors se demander s'il est normal que l'approbation d'un médicament ne dépende que d'un simple vote à la chancellerie des communes.

L'initiative témoigne tout de même d'un renversement spectaculaire de perception. La drogue illégale jadis la plus répandue est maintenant présentée comme une bienfaitrice. Même l'Organisation mondiale de la santé considère, selon un document révélé l'an dernier par la revue britannique *New Scientist*, qu'elle est moins dangereuse que l'alcool. Le cannabis mériterait-il donc d'être réhabilité ? Dans cette optique, la vraie question ne devrait-elle pas plutôt porter sur sa décriminalisation ?

Raymond Lemieux

Actualités



7 Après la tordeuse, le longicorne ?

Un insecte longicorne venu de Chine est à nos portes. Et il pourrait porter un coup fatal à nos érables.

par Gilles Drouin

loin dans le cosmos. Une prochaine carte 3-D couvrira plus de deux milliards d'années-lumière.

par Vincent Sicotte

11 Une mégacarte de l'Univers

On s'aventure de plus en plus

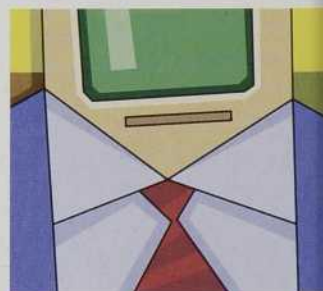


12 Deux temps trois mouvements

Chroniques

34 Dimension cachée Les fleurs ont soif

par Raynald Pepin



37 Chronique Internet Bizarre, bizarre...

par Philippe Chartier

36 Des chiffres et des jeux

par Jean-Marie Labrie

38 Science et culture Prométhée s'ennuie

par Roger Tétreault



20 L'espace aux rayons X

Chandra, un supertélescope spatial, tentera de percer les secrets des étoiles.
par Vincent Sicotte

100
ans de
SCIENCE

1950-1959



42 La vie, mode d'emploi

ACGT, la vie s'écrit en quatre lettres. Les biologistes découvrent l'art d'utiliser ce nouveau langage.
par Jean-Pierre Rogel

46 Le canal lumière

Les physiciens ont réussi à dompter la lumière. Et c'est à Valcartier, près de Québec, que l'on raffinerait cette technologie du laser.
par Jean-Marc Fleury



50 Docteur Stress

Un médecin montréalais diagnostique le mal de notre civilisation : le stress.
par Annick Duchatel

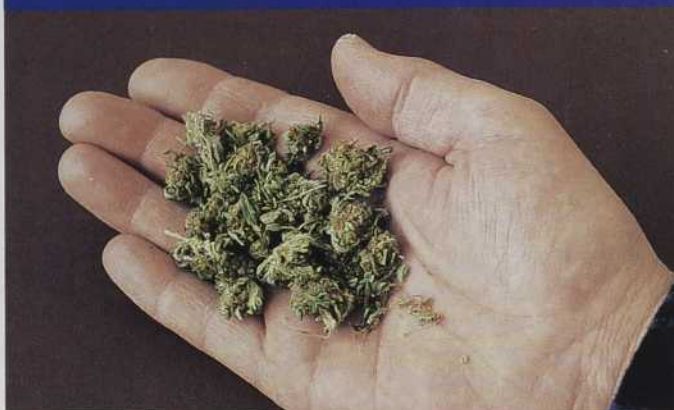


54 Objets communs La faim du progrès

par Bernard Arcand



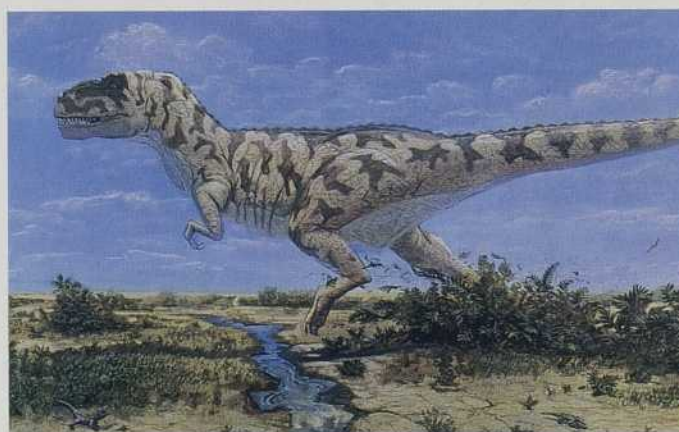
Médecine



14 Le cannabis : drogue illégale aujourd'hui, médicament demain ?

Le THC peut diminuer les nausées causées par la chimiothérapie et stimuler l'appétit des sidéens. Les malades pourront-ils se rouler un joint sans être inquiétés ?

par Catherine Dubé



24 Nos dinosaures : de grandes vedettes mondiales

Portrait des 5 dinos canadiens les mieux cotés par les scientifiques.
par Marie Pier Elie

29 Dans l'eau bouillante ?

Alerte rouge pour le homard. La pêche est encore bonne, mais pour combien de temps ?
par Louise Desautels



Bon coup !

Bernard Brais, directeur de l'Institut interuniversitaire de recherches sur les généalogies, tient à féliciter Marie Pier Elie pour son article sur nos racines (« Nos histoires de famille », avril 1999). « Je crois qu'il résume très bien l'intérêt et les difficultés reliées à l'étude des généalogies, écrit-il. De plus, il fait bien percevoir le potentiel immense des études généalogiques pour la génétique en général et au Québec en particulier. »



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

Un meilleur outil

Lu dans le forum « La Station spatiale internationale : un projet inutile ? » de Cybersciences (www.cybersciences.com) :

« C'est vrai que la Station coûte cher. Mais je ne crois pas que l'argent soit une bonne raison d'arrêter la recherche de connaissances. Beaucoup des découvertes des siècles passés n'avaient pas de but à court terme. Ni même à moyen terme. Ce n'est que plus tard que l'on a pu bénéficier de l'expérience acquise par ces recherches. C'est un peu la même chose avec la Station spatiale. Ce sera surtout utile pour la "technologie" de la chose, pour avoir des expériences de travail plus importantes qu'avec Mir. Quant à investir cet argent pour effectuer des recherches sur la Lune, il ne faut pas oublier que ce projet aurait coûté encore plus cher. »

Nous acceptons de temps à autre de communiquer notre liste d'abonnés à des organismes et des entreprises quand nous croyons que leurs produits ou services peuvent intéresser nos abonnés. Cependant, les demandes qui nous sont adressées sont acceptées avec parcimonie à la lumière de la bonne réputation des requérants et de l'intérêt des produits et services qu'ils offrent. La plupart de nos abonnés apprécient ce service. Si vous ne souhaitez pas que votre nom figure sur cette liste, faites-le-nous savoir par écrit en nous indiquant votre nom, votre adresse ainsi que votre numéro d'abonné.

Travail collectif

Michel Letellier se demande pourquoi certaines solutions au jeu n° 55 (*Des chiffres et des jeux*, déc.-janv. 1999) ne sont pas mentionnées dans les réponses du mois suivant. Tout simplement, avoue Jean-Marie Labrie, le responsable de la chronique, parce qu'il n'a pas toujours toutes les solutions lorsqu'il crée un jeu ! Voici donc « toutes » les solutions pour le jeu n° 55, résultat de la contribution de plusieurs lecteurs (les nouvelles réponses sont indiquées en caractères gras).

UN X UN = DEUX : 43 X 43 = 1849 ; **69 X 69 = 4761**

UN X UN = CINQ OU CENT : 32 X 32 = 1024 ; 78 X 78 = 6084 ; **82 X 82 = 6724**

UN X UN = SEPT : **53 X 53 = 2809** ; **54 X 54 = 2916** ; 57 X 57 = 3249 ; **59 X 59 = 3481** ; 72 X 72 = 5184 ; **79 X 79 = 6241** ; 84 X 84 = 7056.

UN X UN = HUIT : 37 X 37 = 1369 ; **49 X 49 = 2401**.

UN X UN = ONZE : **73 X 73 = 5329** ; 89 X 89 = 7921.

Québec Science



CEGEP de Jonquière

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

DIRECTION

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

RÉDACTION

Rédacteur en chef : Raymond Lemieux
Adjoints à la rédaction : Natalie Boulanger, Normand Grondin

Comité de rédaction : Patrick Beaudin, Jean-Marc Carpentier, André Delisle, Jean-Marc Fleury, Michel Groulx, Jean-Claude Guédon, Rosemonde Mandeville, Isabelle Montpetit, Anne-Marie Simard, Pierre Sormany, René Vézina

Ont collaboré à ce numéro : Agence Science-Press, Bernard Arcand, Catherine Dubé, Stéphane Batigne, Philippe Chartier, Gilles Drouin, Louise Desautels, Annick Duchatel, Marie Pier Elie, Jean-Marc Fleury, Jean-Marie Labrie, Raynald Papin, Jean-Pierre Rogel, Vincent Scotte et Roger Tetreault

Illustrations : Marc Cuadrado, Pierre-Paul Pariseau, Rémy Simard
Correction : Monique Tanguay

PRODUCTION

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

COMMERCIALISATION

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

ABONNEMENTS

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

Pour abonnement et changement d'adresse

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

Pour la France, faites votre chèque à l'ordre de : DAWSON FRANCE, B.P. 57, 91871, Palaiseau, Cedex, France. Québec Science, magazine à but non lucratif, est publié 10 fois l'an par la revue Québec Science. La direction laisse aux auteurs l'entière responsabilité de leurs textes. Les manuscrits soumis à Québec Science ne sont pas retournés. Les titres, sous-titres, textes de présentation et rubriques non signés sont attribuables à la rédaction. Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés.

ABONNEMENTS ET CHANGEMENTS D'ADRESSE

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

PUBLICITÉ

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

RÉDACTION

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

Dépôt légal : Bibliothèque nationale du Québec
Deuxième trimestre 1999, ISSN 0021-6127
Répertorié dans *Repère* et dans l'*Index des périodiques canadiens*.
© Copyright 1999 - La Revue Québec Science

Imprimé sur papier contenant 50 % de fibres recyclées et 40 % de fibres désencrées (post-consommation)

Québec Science reçoit l'aide financière du ministère de la Culture et des Communications (Programme Revues de vulgarisation scientifique et technique) et du gouvernement du Canada (Programme Sciences et Culture Canada)

Gouvernement du Québec
Ministère de la Culture
et des Communications

Industrie Canada Industry Canada

Membre de : The Audit Bureau
CPA

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

Actualités

Après la tordeuse, le longicorne ?

Un petit insecte venu de Chine pourrait causer des ravages au Québec. Ce sont nos érablières qui sont menacées.

par Gilles Drouin

En 1996, un petit insecte exotique de trois centimètres à peine dévastait les feuillus des villes de Brooklyn et d'Amityville, dans l'État de New York. Deux ans plus tard, le même scénario se répétait dans la région de Chicago. Dans les deux cas, il a fallu abattre des milliers d'arbres infestés dans l'espoir d'éradiquer l'épidémie, ce qui n'est d'ailleurs toujours pas fait. Le longicorne asiatique venait de frapper ! Et il est maintenant à nos portes !

Le plus grave, c'est que le longicorne asiatique, qui s'attaque principalement aux feuillus, a un faible pour l'érable à sucre. Une situation très inquiétante pour le Québec ! Heureusement — pour l'instant du moins —, le longicorne asiatique se tient loin des fo-



Le longicorne asiatique : un amateur d'érable à sucre. Ce serait une peste pour nos forêts de feuillus.



L'insecte venu de Chine se distingue du longicorne noir, que l'on connaît déjà au Québec, par sa vingtaine de petites taches blanches sur le dos.

rêts québécoises. Au Canada, on n'a retrouvé l'insecte, venu de Chine par cargos, que dans des ports et des entrepôts, à Waterloo, en Ontario, et en Colombie-Britannique.

Mais la menace est bien réelle. « C'est un insecte vraiment terrifiant, reconnaît Robert Lavallée, ingénieur forestier spécialisé en entomologie au Service canadien des forêts. Dans le passé, d'autres insectes exotiques ont causé des dommages à la forêt québécoise, mais une infestation

par le longicorne asiatique pourrait être catastrophique. »

Le longicorne asiatique arbore une vingtaine de petites taches blanches sur le dos et des raies blanches sur ses longues antennes, deux traits qui le distinguent du longicorne noir, une espèce indigène du Québec qui s'en prend aux résineux. Ailé, il peut se disperser, mais son vol lourd n'en fait pas un grand migrateur. « On estime qu'un longicorne asiatique peut parcourir un kilomètre pendant sa vie adulte »,

UNE SAISON «PLAINES» DE RICHESSES!

Venez découvrir en famille le riche patrimoine des plaines d'Abraham avec nos sympathiques personnages d'époque lors de nos grandes journées thématiques.

20 JUIN

Grand pique-nique d'Abraham

Lancement de la programmation estivale

PATRIMOINE HISTORIQUE

11 JUILLET

PATRIMOINE SPORTIF

8 AOÛT

PATRIMOINE SCIENTIFIQUE

12 SEPTEMBRE

PATRIMOINE MILITAIRE

INFORMATION:



MAISON DE LA
DÉCOUVERTE
DES PLAINES D'ABRAHAM

835, rue Wilfrid-Laurier, Québec

Tél.: (418) 648-4071

Téléc.: (418) 648-3809

Courriel: ccbn.cantin@videotron.ca



Gouvernement du Canada
Commission des champs
de bataille nationaux

Government of Canada
The National Battlefields
Commission

Canada

précise Robert Lavallée. Cet insecte a aussi tendance à déposer ses œufs sur le même arbre tant que cela est possible.

C'est son mode de vie qui le rend très menaçant. La femelle adulte profite de sa courte vie d'une soixantaine de jours pour gruger l'écorce de l'arbre et déposer un œuf dans la cavité. Elle recouvre le tout de ses excréments pour protéger sa progéniture, qui se limitera à environ 80 œufs. Une à deux semaines plus tard, après l'éclosion, la larve commence à creuser des galeries dans lesquelles elle se transformera en pupe, puis en adulte. Le nouvel adulte sort de l'arbre et laisse derrière lui des trous parfois larges comme une pièce de 10 cents. « En creusant des canaux, explique Robert Lavallée, la larve entrave d'abord la circulation de la sève. Elle rend aussi l'arbre plus fragile aux cassures et crée des portes d'entrée à des maladies et à d'autres insectes attirés par les arbres vulnérables. »

Ce longicorne a aussi tendance à s'attaquer d'abord à la cime des arbres, à une hauteur où les branches sont suffisamment grosses. Il passe donc une bonne partie de sa vie à l'abri des regards indiscrets, d'autant plus que, contrairement à un insecte comme la tordeuse des bourgeons de l'épinette, il ne s'attaque pas au

feuillage. « Il est donc difficile de déceler sa présence avant qu'il ait causé des dégâts relativement importants », souligne Robert Lavallée. Pas surprenant qu'il ait fallu près de 10 ans pour le découvrir dans les deux zones d'infestation connues. Dans les deux cas, ce sont des citoyens inquiets du dépérissement de leurs arbres qui l'ont signalé.

Comme tous les insectes exotiques, le longicorne asiatique n'a pas de prédateur naturel connu en Amérique du Nord. En Asie, quelques prédateurs peuvent l'affecter, mais il semble conserver l'avantage. En fait, les Chinois se servent de l'érable à sucre pour détourner l'insecte des plantations de peupliers. Une solution qui serait évidemment impensable au Québec !

Le longicorne s'ajoute à la longue liste des insectes et des maladies en provenance de l'étranger qui menacent nos forêts, comme la spongieuse européenne, le grand hylésine du pin, le charançon du pin, le typographe européen, la mouche du bleu et la tristement célèbre maladie hollandaise de l'orme, qui a causé la quasi-disparition des grands ormes au Québec.

L'importation de ravageurs forestiers est-elle à la hausse ? « Nous ne pouvons



Les ravages du longicorne asiatique ne sont pas très apparents. Il faut ôter l'écorce pour constater véritablement les dégâts.



Comme tous les insectes exotiques, le longicorne asiatique n'a pas de prédateur naturel connu en Amérique du Nord.

pas parler d'augmentation, mais il est certain que la situation est plus inquiétante avec l'ouverture des marchés mondiaux, répond Yves Proulx, agronome régional à l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). Les marchandises peuvent transiter par plusieurs pays et elles proviennent de plus en plus de pays dont les normes phytosanitaires varient énormément. »

Avec l'arrivée du longicorne asiatique, on a pris conscience d'une dimension particulière du problème. « Normalement, les ravageurs sont associés à une marchandise précise, que ce soit des fruits, des légumes, des plantes, de la terre, des bulbes ou encore des rhizomes, indique Yves Proulx. Notre inspection portait donc surtout sur les produits. Maintenant, nous savons que le bois utilisé

pour l'emballage, l'arrimage et le calage des marchandises peut aussi transporter des insectes et des maladies. »

À l'instar des Américains, le Canada a donc émis deux directives à la fin de 1998 et au début de 1999 pour réglementer l'usage du bois. Une première directive stipule que tous les matériaux en bois non manufacturé utilisés pour les pièces d'arrimage et d'emballage (sauf ceux qui proviennent de la partie continentale des États-Unis) doivent être totalement exempts d'écorce, de parasites visibles et de signes indiquant la présence de parasites vivants. De plus, les pièces d'arrimage ne peuvent être utilisées à l'extérieur du port de destination au Canada.

La seconde directive vise plus particulièrement le longicorne asiatique et les importations de la Chine et de Hong Kong. Dans ce cas-ci, le bois

utilisé pour l'arrimage et l'emballage doit être traité selon des méthodes reconnues par l'ACIA (fumigation, imprégnation chimique et traitement thermique).

Les importations en provenance de la Chine sont d'ailleurs dans le collimateur de l'ACIA. « Actuellement, précise Yves Proulx, tous les conteneurs dans les ports de Vancouver, d'Halifax et de Montréal sont examinés et, pour certains d'entre eux, nous procédons à une inspection plus systématique. Toute anomalie est signalée et fait l'objet d'une analyse en profondeur. Nous allons aussi porter une attention particulière aux arrivages de certains produits arrimés avec du bois en provenance de pays européens tels que l'Italie, l'Allemagne et les pays scandinaves. D'ici la fin de l'an 2000, cette procédure devrait être étendue à

toutes les importations qui font usage de bois. »

L'ACIA forme la première ligne de défense contre les maladies et les insectes venus de l'étranger. Elle travaille en étroite collaboration avec d'autres organismes, dont le Service canadien des forêts et le ministère des Ressources naturelles du Québec, afin de prévenir une éventuelle infestation. « Notre système de contrôle est assez efficace pour intercepter la plupart des insectes ou des maladies, estime Yves Proulx. Mais les frontières ne sont pas étanches. Si l'insecte peut voler sur de grandes distances, rien ne l'empêchera d'entrer au pays. Et s'il est déjà présent aux États-Unis, il pourra se répandre ici par voie aérienne. » ●

Pour en savoir plus

Le site de l'ACIA : www.cfia-acia.agr.ca

• ACCUEIL CHALEUREUX
• CONFORT • REPAS SANTÉ
À FORTE SAVEUR RÉGIONALE
• INTERPRÉTATION PAR DES GUIDES-NATURALISTES

**EXPLOREZ
DÉCOUVREZ
les RICHESSES
et la BEAUTÉ
du SAINT-LAURENT**
CROISIÈRES ÉCOTOURISTIQUES
À BORD DU NAVIRE ÉCHO DES MERS

Écotours découvertes de 5 à 8 jours :

- Archipel de Mingan;
- Île d'Anticosti;
- Villages de la Basse-Côte-Nord;
- Parcs nationaux de l'est du Québec;

Écotours fantaisie :

- Les oiseaux du Saint-Laurent du 10 au 15 août 1999
Colonies d'oiseaux pélagiques aux Îles Mingan, aux Îles Sainte-Marie, à l'Île d'Anticosti et à l'Île Bonaventure en Gaspésie.
- Kayak dans les Îles Mingan et à l'Île d'Anticosti du 23 au 28 août 1999

Itinéraires sur mesure de 2 à 8 jours
pour des groupes de 35 à 44 passagers.

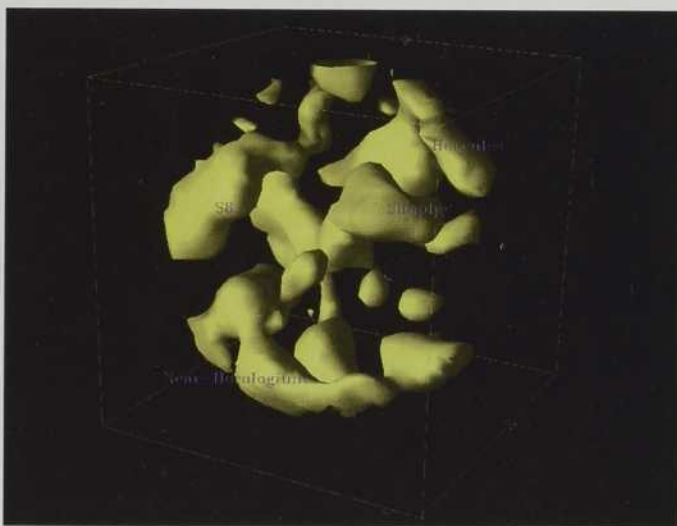
Dates de départ, information, brochure et réservation :
418-724-6227 ou 1-888-724-TOUR (8687) Fax : 418-724-2527
<http://www.ecomertours.com> e-mail : ljones@globetrotter.net
606, des Ardennes, Rimouski, QC G5L 3M3

Cosmologie

Une mégacarte de l'Univers

Avec le 2dF Galaxy Redshift Survey, les astronomes vont cartographier les galaxies sur une distance de plus de deux milliards d'années-lumière.

par Vincent Sicotte



La cartographie de l'espace en 3-D révèle un univers organisé en structures compliquées. « Un peu comme une ruche d'abeilles », dit un astrophysicien.

Il s'agit du plus ambitieux projet de cartographie de l'Univers. D'ici deux ans, une équipe anglo-australienne dirigée par Matthew Colless, du Mount Stromlo & Siding Spring Observatories, en Australie, devrait avoir terminé une carte en évaluant la distance de 250 000 galaxies individuelles. Le 2dF Galaxy Redshift Survey permettra de dresser cette carte en trois dimensions d'une portion de l'Univers en forme de cône, s'étirant à plus de deux milliards d'années-lumière de la Terre. Les chercheurs détermineront la distance des galaxies en calculant leur *redshift*, c'est-à-dire le décalage vers le rouge de la longueur d'onde de leur lumière, causé par l'expansion de l'Univers. Plus une galaxie est loin, plus son *redshift* est élevé.

Cet exploit technologique est rendu possible par un dispositif de fibres optiques, le 2dF (pour *2 degree field*), placé au foyer du télescope de 3,9 m de l'observatoire anglo-australien. Ce dispositif ressemble à une plaque trouée dans laquelle des fibres optiques, positionnées par un robot, pointent chacune vers une galaxie. Grâce au 2dF, 400 galaxies peuvent être observées simultanément. Ce qui fait plusieurs milliers de galaxies en quelques bonnes nuits !

Ce projet de cartographie est loin d'être le seul du genre : une dizaine sont actuellement en cours dans le monde. Par exemple, le IRAS PSC Redshift Survey, un projet anglo-allemand dirigé par Will Saunders, à Édimbourg, vise à déterminer le *redshift* de 15 000 galaxies. L'approche ici est différente : au lieu de « creuser » une petite région de l'espace, la carte couvrira plus des trois quarts du ciel (83 %), mais à une distance plus modeste. Si le nombre de galaxies semble peu élevé par rapport au 2dF, la

carte IRAS PSC est néanmoins la plus étendue.

Le Sloan est un autre projet d'envergure, digne du XXI^e siècle. Réalisé par une association d'universités américaines, le Sloan Digital Sky Survey aura établi dans 5 ans les *redshifts* de 1 million de galaxies de même que la position et la luminosité de 100 millions d'astres du ciel boréal. Au total : 40 millions de mégaoctets d'information seront colligés, soit l'équivalent de 80 000 cédéroms !

Qu'est-ce qui donne aux astronomes de telles idées de grandeur ?

« Tout a commencé avec une carte réalisée dans les années 80 par le Harvard-Smithsonian Center for Astro-

physics », explique Ermanno Borra, astrophysicien spécialisé en cosmologie à l'Université Laval. Cette carte rassemblait pour la première fois un grand nombre de *redshifts* de galaxies, dans le simple but de constituer un catalogue. « Ce fut une grande surprise ! » Les scientifiques se sont alors aperçus que l'Univers n'était pas uniforme, mais organisé en une structure assez compliquée : de longs « filaments » de galaxies, des « murs » séparés par de grands vides. « Un peu comme une ruche d'abeilles », ajoute l'astrophysicien.

Cette structure à grande échelle est maintenant devenue un objet d'étude. Les scientifiques tentent de comprendre sa formation et son

évolution, un domaine « encore spéculatif et assez mal compris », selon Ermanno Borra.

L'Univers, explique-t-il, s'est probablement formé selon le modèle du big bang. Déjà, au tout début, la matière n'était pas répartie uniformément. Les régions où elle était concentrée constituaient les « semences » qui ont donné naissance aux galaxies. En 1992, grâce au satellite COBE, on a pu vérifier l'existence de ces fluctuations de densité dans le rayonnement fossile à 3 °K, qui est en quelque sorte un écho du big bang.

L'objectif des astrophysiciens donne le vertige : « Établir un lien entre ces deux structures », indique Ermanno Borra. C'est-à-dire relier l'image du rayonnement fossile, alors que l'Univers était encore embryonnaire, à ces cartes de la structure à grande échelle de l'Univers, maintenant à l'âge adulte. « Cela nous permettrait de comprendre des choses fondamentales sur l'Univers », affirme-t-il. Voire d'écrire son histoire : une description de la croissance de ces « semences » jusqu'aux galaxies et aux amas de galaxies observés aujourd'hui.

Cependant, pour tirer des conclusions sur l'Univers, il faut en étudier une partie représentative, suffisamment grande. Est-ce le cas ? Il est très difficile de répondre à cette question, car les avis divergent », précise Ermanno Borra. C'est pourquoi, selon lui, il est important de continuer à cartographier l'Univers de plus en plus loin, avec toujours plus de précision. Il rappelle que tout a commencé un peu par hasard, lorsqu'on a dressé la première carte importante de ce genre. « On ignore ce qu'on trouvera », dit-il. Comme quoi l'Univers est encore, à bien des égards, une *Terra incognita*... ●

Lu vu entendu

Depuis 100 ans, on assiste à une explosion de connaissances. Or, tout se passe comme si la littérature, la philosophie et les sciences humaines étaient dans un



Laurent-Michel Vacher

monde à part, imperméable à ces progrès des connaissances. C'est une véritable catastrophe culturelle, car les écrivains et les intellectuels sont souvent les mieux placés pour faire ressortir toute la dimension culturelle de la science », souligne le philosophe québécois Laurent-Michel Vacher, auteur de *La passion du réel* (Liber, 1998). Il participait à une discussion organisée par *Québec Science* et la Société française de physique dans le cadre des bars de science qui se tenaient récemment au Salon du livre de Paris. Et que propose le philosophe pour suppléer à cette lacune culturelle ? Une formation minimale en science pour tous. C'est même selon lui une « urgence éducative ». Reste à voir s'il y a des philosophes aussi sensibles à cette question au ministère de l'Éducation.

Suivez l'actualité scientifique au jour le jour sur Cybersciences, le site Internet de Québec Science.

www.cybersciences.com

À quand les cigarettes moins nocives ?

Tout le monde sait que la cigarette est néfaste pour la santé. Ce qu'on sait moins, c'est qu'il existe des dizaines de façons de la rendre moins nocive. Mais les fabricants de tabac, eux, étaient au courant. Pire : plusieurs de ces procédés ont été brevetés par divers producteurs sans jamais être développés. C'est ce qu'affirme un rapport publié par Action on Smoking and Health (ASH) et Imperial Cancer Research Fund (ICRF), deux organismes antitabac anglais.

Selon leur enquête, les fabricants évitent volontairement de mettre ces dispositifs sur le marché, car ils reconnaîtraient ainsi les dangers du produit qui les fait vivre. « Jour après jour, nous déposons des brevets, se défend John Carlisle, porte-parole de l'Association des fabricants de cigarettes. Mais ce n'est pas parce qu'une idée est brevetée qu'elle sera efficace et adoptée par les consommateurs. »

Voici quelques-unes de ces idées avortées :

- filtre chimique permettant de réduire la teneur en cyanure d'hydrogène des cigarettes (Liggett and Meyers, États-Unis, 1972);
- produit à fumer obtenu en chauffant des hydrates de carbone et en les mélangeant avec une pâte de tabac. Il génère moins de goudron et de nicotine (Philip Morris, États-Unis, 1981);
- utilisation de micro-organismes éliminant les composés azotés les plus toxiques du tabac (Fabriques de tabac réunies, Suisse, 1986);
- cigarette contenant un système qui réduit le taux de goudron (Japan Tobacco, Japon, 1987);
- technique préservant le goût de la cigarette tout en réduisant la quantité de goudron (Rothmans, Benson and Hedges, Canada, 1996).



L'INNOVATION DU MOIS

Dans le feu de l'action

À l'écran, Han Solo fait prendre un virage serré au *Millennium Falcon*. Au même moment, votre siège bascule sur la gauche, comme si vous étiez à bord de l'engin spatial. Et, à mesure que se déroule le film, vous êtes ainsi secoué, balancé, agité, ce qui ajoute une toute nouvelle dimension au cinéma.

Cette technologie, qui existe déjà dans certaines salles de cinéma et depuis plus longtemps dans les arcades, pourrait bientôt se retrouver dans votre salon, si l'on en croit les chercheurs Bruno Paillard, Peter Kabald et Pierre Vittecoq, des universités de Montréal, McGill et de Sherbrooke, travaillant chacun sur une composante du système Odysée.

Le principe est tout simple : il suffit d'installer sous votre fauteuil préféré une plate-forme dotée de quatre pieds mobiles. Chacun d'entre eux comporte une puce électronique reliée à un ordinateur, placé sur votre téléviseur. C'est l'ordinateur qui envoie aux « pieds » les signaux nécessaires pour les actionner : en haut, en bas, à gauche, à droite...

La compagnie D-Box, de Longueuil, travaille à son projet Odysée depuis le début de 1998. Récemment, elle l'a présenté à Las Vegas au prestigieux Consumer Electronic Show : on estime que le marché potentiel (c'est-à-dire les maniaques de cinéma maison), aux États-Unis seulement, dépasserait le milliard de dollars. D-Box entrevoit déjà le moment où les gens, en louant un film au club vidéo du coin, obtiendront deux cassettes : la bande vidéo et la « bande de mouvements », à insérer dans l'ordinateur.

Agence Science-Press

LE CHIFFRE DU MOIS

3 C'est le rang qu'occupent les bleuets au palmarès des fruits qui prolongeraient la vie. On leur attribue en effet un indice élevé d'absorption des radicaux libres, qui contribueraient au vieillissement de nos cellules. Ce sont des chercheurs du Centre de vieillissement de Boston qui ont trouvé un petit goût d'immortalité à nos bleuets. Au classement, les célèbres petits fruits du Lac-Saint-Jean arrivent tout juste derrière les raisins secs et les pruneaux. Du côté des légumes, la palme revient au chou frisé.



Le photon et la tortue

L'être humain serait désormais capable de voyager aussi vite que la lumière... du moment qu'on ralentit la vitesse des photons. Pour y parvenir, Lene Vestegaard Hau, une physicienne danoise de l'université Harvard, et son équipe ont semé d'embûches le parcours d'un rayon lumineux afin de réduire son impressionnante vitesse de 300 000 km/s à 17 m/s (61,2 km/h). L'équipe a réussi cet exploit en faisant traverser le flux de photons dans un gaz de sodium frôlant le zéro absolu, c'est-à-dire dans une espèce de mélasse correspondant à un état très particulier de la matière (condensation de Bose-Einstein), où la densité des atomes est considérablement accrue.



Loch Ness

LOOK OUT FOR NESSIE!!



▶▶ FORWARD

▶ PLAY

⏸ PAUSE

◀◀ REWIND

Véritable incursion dans la vie privée (si vie il y a...) du légendaire monstre du Loch Ness, une caméra filmera 24 heures sur 24 le lac qui lui sert de demeure. On espère diffuser en direct une éventuelle apparition de la star écossaise.

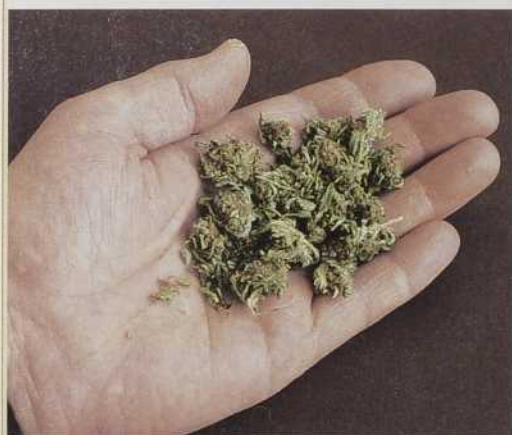
Les internautes peuvent satisfaire leur curiosité à l'adresse suivante : www.lochness.scotland.net. Ceux qui n'ont pas la patience de faire le guet pendant des heures peuvent laisser leur adresse électronique : on les prévient dès que Nessie pointera le bout de son nez.

Chevalier en péril

Quelques centaines d'individus. C'est tout ce qu'il reste de la population du chevalier cuivré, ce poisson qui vivait jadis en abondance dans les rivières de la plaine du Saint-Laurent. Mais la contamination de ces cours d'eau a considérablement nui à sa reproduction. Son cas est maintenant si grave qu'on lui a accordé un statut légal de protection au Québec. Il s'agit d'ailleurs de la première espèce faunique à recevoir un tel statut. Bien que la chair du chevalier cuivré ne soit pas recherchée, on n'a pas pris de chance : toute exploitation par la pêche sportive ou commerciale est maintenant interdite dans ses habitats connus.



Le cannabis



drogue illégale aujourd'hui, médicament demain ?

Le cannabis, un outil thérapeutique ?
Cela semble une piste prometteuse. Mais la marijuana ne sera pas en vente libre pour autant !

par Catherine Dubé

Ce n'est pas demain qu'un médecin prescrira de la marijuana à un patient atteint de la sclérose en plaques ou du cancer. Pourtant, même si des preuves manquent encore au dossier, son potentiel thérapeutique semble de plus en plus évident.

On sait maintenant que la principale molécule active de la marijuana, le delta-9-tétrahydrocannabinol (THC), peut diminuer les nausées causées par la chimiothérapie et stimuler l'appétit des sidéens. Deux médicaments contenant du THC synthétique ont d'ailleurs été mis au point pour traiter ces affections — le nabilone et le dronabinol. Commercialisés sous les noms respectifs de Cesamet et de Marinol, ils existent depuis une quinzaine d'années et sont disponibles au Canada.

C'est l'une des raisons pour lesquelles bien des malades réclament maintenant le

droit de prendre leur THC autrement qu'en comprimé, c'est-à-dire en fumant leur joint tranquillement... Il est vrai que les médicaments pris oralement agissent lentement : ils doivent traverser l'estomac puis le petit intestin avant de circuler dans le sang et d'atteindre finalement le cerveau. Inhalé, le THC agit plus rapidement puisque les alvéoles des poumons lui permettent d'avoir un contact direct avec le sang. De plus, les patients qui souffrent de nausées sont parfois incapables d'ingérer les pilules. Certains malades affirment même que le THC synthétique n'est pas aussi efficace que la bonne vieille marijuana.

Ce qui n'empêche pas que le tiers des patients à qui les médecins avaient déjà prescrit du Marinol ou du Cesamet à fortes doses disent ressentir à peu près les mêmes effets qu'avec du véritable cannabis ! Des études américaines comparatives en-

tre le THC et d'autres médicaments ont également révélé que certains patients n'appréciaient pas ces effets secondaires peu banals. Il faut dire que, dans certains cas, les malades ont souffert d'hallucinations et de confusion mentale.

En fait, le THC synthétisé en laboratoire ne reproduit pas parfaitement les effets du cannabis, qui compte au moins 480 produits actifs, dont certains sont probablement eux aussi bénéfiques. Marc Desgagné, professeur de pharmacologie à l'Université Laval, à Québec, ajoute, à la défense du cannabis, que fumer lentement une cigarette peut procurer un bien-être plus grand qu'avaler une pilule. « La prise de n'importe quel médicament a un petit effet placebo, rappelle-t-il. Et ceux qui réclament le droit de fumer de la marijuana pour se soigner en fumaient souvent pour le plaisir avant d'être malades. »



« Il faut appliquer au cannabis les mêmes règles qu'aux autres médicaments, dit un chercheur. Avant d'être approuvés, les médicaments doivent démontrer que leurs bénéfices surpassent les risques qu'ils présentent. »

Malgré ses vertus, le cannabis demeure une drogue illégale. Une drogue douce, certes, mais une drogue quand même. Fumer les feuilles ou la résine (haschisch) du chanvre indien provoque une modification des perceptions sensorielles et de la pensée : sensibilité tactile et auditive accrue, modification des perceptions cognitives, diminution des réflexes, légers troubles psychomoteurs, etc. Selon les individus, une légère sensation de bien-être — ou de malaise — s'installe pendant environ deux heures.

Le cannabis a aussi plusieurs effets pervers. Il peut notamment causer des dommages aux poumons, souligne Chantal Trépanier, responsable de projet à Santé Canada, qui rappelle qu'aucun médicament n'est pris sous forme de cigarette. Donald Tashkin, un chercheur de l'univer-

sité de Californie à Los Angeles, a suivi durant 15 ans un groupe de 130 fumeurs de marijuana. En comparant ses résultats avec ceux obtenus avec un groupe de fumeurs de cigarettes et un groupe de non-fumeurs, il a conclu que les fumeurs de marijuana présentaient autant de problèmes pulmonaires que les fumeurs, comme la toux et de fréquentes bronchites.

Sur le plan cellulaire, les dommages étaient comparables dans les deux groupes de fumeurs : noyaux des cellules anormaux et mutations génétiques susceptibles de causer le cancer. Pourtant, les fumeurs de marijuana ne consommaient que trois ou quatre joints par jour, alors que les fumeurs grillaient une vingtaine de cigarettes. La raison : la fumée de cannabis est inspirée plus profondément et plus longtemps que celle de la cigarette. Or, le cannabis contient lui aussi sa part de goudron.

« Pour contrôler la douleur, nous avons déjà des médicaments efficaces et plus faciles à doser », indique le docteur Joseph Ayoub, oncologue à l'hôpital Notre-Dame, à Montréal. La morphine, l'hydromorphone ou le fentanyl, par exemple, permettent, la plupart du temps, de traiter même les cas les plus récalcitrants alors que la concentration en THC varie tellement d'un plant de cannabis à un autre qu'un dosage précis est très difficile.

En inhalant la fumée de marijuana, on s'expose également à une panoplie de substances actives et inconnues. On a d'ailleurs rapporté des cas d'infections pulmonaires causées par des bactéries ou des champignons qui se trouvaient sur la plante.

« Il faut appliquer au cannabis les mêmes règles qu'aux autres médicaments, dit Marc Desgagné. Avant d'être approuvés, les médicaments doivent démontrer

que leurs bénéfices surpassent les risques qu'ils présentent. »

Dans cet esprit, Unimed, la compagnie américaine qui fabrique le Marinol, veut éventuellement offrir son médicament sous forme de vaporisateur nasal ou encore d'inhalateur afin d'accélérer son effet sans qu'il présente les dangers du véritable cannabis. On songe également à un gel nasal et à une préparation sublinguale.

Sauf que synthétiser un produit aussi complexe que le THC n'est pas une mince affaire.

On sait depuis longtemps que les effets psychotropes et physiologiques du cannabis se font sentir dès que le THC atteint le cerveau. Les molécules se fixent alors sur des récepteurs situés sur les neurones. La protéine G, qui se trouve à l'intérieur du neurone, est activée et inhibe l'adénylate cyclase, une protéine responsable de la production de messagers cellulaires, entraînant une perturbation de la communication entre neurones. C'est ce qui est à l'origine des différentes sensations que l'on éprouve en fumant du cannabis.

On a jusqu'ici découvert deux types de récepteurs du THC : les CB1, situés dans

différentes parties du cerveau, et les CB2, présents dans certains organes, comme la rate, et sur les cellules du système immunitaire. Les récepteurs CB1 sont très abondants dans le cerveau, 10 fois plus nombreux en fait que les récepteurs mu, responsables des effets de la morphine. De plus, les CB1 et CB2 ne sont pas uniquement sensibles au THC, mais à toutes les cannabinoïdes, c'est-à-dire toutes les substances qui entraînent des effets similaires à ceux du THC.

Puisque tous les mammifères, de même que certains invertébrés, possèdent ces récepteurs, cela signifie que l'organisme produit lui-même des cannabinoïdes.

En 1992, une équipe israélienne dirigée par Raphaël Mechoulam, celui qui avait isolé le THC une trentaine d'années auparavant, a d'ailleurs découvert que l'anandamide (du mot sanscrit *ananda*, qui signifie « félicité »), un neurotransmetteur produit à très petites doses dans le cerveau, a les mêmes effets que le THC, même si sa structure chimique est fort différente. Par contre, sa durée d'action est beaucoup plus courte : comme tous les neurotransmetteurs, elle se dégrade rapidement, ce qui permet au cerveau d'exercer un contrôle serré sur les messages.

Que dit la loi ?

Un médecin canadien peut, à l'heure actuelle, prescrire légalement du cannabis à la condition de prouver que l'état de son patient l'exige. Le problème, c'est que le patient ne peut s'en procurer de façon légale ! Si le gouvernement canadien décide d'accorder un statut légal à la marijuana utilisée à des fins médicales, l'approvisionnement pourra être assuré par une compagnie pharmaceutique qui en fera la culture ou l'importation en garantissant l'innocuité et la qualité du produit. Pour l'instant, seulement deux ou trois fabricants dans le monde ont la permission de produire de la marijuana, dont l'université du Mississippi et la compagnie britannique GW Pharmaceuticals.

Quel est son véritable rôle dans l'organisme ? On l'ignore toujours.

Des recherches sur les cannabinoïdes naturels pourraient un jour permettre la production d'un THC synthétique efficace sur le plan thérapeutique, mais sans ses effets euphorisants. Le problème, c'est

Concours Assistez au départ de Julie Payette dans l'espace



Gaétan Martin du Cap-de-la-Madeleine est l'heureux gagnant de notre grand concours. Il a eu droit au forfait suivant :

- le transport aérien aller-retour de Montréal à Daytona
- une voiture de location, modèle compact, pour la durée du séjour
- l'hébergement pour 4 nuits à Cocoa Beach
- deux laissez-passer pour assister au lancement de la navette sur le site du Kennedy Space Center
- deux laissez-passer pour une visite guidée du Kennedy Space Center
- deux billets pour le cinéma IMAX du Galaxy Center

Le concours était ouvert à tous les abonnements et réabonnements inscrits entre le 4 janvier et le 31 mars 1999 ainsi qu'aux participants qui se sont qualifiés au jeu-concours de www.cybersciences.com entre le 16 et le 18 décembre 1998.



Québec Science

Agence de voyages

SEARS

americanada



des régions associées à l'apprentissage, à la mémoire et au stress, ce qui expliquerait la diminution de la mémoire à court terme causée par le cannabis. Les conversations décousues que tiennent parfois les consommateurs de marijuana découleraient du fait qu'ils ne se souviennent pas des phrases qui ont été prononcées quelques instants auparavant...

Mais qu'en est-il de la valeur médicale réelle de la marijuana ?

Les études sur cette question sont peu nombreuses. Jusqu'à maintenant, on a surtout tenté de démontrer les dommages qu'elle peut causer, pas le contraire !

Dans un volumineux rapport publié en mars dernier, la National Academy of Sciences a passé en revue 15 ans de littérature médicale et a mené une vaste consultation auprès des scientifiques américains. Ses conclusions : sans recommander l'usage médical de la marijuana, on estime que le THC présente un fort potentiel et que la recherche doit se poursuivre. Des conclusions similaires à celles de quatre autres rapports sur le même sujet, rendus publics au cours des dernières années aux États-Unis et en Grande-Bretagne.

que les deux fonctions du THC, psychologique et physiologique, semblent passer par l'activation des mêmes récepteurs. Ces deux fonctions sont probablement indissociables.

La localisation des récepteurs CB1 nous éclaire cependant sur l'action des canna-

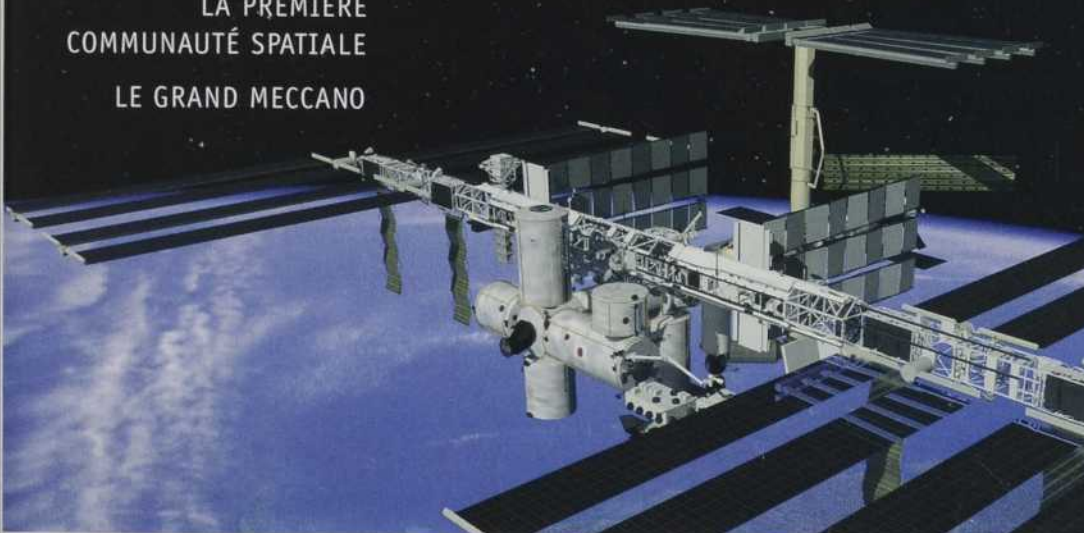
binoïdes. La plus forte densité de récepteurs se trouve dans les ganglions de la base, responsables en grande partie de la maîtrise des mouvements. L'hypothalamus, qui contrôle les sensations de faim et de soif, en contient lui aussi. On en retrouve également dans l'hippocampe, une

Cordelia Molloy/SPUPubphoto

TOUTES LES MISSIONS JUSQU'EN 2004

LA MISSION DE JULIE
LE COMPTE À REBOURS
LANCEMENT : LES DANGERS
LA VIE À BORD DE
LA STATION
LA PREMIÈRE
COMMUNAUTÉ SPATIALE
LE GRAND MECCANO

Le Guide de la Station spatiale internationale



4,35 \$ plus taxes en kiosque

Si, dans le passé, on a fait la preuve que les cannabinoïdes diminuent la douleur chez les animaux, les études sont encore trop rares pour tirer les mêmes conclusions pour l'humain. Cependant, on est de plus en plus convaincu que les cannabinoïdes naturels sont impliqués dans le contrôle de la douleur, régulé par le système nerveux central.

Pour le prouver, on a utilisé le SR141617A mis au point par les laboratoires Sanofi, une substance que l'on dit antagoniste, car elle se fixe aux récepteurs voulus mais sans activer de réponse (les récepteurs ne sont donc plus disponibles pour les substances qui les auraient normalement activés). Des expériences menées sur des animaux ont montré que, lorsqu'on bloque l'action des cannabinoïdes naturellement produits dans le cerveau en administrant un antagoniste, la sensibilité à la douleur augmente. Ce qui signifierait que l'anandamide est un analgésique.

Les cannabinoïdes en général, et la marijuana en particulier, pourraient donc aider les patients tolérants aux opioïdes, comme la morphine, ou trop sensibles à leurs effets secondaires, comme les nausées. Ils pourraient également être utiles pour calmer les nausées des personnes qui subissent des traitements de chimiothérapie et stimuler l'appétit des personnes atteintes du sida. Donald Abrams, de l'université de Californie à San Francisco, mène d'ailleurs une étude clinique pour vérifier l'efficacité de la marijuana fumée sur la douleur, les nausées et l'anxiété chez les sidéens. L'utilisation de la marijuana par les sidéens soulève toutefois quelques réticences, car on connaît peu ses effets sur le système immunitaire. Selon les doses et le type de cellules immunitaires observées, on sait que le THC induit un accroissement ou une diminution de la réponse immunitaire, mais on ne sait rien des conséquences à long terme.

Il faut aussi reconnaître que le cannabis a encore à faire ses preuves en ce qui concerne le traitement des troubles neurologiques tels que la sclérose en plaques, la maladie de Parkinson et l'épilepsie. Même si les récepteurs de cannabinoïdes sont nombreux dans les régions du cerveau associées à la maîtrise des mouvements, les études ne sont pas concluantes quant à leurs bienfaits pour ces maladies. Toutefois, les quelques rapports — anecdotiques — à ce sujet ne ferment pas complètement la porte : comme les troubles de ce type sont souvent amplifiés par l'anxiété et le stress, la marijuana serait utile pour procurer une certaine forme de détente.



Jusqu'à maintenant, on a surtout tenté de démontrer les dommages que le cannabis peut causer, pas le contraire ! Certains malades revendiquent aujourd'hui le droit de fumer pour se soigner.

Le cannabis n'est pas plus intéressant pour soulager le glaucome : la pression intraoculaire diminue seulement si le patient est presque constamment sous l'effet du THC !

En fait, les Américains semblent disposés à autoriser l'utilisation de la marijuana pour un nombre très restreint de cas : pour soulager les malades en phase terminale ou ceux chez qui les autres solutions ne font pas effet.

« Pour des patients sidéens très malades, la préoccupation des effets nocifs à long terme ne pèse pas lourd dans la balance, indique le docteur Réjean Thomas, de la clinique L'Actuel, à Montréal. Plusieurs de mes patients prenaient déjà de la marijuana ou d'autres drogues dures avant d'être malades. Lorsqu'ils me disent que la mari leur fait du bien, je ne leur interdis pas d'en prendre. » Le docteur Thomas refuse cependant de se faire l'apôtre de la légalisation de la marijuana. Selon lui, l'usage thérapeutique du cannabis sert trop souvent d'argument à ceux qui voudraient simplement lever l'interdit sur cette drogue.

Aux États-Unis, plusieurs États, dont la Californie, ont reconnu par référendum l'usage thérapeutique de la marijuana. Au Canada, les demandes insistantes de malades, soutenues par des députés et des groupes de pression,

ont fait céder le ministre fédéral de la santé, Allan Rock, qui a promis des essais cliniques sous peu. En attendant, il aurait le pouvoir de permettre l'usage de la marijuana « par compassion » aux malades qui lui ont présenté des demandes il y a quelques mois et qui attendent toujours sa réponse.

On pourrait aussi découvrir d'autres vertus à la marijuana puisqu'on soupçonne le THC et le cannabidiol, une autre substance du cannabis, de pouvoir limiter les dommages causés au cerveau lors d'une attaque cérébrale : ils fourniraient des électrons aux radicaux libres produits massivement à cette occasion. Le THC pourrait même prévenir la migraine et soulager les gens qui souffrent de la maladie d'Alzheimer. L'herbe folle des années 70 sera-t-elle la panacée du prochain siècle ? Sûrement pas, mais elle deviendra peut-être un excellent traitement palliatif. ●



Pour mieux comprendre
les grandes questions de l'heure

www.cybersciences.com

Québec science vous souhaite UN BON ÉTÉ EN NOTRE COMPAGNIE !

**ABONNEZ-VOUS À
QUÉBEC SCIENCE ET
RECEVEZ VOTRE CADEAU
ESTIVAL : Le guide des
vacances 1999**

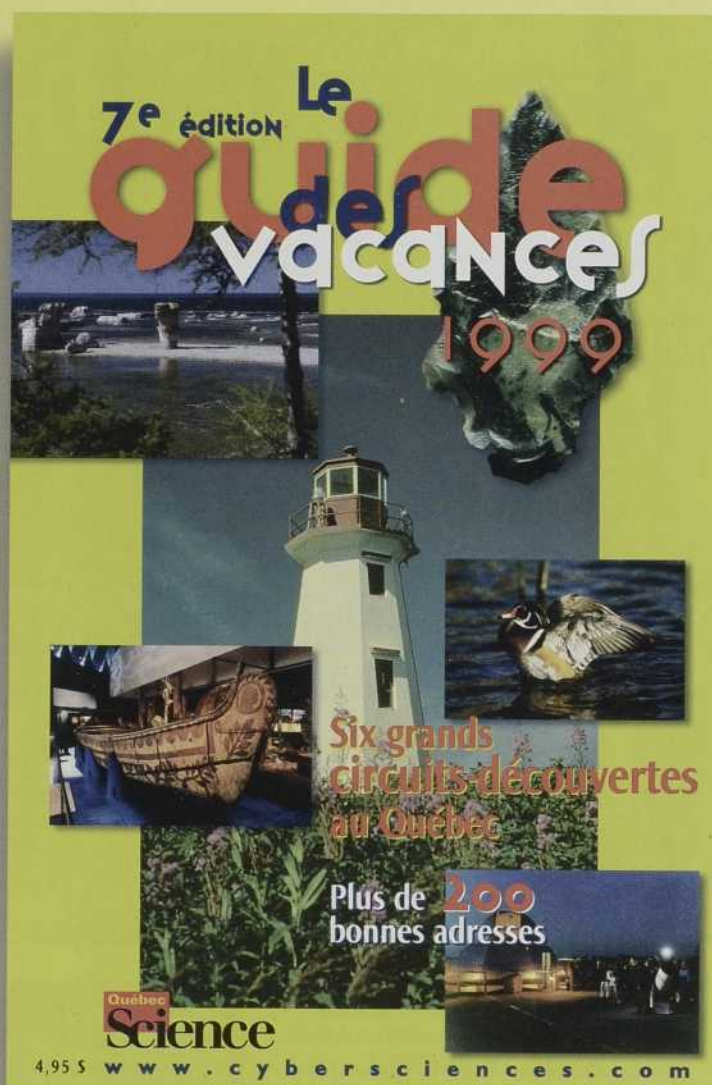
- 6 grands circuits thématiques
- 200 destinations triées sur le volet
- 104 pages d'informations sur la programmation, les heures d'ouverture, les tarifs
- des cartes, des photos, un index complet des sites, etc.

**Le compagnon
indispensable pour un
été de découvertes !**

4,95 \$ + taxes en kiosque

**Gratuit avec l'abonnement
à Québec Science**

Offre valable au Canada seulement,
jusqu'au 15 septembre 1999



**Je m'abonne au magazine Québec science
et je reçois gratuitement Le guide des vacances 1999 !**

- ☐ 1 an (10 n°) 35,95 \$ + taxes : 41,35 \$
☐ 2 ans (20 n°) 61,95 \$ + taxes : 71,26 \$
☐ 3 ans (30 n°) 85,95 \$ + taxes : 98,97 \$

Offre valide au Canada jusqu'au 15 septembre 1999

Détachez et expédiez à **Québec Science**
Service des abonnements, 525, rue Louis-Pasteur
Boucherville (Québec) J4B 8E7
Tél. : (514) 875-4444 ou 1 800 667-4444
Télec. : (514) 523-4444
Courriel : AQcourrier@abonnement.qc.ca

Numéro d'enregistrement de la TPS : R-1335-97427
Numéro d'enregistrement de la TVQ : 1013609086

Nom	Prénom
Adresse	
n°	rue
ville	
province	
code postal	téléphone
Profession	
Ci-joint mon paiement : ☐ Chèque ☐ Visa ☐ MasterCard	
Chèque à l'ordre de Québec Science	
N° de carte	Date d'expiration /
Signature	

Astronomie

Le grand télescope Chandra, qui sera bientôt en orbite, nous permettra enfin de raconter l'histoire écrite dans le ciel par les rayons X. Une histoire tourmentée, violente et inédite.

par Vincent Sicotte

L'espace aux rayons X



Calme, la nuit ? Paisible, la grande voûte étoilée ?

Bien au contraire ! Dans l'espace, des étoiles se disloquent en tombant dans des trous noirs supermassifs, de la matière chauffée à des millions de degrés tourbillonne autour d'étoiles à neutrons, des supernovæ éjectent des coquilles de matière ultrachaudes, des galaxies s'arrachent mutuellement d'immenses lambeaux de gaz. En fait, l'Univers n'est que violence.

Mais si toute cette fureur se dérobe à nos yeux, c'est qu'elle se présente sous forme de rayons X. Comme notre œil y est insensible, il ne perçoit du ciel que son aspect impassible. De plus, l'atmosphère terrestre est une véritable éponge à rayons X — elle les absorbe tous avant même qu'ils atteignent le sol. Pourtant, ces photons contiennent, au même titre que la lumière visible et les ondes radio, une riche information sur plusieurs phénomènes astronomiques assez peu étudiés.

C'est pourquoi la NASA mettra en orbite, le 9 juillet prochain, le *Chandra X-ray Observatory*, spécialisé en astronomie X. Ce télescope qui a coûté la rondelette somme de 1,3 milliard de dollars américains (plus que notre célèbre Stade olympique !) est le troisième des « grands observatoires » de l'Agence spatiale américaine, après le télescope spatial *Hubble*, lancé en 1990, et le *Compton Gamma-Ray Observatory*, en orbite depuis 1991. Il fera sans aucun doute honneur à sa famille !

« *Chandra* est le télescope X le plus précis et le plus puissant jamais construit », affirme Martin Elvis, astrophysicien au Chandra X-ray Center (CXC), situé au Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, dans le Massachusetts.

Fruit de 20 ans d'efforts, ce télescope permettra d'observer le tumulte de l'Univers avec une acuité inégalée. Ses images seront jusqu'à 100 fois plus précises que les meilleures images X jamais obtenues, et il pourra décomposer l'énergie qu'il re-

çoit pour en analyser des détails jusqu'à 100 fois plus fins. Selon l'astrophysicien du CXC, *Chandra* fera progresser l'astronomie X autant que le télescope *Hubble* a révolutionné l'étude de la lumière visible.

« Je crois que la plupart de nos théories astrophysiques des rayons X vont être complètement bouleversées ! » dit-il.

Découverts en 1895 par le physicien allemand Wilhelm Röntgen, les rayons X sont rapidement devenus célèbres en raison de leur capacité à traverser la matière. On se rappellera l'étonnante photo de la main de l'épouse du physicien allemand, où l'on distingue le contour flou du membre, puis les os des doigts, plus foncés, et finalement un cercle noir sur un doigt, sans doute son alliance. De cette première radiographie de l'histoire, on peut déduire que les rayons X traversent assez bien la peau (qui contiennent beaucoup de petites molécules d'eau), assez mal les os (un réseau compact de calcium) et

pas du tout le métal (sans doute de gros atomes d'or). L'absorption des rayons X par la matière dépend donc des atomes qui la composent et de leur grosseur.

Comment expliquer que l'atmosphère terrestre bloque les rayons X ? Les molécules d'ozone, d'oxygène et d'azote qui la composent sont très espacées, c'est juste, mais elles sont également extrêmement nombreuses. Aussi, pour un photon X en provenance de l'espace, l'atmosphère représente l'équivalent d'un mur de béton de cinq mètres d'épaisseur !

Le fait qu'aucun photon X ne parvienne au sol a forcément retardé l'essor de ce champ d'étude. Ce n'est qu'en 1949 qu'on a détecté pour la première fois des rayons X en provenance du ciel grâce à des fusées V2 et des ballons-sondes voyageant dans la haute atmosphère. Les rayons X qui atteignent cette altitude sont très énergétiques, car ils ont réussi à se faufiler à travers plusieurs kilomètres d'atmosphère. Ils possèdent une énergie comparable à celle des rayons X des appareils de radiographie. Mais, pour détecter des photons de moindre énergie, il faut aller plus haut, au-dessus de l'atmosphère.

Au début des années 70, la NASA a donc lancé le premier véritable satellite X : *Uhuru*. Bien que rudimentaire (son détecteur était semblable à un compteur Geiger), *Uhuru* détecta de nombreuses émissions de rayons X : des indices de trous noirs près des étoiles à neutrons, dans les amas de galaxies... Les astronomes en avaient l'eau à la bouche !



Chandra sera le plus grand satellite jamais transporté. Il est constitué de 4 surfaces réfléchissantes en forme de cylindre emboîtées les unes dans les autres.



L'observatoire *Einstein* a aussi permis d'établir la première carte X du ciel en localisant 7 000 sources de rayons X.

Ce nombre allait être porté à plus de 60 000 par le télescope allemand *Rosat*, lancé en 1990. Depuis, l'astronomie X a pris un véritable essor avec des satellites de plus en plus puissants et spécialisés : le japonais *ASCA* en 1993, l'américain *RXTE* en 1995 et l'italien *BeppoSAX* en 1996 (encore en activité).

De plus, selon lui, la qualité des images X était jusqu'ici « lamentable », car la résolution était très faible. « Un astronome amateur peut faire mieux avec un petit télescope ! » Par contre, *Chandra* aura une résolution d'une demi-seconde d'arc, ce qui, en pratique, permettrait de lire un journal à un kilomètre de distance !

Autre amélioration notable : les détecteurs du télescope seront sensibles à des photons de 0,1 à 10 kiloélectronvolts (keV), soit une bande d'énergie deux fois plus large que celle de tous ses prédécesseurs (voir l'encadré « Qu'est-ce qu'un keV ? » à la page 22).

Finalement, le télescope *Chandra* permettra de faire de la spectroscopie X puisqu'il pourra décomposer le rayonnement reçu en ses différentes longueurs d'onde. Cet étalement de l'énergie rend possible l'étude des détails de l'émission X, détails qui renseignent sur les phénomènes physiques qui se déroulent à la source. Au lieu d'obtenir une image de la source de rayons X, on obtient une image de l'énergie des rayons X, qu'on appelle un spectre. « Jusqu'à maintenant, la spectroscopie X était très primitive, affirme l'astrophysicien. Avec *Chandra*, nous aurons accès à la structure fine des spectres qui se sont révélés, grâce à la physique atomique, d'une richesse inouïe. »



Le rayonnement X que voit actuellement Hubble (à gauche) pourrait être beaucoup mieux défini avec Chandra. Le même coin de cosmos (montré à droite) aurait cette apparence selon les simulations.

Einstein, le premier observatoire X capable d'imagerie, a suivi peu de temps après, en 1978. Il a offert aux astronomes émerveillés les premières images des sources de rayons X : filaments d'étoiles éclatées, vastes nuages de gaz ultrachaud dans les galaxies et les amas de galaxies.

« Malgré cela, l'astronomie X en est encore à ses débuts », affirme Martin Elvis. Les grands télescopes optiques nous ont habitués à des surfaces collectrices de plusieurs dizaines de mètres carrés. En rayons X, on n'a jamais fait mieux que 200 centimètres carrés, une surface grande comme une fiche. « C'est minuscule », explique-t-il. On commence à faire un peu mieux avec *Chandra*, qui aura une surface cinq fois plus grande, soit l'équivalent d'une feuille de papier.

Le *Advanced X-ray Astrophysics Facility (AXAF)* a été rebaptisé *Chandra* l'an passé en l'honneur du physicien d'origine indienne Subrahmanyan Chandrasekhar, spécialiste de l'évolution stellaire et Prix Nobel en 1983. Le télescope sera lancé lors de la mission STS-93, la première mission de l'histoire commandée par une femme, Eileen Collins. *Columbia* amènera *Chandra* — le plus grand satellite jamais transporté : il pèse près de 5 tonnes et

mesure plus de 13 mètres — jusqu'à l'orbite basse. Puis, après six ou sept tours de Terre, la mise à feu d'une fusée à deux étages la propulsera jusqu'au tiers de la distance Terre-Lune.

Pourquoi si haut ? « Pour sortir des ceintures de Van Allen », explique Martin Elvis. Ces immenses boucles du champ magnétique terrestre gardent prisonnières des particules chargées circulant à grande vitesse. Ces particules, source de bruit pour les détecteurs de *Chandra*, noieraient les rares rayons X du ciel de la même façon que les lumières de la ville, la nuit, font disparaître les étoiles.

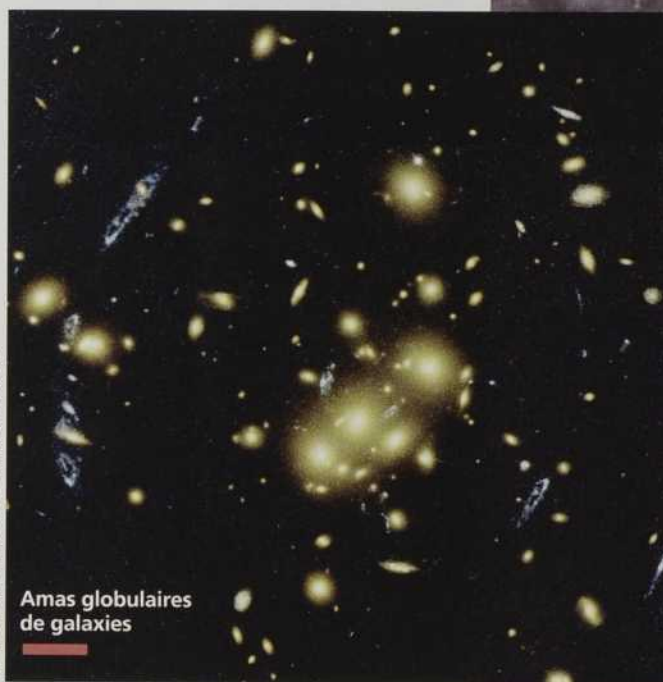
Le télescope décrira une immense trajectoire elliptique, entre 10 000 et 140 000 km de la Terre. Les trois quarts de cette ellipse seront hors des ceintures de Van Allen, permettant une bonne cinquantaine d'heures d'observation à chaque révolution.

Une fois les tests de calibrage terminés, trois semaines après le lancement, le volet protecteur s'ouvrira et les premiers photons X frapperont le miroir, un véritable bijou d'ingénierie. « Ce miroir, c'est la clé de *Chandra* », insiste le chercheur. En effet, comme la propriété des rayons X est de traverser la matière, un photon X arrivant droit sur un miroir devrait tout bonnement passer à travers, comme un caillou fend la surface d'un lac. Cependant, on sait que le même caillou ricochera sur la surface de l'eau si on le lance obliquement. À peu près de la même façon — et même si un photon n'est pas un caillou, vous diront les théoriciens ! —, un rayon X sera réfléchi s'il arrive sur le miroir presque parallèlement, soit avec une *incidence rasante*. Le miroir de *Chandra* exploite ce phénomène.

Constitué de quatre surfaces réfléchissantes à peu près cylindriques et insérées l'une dans l'autre comme des poupées gigognes, le miroir ressemble à un grand entonnoir. Ses surfaces en Zérodur recouvert d'iridium réfléchiront les photons rasants jusqu'aux instruments de mesure, au bout du télescope. Ces miroirs ont une géométrie bien précise : la première moitié est une surface parabolique, comme un miroir de télescope, à courbure très prononcée, et l'autre moitié est une surface hyperbolique. Un photon X doit être réfléchi une fois sur chaque surface avant d'arriver au plan focal. « Il faut des maths avancées pour démontrer cela », dit Martin Elvis.

Pesant près d'une tonne, cet assemblage fait 1,2 mètre de diamètre et 80 centimètres de long. Ces miroirs sont, dans leur genre, les plus grands et les plus lisses ja-

mais construits. Il le fallait, car la moindre irrégularité de la surface absorberait les photons X, comme les vaguelettes sur l'eau empêchent le caillou de ricocher. La plus grande bosse du miroir ne dépasse pas trois angströms, soit quelques atomes d'hydrogène de haut. Si la surface de la Terre était aussi lisse, aucune montagne ne dépasserait deux mètres !



Amas globulaires de galaxies

W. N. Colley, E. Turner, J. A. Wilson/STScI/NASA

Cet été, si tout se déroule bien, on devrait commencer à étudier les rayons X du ciel. Mais quels phénomènes va-t-on étudier au juste ? Qu'est-ce qui émet des rayons X dans l'espace ?

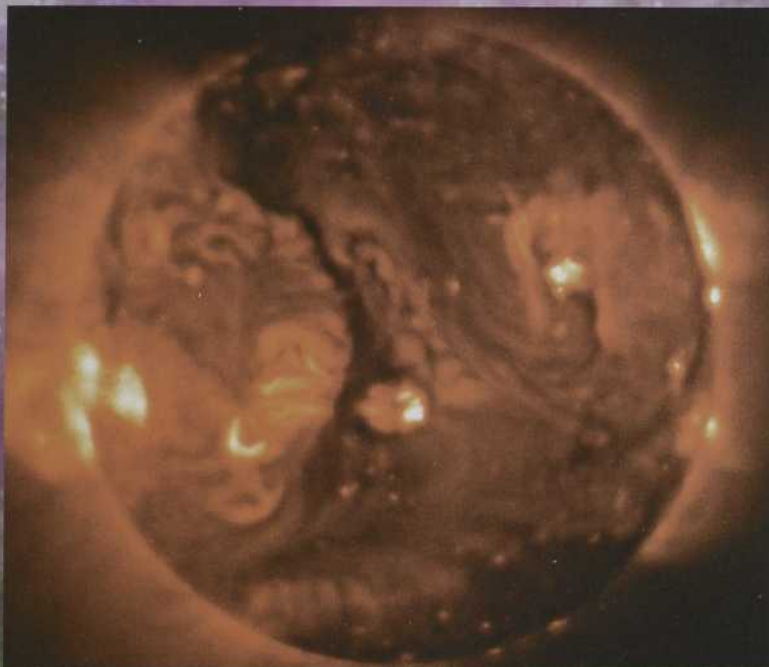
« Presque tout ! » s'exclame Martin Weisskopf, le scientifique responsable du projet *Chandra* au Marshall Space Flight Center de la NASA. Selon lui, une des plus importantes découvertes en astronomie moderne a été faite à l'aide de l'observatoire *Einstein*, dans les années 70, lorsqu'on s'est rendu compte qu'à peu près toutes les classes d'objets astronomiques étaient des sources de rayons X. « Ce fut une très grande surprise », se rappelle le scientifique, qui travaille sur *Chandra* depuis le début du projet, en 1977.

Même les étoiles les plus banales, comme notre Soleil, en émettent. « À l'époque, cette observation nous avait renversés », dit Martin Weisskopf. En effet, les 6 000 °K de la surface du Soleil produisent essentiellement des photons de lumière visible. Les photons X, de 100 à 1 000 fois plus énergétiques que leurs collègues visibles, ne sont émis que lorsque la température atteint le million de degrés. Où trouve-t-on un tel brasier ? Dans la

Qu'est-ce qui émet des rayons X ? Presque tout, mais il faut que la température atteigne le million de degrés. On trouve un tel brasier dans la couronne solaire, les trous noirs, les étoiles à neutron et les supernovæ (photo en arrière-plan). En ce qui concerne le Soleil, ce sont les études d'éclipses et les observations à l'aide de *Chandra* qui pourront en apprendre un peu plus aux astrophysiciens, car on ne sait toujours pas pourquoi la température y est si élevée.

Qu'est-ce qu'un keV ?

En astronomie, on mesure habituellement la longueur d'onde du rayonnement en angströms (Å), soit 10^{-10} m, ou en microns (10^{-6} m). Cependant, comme l'énergie des rayons X est considérable, on utilise plutôt le keV, une unité de mesure empruntée à la physique des particules. À titre d'exemple, un photon X de 1 keV a une longueur d'onde de 10 Å environ, c'est-à-dire beaucoup plus petite que les quelque 6 000 Å des photons de lumière visible. L'énergie des rayons X utilisés par les médecins est d'environ 100 keV.



NSSDC/NASA



Calvin Hamilton

couronne, cette immense région de gaz raréfié, très, très chaude, située autour du Soleil et visible lors des éclipses. « On observe ce genre d'émission dans beaucoup d'étoiles normales, ajoute-t-il, mais on ne comprend pas tout à fait pourquoi la couronne est chauffée à une telle température. »

Les supernovæ sont une autre source de rayons X. Lorsqu'une étoile explose, elle éjecte des coquilles de gaz qui, en raison du choc avec les particules du milieu interstellaire, sont chauffées à plusieurs millions de degrés. La supernova devient alors un puissant émetteur de rayons X. Ce phénomène intéresse tout particulière-

ment les astrophysiciens qui étudient la genèse des éléments chimiques. On sait en effet que les éléments lourds (carbone, azote, oxygène, etc.) sont créés au cœur des étoiles massives, puis dispersés dans l'Univers lorsque celles-ci explosent. L'étude de ces rayons X permettra de mieux comprendre les mécanismes d'enrichissement du milieu interstellaire en éléments lourds, qui sont en fait les briques avec lesquelles s'est construite la vie.

Ensuite, continue Martin Weisskopf, il y a les systèmes plus « exotiques » : étoiles à neutrons et trous noirs. D'une densité incroyablement élevée (une noisette d'étoile à neutrons pèse 200 millions de tonnes !), ces objets

engendrent une attraction gravitationnelle inouïe. Les particules de matière passant à proximité sont capturées et gravitent autour d'eux, formant éventuellement un disque aplati en rotation très rapide. La friction causée par les chocs intenses et répétés chauffe ces particules à plusieurs millions de degrés, et elles deviennent alors émettrices de rayons X. Le gaz ultra-chaud qui tombe dans un trou noir est d'ailleurs l'une des sources de rayons X les plus intenses de l'Univers.

Un trou noir central semble également être la source de l'intense rayonnement d'un quasar, qui serait des millions, voire des milliards de fois plus massif que le Soleil. « Un quasar peut engloutir des étoiles entières », note Martin Weisskopf. Il génère autant d'énergie qu'un millier de galaxies, et une bonne part de cette énergie est émise en rayons X. La résolution de *Chandra* permettra une étude plus précise que jamais de ces objets lointains et mystérieux, et des phénomènes violents qui s'y déroulent.

Finalement, les scientifiques espèrent que *Chandra* fera un peu de lumière sur une des plus troublantes questions de l'astronomie moderne : la matière non lumineuse. L'essentiel de l'Univers serait composé de cette matière mystérieuse, dont on déduit l'existence par ses effets gravitationnels sur la matière observable. Les amas de galaxies, en particulier, en contiendraient des quantités phénoménales, soit jusqu'à 90 % de leur masse !

Les amas se composent, hormis les galaxies, d'un gaz très chaud qui représente également une formidable source de rayons X, affirme Martin Weisskopf. Le télescope *Chandra* pourra réaliser des cartes décrivant le mouvement de ce gaz chaud dans un amas. Comme ce mouvement est régi par la gravité, ces cartes permettront de déterminer où et comment est distribuée la matière non lumineuse. « La connaissance précise de la distribution de la matière non lumineuse est une des clés pour déterminer sa nature », dit-il.

Martin Weisskopf est lui aussi persuadé que l'ère *Chandra* marquera l'astronomie X d'une pierre blanche. « C'est souvent le cas lorsqu'on a tout à coup un instrument beaucoup plus précis que tout ce qu'on avait auparavant. *Chandra* va ouvrir des perspectives complètement nouvelles, affirme-t-il. Je m'attends à beaucoup de nouveautés. » ●

Pour en savoir plus

Chandra X-ray Observatory Center :
chandra.harvard.edu



Tyrannosaurus Rex

Cory
Regin
C'est
C'est
ment
du crét
un co
sagitt
s'inter
La plu
qu'il s'
metant
en tant
morte d
montr
gère). L
niveau
à l'arrière
voilier d
estomac

Nos dinosaures : de grandes vedettes mondiales

D'est en ouest et du pôle Nord au pôle Sud, les dinosaures ont occupé toute la planète. Mais seuls quelques endroits privilégiés peuvent encore en témoigner. En tête de liste, aux côtés de la Chine et de la Mongolie, l'Alberta. C'est là qu'on retrouve les dinosaures les mieux adaptés et les plus évolués : ceux du crétacé supérieur (65 à 100 millions d'années). Voici les cinq espèces les plus remarquables.

par Marie Pier Elie

Corythosaurus

« Reptile à casque corinthien »

C'est le dinosaure que l'on connaît le mieux aujourd'hui et c'était probablement le plus commun dans les marécages du crétacé — l'équivalent du moineau brun ou de l'écureuil gris. Mais commun ne signifie pas banal : encore aujourd'hui, on s'interroge sur l'utilité de sa drôle de crête.

La plupart des paléontologues croient qu'il s'agissait d'un amplificateur lui permettant de communiquer avec ses pairs en émettant une variété de sons (la découverte de plusieurs fossiles au même endroit montre qu'il s'agissait d'un animal grégaire). La crête osseuse abritait en effet un réseau de canaux qui reliaient les narines à l'arrière-gorge. Le dinosaure n'avait qu'à souffler de l'air dans son nez pour se faire entendre à des kilomètres à la ronde.



Royal Tyrrell Museum of Palaeontology/Alberta Community Development

D'autres experts estiment que cet appendice protégeait l'animal contre les rayons brûlants du soleil ou encore qu'il abritait de longs conduits nasaux que ce dinosaure semi-amphibie utilisait comme un tuba pour respirer sous l'eau. Mais l'analyse de

plusieurs spécimens a montré que seuls les mâles adultes en étaient pourvus : ce serait donc un attribut purement sexuel, permettant aux femelles d'évaluer à distance le potentiel des futurs géniteurs.

Le premier squelette de corythosaure a été trouvé en 1914, par Barnum Brown, près de la rivière Red Deer, en Alberta. Depuis, on en a déterré au moins 25 dans les environs. On a même retrouvé les restes fossilisés d'aiguilles et de branches de pin dans la cavité stomacale d'un spécimen. Un autre, exposé au American Museum of Natural History, à New York, porte des empreintes de peau à même les ossements. En les observant de très près, on peut voir de toutes petites bosses de forme polygonale. Ces dernières ont permis aux paléontologues d'établir avec une relative certitude l'apparence de la peau ayant jadis recouvert ces os.

« Un triomphe de 160 millions d'années »

Difficile d'imaginer que nos cinq vedettes, ainsi que des centaines d'autres espèces, ont un jour évolué dans le paysage de l'Alberta tel qu'on peut le voir aujourd'hui. Mais il faut savoir qu'au crétacé la région était radicalement différente. Les cadavres étaient vite enfouis dans la boue, omniprésente, ou au fond d'une mer intérieure peu profonde qui a disparu depuis, la mer de Bearpaw. Rapidement recouverts de sédiments, ils se sont progressivement solidifiés. C'est ce qui fait que l'Alberta constitue un des plus fantastiques cimetières de dinosaures.

Le paléontologue Phil Currie, du musée Tyrrell, y mène régulièrement des fouilles. Selon lui, l'étude des dinosaures n'en est qu'à ses balbutiements. Il nous explique pourquoi.

Québec Science : Selon vous, est-ce que les dinosaures canadiens sont de taille à rivaliser avec les plus célèbres dinosaures du monde entier ?

Phil Currie : Plusieurs des plus célèbres dinosaures sont canadiens ! C'est une région du globe qui est étudiée depuis la fin du siècle dernier. Cela signifie que plusieurs musées dans le monde exposent des dinosaures canadiens. Par exemple, au American Museum of Natural History de New York, près de la moitié des dinosaures viennent d'ici.

Q. S. : Vous avez exhumé et étudié de nombreux spécimens. D'après votre expérience, allons-nous bientôt avoir de véritables réponses aux questions que l'on se pose sur les dinosaures ?

P. C. : Probablement pas, parce que tout est plus complexe que nous ne le souhaiterions. Par exemple, en ce qui concerne l'extinction des dinosaures, tout le monde semble chercher une cause unique — un astéroïde, une modification du climat, une maladie, etc. — alors qu'il pourrait y en avoir plusieurs. Je soupçonne qu'un changement climatique a contribué à réduire leur diversité et que, lorsque celle-ci était au plus bas, un astéroïde a percuté la Terre. L'astéroïde a en quelque sorte achevé les dinosaures, mais s'il avait frappé la Terre cinq ou dix millions d'années plus tôt, il n'aurait pas provoqué leur extinction.

Q. S. : Et qu'en est-il du débat où l'on persiste à se demander si les dinosaures avaient le sang chaud ou le sang froid ?

P. C. : Encore une fois, chercher une réponse unique à cette question ne mène nulle part, car il



Royal Tyrrell Museum of Palaeontology/Alberta Community Development

y aura toujours des exceptions. C'est un très mauvais réflexe que de tout vouloir catégoriser : les mammifères ont le sang chaud, les reptiles ont le sang froid, les poissons ont le sang froid...

En réalité, certains poissons comme le requin ont le sang chaud, et le paresseux, qui est un mammifère, a le sang froid puisqu'il n'a aucun contrôle sur sa température. Plusieurs oiseaux qui naissent avec le sang froid deviennent des animaux à sang chaud après une semaine ou deux... La nature accomplit parfois des choses incroyables, et les dinosaures n'y ont sans doute pas échappé. Certains d'entre eux avaient probablement le sang chaud, d'autres, le sang froid. Certaines indications nous portent même à croire qu'ils changeaient de stratégie au cours de leur vie.

Q. S. : Si vous pouviez résoudre un seul des mystères entourant les dinosaures, lequel choisiriez-vous ?

P. C. : Il y a trop de choix ! (Longues hésitations...) J'aimerais savoir quels dinosaures étaient directement apparentés aux premiers oiseaux parce que j'ai consacré beaucoup d'efforts à cette question au cours des dernières années et que plusieurs dinosaures albertains semblent être étroitement liés aux oiseaux. Étrangement, le fait que les oiseaux descendent des dinosaures demeure un sujet de controverse même si on a déjà trouvé des dinosaures avec des plumes. Cela devrait pourtant convaincre nos détracteurs !

Q. S. : Est-ce que les fouilles traditionnelles peuvent encore nous apprendre beaucoup de choses ?

P. C. : Il y a de nouvelles façons de regarder les vieilles choses... Même les os déterrés il y a très longtemps peuvent aujourd'hui être observés différemment. Auparavant, on croyait bêtement qu'un os de dinosaure s'était complètement transformé en roche. Mais c'est faux : la majeure partie de l'os est toujours là. Il suffit de le découper en lamelles très minces et de l'observer au microscope pour voir la structure cellulaire des os, des dents, parfois de la peau. Ces dernières années, on a découvert que le matériel génétique est également préservé. Évidemment, nous ne parlons pas d'un matériel génétique suffisant pour être cloné comme dans *Le parc jurassique*...



Y. Derome/Hubphoto

Q. S. : Que nous révèle ce matériel génétique ?

P. C. : Pour l'instant, il nous permet essentiellement d'établir des liens de parenté entre les dinosaures et les oiseaux, entre les dinosaures et les reptiles, mais aussi entre les différentes espèces de dinosaures. En présumant que la génétique continuera à se développer comme elle le fait actuellement, nous pourrions sans doute identifier certains gènes et mieux comprendre les réactions physiologiques des dinosaures.

Q. S. : Mais pourquoi consacrer autant d'efforts à étudier des animaux disparus des dizaines de millions d'années avant que nos premiers ancêtres voient le jour ?

P. C. : Cela nous permet de mieux saisir les causes de l'extraordinaire réussite des dinosaures, c'est-à-dire un triomphe de 160 millions d'années suivi d'une extinction, et de les appliquer à l'espèce humaine. Pour calculer nos propres chances de réussite, nous devons comprendre ce qui s'est passé avec les groupes d'animaux qui nous ont précédés, tout comme on étudie la civilisation romaine pour mieux comprendre notre propre civilisation.

Q. S. : Et si le règne des dinosaures n'avait pas été interrompu par cette cruelle extinction, comment croyez-vous qu'ils auraient évolué ?

P. C. : Nous ne serions probablement pas là pour le constater, pas plus que les grands mammifères. Les dinosaures auraient continué à se diversifier, leur anatomie se serait perfectionnée, ils seraient devenus mieux adaptés, plus rapides, plus intelligents. Impossible de savoir s'ils auraient pu se comparer à l'être humain en matière de langage ou d'intelligence, mais il est très clair qu'à la fin du crétacé la taille de leur cerveau augmentait continuellement.

Pachyrhinosaurus

« Lézard au nez épais »

Même si sa silhouette ressemble étrangement à celle d'un rhinocéros obèse, ce mastodonte de trois tonnes aurait sans doute plus de bagage génétique en commun avec une perruche qu'avec le véritable rhinocéros.

Jusqu'à tout récemment, on en savait peu sur le *Pachyrhinosaurus canadensis*. Mais, dans les années 90, la découverte de milliers d'os ayant appartenu à une centaine d'animaux dans un « lit d'ossements » (*bone bed*), à Grande-Prairie, en Alberta, nous en a appris beaucoup plus sur la constitution et les mœurs de cet herbivore.

On croyait qu'une espèce de masse osseuse se formait au-dessus du nez à l'âge adulte. On présume maintenant qu'il s'agissait d'une véritable corne, un attribut qui aurait également une fonction sexuelle.



Royal Tyrrell Museum of Palaeontology/Alberta Community Development

Il semble aussi que les pachyrhinosaurus n'étaient pas dépourvus d'instinct parental, même s'il n'existe pas de preuve directe de cette hypothèse — aucun nid n'a été découvert à ce jour. Mais, parmi l'abondance de fossiles, on a observé que les jeunes pachyrhinosaurus se regroupaient souvent avec les plus vieux.

Ils se déplaçaient parfois sur de très longues distances — on a trouvé un crâne de pachyrhinosaurus en Alaska et plusieurs os au Montana. Un indice qui laisse croire à plusieurs paléontologues que ces colosses voyageaient dans les grandes plaines de l'Ouest au gré des saisons... comme le font aujourd'hui les bisons, même s'il n'y a aucune parenté entre les deux.

Euoplocephalus

« À la tête bien protégée »

Il était lent, trapu, maladroit, pas spécialement intelligent... Mais la nature l'a pourvu d'une armure à l'épreuve des prédateurs les plus redoutables. En prime : une massue au bout de la queue. Équipé de la sorte, l'eupolocéphale pouvait brouiller tranquillement, sans se soucier du tyrannosaure qui le guettait du coin de l'œil.



Hosking/Sunset/Publishphoto

L'eupolocéphale n'avait vraiment rien à craindre — même ses paupières étaient protégées par des plaques osseuses mobiles ! Par contre, ses rejetons étaient complètement démunis à la naissance. Si bien que les adultes devaient probablement les protéger pour assurer leur survie.

Le premier eupolocéphale a été découvert en 1902, par Lawrence Lambe, qui l'avait alors baptisé *Stereocephalus*. Pas de veine ! On avait déjà nommé un insecte ainsi. Ce n'est qu'en 1910 que la trouvaille fut officiellement baptisée *Euoplocephalus*. Aujourd'hui, les découvertes de fossiles sont plutôt rares, sans doute parce que les eupolocéphales vivaient dans les hautes terres, loin des cours d'eau. Ou simplement parce qu'ils étaient moins nombreux.

Troödon

« La dent qui blesse »

Si Steven Spielberg avait entendu parler du troödon, il y a fort à parier que le vélociraptor aurait été relégué à un rôle de figurant dans *Le parc jurassique* !

Même si cet animal était relativement petit — à peine la taille d'un humain —, il avait un cerveau six fois plus massif que celui d'un dinosaure de la même taille, et les régions contrôlant les mains et les yeux étaient particulièrement développées. Inutile de préciser qu'il était un chasseur redoutable, travaillant en groupe pour traquer et abattre ses proies.

De longs bras, des doigts fins et griffus,



Tyrannosaurus Rex

« Le roi des lézards tyrans »

Le T-Rex avait de la gueule, beaucoup de gueule : l'ouverture de sa mâchoire pouvait atteindre un mètre ! Mais, si l'on se fie à une théorie relativement récente, nous n'aurions finalement pas eu grand-chose à craindre de lui.

Quoi ? LE dinosaure le plus populaire, LA bête du crétacé n'aurait été qu'un vulgaire charognard ?

Avec 8 tonnes, 8 mètres de haut, 15 mètres de long, des griffes longues comme des couteaux, une musculature parfaite, le T-Rex a tous les attributs pour entretenir l'image du prédateur que défendent plusieurs paléontologues, dont le Canadien Phil Currie, du musée Tyrrell, en

de petites dents pointues, une vue perçante de jour comme de nuit : le troödon était exceptionnellement bien bâti. Son apparence extérieure et sa structure osseuse ne sont pas sans rappeler l'anatomie de nos oiseaux. Ce petit tyran possédait même le fameux os en fourchette (*wishbone*), marque distinctive de la gent ailée. De quoi relancer le vieux débat sur l'origine des oiseaux, d'autant plus que certains scientifiques estiment que le troödon aurait pu avoir des plumes. Une idée qui est toutefois loin de faire l'unanimité.

Pendant longtemps, tout ce qu'on savait du troödon tenait à l'analyse... d'une seule dent. On a énormément progressé depuis : plusieurs squelettes ainsi que des embryons contenus dans des œufs ont été découverts près des lieux de ponte de l'orodroméus, l'un des mets favoris du troödon.



Royal Tyrrell Museum of Palaeontology/Alberta Community Development

Alberta. Parmi ses opposants, l'Américain Jack Horner, qui fut l'un des conseillers de Steven Spielberg (même si, rappelons-le, le monstre du *Parc jurassique* n'avait rien d'un charognard).

Pourquoi cette terreur sur deux pattes aurait-elle préféré les cadavres à la chair fraîche ? Parce que la bête avait de petits yeux et donc une faible vision, des bras atrophiés qui ne pouvaient se rendre à son menton (difficile alors de tenir ses victimes) et qu'elle courait plutôt lentement, car sans bras pour amortir une éventuelle chute elle risquait de se tuer en tombant.

À ces arguments, on peut répondre que l'acuité de la vision ne dépend pas de la grosseur des yeux (les oiseaux ont une vision bien développée en dépit de leurs petits yeux). De plus, il n'est pas indispensable de retenir une victime avec ses bras pour l'achever (plusieurs prédateurs, comme les requins, les loups, les serpents, les lézards et les oiseaux de proie, n'en ont nullement besoin). Finalement, même si on parvenait à prouver la présumée lenteur du T-Rex, ce qui est loin d'être fait, l'animal aurait très bien pu se nourrir d'animaux moins rapides que lui.

La rareté des fossiles de T-Rex nuit à la progression du dossier. On n'a en effet retrouvé qu'une douzaine de spécimens auxquels il restait plus d'un os, de l'Alberta au Texas. Ce qui fait du tyrannosaure rex un des dinosaures les moins bien connus de son époque, malgré sa célébrité. Cette rareté aura à tout le moins mis en évidence un fait qu'aucun paléontologue ne conteste : le spectaculaire animal chassait (ou « charognait ») en solitaire, la densité de la population correspondant probablement à moins de 1 individu par 100 km². ●



Badlands, Alberta.
La valbrilée des dinosaures.



D. Audair/Publiphoto

Biologie marine

Dans l'eau bouillante ?

Certains indices laissent croire que le homard est en danger. Pourtant, depuis 20 ans, la pêche n'a jamais été aussi bonne.

par Louise Desautels

Si l'on se fie aux casiers qui coiffent l'auto de certains touristes revenant de la Gaspésie ou des Maritimes, la pêche au homard n'a pas changé depuis les 125 ans qu'on la pratique : même cage de bois en forme de demi-lune, même filet disposé en entonnoir et terminé par un anneau faisant office d'ouverture. Pourtant, l'équipement de pêche s'est considérablement amélioré au cours des années 80. La technologie est venue appuyer l'instinct et l'expérience du pêcheur, qui est ainsi devenu un prédateur presque infailible : tout *Homarus americanus*, du Labrador jusqu'à la Caroline du Nord, est maintenant capturé aussitôt parvenu à maturité.

Cette situation en inquiète plus d'un. Avec une pêche aussi active, le homard ne risque-t-il pas de connaître le même sort que la morue ?

Les statistiques montrent qu'après une augmentation constante du nombre de prises depuis la fin des années 70, les débarquements de homards ont atteint un plateau dans les années 90. « Après, y aura-t-il une pente abrupte vers le bas ? se demande Louise Gendron, biologiste à l'Institut Maurice-Lamontagne, à Sainte-Flavie. Récemment, on a noté une baisse des débarquements de homards, bien qu'ils demeurent dans la moyenne des 25 dernières années. La grande question est : quel risque courons-nous ? »

Il est difficile de faire preuve d'optimisme quand plusieurs indices laissent croire que l'animal se trouve à la limite de sa capacité de survie d'un bout à l'autre de son aire de répartition. Les plongées effectuées par les biologistes du ministère fédéral des Pêches et des Océans confirment que les gros homards sont rares, que la

L'aquiculture : un problème de marque

Rien de plus facile que de pêcher un homard. Mais, pour le reproduire en bassin, c'est une autre histoire ! Pourtant, l'Association des pêcheurs-propriétaires des Îles-de-la-Madeleine n'a pas abandonné son projet d'ensemencer des homards au nord des îles.

L'aquiculture du homard se pratique peu dans le monde. Deux problèmes expliquent cette faible popularité : la complexité du cycle de vie du homard et la difficulté de mesurer les résultats de tout ensemencement.

Les biologistes Bernard Sainte-Marie et Patrick Ouellet ont élevé, à petite échelle, des larves et des juvéniles dans les bassins de l'Institut Maurice-Lamontagne. Cette expérience n'a pas été facile. « Au stade des larves, ça se passe bien, rapporte Bernard Sainte-Marie. Mais dès qu'on a des juvéniles, des problèmes de cannibalisme surviennent. Il faut leur fournir une nourriture très riche pour empêcher qu'ils ne s'entre-dévorent. » Ce qui implique qu'il faut aussi élever de petits organismes qui serviront de nourriture aux juvéniles.



L'aquiculture pourrait-elle assurer la pérennité de la ressource « hormardienne » ?

Lorsque la production se fait à grande échelle, comme c'est actuellement le cas au Japon, chaque juvénile est enfermé dans un cubicule qui se déplace en boucle dans un grand bassin et qui passe périodiquement au poste d'alimentation. Les Japonais raccourcissent la période de développement du juvénile en jouant sur la température de l'eau et les hormones qui déclenchent les mues, car ils cherchent à produire rapidement un jeune homard, qui se retrouvera sur la table avant d'avoir atteint l'âge adulte. Une chose impensable dans les pays de l'Atlantique où l'on ne pourrait distinguer les petits homards pêchés illégalement de ceux produits en bassin !

Ailleurs, certaines expériences visaient plutôt l'ensemencement du milieu à partir de juvéniles de bonne taille. Ainsi, aux États-Unis, on a relâché des centaines de milliers de juvéniles... sans se donner la possibilité d'en mesurer les effets. Pour cela, il aurait fallu marquer chaque individu — comme on l'a fait en Norvège à la fin des années 80 à la suite de la quasi-disparition de l'espèce —, et cela coûte très cher. Comme le homard se débarasse régulièrement de sa carapace, il faut avoir recours à des micromarques et faire passer tous les homards capturés au détecteur magnétique !

Une autre solution au problème du marquage serait de produire, pour les Îles-de-la-Madeleine, une souche de homard bleu. Ce parfait *Homarus americanus* se retrouve naturellement, mais très rarement, sur les fonds rocheux. On peut observer sa coloration spectaculaire à l'Aquarium de Québec, qui en garde deux spécimens.

structure démographique est artificielle (les adultes de taille commerciale sont sous-représentés) et que le nombre de femelles porteuses d'œufs est très faible.

Ce dernier facteur est pour le moins inquiétant. « Des analyses récentes montrent que la ponte de la plupart des populations de homards du Canada atlantique ne représente, au mieux, que 1 ou 2 % de ce qu'elle pourrait être si les femelles n'étaient pas pêchées », pouvait-on lire, en 1995, dans le rapport du Conseil canadien de ressources halieutiques (CCRH), un organisme formé de pêcheurs, d'industriels et de scientifiques qui fait des recommandations au gouvernement fédéral.

Une ponte aussi basse comporte des risques très élevés pour la survie de l'espèce. « Cette production pourrait être trop faible pour assurer un recrutement élevé dans des conditions environnementales et écologiques moyennes, indique-t-on dans le rapport. Et elle pourrait mener à un échec du recrutement dans des conditions défavorables. »

Un problème généralisé de reproduction, causé, par exemple, par de mauvaises conditions, comme de fréquentes tempêtes, ou par un manque d'individus sexuellement matures, devrait influencer les débarquements huit ans plus tard, période nécessaire pour qu'une larve fraîchement éclosée devienne un homard adulte (voir l'encadré à la page 32). Or, près de 20 ans après l'essor des techniques de pêche, les débarquements de homards demeurent toujours dans la moyenne. « Nous n'arrivons pas à dire pourquoi les débarquements se maintiennent alors que la pêche exerce une forte pression sur les populations », avoue Louise Gendron.

Si la pêche est devenue plus abondante dans les années 80, ce n'est pas parce qu'il y avait davantage de pêcheurs ou de casiers : permis, nombre de casiers, saison de pêche et taille minimale des prises sont réglementés depuis des décennies au Canada.

« Ce qui a changé, c'est l'intensité de la pêche », explique Martin Turbide, qui pêchait déjà le homard avec son père en 1978 et qui a repris le bateau à son compte il y a cinq ans. Les nouveaux bateaux sont dotés de moteurs puissants qui permettent de sortir par très grands vents. La brume ne garde plus les pêcheurs à terre, grâce aux nouveaux instruments de navigation comme le radar et, surtout, le GPS. Ce dernier leur permet non seulement de localiser rapidement leurs bouées, mais aussi de

Pierre Pouliot/MEEFPubliphoto

Les petits bateaux sont les mêmes, mais la pêche aux homards n'est plus ce qu'elle était. Les pêcheurs sont maintenant pourvus en instruments. Ils connaissent la dynamique des populations et communiquent entre eux par radiotéléphone. Ils savent donc rapidement où les casiers se remplissent et s'y dirigent...



repérer facilement les meilleurs sites et d'y revenir. Ainsi, plus besoin d'aligner, à quatre kilomètres de telle falaise, la maison jaune et le clocher de l'église ! « Le repérage à vue, indique Martin Turbide, c'est bon seulement quand il fait beau... »

L'échosondeur est une autre nouveauté qui facilite le travail sur le plateau madelinien. Comme la roche n'affleure que sur seulement 20 % du territoire et que ces fonds rocheux constituent le milieu de vie privilégié des homards, sonder les fonds a permis de dénicher de nouveaux secteurs de pêche.

« Autrefois, on pratiquait une pêche d'interception, plutôt passive, explique Louise Gendron. Aujourd'hui, c'est une pêche de poursuite. Les pêcheurs sont bien pourvus en instruments, connaissent la dynamique des populations et communiquent entre eux par radiotéléphone. » Ils apprennent donc rapidement où les casiers se remplissent le mieux et s'y dirigent...

Cependant, selon la biologiste, l'intensification des efforts de pêche n'explique pas à elle seule l'augmentation des prises dans les années 80. Plusieurs autres facteurs pourraient affecter le développement des populations de homards et contribuer au maintien des débarquements.

Pour comprendre ce qui influence la survie du homard pendant les premières phases de sa vie, deux biologistes de l'Institut Maurice-Lamontagne, Bernard Sainte-Marie et Patrick Ouellet,

participent depuis trois ans à une étude menée dans la zone atlantique du Canada. « Nous évaluons principalement deux facteurs : les larves et les habitats côtiers », indique Bernard Sainte-Marie.

Les données préliminaires, recueillies aux Îles-de-la-Madeleine, montrent d'abord que les petites larves, qui forment une soupe planctonique à la surface des eaux, sont fortement soumises aux conditions climatiques. Si ces dernières sont favorables, les larves, une fois devenues juvéniles, regagneront les fonds rocheux où elles sont nées. Par contre, si de grands vents les poussent trop au large, elles ne pourront pas trouver de fond propice pour s'établir.

D'autre part, même si les homards produisaient plus d'œufs et que plus de larves atteignaient le stade de juvéniles, il n'y aurait pas nécessairement plus de homards, car leur habitat est restreint. En effet, les fonds rocheux situés à moins de 10 mètres de la surface — là où s'établissent les juvéniles — sont limités et deviennent vite saturés. Les plongeurs ont d'ailleurs noté que les petits homards sont très sélectifs. « On n'a retrouvé aucun juvénile à plus de 10 mètres de profondeur; le plus souvent, ils étaient établis entre 1 et 5 mètres », précise Bernard Sainte-Marie.

L'étude a aussi permis de déceler un patron de circulation chez les homards. Ainsi, de forts courants amènent vers le sud les larves écloses au nord des Îles. Cette dernière zone, presque dépourvue de juvéniles, est par contre colonisée par de jeunes adultes,



Petit homard deviendra grand

Le crustacé commence sa vie sous forme d'œuf : une femelle en pond plus de 7 000 à la fois, qu'elle garde entre ses pattes et ne relâche qu'au moment de l'éclosion, un an plus tard. Les larves, de la grosseur d'un moustique, remontent alors vers la surface où elles subissent leurs trois premières mues.

Après cette période de très grande vulnérabilité (98 % des larves ne survivent pas), qui dure de deux à trois semaines, la larve prend l'allure d'un petit homard d'environ deux centimètres de long. Le « juvénile », qui peut maintenant se déplacer, s'empresse de gagner le fond. Là, il se nourrit de petits organismes marins puis, en vieillissant, de vers et d'oursins. Le crabe commun compose une bonne partie de la diète d'un adulte, ce qui rend le gouvernement canadien très prudent dans l'attribution de permis de pêche au crabe. Dans le golfe du Saint-Laurent, ce n'est qu'après huit années et une douzaine de mues que le homard atteint l'âge de la reproduction.

Mais sa croissance ne s'arrête pas là : il peut devenir gigantesque !

L'Aquarium de Québec a hébergé un tel géant, il y a cinq ans. « Il devait bien faire un mètre, de la tête à la queue, rapporte Michel Lagacé, conservateur de l'Aquarium. Nous l'avons mis dans un bassin avec des homards plus petits : la première nuit, il a sectionné les pinces de trois d'entre eux et s'est établi dans un coin d'où il n'a plus bougé. Les homards ont l'esprit territorial ! » Heureusement, les pinces se régénèrent d'elles-mêmes, autant la petite, pouvant découper avec précision, que la grosse, qui sert à broyer.

Quel âge avait ce monstre ? Impossible de le déterminer à partir d'indices anatomiques. Seule une toute nouvelle technique mise au point en Europe et consistant à évaluer la concentration d'un pigment des cellules nerveuses, la lipofuscine, pourrait le dire. Le plus vieux homard soumis à cette analyse avait une cinquantaine d'années.

probablement venus du sud. Cette découverte, qui montre que les homards exploitent au maximum un habitat somme toute limité, vient aussi alimenter l'idée des pêcheurs des Îles-de-la-Madeleine d'ensemencer le nord des Îles, une zone favorable à l'espèce, mais sous-utilisée (voir l'encadré à la page 30).

Aux résultats préliminaires de cette étude s'ajoutent d'autres hypothèses pour expliquer la survie de l'espèce. Par exemple, la hausse des températures pourrait avoir stimulé la production de nourriture, entraînant la présence de larves en meilleure « santé ».

On soupçonne également une diminution du nombre de prédateurs du homard, notamment du chaboisseau et de la tanche. Mais comme il ne s'agit pas d'espèces commerciales, leur cycle d'abondance n'est pas étudié, et les interactions entre ces espèces sont encore peu connues.

Autre facteur qui pourrait avoir son importance : la colonisation de zones surpêchées par des larves dispersées au gré du vent ou par des adultes moins sédentaires — au Nouveau-Brunswick, des homards marqués ont parcouru jusqu'à 100 kilomètres ! — provenant de secteurs peu fréquentés par les pêcheurs.

ASTRONOMIE & ASTROPHYSIQUE

Marc Séguin ■ Benoît Villeneuve

C'est à une fascinante odyssée à travers l'espace et le temps que vous convie cet ouvrage d'introduction à l'astronomie et à l'astrophysique. Des sphères de cristal des anciens Grecs à l'Univers en expansion de la théorie du Big Bang, des observations mésopotamiennes au télescope spatial Hubble, de la découverte de sphéricité de la Terre à l'exploration robotisée des confins du système solaire, de la chute de la pomme de Newton à l'anéantissement du temps à la surface d'un trou noir, ce livre présente l'histoire de l'astronomie et ses découvertes récentes.

Dans toutes les bonnes librairies
550 pages
450 illustrations et photographies en couleurs
Index analytique



ERPI ÉDITIONS
DU RENOUVEAU
PÉDAGOGIQUE INC.

5757, RUE CYPHOT, SAINT-LAURENT (QUÉBEC) H4S 1R3
TÉLÉPHONE: (514) 334-2690 • TÉLÉCOPIEUR: (514) 334-8470
COURRIEL: information@erpi.com



Aux Îles-de-la-Madeleine, on prend au sérieux les dernières statistiques qui semblent indiquer un problème de surexploitation du homard. Les pêcheurs des Îles ont été les premiers à déposer un « plan de gestion » du homard, il y a 3 ans.

D. Audair/Photophoto

« Autrefois, il existait sans doute des « pochettes » non pêchées, à partir desquelles se reconstruisaient les populations des environs », avance Louise Gendron. Cette hypothèse a récemment été mise à l'épreuve par Terre-Neuve qui a interdit la pêche à l'intérieur d'une certaine zone. Au Québec, la mesure pourrait éventuellement s'appliquer dans des secteurs où la densité de grosses femelles est forte.

Même si la pêche au homard n'est pas encore compromise, les deux principales zones québécoises de pêche, les Îles-de-la-Madeleine et la Gaspésie, prennent au sérieux les chiffres alarmants du ministère des Pêches et Océans. « La conservation de l'espèce est primordiale, car le homard est le moteur économique des Îles, soutient Léonard Poirier, directeur

général de l'Association des pêcheurs-propriétaires des Îles-de-la-Madeleine. Pour nous, une diminution durable des débarquements signifie la faillite ! » Les pêcheurs des Îles ont donc été parmi les premiers, en 1996, à déposer un plan de gestion du homard, suivis l'année suivante par les autres régions.

La principale mesure consiste à augmenter graduellement la taille des homards pêchés : dans le cas des Îles-de-la-Madeleine, de 1997 à 2000, le homard rapporté au quai sera passé de 76 mm (longueur du céphalothorax) à 80 mm. « Cela n'a pas été trop difficile à accepter parce nous devrions nous rattraper sur le poids l'année suivante », remarque Martin Turbide. En effet, le homard de 76 mm laissé sur place aura, un an plus tard, atteint la nouvelle taille réglementaire. Entre-temps, la femelle aura peut-être pondu une seconde fois. Les pêcheurs des Îles ont également proposé de chômer le dimanche et de ne plus utiliser de gros casiers.

Au moins, et contrairement à la crise de la morue, on n'attend pas que la situation soit désespérée pour agir. Autre point positif : scientifiques et pêcheurs semblent se parler... et se comprendre ! ●



Mon
environnement,
un risque ?

Mon environnement s'est amélioré. En effet, la dépollution de mon milieu, menée depuis une dizaine d'années, a réduit les polluants qui s'y trouvaient. Dans plusieurs cours d'eau du Québec et dans le Saint-Laurent, la contamination chimique par les métaux lourds, les BPC et autres contaminants a grandement diminué, ce qui a eu pour effet d'améliorer ma qualité de vie, et donc la vôtre.

Connaissez-vous
les Omega-3 ?
moi, oui...

...Et je suis bon
pour la santé !

J'ai des propriétés nutritives remarquables et je suis digne de la plus fine gastronomie. Je suis riche en protéines et en vitamines, donc très nutritif... Je contiens des acides gras essentiels de type Omega-3 qui sont bénéfiques pour la santé.

Pour me
déguster...

Il n'y a aucune restriction pour les poissons d'eau douce comme le grand corégone, l'omble de fontaine et les autres truites. Il n'y en a pas non plus pour l'éperlan arc-en-ciel, le saumon de l'Atlantique, le poulamon et l'aloise savoureuse ; c'est aussi le cas pour les espèces marines comme la morue, le flétan, la sole et la plie. Par contre, je vous conseille de ne pas manger plus d'une fois par semaine de la barbotte, du crapet, de l'esturgeon, de la lotte, du meunier ou de la perchaude. Enfin, je vous recommande de ne pas consommer plus de deux fois par mois du doré, du brochet, de l'achigan, du maskinongé ou du touladi (truite grise).



Gouvernement du Québec
Ministère de la Santé
et des Services sociaux

Québec

par Raynald Pepin

Les fleurs ont soif

Sortons nos tuyaux et nos arrosoirs !
Tout ce qu'il nous faut, c'est de l'eau...
et un peu de pression.

Dure vie que celle de jardinier amateur ! En mai, on s'inquiète d'un gel éventuel; en juin, des bibittes; en juillet, des champignons. Et durant tout l'été on craint les grandes chaleurs : on a peur que nos fleurs n'aient le rosier sec. Heureusement, la technologie moderne nous a pourvus d'un attirail anti-sécheresse sophistiqué : pistolets et tuyaux d'arrosage, arrosoirs et autres arroseurs oscillants ou rotatifs.

Arrosions donc notre pelouse qu'on aimerait aussi verte que celle du voisin. On ouvre le robinet, et l'eau coule au bout du tuyau. À une vitesse de quelques mètres par seconde, elle ne va pas très loin. C'est parfait pour arroser le pied d'un arbre, mais pas tout le jardin. Plaçons maintenant notre pouce sur le bout du tuyau. L'eau sort en un jet en éventail qui se rend beaucoup plus loin.

Pourquoi l'eau jaillit-elle ainsi ? Lui donne-t-on de l'énergie ? Non, on ne donne pas une « poussée » à l'eau. En plaçant le pouce sur l'orifice du tuyau, on obstrue l'écoulement et on réduit le débit d'eau; en fait, on arrose plus loin mais moins ! J'ai vérifié : il me fallait 37 secondes pour remplir un seau en laissant l'eau couler librement et 64 en mettant le pouce au bout du tuyau.

Si on diminue le débit, l'eau coule moins vite à l'intérieur du tuyau, ce qui diminue le frottement entre l'eau et la paroi interne du tuyau. Comme l'eau perd moins d'énergie, la pression au bout du tuyau est plus grande. En sortant du tuyau, la pression de l'eau

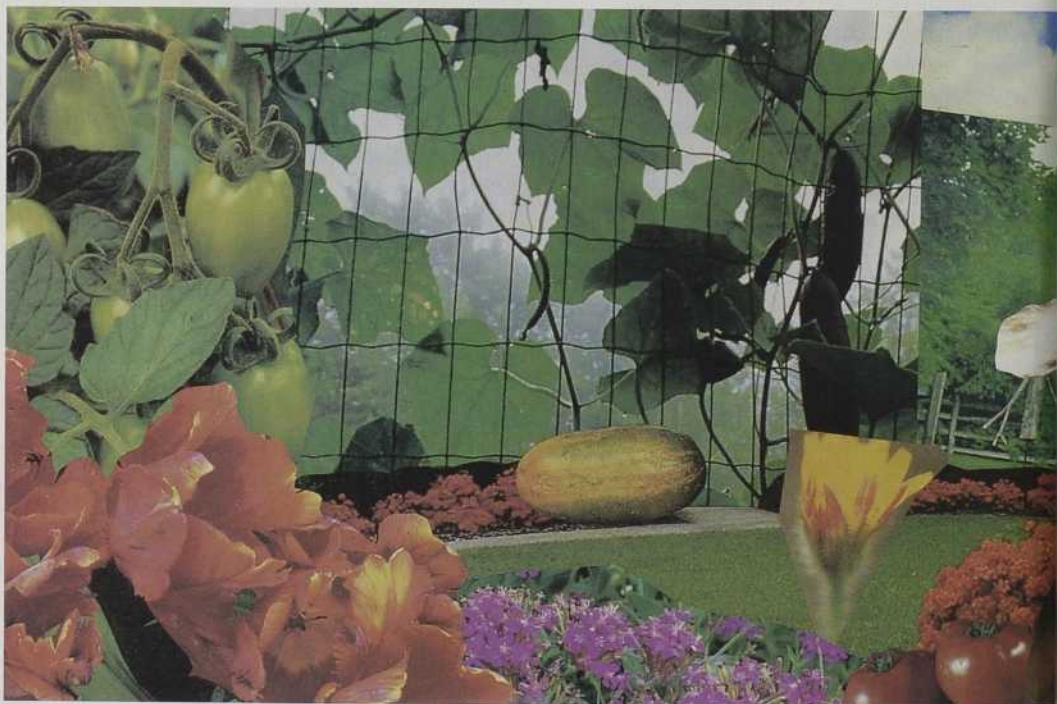
chute à la pression atmosphérique et l'énergie liée à la pression de l'eau se transforme en énergie cinétique, augmentant la vitesse du jet. Plus la pression à l'intérieur du tuyau est élevée, plus la chute de pression est grande et plus l'eau jaillit rapidement.

Arroser avec le pouce est

pin@collegeahuntsic.qc.ca). Pour le moment, contentons-nous de constater ce curieux phénomène.

Trimballer l'arrosoir dans tous les coins du jardin est une tâche plutôt pénible. Le pistolet d'arrosage semble une bien meilleure solution. Là encore, le jardinier doué d'un bon sens

tuyau. Comme on l'a vu précédemment, quand l'eau coule, la pression à l'extrémité du tuyau diminue : le tuyau est donc moins gros. Quand l'eau ne coule pas, la pression est maximale — elle est identique à celle du système de distribution d'eau —, et le tuyau se gonfle au maximum.



Pierre-Paul Pariseau

très fatigant pour les muscles fléchisseurs de ce doigt. Essayons l'arrosoir. En le remplissant, on remarque un phénomène curieux : quand on approche le bout du tuyau du fond de l'arrosoir, on a l'impression que le tuyau est légèrement aspiré vers le fond.

J'ai consulté deux spécialistes de mécanique des fluides à ce sujet. La cause du phénomène ne semble pas évidente : tourbillons, effet Bernoulli, etc. ? Si vous en savez plus, écrivez-moi (raynald.pe-

de l'observation remarque un phénomène intéressant : quand il appuie sur la détente du pistolet, le tuyau se contracte. Quand il relâche la détente, le tuyau se gonfle. Pas de beaucoup : avec un pied à coulisse, j'ai mesuré une variation d'environ 0,1 millimètre, en faisant la moyenne de différents points du tuyau. Et encore, je ne garantis pas l'absence de biais expérimental.

Ces contractions et gonflements résultent des variations de pression à l'intérieur du

Une autre option encore moins fatigante est d'installer un arroseur automatique. Pour le placer bien au centre du jardin, on le traîne, alors qu'il fonctionne, en tirant sur le tuyau. Mais il m'est déjà arrivé de déplacer une section du tuyau vers l'endroit où se trouvait l'arroseur en le poussant. Étonnamment, l'eau a coulé moins fort que la normale pendant un bref instant, puis plus fort pendant un autre instant aussi bref.

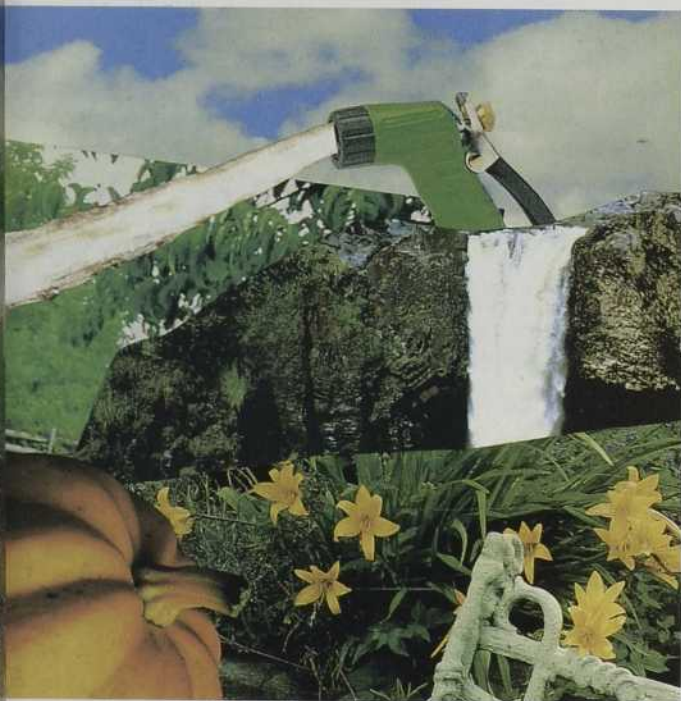
Pourquoi ? Commençons par une analogie. Si vous marchez vers l'avant dans un autobus qui accélère, votre vitesse par rapport à l'autobus diminue. De la même façon, l'écoulement de l'eau ralentit temporairement dans la section du tuyau que l'on met en mouvement.

Si l'eau ralentit dans cette section, la pression diminue en aval et augmente en amont, toujours temporairement. Ces zones de basse et de haute pression se propagent dans le tuyau, en suivant l'écoulement de l'eau. Quand la zone de

monté le mien car il était bloqué; contrairement à mon habitude, j'ai réussi à le remonter et à le faire fonctionner.

C'est une belle mécanique. L'eau arrivant du tuyau passe d'abord dans une turbine (roue à aubes) avant de se rendre dans le bras oscillant. La turbine actionne une série de vis sans fin et de roues dentées formant engrenage. La dernière roue dentée fait tourner une tige qui contrôle le mouvement de l'arbre oscillant.

Plusieurs arroseurs rotatifs sont encore plus simples. L'eau entre dans l'arroseur et monte



basse pression arrive à l'extrémité, l'eau coule moins fort. Évidemment, quand on décélère la section du tuyau pour l'immobiliser, tout est inversé et une zone de pression élevée projette l'eau plus loin, encore temporairement.

Il existe différents types d'arroseurs automatiques : oscillants, rotatifs, canons, etc. L'arroseur oscillant classique comporte un tuyau métallique horizontal percé de trous qui va et vient lentement. Comment ça marche ? J'ai dé-

vers la tête rotative, dont elle sort par des tuyaux courbés. La portion courbe des tuyaux exerce une force sur l'eau pour infléchir sa trajectoire; en réaction, l'eau pousse sur les tuyaux et fait tourner la tête rotative, ce qui permet un arrosage circulaire.

Finalement, si l'arroseur ne convient pas lui non plus, il reste la pluie ou le fusil à eau. C'est cette dernière solution que préfèrent mes enfants, mais ils n'arrosent pas que le jardin... ●

Dans le prochain numéro

L'aventure, c'est l'aventure



Parler aux extraterrestres, vivre avec les ours, découvrir la vie des cannibales... La science prend parfois l'allure d'une aventure. Sinon, c'est l'aventure qui cache une bonne dose de science. Les explorateurs d'aujourd'hui en savent quelque chose. Nous avons recueilli leur témoignage. Indiana Jones peut aller se rhabiller.

Un dossier de Philippe Chartier, Louise Desautels, Catherine Dubé, Marie Pier Elie, Normand Grondin et Vincent Sicotte.

Le bon usage du soleil

On le sait : un bain de rayons UV n'est pas sans risque, et il y a même des écrans solaires à proscrire. Voici votre premier vrai guide d'utilisation du soleil.

par Catherine Dubé



Le rendez-vous de l'Acfas 1999

Chaque année, le congrès de la vénérable Association canadienne-française pour l'avancement des sciences constitue une occasion unique d'échanges entre chercheurs. Et, comme chaque année, *Québec Science* y a dépêché une équipe de journalistes. Ils nous rapportent les nouvelles les plus percutantes sur le front de la recherche.

100 ans de science : 1960-1969



La conquête de l'espace

Un monde jusque-là inaccessible sera conquis avec éclat. Puis, le 20 juillet 1969, c'est l'apothéose : on marche sur la Lune.

par Vincent Sicotte

Cœur de rechange

Les médecins tentent de greffer un nouveau cœur à un patient. Le témoignage du docteur Grondin qui a effectué cette première opération à Montréal.

par Emmanuelle Bergeron

Bizarre, bizarre...

La convergence technologique conduit parfois à quelques extravagances.

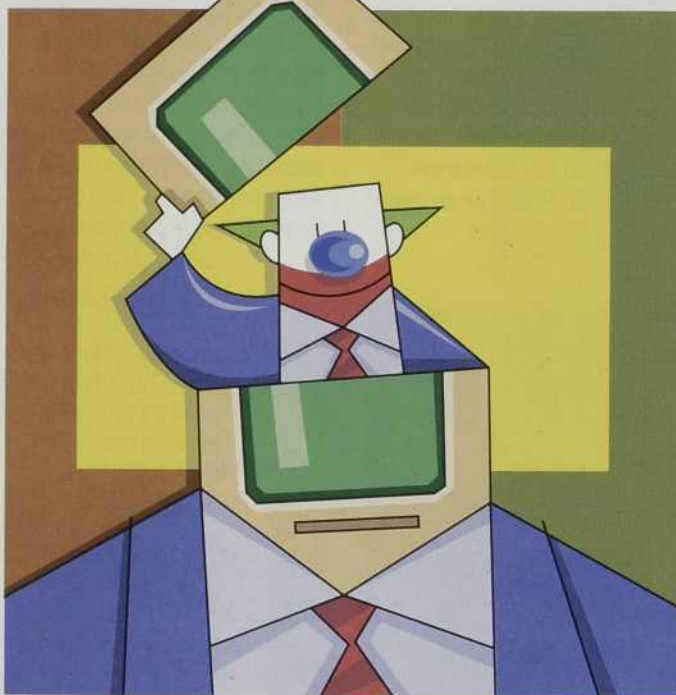
Futilité ou avant-gardisme ?

Rien ne semble à l'épreuve d'Internet. Des caméras aux téléphones Internet, en passant par les stations de radio et de télé qui diffusent maintenant sur le Web, Internet s'approprie tranquillement tout ce qui est à sa portée. Dans les cercles branchés, on appelle ce phénomène « convergence technologique ».

Dans la lancée, des réalisations pour le moins curieuses apparaissent. **PoliceScanner.com** (1), par exemple, donne un accès direct aux échanges radio des forces policières de New York, de Los Angeles et de Dallas. Un grand pas dans la diffusion de l'information ou, plus vraisemblablement, un coup de marketing ?

Si on peut s'interroger sur l'utilité de certaines initiatives, d'autres réussissent malgré tout à susciter notre étonnement — sinon à nous faire sourire — devant le savoir-faire technologique déployé par leurs auteurs. Ainsi, il y a quelques années, un informaticien désœuvré — de son propre aveu — avait « mis en ligne »... sa voiture. Les internautes pouvaient ainsi consulter en tout temps l'odomètre de sa Chevrolet Cavalier 1986. (Mais rien n'est parfait en ce bas monde : aucune option ne permettait aux visiteurs de conduire eux-mêmes le véhicule.) Cette expérience insolite de convergence Web-automobile semble toutefois terminée. Dommage.

Heureusement, des esprits valeureux ne cessent de repousser les limites de la technologie... et parfois du bon goût. Au prestigieux MIT, des



Rémy Simard

petits rigolos ont branché sur Internet les laveuses et sècheuses de leur dortoir (2). D'un clic de souris, on peut savoir si l'une des machines est libre. Évidemment, à l'exception des pensionnaires de l'immeuble, les adeptes de ce site risquent d'être peu nombreux. Mais il faut tout de même souligner l'audace et l'ingéniosité technique de ce projet.

La palme de la convergence tous azimuts revient indéniablement à Alex van Es, un informaticien hollandais d'Appeldorn. En plus des

huit caméras Internet installées aux quatre coins de son domicile, ce dernier a mis en place une batterie d'ordinateurs qui mesurent, enregistrent et analysent les moindres faits et gestes de sa vie quotidienne.

Chaque coup de sonnette à l'entrée est enregistré et présenté sur son site — baptisé **Icepick** (3) —, avec la photo du visiteur qui fait le pied de grue devant la porte. En plus d'afficher diverses statistiques, comme le plus grand nombre de sonneries dans une journée,

le site comprend un graphique qui montre leur distribution selon l'heure de la journée.

Les habitudes alimentaires de Blackie, le chat de la maison, sont également minutieusement recensées et décortiquées, tout comme celles de son maître : chaque ouverture de la porte du réfrigérateur est enregistrée et photographiée. La poubelle est aussi sous étroite surveillance : un ordinateur prend note des codes à barres de tous les emballages jetés.

Répondant au défi lancé par ses admirateurs, Alex van Es a même branché ses toilettes sur le Web. La connexion aurait posé quelques problèmes, raconte l'inventeur, les toilettes n'étant pas tout à fait compatibles avec le Web. Un tableau présente donc les 20 dernières fois où il a tiré la chasse d'eau et d'autres statistiques sur ses activités digestives. « De cette manière, dit-il, vous pouvez établir un lien direct entre ce qu'il y a dans mon frigo, ce que j'ai jeté à la poubelle (c'est-à-dire ce que j'ai mangé) et ce qui en est ressorti. » Vous avez dit Big Brother ?

Si ce genre de machinations numériques vous intéresse, le répertoire Yahoo a recensé toute une panoplie de bidules (du lecteur de disques compacts au train électrique) reliés à Internet (4). Et avec la venue de la technologie Jini (voir la chronique Internet de novembre 1998), ces initiatives aux frontières de l'étrange et de la futilité risquent d'être encore plus fréquentes... Mais, qui sait, peut-être en surgira-t-il une (autre) révolution technologique ? ●

CyberRessources

- (1) **PoliceScanner.com** : www.PoliceScanner.com
- (2) **Random Hall Laundry** : spleen.mit.edu/LAUNDRY/index.html
- (3) **Icepick** : www.icepick.com/
- (4) **Yahoo - Interesting Devices Connected to the Net** : dir.yahoo.com/Computers_and_Internet/Internet/Interesting_Devices_Connected_to_the_Net/

Prométhée s'ennuie

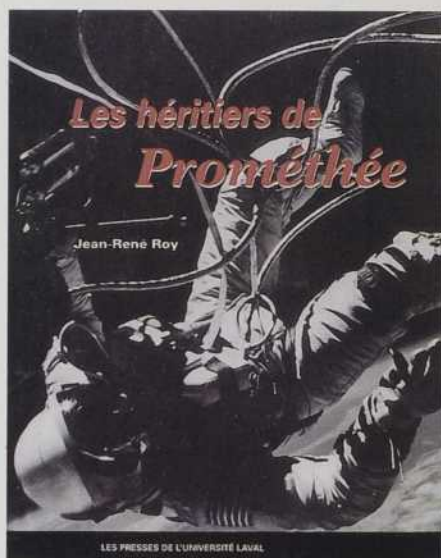
Un survol un peu rapide des grandes contributions de la science à l'évolution de notre société.

par Roger Tétreault

Au début des années 80, Jean-René Roy, astrophysicien et professeur au département de physique de l'Université Laval à Québec, nous avait offert l'un des meilleurs ouvrages historiques en français sur l'astronomie : *L'astronomie et son histoire* (PUQ, 1982). Le livre présentait magistralement le contenu et le développement de cette science. Un travail impeccable de vulgarisation. *Les héritiers de Prométhée* qu'il vient de signer ne soulève pas le même enthousiasme.

Le propos du livre est ambitieux : exposer la nature de la démarche scientifique, en esquisser les effets sur la société et en évaluer le rôle dans le développement de la civilisation et de la culture. Tout un programme ! Jean-René Roy place son ouvrage sous le patronage du mythe de Prométhée, ce héros de la Grèce antique puni par les dieux pour avoir apporté la connaissance aux hommes. Il y aurait beaucoup à dire sur les mythes et l'utilisation souvent pernicieuse que nous en faisons. Ce n'est pas la place ici. Mais une première remarque s'impose : l'association d'une certaine culpabilité à la connaissance est une névrose exclusive à la tradition religieuse judéo-chrétienne (donc, occidentale). Elle n'a rien d'universel, comme l'auteur semble le prétendre. Dans les mythes fondateurs de la plupart des grandes civilisations, chez les Mésopotamiens, les Égyptiens,

les Chinois, les Toltèques et les Mayas, pour ne citer que ceux-là, c'est tout le contraire que nous constatons. La connaissance est célébrée, et ceux qui symbolisent son avènement sont élevés au rang de grands ancêtres bienfaiteurs.



Le livre est jalonné de questions pertinentes et de préoccupations fort actuelles qu'il n'est jamais vain de rappeler. Mais, de la part d'un astrophysicien compétent qui aborde régulièrement les grands enjeux de la connaissance, la nourriture intellectuelle proposée est plutôt frugale. Parce qu'une « nourriture intellectuelle » substantielle va au-delà d'une simple énumération de résultats ponctuant une chronologie historique où tout contexte a été évacué. Si un lexique décrit une langue, il n'en est pas sa littérature.

Dès les premières pages du livre, nous sommes propulsés

à la vitesse d'un TGV dans une course à obstacles où s'accumulent, pêle-mêle, des dates historiques, des découvertes scientifiques, des applications techniques, des questions d'éthique du savoir et des bribes de philosophie des sciences.

Les ponts d'une idée à l'autre prennent souvent l'allure de sauts quantiques (je dirais d'« effets tunnel »). Par exemple, les esquisses des théories de la relativité et de la mécanique quantique sont trop sommaires et trop floues pour faciliter notre compréhension. Un choix plus restreint d'exemples, et élaborés plus judicieusement, aurait pu améliorer sensiblement le contenu du livre.

La culture scientifique de notre société est encore très mince, bien que l'idée contraire soit le plus souvent véhiculée. Le propos de l'auteur, qui oscille entre l'almanach des sciences et l'homélie sulpicienne, n'aide pas la cause. Le parcours nous laisse un arrière-goût de travail bâclé : utilisation de termes peu expliqués (« heuristique négative », p. 77), confusion méthodologique dans les exemples proposés (p. 62), télescopes verbeux qui escamotent l'essentiel en deux coups de cuillères à pot (p. 98), quand ce n'est pas tout simplement des platitudes morales (p. 160).

Un peu plus de rigueur dans la réflexion aurait permis d'éviter des clichés du type « l'astrophysique a ramené la dimension cosmique de l'humain au rang d'insignifiance » (p. 180). Le verdict est un peu hâtif : un glissement graduel, au fil du développement de nos connaissances, vers de nouveaux horizons de signification n'équivaut pas à un constant d'insignifiance. Sommes-nous si certains, déjà, de notre identité ?

La philosophie des sciences est un sujet marécageux parce que très exigeant. Si on veut transcender le propos de café en tout cas. On sait depuis longtemps déjà que la philosophie est fondamentalement l'expression de notre *perception* de la réalité extérieure et de ses rapports avec nous. Cette perception est intimement liée à notre façon de *l'exprimer* dans un langage choisi. Dans le champ de la connaissance scientifique, les relations entre tous ces termes sont particulièrement névralgiques. On ne peut réfléchir sur la science en évacuant son contenu épistémologique. Des dizaines d'ouvrages en anglais destinés au grand public ont su rendre accessibles et stimulantes des réflexions de haut niveau sur la science. Je ne vois pas pourquoi le public québécois ne pourrait bénéficier, dans sa langue, de lectures de même qualité. ●

Les héritiers de Prométhée, par Jean-René Roy. Presses de l'Université Laval, 1998, 202 p., 25 \$.

À signaler

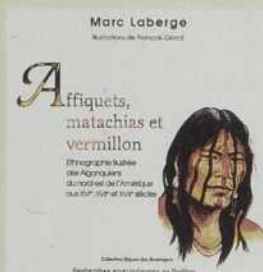
Pique-niques extraordinaires

Cuisiner dehors ? Un bonheur pour la nutritionniste Odile Dumais, qui a eu la bonne idée de regrouper de bons conseils et quelques recettes faciles à réaliser, que l'on soit dans les monts Torngat ou sur une banquise de l'Arctique. Mais *La gastronomie en plein air* est beaucoup plus qu'un simple livre de recettes. L'auteure nous initie au « bien-manger » pour pagayer, pédaler ou escalader en mettant à profit les connaissances en nutrition.

La gastronomie en plein air, par Odile Dumais. Éditions Québec Amérique, 1999, 234 p., 24,95 \$.



Au-delà des apparences



Les images d'Indiens à plumes font souvent office de clichés. Mais comment étaient-ils donc vraiment vêtus, tatoués, maquillés et coiffés, ces premiers Américains ? Un grand ménage des idées reçues sur les « Indiens » s'imposait. D'autant plus que l'on peut présumer que chaque nation amérindienne

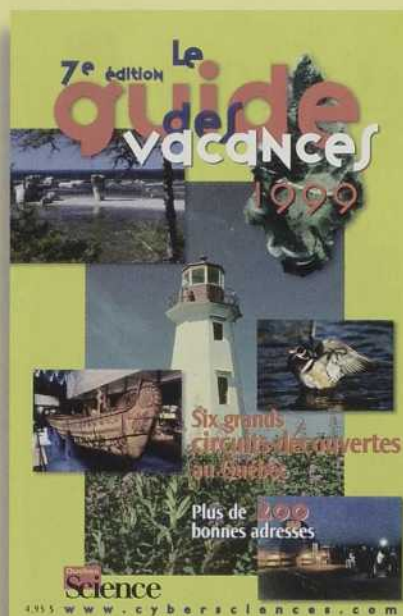
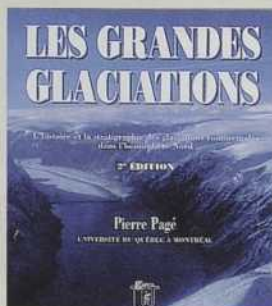
avait sa propre culture d'apparat. L'anthropologue Marc Laberge et l'illustrateur François Girard se sont attelés à cette tâche pour le peuple algonquien dans *Affichets, matachias et vermillon*. Par la même occasion, ils réécrivent un peu l'histoire du Canada et du Québec. Chose certaine, les films rappelant l'époque de la Nouvelle-France ne pourront plus user de clichés sur les Algonquiens.

Affichets, matachias et vermillon, par Marc Laberge (illustrations de François Girard). Éditions Recherches amérindiennes au Québec, 1999, 228 p., 25 \$.

L'empire du gel

Le paysage québécois a été en grande partie sculpté par les glaces. Les Laurentides, la Côte-Nord, la Gaspésie porteront encore longtemps la marque de ces hivers qui ont duré des milliers d'années. Le livre *Les grandes glaciations* est consacré à ces périodes pendant lesquelles le Québec était tout à fait inhospitalier. Le sujet est fascinant, mais le propos, écrit par un professeur au département des sciences de la Terre de l'Université du Québec à Montréal, est plutôt du genre savant. Les géologues, archéologues, géographes ou ceux et celles qui entendent le devenir y trouveront néanmoins leur compte. Une référence.

Les grandes glaciations, par Pierre Pagé. Éditions Guérin, 1999, 492 p., 55,50 \$.



6 grands circuits thématiques
200 destinations triées sur le volet
104 pages d'informations sur la programmation, les heures d'ouverture, les tarifs
des cartes, des photos, un index complet des sites, etc.
4,95 \$ plus taxes en kiosque

Le dernier-né des populaires guides de Québec Science



Il est sorti ! Internet • Le guide 1999

Le guide pratique n°1 • 4^e édition

Tout savoir pour être bien branché,
naviguer et profiter d'Internet

Les dernières nouveautés, les accès à haute
vitesse, Linux et les logiciels libres,
le multimédia, la téléphonie par Internet

En vente en kiosque et en librairie (4,95 \$ PLUS TAXES)



Réchauffez votre poulet à distance.

(m)affaires^{MC}

De nos jours, pour être compétitives, les fermes sont automatisées. Température, humidité, débit de l'eau, tout est contrôlé électroniquement. Mais si le chauffage vient à flancher pendant que l'aviculteur est en ville? Pas de problème: un message l'avisant de l'anomalie apparaîtra aussitôt à l'écran de son téléphone numérique. Un coup de fil au voisin et hop! la volaille est sauvée. Garder le contrôle où que vous soyez: voilà l'avantage que vous procure la *(m)obilité* en affaires. Dès aujourd'hui, Bell Mobilité met son réseau numérique au service des gens d'affaires (et des poulets) du 21^e siècle.

1 888 4MOBILE www.bellmobilite.ca


Bell Mobilité^{MD}
Communiquez comme personne

100 ans de SCIENCE



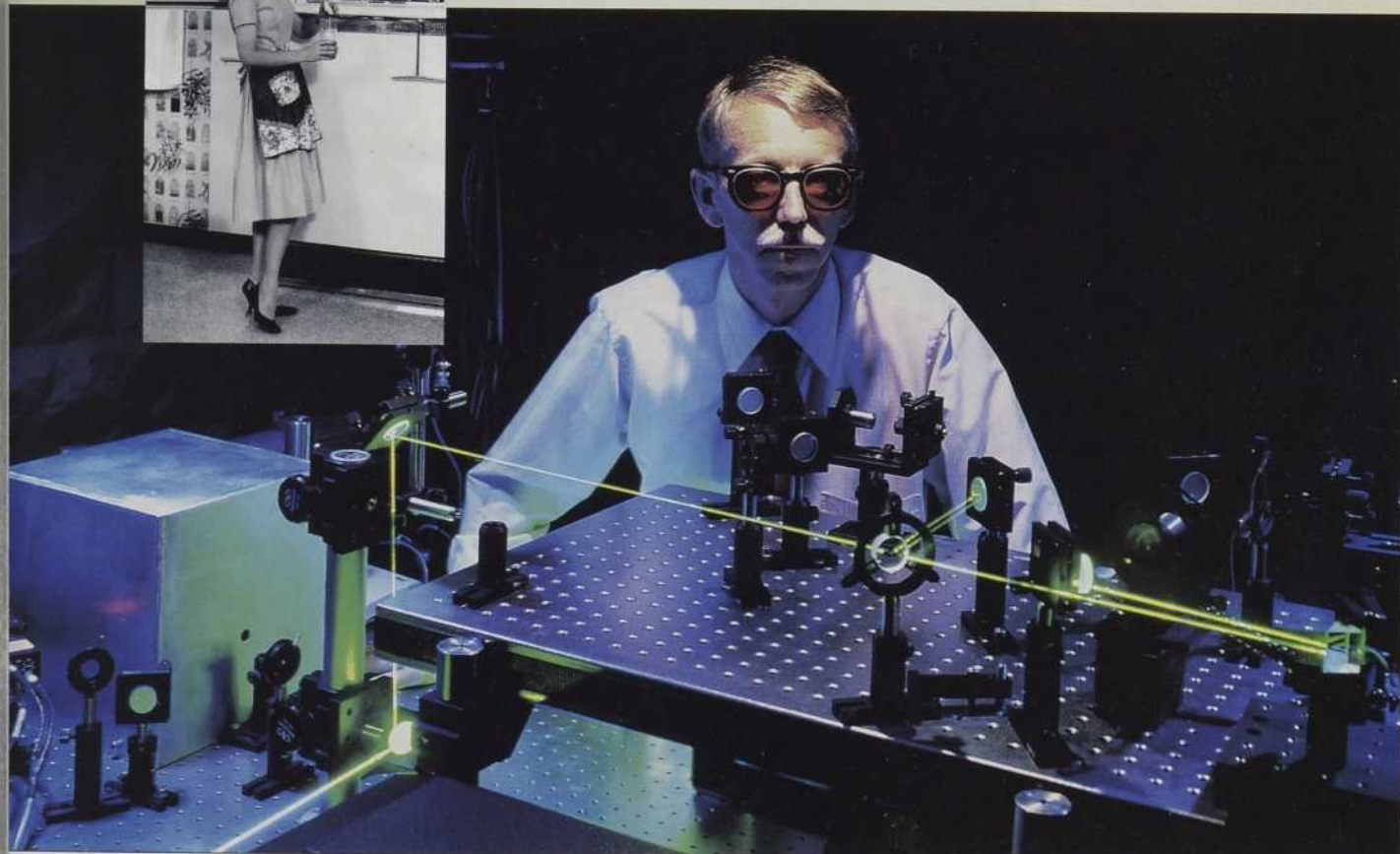
1950-1959

Les temps modernes



Quel souvenir garde-t-on des années 50 ? Principalement celui de la popularité de la télé et d'Elvis Presley, deux « idoles » qui ont largement contribué à façonner la société d'aujourd'hui. Réalisées sur fond de guerre froide et de *baby-boom*, les principales découvertes scientifiques de cette décennie sont tout

aussi déterminantes. Le laser, la fibre optique et le premier câble sous-marin transatlantique préparent le boum des télécommunications; les développements de la radioastronomie et le lancement du *Spoutnik* annoncent la conquête spatiale; le dévoilement de la structure de l'ADN inaugure l'ère des manipulations génétiques. Sans oublier, bien sûr, la découverte du stress... Et si on ajoute à cela la pilule, la carte de crédit et le TV Dinner, on avait déjà, dans les années 50, l'essentiel de notre société moderne.



La vie, mode d'emploi

Dans la seconde partie du siècle, la biologie devient la discipline reine grâce à James Watson et à Francis Crick, qui élucident la structure de l'ADN. En avril 1953, devant un parterre de scientifiques, Watson en était presque sans voix : « Elle est belle, voyez-vous, elle est tellement belle ! » Ce mystère fondamental déchiffré, la biologie moléculaire pouvait décoller...

par Jean-Pierre Rogel

Le samedi 7 mars 1953, il y avait de l'ambiance au pub Eagle, près du campus de l'université de Cambridge, en Angleterre. Profitant d'un moment de calme relatif, Francis Crick se redresse fièrement, demande la parole et déclare à la ronde en levant son verre de bière : « À votre santé et à la nôtre ! Jim et moi venons de découvrir le secret de la vie ! »

Le secret de la vie ? Crick exagérait peut-être, mais si peu... Ce matin-là, lui et Jim Watson (qui racontera plus tard cette anecdote) avaient mis la dernière main à une maquette représentant la structure d'une molécule très singulière, celle de l'acide désoxyribonucléique, ou ADN. La maquette était plus haute qu'un homme. Faite de bouts de fil de fer et de laiton disposés autour d'une tige verticale, elle ressemblait à une sorte d'escalier en colimaçon, aérien et compliqué. C'est Watson-le-maladroit qui l'avait montée, sous l'œil ironique de Crick. Achevée, elle avait l'air d'un caprice de bricoleur...

Néanmoins, pour un spécialiste, cette double hélice fournissait la réponse à deux questions fondamentales qui



James Watson (à gauche) et Francis Crick : « Nous venons de découvrir le secret de la vie. »

A. Barrington Brown/SPR/Publishphoto

obnubilait les chercheurs depuis plusieurs décennies : comment la vie se transmet-elle au niveau le plus fondamental, celui des molécules du vivant ? Comment les gènes sont-ils transmis, de génération en génération ? En proposant cette structure pour l'ADN, l'Américain Watson et le Britannique Crick venaient de percer ces deux mystères et de mériter au passage le prix Nobel de médecine, qui leur sera attribué en 1962 (de concert avec Maurice Wilkins). Dans les jours suivant ce 7 mars 1953, les quelques chercheurs qui défilèrent dans leur petit laboratoire à Cambridge en furent convaincus : ce modèle était meilleur que tous ceux qui l'avaient précédé ; c'était la bonne solution, elle tenait la rampe.

À la fin de mars, la sœur de Watson dactylographia un court manuscrit de 900 mots, qu'elle apporta elle-même à la revue *Nature*. Publié dans l'édition du 25 avril, l'article commençait sobrement : « Nous désirons proposer une structure pour le sel de l'acide désoxyribonucléique (ADN). Cette structure possède des caractères nouveaux d'un intérêt biologique considérable. » La formulation est plutôt modeste pour deux jeunes chercheurs — Crick a 36 ans, Watson, 25 — qui viennent d'effectuer la découverte la plus sensationnelle du siècle en biologie. Mais, après tout, il est peut-être préférable d'être modeste dans son milieu professionnel, quitte à se vanter dans un bar, verre à la main !

Les historiens ont coutume de décrire cette découverte comme un tournant dans l'évolution des sciences de la vie, notamment en génétique. Le XX^e siècle coïncide justement avec la naissance de la génétique : en 1900, on redécouvre les travaux du moine Gregor Mendel.

L'ADN, tel que vu par les microscopes à effet tunnel.



Lawrence Livermore Laboratory/SPI/Publishphoto

Le botaniste autrichien a laissé des lois générales qui rendent compte de la transmission des caractères héréditaires. Sa découverte la plus essentielle est que chaque caractère observé (la couleur d'un pois, par exemple) est gouverné par deux facteurs reçus, l'un du père, l'autre de la mère. Mais Mendel ne sait pas ce que sont ces facteurs, ni de quoi ils sont faits. En 1911, le Danois Wilhelm Johannsen baptise « gènes » les portions de chromosomes qui, dans chacune de nos milliards de cellules, portent les caractères génétiques. En 1944, un médecin d'origine canadienne, Oswald Avery, établit que les gènes sont faits d'un acide dit désoxyribonucléique. *Désoxyribo*, parce que cet acide contient un sucre ribose auquel il manque un atome d'hydrogène, et *nucléique*, parce qu'il se trouve dans le noyau de la cellule.

La scène étant ainsi posée, les historiens présentent en général James Watson et Francis Crick comme le

brillant duo qui « découvre la structure de l'ADN et déchiffre le code génétique ». Outre que la dernière partie de la phrase est une exagération (le code génétique sera déchiffré un peu plus tard, en partie par Crick et en partie par Marshall Nirenberg), cette façon de présenter les choses éclipse un phénomène unique à ce



SPI/Publishphoto

C'est un médecin d'origine canadienne, Oswald Avery, qui a établi que les gènes sont faits d'un acide désoxyribonucléique ou ADN.

siècle : une formidable convergence de la physique et de la chimie avec la biologie.

Ce n'est sans doute pas un hasard si Crick était physicien de formation et si Watson s'intéressait à des questions plutôt en marge des grands courants de la biologie. Après avoir passé sa maîtrise à 19 ans, le jeune prodige américain s'était intéressé aux phages, des virus qui infectent les bactéries. Intrigué par les acides nucléiques de ces virus, il avait décidé d'explorer un peu plus leur biochimie, science dans laquelle il professait être plutôt ignorant. Son stage postdoctoral à Copenhague en biochimie fut, précise-t-il avec sa franchise habituelle, « un flop total » sur les plans personnel et professionnel, mais il lui laissa du temps pour courir les congrès scientifiques.

James Watson raconte aussi avec quel émerveillement il a découvert, sous le chaud soleil de Naples (il a 23 ans, et les femmes sont belles...), les progrès récents de la cristallographie aux rayons X. Cette technique, initialement mise au point par les physiciens pour le monde inanimé, commençait à servir pour l'exploration des protéines. Pour le jeune

Watson, c'est une révélation. Si on arrivait à cristalliser les gènes, se dit-il, on accéderait au niveau le plus fondamental de la cellule, celui des atomes.

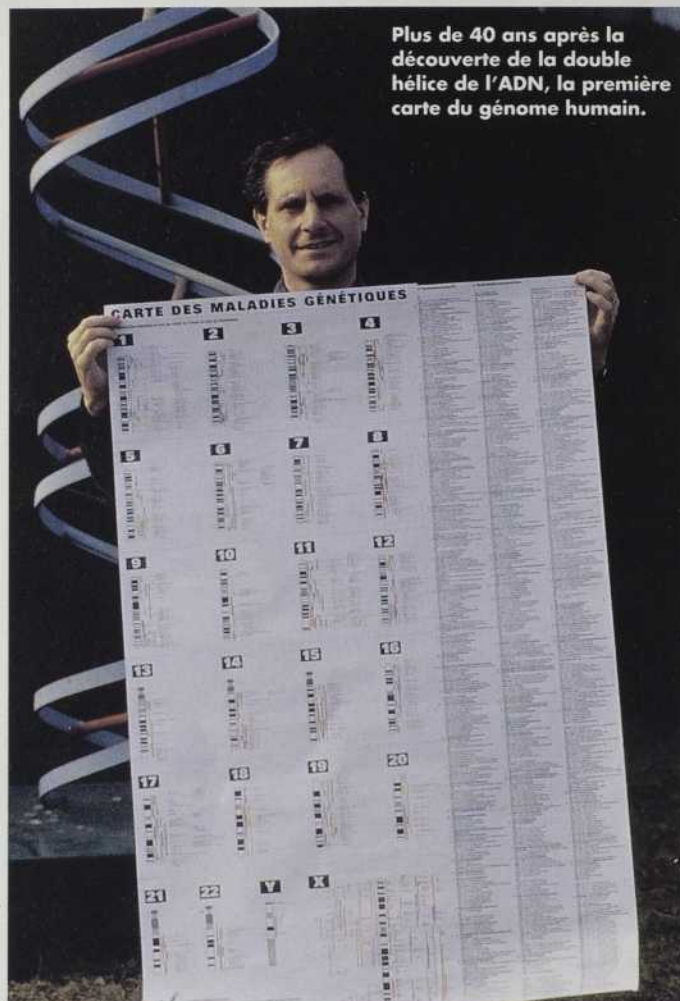
Francis Crick, lui, avait fait le chemin inverse. En tant que physicien expérimenté, il connaissait bien la cristallographie, mais il n'était pas familier avec ses applications dans le domaine des protéines. Il s'intéressait, disait-il dans sa demande de fonds de recherche, « aux distinctions entre le vivant et le non-vivant au

niveau atomique », ce qui en faisait un physicien hors de l'ordinaire. Il avait été fasciné par la lecture de *Qu'est-ce que la vie ?* d'Erwin Schrödinger, un des fondateurs de la mécanique quantique.

Avec ces parcours opposés mais remarquablement convergents, les deux hommes étaient faits pour s'entendre. À Cambridge, dès leur première rencontre, ils tombent d'accord : la clé de l'hérédité au niveau moléculaire est accessible par des techniques physico-chimiques raffinées, et c'est l'ADN qui va la livrer. Sur ce dernier point, leurs idées sont à contre-courant de celles de la majorité des biologistes de l'époque, qui pensent que le secret de l'hérédité se cache dans les protéines et non dans les acides du noyau. Mais, pour Watson et Crick, la question est réglée depuis les travaux d'Oswald Avery à New York, et la suite démontrera qu'ils avaient raison.

C'est sur ces prémisses qu'ils se lancent dans une chasse qui va durer deux ans. Outre la composition chimique de l'ADN (sucre, phosphate, bases azotées), les indices dont ils disposent viennent essentiellement de clichés de diffraction aux rayons X d'ADN, clichés dus principalement à Maurice Wilkins et à Rosalind Franklin, du King's College de Londres. En élaborant successivement plusieurs modèles moléculaires, Watson et Crick finiront par trouver une structure qui satisfait à toutes les données physiques et biochimiques. Le parcours est toutefois semé d'embûches et de déceptions.

En novembre 1951, Watson assiste à une conférence éclairante de Rosalind Franklin, à Londres. Il en revient très excité et convainc Crick que la solution est à la portée de la main. Les deux hommes s'enferment pour résoudre de nou-



Plus de 40 ans après la découverte de la double hélice de l'ADN, la première carte du génome humain.

Christian Viojeard/Gamma/PondPresse

Les 6 mots clés de la biologie moléculaire

ADN (acide désoxyribonucléique) : molécule servant de support à l'hérédité, constituée de l'enchaînement de nucléotides et capable d'auto-réplication. Chaque nucléotide est formé d'un sucre, d'un groupement phosphate et d'une des quatre bases, représentées par les lettres A, C, G et T.

Code génétique : manière universelle dont les êtres vivants emmagasinent l'information génétique; correspondance entre des triplets de bases de l'ADN et les acides aminés.

Gène : unité fondamentale de l'hérédité. Séquence d'ADN, localisée sur un chromosome, qui commande (sauf rares exceptions) la production d'une protéine particulière.

Génie génétique : ensemble de techniques qui permettent de modifier l'information héréditaire d'une cellule vivante afin de lui faire accomplir des fonctions différentes; le génie génétique conduit à une « reprogrammation » cellulaire.

Génome : patrimoine génétique ou ensemble des instructions génétiques d'un organisme donné portées par les gènes. Initialement estimé à 100 000 gènes, le génome humain compterait plutôt, selon un récent estimé, autour de 70 000 gènes. Ce n'est pas énorme; celui du triton, par exemple, est 15 fois plus gros !

Protéine : molécule tridimensionnelle dont la synthèse est commandée par un gène. Cheville ouvrière de l'organisme, elle est formée de chaînes d'acides aminés et repliée sur elle-même en une forme caractéristique. Ses fonctions sont très variées.

velles équations physico-chimiques et croient toucher au but. La modélisation est intéressante, car elle permet de traduire la disposition des atomes en trois dimensions, tout en concrétisant l'architecture de l'ensemble.

Avec des matériaux bricolés, Watson se lance donc dans une première maquette, mais le résultat n'est pas convaincant. Ce modèle, une triple hélice, ne respecte pas les liens hydrogènes connus et n'explique pas comment la molécule pourrait se reproduire. Bref, ça ne marche pas... En fait, Watson a commis plusieurs erreurs, les plus importantes étant dues au fait qu'il n'a pas pris de notes lors de la conférence de Rosalind Franklin et qu'il a mal compris ce qu'elle a dit.

Les tentatives suivantes, quelques semaines plus tard, ne sont pas plus fructueuses. Cette fois, le patron du laboratoire intervient et leur intime de se consacrer à autre chose. De mauvais gré, les deux trouble-fête font mine de ranger leur matériel, mais ils ne cessent de discuter de la fameuse structure : quelles forces relient les groupes phosphates au reste ? Combien d'hélices y a-t-il ? Comment les bases sont-elles disposées ? Il y a plusieurs modèles possibles, et une course est entamée dans le monde.

À l'automne 1952, les deux complices obtiennent la permission de reprendre leurs travaux. Les indices sont désormais plus nombreux, et ils élaborent une autre structure, toujours sans succès. Puis, fin février 1953, c'est la percée. Cette fois, le modèle reflète toutes les données expérimentales, il explique bien l'auto-réplication de la molécule, tout est là ! La structure consiste en deux brins enroulés, constitués d'un squelette de sucres et de phosphates, auquel sont attachées, vers l'intérieur, les quatre bases azotées (A pour adénine, T pour

thymine, C pour cytosine et G pour guanine). Le tout a une allure d'escalier en spirale ou, si l'on veut, de double hélice, les bases étant les barreaux de l'escalier.

Ce qui est remarquable, c'est que le modèle suggère immédiatement un mécanisme de réplication des gènes lors de la division cellulaire. En effet, les deux brins d'ADN de l'hélice peuvent se séparer comme ceux d'une corde, puis se réunir en appariant les bases complémentaires (les barreaux de l'échelle) : A toujours opposé à T et C toujours opposé à G. Lorsque les deux brins se séparent, les deux moitiés portent chacune la totalité de l'information nécessaire à la fabrication d'un brin complémentaire, qui peut ainsi reconstituer une copie de la molécule originale. De toute beauté !

Avec ce modèle, les gènes ne sont plus une supposition nécessaire. En résumé, on sait désormais où ils sont, de quoi ils sont faits, comment ils se transmettent de cellule en cellule, et de génération en génération. On retrouve aussi, en filigrane, la notion de code génétique, c'est-à-dire la manière universelle dont l'information génétique est stockée : groupées trois par trois (en « codons »), les bases donnent naissance à 20 types d'acides aminés, qui sont la matière de base de toutes les protéines. Il faudra encore attendre quelques années pour déchiffrer ce code, mais l'impulsion est là.

fabrication des protéines et comment il s'exprime... Là, il est surtout question d'ARN de transfert, de transcription et de régulation des gènes.

Puis, au cours des années 70, c'est l'avènement du génie génétique : les biologistes commencent à agir directement sur l'ADN. Ils mettent au

reprogrammer la vie devient une réalité. Il va même devenir le fondement d'une industrie, les biotechnologies modernes. Moins de 10 ans plus tard, la multinationale Eli Lilly met en vente de l'insuline humaine provenant de bactéries recombinées, auxquelles on a greffé le gène qui

Bien entendu, le Projet génome humain en est l'élément vedette, tandis que le déchiffrement de génomes de plantes et de petits animaux modèles en constitue la face cachée. Lancé en 1986 aux États-Unis, le Projet génome humain vise à identifier, les uns après les autres, tous les gènes de l'humain, initialement estimés à 100 000, mais dont le nombre total serait plutôt, selon une estimation récente, d'environ 70 000.

Sur le plan fondamental, cette plongée dans le génome nous permet de repérer les macromolécules qui contrôlent les processus de la vie. Elle nous donne aussi l'occasion de réviser la place de l'humain dans le concert de l'évolution. Mais ce sont surtout les enjeux médicaux qui nous fascinent. En connaissant les gènes et l'enchaînement complet de leurs bases, on a aussi accès à leurs « fautes de frappe », les mutations qui causent les grandes maladies. À terme, on espère donc comprendre — et mieux traiter — non seulement les maladies génétiques classiques, mais aussi les cancers, les maladies cardio-vasculaires et les affections neuro-dégénératives.

En 1998, les Américains appuyaient sur l'accélérateur et préoyaient terminer le déchiffrement complet du génome en 2003, alors que la fin était prévue pour 2005. Pour de nombreux spécialistes, il n'y a toutefois pas lieu de triompher, car il restera un énorme travail de compréhension de la fonction précise de ces gènes *in vivo*. Quant aux prétentions de la génétique à tout expliquer, il faut aussi s'en méfier : nous sommes manifestement plus que la somme de nos gènes. N'empêche qu'en tout juste 50 ans, de 1953 à 2003, nous aurons vécu l'incroyable décollage d'une science dont le nom n'existait même pas au siècle dernier. ●

L'ADN : une icône de la science ?



J. C. Révy/CNR/Publishphoto

point un ensemble d'outils permettant de bricoler la molécule d'ADN dans le but d'isoler des gènes, de les reproduire à volonté et, éventuellement, de les insérer dans le génome d'autres espèces.

En 1973, pour la première fois, l'homme modifie le patrimoine génétique d'un organisme en insérant un gène de crapaud dans une bactérie. Le rêve secret des biologistes de

commande la fabrication de l'insuline chez l'humain. Le génie génétique donne naissance à une nouvelle génération de médicaments et de vaccins. L'industrie agroalimentaire s'y intéresse aussi pour créer, par exemple, des plantes contenant des gènes de résistance au froid ou aux maladies.

La troisième étape est celle du déchiffrement des génomes.

En 1953, on a donc fait un bond de géant. C'est sur cette base scientifique que va se développer la biologie moléculaire. En simplifiant, on peut distinguer trois étapes. Au cours des années 60, les chercheurs établissent la *grammaire* des gènes dans la cellule, c'est-à-dire la façon dont le message génétique est lu par la cellule, comment il sert de matrice pour la

Le canal lumière

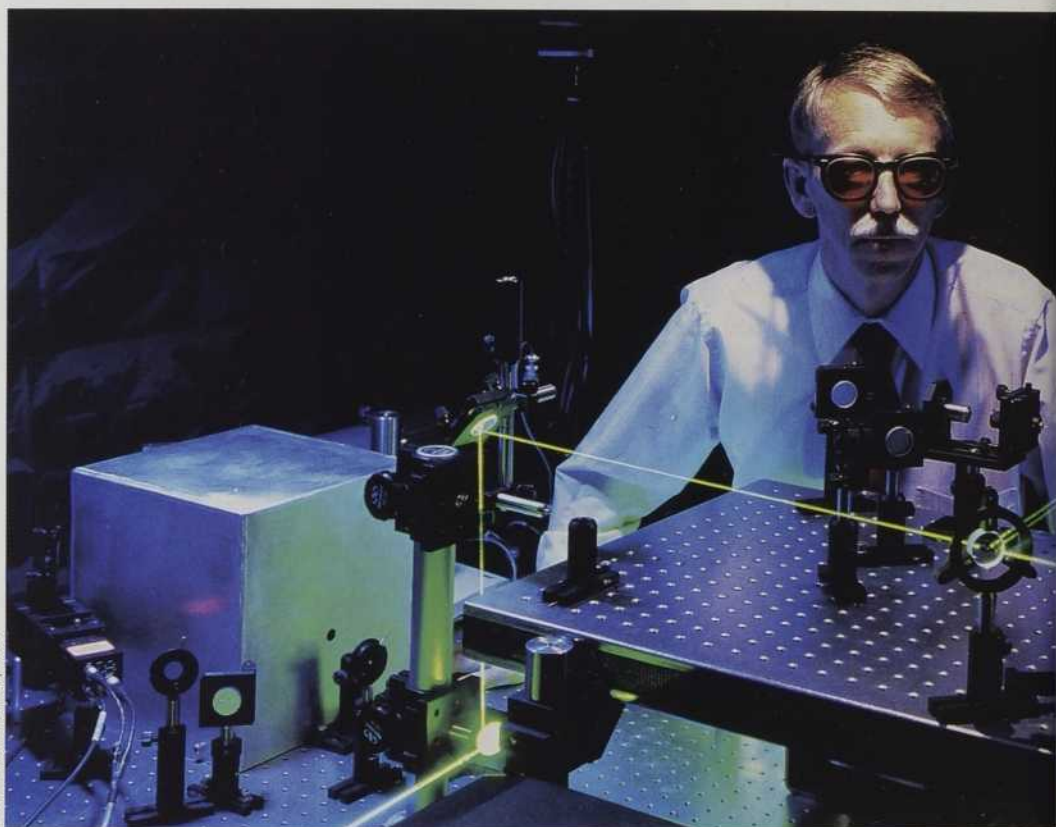
Conçu à la fin des années 50, le laser aurait pu être inventé beaucoup plus tôt. Einstein en avait d'ailleurs décrit le principe dès 1917.

par Jean-Marc Fleury

Le laser est un authentique rejeton de la science moderne. Avant d'exister matériellement, il a d'abord été déduit des lois de la physique, contrairement au téléphone, à l'automobile et à l'avion que les Bell, Ford et Wright ont construits sans s'appuyer sur un échafaudage de principes scientifiques.

Dans son livre *Lasers* (Scientific American Library), le concepteur de lasers James Harbison avance que les scientifiques de la première moitié du siècle étaient tout simplement trop captivés par leurs constructions théoriques pour s'abaisser à manipuler les techniques contemporaines et à concrétiser l'idée qu'avait déjà eue Einstein.

Mais il ne faut pas se méprendre : Einstein n'a ni inventé le laser ni envisagé ses possibilités. Ses contemporains savaient qu'un électron chargé d'énergie a tendance à la perdre spontanément en émettant un photon, une particule de lumière. Par exemple, les électrons des atomes de tungstène dans le filament incandescent d'une ampoule électrique refroidissent en nous arrosant de photons. Einstein, lui, a été le premier à entrevoir la possibilité d'ordonner l'émission des photons. En 1917, il publiait un article décrivant l'émission stimulée de radiation, le phénomène physique dont le laser tire son nom : « Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation ».



David Parker/SPU/Photograph



Les Américains Charles Townes et Arthur Schawlow ont déposé un brevet qui les a consacrés, en 1958, inventeurs du laser.

Dans l'émission stimulée, l'électron chargé d'énergie émet son photon uniquement lorsqu'il est frappé par un autre photon. L'avantage : le photon émis par l'atome est un parfait clone du premier, de même couleur et voyageant dans la même direction. De plus, le champ électrique du nouveau photon oscille en phase et s'additionne à celui du premier. Le rayonnement stimulé est donc monochromatique, unidirectionnel et cohérent, qualités suffisantes pour créer un rayon d'une lumière hautement concentrée.

Les montages expérimentaux des années 20 et 30 donnaient des rendements insi-

1950

Prévisions météorologiques par ordinateur.

Flairer le vent pour prédire le temps qu'il fera ? Examiner la couleur des nuages au coucher du soleil ? Observer le comportement des vaches dans le pacage ? Démodé tout ça ! Un ordinateur



réussit à faire des prévisions météo pour une période 24 heures. Cependant, il lui a fallu 48 heures pour y arriver.

Carte de crédit. Payer avec du plastique ? Diner's Club ose proposer cette nouvelle formule de consommation... et d'endettement. Aujourd'hui, il y a plus de cartes de crédit que d'habitants aux États-Unis et au Canada.

1951

Réacteur nucléaire commercial. De l'électricité avec l'atome, une folle idée qui se réalise. Mais, l'année suivante, se produit aussi le premier accident dans une centrale nucléaire. Un mauvais fonctionnement des barres d'arrêt entraîne la destruction du cœur du réacteur de Chalk River, près d'Ottawa, et la dispersion d'un million de gallons d'eau radioactive.

1952

Sommeil paradoxal. Le moment où la mécanique du rêve s'enclenche. Cette période très agitée chez le dormeur est curieusement caractérisée par des mouvements oculaires très rapides.

Télé canadienne. La première émission radio-canadienne : une partie de baseball des Royals de Montréal. On estime à 800 le nombre de foyers qui avaient alors un téléviseur. Noir et blanc, bien sûr.



Contre la polio. Le docteur Jonas Salk met au point un vaccin antipoliomyélique qui sera administré à grande échelle à partir de 1954.

George devient Christine. Un homme se prête à la première opération transsexuelle. L'aphorisme de Simone de Beauvoir (« On ne naît pas femme, on le devient ») appliqué à la lettre.



1953

Double hélice de l'ADN. Francis Crick et James Watson décrivent la structure de l'ADN. Le modèle permettra d'expliquer comment se transmettent les traits génétiques.

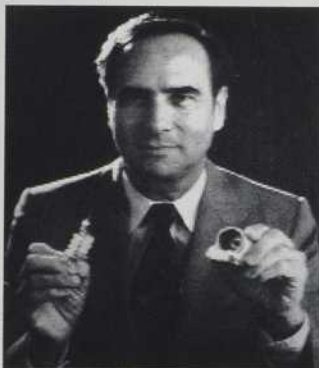
Conquête de l'Everest. Sir Edmund Percival Hillary et son sherpa Tensing Norgay marchent sur le « toit du monde » à 8 846 mètres d'altitude. Pas moins de 750 alpinistes ont suivi leur exemple jusqu'à maintenant. Toutefois, près de 150 ne sont jamais revenus de leur expédition.



gnifiants, et l'émission stimulée demeura une curiosité de laboratoire. Puis, pendant la Seconde Guerre, le succès du radar entraîna un rapide développement de la technologie des micro-ondes. Les radioastronomes en modifièrent quelques composantes pour capter les émissions radio des corps célestes. Comme celles-ci étaient à peine perceptibles, il



C'est le physicien Theodore Maiman (ci-dessous) qui aurait fait jaillir le premier des éclairs lasers à l'aide d'un bâton de rubis et d'une lampe flash (ci-dessus).



fallait les amplifier. En 1953, les Américains Charles Townes et Arthur Schawlow réussirent enfin à mettre à contribution l'émission stimulée d'Einstein en construisant le maser, acronyme de « Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation ». La lumière visible étant de même nature que les micro-ondes, on songea rapidement à construire un maser « optique ».

En 1956, Townes retrouva son beau-frère (Schawlow avait épousé la sœur de Townes) aux Bell Laboratories. Deux ans plus tard, ils déposaient une demande de brevet pour le laser et pu-

bliaient, en décembre 1958, l'article qui devait les consacrer inventeurs du laser. Ils y décrivaient les conditions nécessaires pour obtenir l'émission stimulée de rayonnement dans le visible et l'infrarouge. La course au laser devint frénétique : dans les seuls laboratoires de Bell, quatre équipes étaient en compétition !

Mais, le 16 mai 1960, c'est le physicien Theodore Maiman qui annonçait avoir fait jaillir les premiers éclairs lasers d'un bâton de rubis dopé au chrome, un projet qu'il avait mené à l'insu de son employeur, la Hughes Research, de Malibu, en Californie. D'abord surpris,

LES ANNÉES 1950-1959

1953

Méchant tabac. On observe chez des souris de laboratoire que le tabac peut causer le cancer. Mais il en faudra beaucoup plus pour convaincre les fumeurs.



Superamas de galaxies. Les galaxies ne sont pas isolées dans le cosmos, elles sont groupées. Certaines agglomérations contiennent même plu-

sieurs milliers de galaxies, remarquent deux astronomes. Ainsi, notre Voie lactée appartient au superamas de La Vierge.

1954

Pilule contraceptive. Le médecin américain Gregory Pincus conçoit un moyen de contraception qui bouleversera mœurs et ménages. Il lui faudra 18 mois d'essais cliniques avant d'annoncer la mise au point d'un comprimé, le noréthynodrel, qui inhibe l'ovulation.



À la ligne. Le biologiste québécois Vianney Legendre produit un inventaire taxinomique des poissons d'eau douce du Québec. Les pêcheurs de la Belle Province savent maintenant ce qu'il y a dans leurs lacs.

TV Dinner. L'apocalypse dans l'assiette, comme l'imagine probablement Bocuse.

Cellule photovoltaïque. Des ingénieurs de Bell Telephone trouvent une façon de transformer la lumière du Soleil en électricité. Après les centrales nucléaires, les centrales solaires ?

1955



Fibre optique. Elle sera d'abord employée en médecine pour réaliser des endoscopies. Il faudra attendre 1966 avant qu'un chercheur anglais ait l'idée de l'utiliser pour transmettre des signaux téléphoniques.

Le jeune naturaliste. Il deviendra *Le jeune scientifique* en 1962, puis *Québec Science* en 1969.

Neutrino. Les physiciens en parlaient depuis longtemps sans jamais l'avoir vu. Un chercheur observe enfin cette infime particule. Il faut rappeler que, chaque seconde, 65 milliards de neutrinos traversent chaque centimètre de notre corps.

1956

Langage informatique. Parlez-vous Fortran ? Breveté par IBM, ce langage permettra de programmer la première génération d'ordinateurs.

Câble téléphonique transatlantique. L'Amérique parle avec l'Europe. Le premier fil du village global.

Stress. Le médecin montréalais Hans Selye signe *The Stress of Life*. Une première description médicale du stress.



40 ans après le dépôt de son brevet, Charles Townes s'intéresse toujours à la recherche sur les lasers. Il travaille maintenant à la mise au point d'un laser qui serait le plus puissant du monde.

ses patrons devinrent rapidement enthousiastes. Ils engagèrent même un photographe pour immortaliser la découverte. Mais ce dernier jugea l'appareil trop petit. C'est pourquoi, aujourd'hui encore, la photo diffusée par la Hughes montre l'inventeur derrière une lampe flash spirale et un rubis certes impressionnants, mais qui ne sont pas les véritables éléments du premier laser.

Maiman n'était toutefois pas au bout de ses peines. Le rédacteur en chef de *Physical Review Letters*, qui en avait ras le bol des trop nombreux articles sur les masers, refusa de publier son article. Maiman se tourna vers la revue *Nature...* qui en publia une version de 300 mots. Cet article, qui parut le 6 août 1960, demeure l'un des plus courts textes scientifiques ayant marqué le siècle.

Theodore Maiman était un excellent expérimentateur, et son article était clair. Rapidement, les scientifiques du monde entier construisirent d'autres lasers à rubis. En quelques années, on fit laser de toutes sortes de matériaux, des cristaux dopés aux atomes de néodyme (lasers YAG in-

frarouges) aux lasers hélium-néon, en passant par les lasers accordables à colorants ou aux électrons libres dont on peut faire varier la couleur du rayonnement.

Townes et Schawlow furent ainsi privés du prestige associé à la construction du premier laser, mais la communauté scientifique les consacra tout de même inventeurs du laser. Cependant, s'ils héritèrent de la gloire — chacun a reçu un prix Nobel de physique, Townes pour l'invention du maser et du laser, Schawlow pour sa contribution à leur utilisation en recherche scientifique —, c'est Gordon Gould qui empocha l'argent de la découverte à la suite d'une guerre des brevets qui dura 30 ans.

En 1957, alors que Townes et Schawlow tentaient d'étendre les possibilités du maser au laser, Gordon Gould, un scientifique qui avait étudié à l'université Columbia de New York pendant que Townes y séjournait, jetait sur papier un projet de construction de laser au coût de 300 000 dollars que son employeur soumit au Pentagone. L'enthousiasme

des militaires fut tel qu'ils octroyèrent un million ! Mais, comble de malheur, on invoqua le fait que Gould avait déjà fait partie d'un groupe marxiste pour lui interdire de se joindre à l'équipe chargée de réaliser son propre projet ! Puis, on rejeta sa demande de brevet, car il l'avait déposée après celle de Townes et Schawlow.

Gordon Gould en appela de la décision. En 1977, 18 ans après avoir soumis sa demande, et alors que le brevet accordé à Townes et Schawlow arrivait à terme, une cour d'appel lui accorda un brevet pour le pompage optique des lasers, couvrant l'utilisation de lampes flash comme sources d'excitation

raison contre un fabricant de lasers. L'un après l'autre, y compris le constructeur canadien Lumonics, les manufacturiers de lasers se résignèrent et réglèrent hors cour. Jeff Hecht, dans la revue *Laser Focus*, a estimé à près d'une dizaine de millions de dollars les redevances annuelles remises à Gordon Gould et à ses associés dans les années 90. En comparaison, le brevet de Townes et Schawlow leur rapporta à peine 1 million de dollars pendant ses 17 années de validité.

À 40 ans, après avoir donné l'intelligence aux bombes, ouvert tout grand le débit des canaux d'information, débarrassé les belles de leurs lunettes et vaporisé leurs rides, le

Le laser québécois

C'est au physicien Jacques Beaulieu, du Centre de recherches pour la défense, à Valcartier, près de Québec, que l'on doit la plus importante contribution canadienne au monde du laser. Fascinées par son potentiel, les autorités militaires canadiennes lui confièrent, à la fin des années 60, le mandat de comprendre la technologie du laser et d'en développer des applications militaires.

Jacques Beaulieu et son équipe comprirent rapidement le fonctionnement du laser et, dès janvier 1970, Valcartier convoqua une conférence de presse pour présenter plusieurs prototypes d'un tout nouveau laser, qui suscita un énorme intérêt. C'était l'un des plus puissants jamais créés : il crachait des mégawatts au lieu de kilowatts.

Le laser québécois s'inspirait des lasers à gaz carbonique (CO₂), inventés en 1964. Comme eux, il produisait un faisceau continu, mais il émettait plutôt des impulsions dans l'infrarouge et approchait les 1 000 impulsions à la seconde. La différence : les atomes étaient excités par des décharges électriques transversales à l'axe longitudinal du laser plutôt que par des décharges traversant toute la longueur du laser.

Afin d'éviter les arcs électriques, il fallait diminuer la pression du gaz à l'intérieur. Les décharges transversales rendaient donc possible l'utilisation d'une enceinte à pression atmosphérique, ce qui signifiait plus d'atomes, plus de photons et plus de puissance. De plus, une cavité laser à pression atmosphérique était beaucoup plus simple à construire : l'un des premiers prototypes était même en contreplaqué. On le baptisa laser CO₂ TEA pour laser au gaz carbonique « transverse excitation et pression atmosphérique ».

Le gouvernement accorda les brevets de fabrication du TEA

à deux sociétés canadiennes : Gentec, à Québec, et Lumonics, à Ottawa. Aujourd'hui, Lumonics est le plus important fabricant mondial de lasers industriels servant au marquage, au soudage et au découpage. « L'invention de Jacques Beaulieu, souligne Brian Norris, directeur du département Génie et nouveaux produits, a permis à Lumonics de grandir, de mettre en marché son premier laser commercial, de générer des profits et ensuite d'acquérir d'autres technologies. »

Lumonics commença à vendre ses lasers TEA au milieu des années 70. Son premier client : une usine d'embouteillage de Coca-Cola d'Ottawa. Le laser servait à inscrire sur les bouteilles un code indiquant à quel moment et sur quelle ligne d'embouteillage elles avaient été remplies. Les systèmes de marquage TEA ont lancé Lumonics, qui en a vendu 4 000 dans le monde entier.

(Recherche : Pauline Degen)



Jacques Beaulieu (au centre) et son équipe comprirent rapidement le fonctionnement du laser et, dès janvier 1970, Valcartier convoqua une conférence de presse pour présenter plusieurs prototypes d'un tout nouveau laser, qui suscita un énorme intérêt.

des électrons, car celui de Townes et Schawlow ne décrivait pas adéquatement ce phénomène. Gould exigea des redevances exorbitantes aux constructeurs de lasers. L'industrie, en pleine expansion, s'insurgea. Et, en 1983, un jugement invalida les prétentions de Gould.

Mais Gould tint bon. En mai 1987, un jugement lui donna

laser n'a pas dit son dernier mot. Avec l'ordinateur optique, l'accélérateur de particules de poche, les cages de lumière, la pince optique, la mammographie laser (mise au point à l'Institut national d'optique de Québec), la fusion nucléaire, le rayon de la mort, la propulsion photonique et... la téléportation, on n'a pas fini d'en entendre parler ! ●

Docteur Stress

Brillant généraliste et travailleur acharné, Hans Selye était aussi avide de reconnaissance. Mais le découvreur du « mal du siècle » a attendu en vain la récompense qu'il convoitait tant : le Nobel.

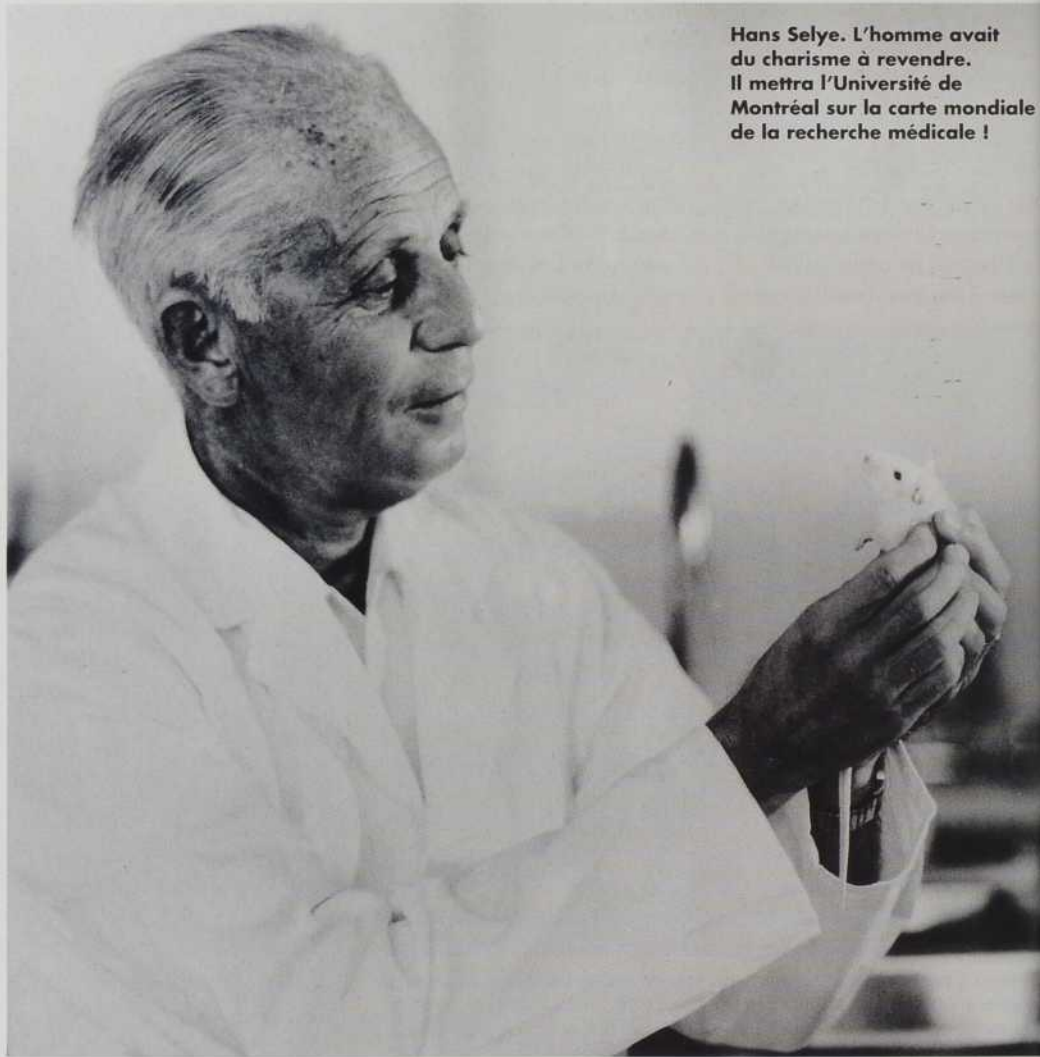
par Annick Duchatel

En octobre 1945, quand le doyen de l'Université de Montréal annonce la création de l'Institut de médecine et de chirurgie expérimentale, la presse francophone exulte. Le journal *La Patrie* vante les mérites de son prestigieux directeur, Hans Selye, « polyglotte, savant et professeur ».

Il y avait effectivement de quoi se réjouir. La recrue que la jeune Université de Montréal, soucieuse de développer son secteur de recherche, venait d'arracher à l'Université McGill, sa glorieuse concurrente, était déjà, à 38 ans, mondialement connu. Il avait aussi rédigé une bonne part des 1 500 articles et de la quarantaine d'ouvrages qu'il publiera au cours de sa vie.

Brillant assistant du professeur Collip, Selye voit dans cette offre une occasion en or de réaliser une œuvre en forme de cathédrale : la cathédrale du stress. Il monnaye donc chèrement son nouveau poste, posant des exigences folles, dont la création de son propre institut. La réponse est : « Quand pouvez-vous commencer ? »

Visage familier de la vie universitaire montréalaise, avec son regard bleu perçant, son nez aquilin surmonté d'une paire de lunettes de dissection, sa démarche sautillante, le « patron » est vite considéré comme un dieu, craint et respecté par l'armée de collaborateurs qu'une manne de subventions lui



Hans Selye. L'homme avait du charisme à revendre. Il mettra l'Université de Montréal sur la carte mondiale de la recherche médicale !

avait permis d'engager. Il met enfin une université québécoise francophone sur la carte mondiale de la recherche médicale !

L'homme a du charisme à revendre. Et il sait l'exploiter, peaufinant devant les médias son image de héros de la science. Aucun de ses faits et gestes n'est ignoré des journaux. Et quand brûle l'impo-

sante bibliothèque qu'il a érigée comme un monument à la gloire de son œuvre, l'événement est presque porté au rang de catastrophe nationale.

Ses détracteurs lui reprochent cet aspect médiatique de sa carrière. Un vrai chercheur, disent-ils, reste dans l'ombre et n'annonce publiquement ses résultats que lorsqu'il tient une vraie dé-

couverte. Mais cette quête éperdue de reconnaissance va de pair avec la dévorante ambition de Selye qui carbure, de son propre aveu, aux compliments, aux médailles et aux récompenses.

La plupart de ses traits de caractère, il les tient de sa famille. Né à Vienne en 1907, d'un chirurgien militaire d'origine hongroise et d'une

mère autrichienne très mondaine, il a grandi dans les fastes de l'empire austro-hongrois moribond. Sa mère lui inculque le goût de l'excellence. Il en gardera une admiration débordante pour les grands hommes qui ont excellé dans leur domaine, quel qu'il soit : Einstein, Napoléon et... Al Capone.

Tout enfant, son père l'oblige à remonter à cheval aussitôt après une chute qui lui a valu un bras dans le plâtre. D'où sa persévérance inouïe, sa discipline de fer toute germanique. Son célèbre emploi du temps, qui détaillait une de ses journées typiques, montre à quel point chaque minute était mise à profit. Même au cours de son bain de soleil quotidien, dans ce coin ensoleillé de l'université qu'il a baptisé « la petite Floride », il ne se séparait pas de son dictaphone. Selye n'était pas un rêveur.

En dépit de cette obsession du travail qui frise la monomanie et cause l'échec de ses deux premiers mariages, il ne recevra jamais la récompense qu'il brigue par-dessus tout : le Nobel. C'est un de ses anciens élèves, Roger Guillemin, qui le récolte. Selye en sera mortifié.

Avec le recul, on peut se poser la question : le stress valait-il un Nobel ?

Selye en a l'idée très tôt, à 20 ans, quand, jeune étudiant en médecine, il assiste à l'université allemande de Prague à sa première présentation de malades. Il est frappé par un fait qui ressemble à une vérité de La Palisse : le point commun de ces cinq patients qui souffrent de maux très divers, c'est que, justement, ils ont l'air malade. N'y a-t-il pas là-dessous un « syndrome non spécifique » qui pourrait tout expliquer ?

Il parle de son idée à ses

professeurs, mais, faute d'encouragements, il remise son intuition dans son subconscient. Quand, grâce à une bourse de la fondation Rockefeller, il met les pieds en Amérique du Nord, il en parle à plusieurs reprises au professeur Collip, de l'Université McGill. Celui-ci expose : « Vous n'allez tout de même pas passer votre vie à étudier la pharmacologie de la saleté ! » Autrement dit, les scories de la maladie et non la maladie elle-même, pure et nette.

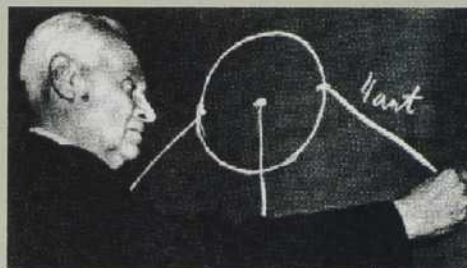
Il trouve plus d'encouragements du côté du célèbre professeur Frederick Banting, qui a reçu le Nobel pour la découverte de l'insuline (et qui s'est moins glorieusement illustré en dirigeant des travaux sur les armes biologiques, dont l'anthrax). Banting lui décroche sa première subvention de recherche et, dans un article publié dans *Nature* en 1936, le mot stress fait son apparition pour la première fois.

Emprunté à la physique anglaise, le mot n'est peut-être pas juste (d'après les puristes, *strain* aurait été préférable), mais il se répand comme une traînée de poudre. Il est de ces mots qui, au XX^e siècle, ont fait fortune : aujourd'hui encore, environ 8 000 publications par an en font état. Selye vient de mettre le doigt sur un important bobo : le malaise de l'homme moderne, exposé à la tension, bombardé du matin au soir de stimuli qui le forcent à déclencher constamment ses mécanismes de survie.

Selye met l'animal à contribution pour étudier la pathologie du stress. On ne sait pas trop à combien s'élevait sa consommation de rats, mais le chiffre astronomique d'un millier par semaine a été avancé. Exposées au froid sur le toit de l'université, trotinant jusqu'à épuisement dans des cages à tambour, les petites

1957

Échographie. Le médecin écossais Ian Donald adapte les techniques militaires du sonar pour faire des diagnostics médicaux. Ce sera particulièrement utile pour observer le développement des fœtus.



Sputnik. Le premier satellite artificiel porte le symbole de la faucille et du marteau. En pleine guerre froide, Uncle Sam a du mal à avaler cet

exploit « communiste ». La course à l'espace est engagée.

Écosystème. Un concept développé par le Québécois Pierre Dansereau dans une œuvre majeure : *Biogeography and Ecological Perspective* (N.Y. Ronald Press). Il postule notamment qu'« aucune espèce ne rencontre, dans l'habitat qu'elle occupe présentement, des conditions optimales pour la satisfaction de ses exigences à chaque phase de son cycle ». C'est notamment pour cela que les êtres vivants doivent continuellement lutter pour s'adapter.

1958

Information génétique. Francis Crick, l'un des découvreurs de la double hélice de l'ADN, démontre que l'information des gènes est relayée de l'ADN à l'ARN, puis aux protéines. La biologie moléculaire entre dans une nouvelle ère.

Chlordiazépoxide. Également connu dans les pharmacies sous le nom de Librium. Il soulage les anxieux et les insomniaques. Ce sera un des plus grands succès commerciaux de l'histoire pharmaceutique.



Soucoupe plongeante. Jacques-Yves Cousteau pourra enfin nous montrer le monde marin qui le fascine tant.

Laser. Ou *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*. On met au point un dispositif qui produit un faisceau de lumière dite cohérente (à la différence de la lumière naturelle). Avantage : ce laser peut transmettre des signaux.

1959

Traité pour l'Antarctique. Les quelque 14 millions de kilomètres carrés de glace seront une zone démilitarisée. Les États-Unis et l'URSS le promettent. Mieux, on s'entend pour que l'Antarctique soit un continent réservé exclusivement à la science.

Voie maritime du Saint-Laurent. Une grande œuvre d'ingénierie qui ouvre le centre du continent nord-américain à la mer.



que 30 ans plus tard avec le ski-doo. Cette fois, c'est la bonne. L'entreprise Bombardier prend son envol.



Motoneige. En 1922, Joseph-Armand Bombardier avait déjà mis au point un prototype de motoneige à hélice, qui a été jugée trop dangereuse. Il récidive presque 30 ans plus tard avec le ski-doo. Cette fois, c'est la bonne. L'entreprise Bombardier prend son envol.

Cabinet fantôme

Si l'influence de Selye sur la science moderne est immense, il reste pourtant peu de traces visibles de son travail à Montréal.

par Stéphane Batigne

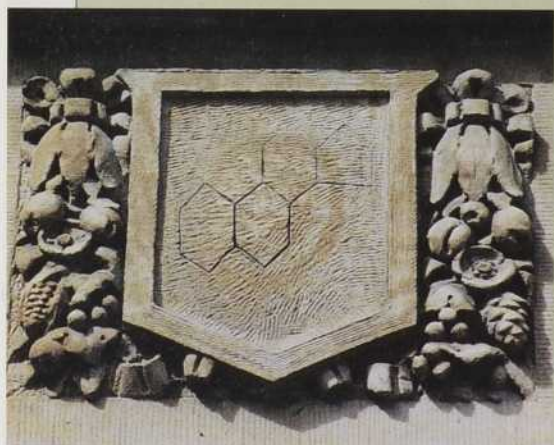
Juste en face de l'entrée est de l'Université McGill, à l'angle des rues Milton et University, se dresse une maison de briques de belle apparence. Rien ne semble *a priori* la rattacher à la recherche scientifique, si ce n'est le blason qui orne sa façade : il ne s'agit ni d'un lion rugissant ni d'un castor besogneux, mais de la formule chimique de base des hormones stéroïdes. Celui qui a identifié sa maison de manière aussi singulière est l'endocrinologue montréalais Hans Selye, le découvreur du stress.

Même s'il n'a jamais reçu le prix Nobel — contrairement à son ancien collaborateur Roger Guillemin, primé en 1977 —, Selye est assez bien connu du grand public : plusieurs biographies lui ont été consacrées ainsi qu'un documentaire signé Jacques Godbout. Dans le milieu scientifique, son apport à la science moderne est unanimement reconnu, et ses travaux en endocrinologie ou dans d'autres disciplines médicales sont toujours abondamment cités, 17 ans après sa mort.

Curieusement, l'importance de Hans Selye dans l'histoire de la médecine ne se traduit d'aucune manière dans le paysage montréalais : ni monument, ni statue, ni musée ne lui est dédié, et aucune rue ni aucun bâtiment ne porte son nom. Les quelques hexagones de carbone gravés sur le blason de sa maison constituent les seules marques visibles de sa longue carrière. Ingratitude de la communauté scientifique ? Pas si sûr. L'absence de lieu où pourrait s'incarner l'œuvre de Selye s'explique peut-être par la difficulté qu'il a lui-même éprouvée à l'ancrer dans le temps. Il admettait volontiers être de ces hommes qui soulèvent des problèmes plutôt que de ceux qui les résolvent, et certains observateurs sont même allés jusqu'à lui reprocher sa superficialité.

Amorcés à l'Université McGill dans les années 30, les travaux de Selye sont cependant inséparables de l'Institut de médecine et de chirurgie expérimentale (IMCE) de l'Université de Montréal, qu'il fonda et dirigea à partir de

1945. En plus de 30 ans, il y a attiré de nombreux jeunes scientifiques — certains, comme Guillemin, poursuivront ailleurs une brillante carrière —, sans toutefois réussir à y former de véritables disciples. Selye à la retraite, l'IMCE interrompit presque naturellement ses activités, et ses différents collaborateurs s'éparpillèrent dans le monde. Seuls demeurent donc cette maison et ce blason qui menace de s'effacer. ●



bêtes travaillent vaillamment pour l'avancée de la science. Régulièrement assiégé par des adversaires de la vivisection, Selye réagissait avec un humour grinçant : pour faire fuir les intrus, il envoyait ses collaborateurs au front, leur sarrau hideusement barbouillé de sang.

Selye a résumé sa théorie en disant que le stress « est la réponse non spécifique de l'organisme à toute demande qui lui est faite ». Il peut être positif (eustress) ou négatif (détresse). Première manifestation : la phase d'alarme, où l'organisme décide si cela vaut la peine ou non de lutter pour sa survie. S'il y a lutte, mais que l'agent stressant poursuit trop longtemps son agression, l'organisme qui fait face à la tension peut s'épuiser, voire mourir. « Dans la chaîne, expliquait Selye, il y a toujours un maillon qui est plus faible : cœur, tension, etc. C'est le chaînon le plus faible qui cède. » Ses expériences lui permettent de mettre en relief le rôle de certaines hormones, les corticoïdes et les stéroïdes, dans le mécanisme du stress.

Conscient du volet psychosomatique attaché au stress, il élabore aussi tout un code de comportements pour éviter le mal du siècle, le « mauvais » stress. Cela consiste d'abord à connaître son propre niveau de tolérance au stress, puis à trier les agressions en deux catégories : celles qui ne valent pas la peine d'être combattues et celles qui méritent une attaque. La règle de vie qu'il préconise, en précurseur de la « psycho pop », c'est « l'égoïsme altruiste ». Succès phénoménal.

Excellent communicateur, Selye devient une sorte de commis voyageur du stress, faisant payer très cher sa participation aux colloques les plus divers. Il n'en reste pas moins que, si ses anciens élèves saluent son sens de

la discipline et ses immenses qualités de professeur, peu ont suivi ses traces. Car sur le plan des méthodes de recherche, Selye restait un brillant généraliste, un esprit curieux qui éparpillait ses dons tous azimuts. Certains ont d'ailleurs dit qu'il était « le dernier chercheur du XIX^e siècle ».



Roger Guillemin, un des anciens élèves de Selye. Il sera lauréat du prix Nobel.

À une époque d'hyperspécialisation dans le domaine scientifique, il s'est obstiné à ratisser un champ trop large, en surface, à la recherche d'une ambitieuse théorie qui expliquerait tout. En ignorant du même coup les développements spectaculaires dans certaines branches, comme ceux de la biologie moléculaire. En négligeant aussi de se servir des immenses possibilités de l'informatique.

Hans Selye n'a pas fait école. La montagne d'informations sur laquelle il a bâti sa cathédrale a accouché, disons, d'un rongeur. ●

Pour en savoir plus

Le stress de ma vie, par Hans Selye. Alain Stanké.

Stress sans détresse, par Hans Selye. Éditions La Presse.

La cathédrale du stress, par Andrée Yanacopoulos. Le Jour Éditeur.

D' Hans Selye, par Robert Sauvé. LIDEC, collection Célébrités.

le centre **NAD** la référence en **3D**

Centre
de formation
en imagerie
électronique

▼
Animation 3D

▼
Jeux vidéo

▼
Multimédia

▼
Effets
spéciaux

▼
Capture de
mouvements

▼
Formation
en entreprise



MédiaSphère Bell
335, boul. de Maisonneuve Est, bureau 300
Montréal (Québec) Canada H2X 1H1
tél.: 1.514.288.3447
internet: www.nad.qc.ca
e-mail: info@nad.qc.ca

le Centre NAD - formation haute performance



Objets communs

La faim du progrès

La vie éphémère, mais pour le moins marquante, du TV Dinner.

par Bernard Arcand

Il serait difficile aujourd'hui de dénombrer tous les bars et restaurants du monde qui affichent les images nostalgiques de Marilyn Monroe, de James Dean, d'Elvis Presley et parfois de Marlon Brando. Ces portraits témoignent de la vigueur des années 50 à créer des images marquantes qui résistent au temps. Autres symboles durables de cette décennie effervescente : la multiplication des jeans et des automobiles, l'étalement des banlieues et, bien sûr, le rock'n'roll, qui allait devenir la religion officielle des générations ascendantes.

C'est aussi en plein *baby boom* et au moment où la croissance économique pouvait donner le vertige qu'apparut le TV Dinner, une invention parmi tant d'autres qui laissaient entrevoir une vie plus facile et des jours meilleurs. Une solution novatrice pour éliminer la corvée de popote quotidienne, rendue possible grâce à l'emballage hermétique. On n'avait plus qu'à réchauffer le plateau dans lequel étaient présentés, en compartiments finement séparés, tous les éléments constitutifs d'un repas complet. Parce que la télévision était si captivante qu'il n'était plus question de perdre une minute de diffusion, même pendant les repas !

Certains imaginaient déjà



la libération des cuisinières, mais les gardiens du bon goût réagirent plutôt sèchement. À leurs yeux, ces TV Dinners incarnaient l'horreur moderne, précisément le type de progrès irréfléchi auquel il fallait s'opposer. D'abord, parce que ces repas préparés étaient généralement immangeables. Ensuite, parce que

cette mise en plastique du monde ne représentait rien de moins qu'un effort pour éliminer de nos vies les plaisirs cultivés de la gastronomie habile et de la conversation chaleureuse. Enfin, parce qu'au-delà du bon goût, c'étaient la famille, les amis et même le couple que les TV Dinners venaient menacer.

Bref, la nourriture offerte sous cette forme paraissait aussi bête que les émissions de télé.

Les critiques eurent raison. L'invention disparut rapidement et fut remplacée par d'autres types de prêt-à-manger plus rapides à préparer, plus frais et surtout plus savoureux. Car le TV Dinner n'était qu'une forme très primitive d'alimentation pratique (les anciens se souviennent de ses imperfections : chaleur inégale, petits pois envahissant le compartiment à dessert, sauce au goût de colle à papier, etc. — même la classe économique des transporteurs aériens propose beaucoup mieux). Pour une fois, les critiques pouvaient affirmer haut et fort : « Oui, on arrête le progrès ! »

Étrangement, le sort du TV Dinner n'est pas sans rappeler celui de quelques-uns de ses contemporains : Marilyn Monroe, James Dean et Elvis Presley connurent tous une fin hâtive et tragique, mais leur influence demeure.

Ainsi, de nos jours, on opte souvent pour un filet de saumon poché, acheté dans un emballage sous vide, vite réchauffé au micro-ondes, servi avec une petite salade verte et un verre de vin blanc bien frais, qu'on prend plaisir à déguster, assis dans un fauteuil confortable, les yeux rivés sur le téléviseur. ●

KRT/presslink



Mlink
internet

**Lien T1 incluant
la boucle locale**

995 \$

Montréal :
100, boul. René-Lévesque O
Bureau 1410,
Montréal (Québec)
H2Z 1W7

Tél.: (514) 861-3737
Fax.: (514) 861-1360

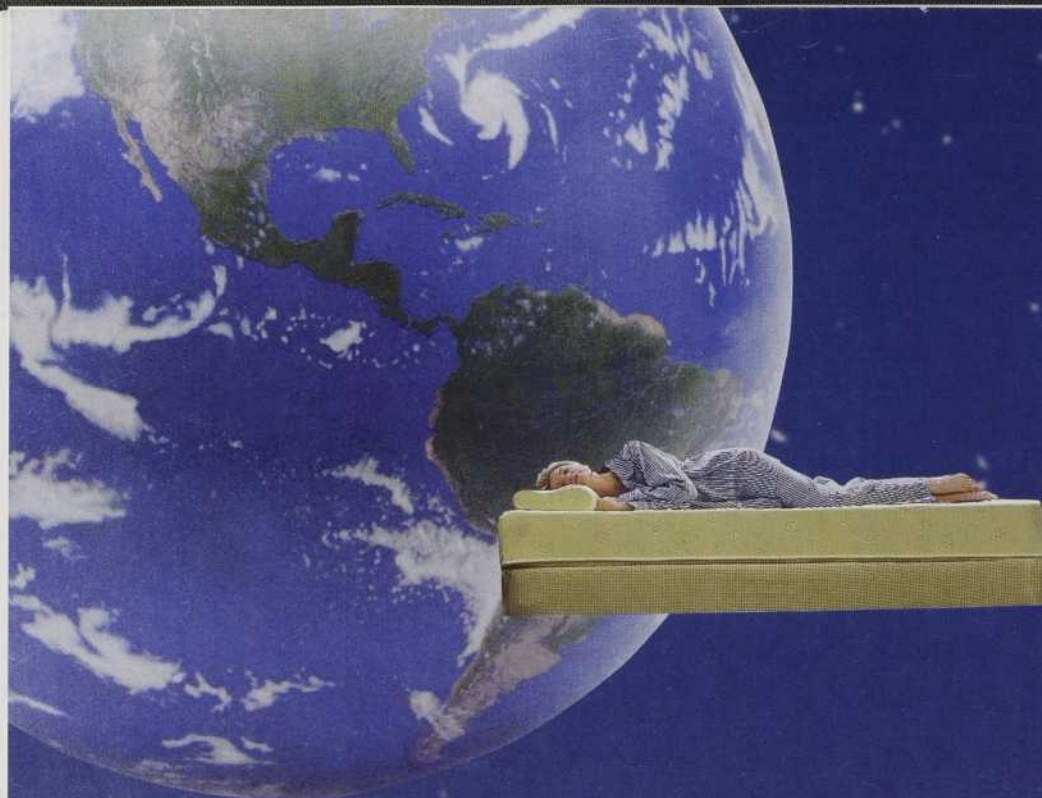
Québec :
Tél.: (418) 894-3101
Fax.: 1-800-Mlink-84

Sans frais:
Tél.: 1-888-Mlink-56
Fax.: 1-800-Mlink-84

Info@Mlink.NET
http://www.Mlink.NET

- Nous supportons toutes les plates-formes •
- Hébergement avec statistiques en temps réel •
- Diffusion d'événements Real Audio et Video •
- Bande passante pour diffusion d'événements •
- Nous supportons tous les standards 56K incluant le V.90 •

NOUS DÉSSERVONS LA
CITÉ DU MULTIMÉDIA



Votre matelas, où est-il allé ?

Le nôtre a fait le tour de la lune ! Faites l'expérience du matelas et des oreillers suédois Tempur. Le matériau Tempur, perfectionné par la NASA, a récemment été admis au Temple de la Renommée de la Technologie spatiale américaine. Il vous offre une sensation que vous n'avez jamais éprouvée auparavant ! Les oreillers et le matelas suédois Tempur épousent le contour de votre corps, pour vous assurer un degré optimal de soulagement de la pression et de confort...comme si vous flottiez dans l'espace !

Une meilleure nuit de sommeil, c'est votre choix !



La technologie spatiale américaine à l'œuvre



Offre spéciale : Vous recevrez gratuitement deux oreillers moyens Tempur (valeur au détail de 300 \$) quand vous achetez un matelas suédois Tempur !

Jardin de VILLE

771, boul. du Curé-Labelle, Blainville
(sortie 25, autoroute 15)
(450) 435-6046

8128, boul. Décarie, Montréal
(intersection Royalmont)
(514) 342-8128



Venez déguster gratuitement la crème glacée des astronautes !*

*jusqu'à l'épuisement
des réserves